

Tesis Doctoral

LA SIMETRÍA COMO OPERANTE GENERALIZADA:  
PROPIEDADES DE LAS CLASES DE EQUIVALENCIA Y  
TEORÍA DE LOS EJEMPLARES

Jesús Gómez Bujedo

Licenciado en Psicología

DEPARTAMENTO DE PSICOLOGÍA BÁSICA I

FACULTAD DE PSICOLOGÍA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA

**2009**

**DEPARTAMENTO DE PSICOLOGÍA BÁSICA I**  
**FACULTAD DE PSICOLOGÍA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA**

**LA SIMETRÍA COMO OPERANTE GENERALIZADA:  
PROPIEDADES DE LAS CLASES DE EQUIVALENCIA Y  
TEORÍA DE LOS EJEMPLARES**

**Jesús Gómez Bujedo**

**Licenciado en Psicología**

**Tesis Doctoral dirigida por:**

**Dr. D. Andrés García García**

**Dr. D. Vicente J. Pérez Fernández**

## Agradecimientos

A la memoria de Andrés Rodríguez Gómez.

Sin casi conocerme me has enseñado tanto...

En primer lugar tengo que agradecer a Andrés García y a Vicente Pérez todo el apoyo y la confianza en mí que han demostrado. Sin su apoyo este proyecto no hubiera sido posible, desde el principio al fin. Pocos doctorandos tienen tanto que agradecer a sus directores.

Los experimentos que aquí se recogen son también el producto del esfuerzo de todas las personas que estuvieron al pie del cañón en la etapa experimental: Javier Ibias, Beatriz Mata, Nuria Ortega y de nuevo Andrés García y Vicente Pérez.

Mi agradecimiento también a Mayte Gutiérrez por sus buenos consejos estadísticos y por sus ánimos en todo momento, y también a Cristian Bohórquez y a los “queridos AECs”. Era cierto lo que decían en “La bola de cristal”: *solo no puedes, con amigos sí*.

Gracias también por las facilidades que me han dado a mis compañeras y compañero de la Unidad Técnica de Desarrollo Internacional, Alicia del Olmo, Aurora González, Ruth Núñez, Gorka Laherrán, Adriana Lozada, Mónica Sarabia, Encarna Valero y Noelia Verona. Sois un ejemplo de compañerismo, honestidad y trabajo bien hecho.

Y al final pongo los agradecimientos a mi familia para poder explayarme: Gracias, gracias de verdad. Sin todos vosotros no hubiera podido ni siquiera empezar. Gracias por apoyarme, por creer en mí, por estar ahí siempre y por ser como sois.

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>17</b>
<b>1.1</b>	<b>Psicología, conductismo y conducta compleja .....</b>	<b>20</b>
<b>1.2</b>	<b>El Análisis Experimental del Comportamiento.....</b>	<b>24</b>
1.2.1	Presupuestos filosóficos del Análisis del Comportamiento.....	25
1.2.2	Principales características del Análisis del Comportamiento.....	30
1.2.2.1	Objeto de estudio.....	30
1.2.2.2	Modelo causal: selección por las consecuencias .....	32
1.2.2.3	Causas de la conducta .....	34
1.2.2.4	Generalidad de los principios de la conducta .....	36
1.2.2.5	El papel de la teoría en el Análisis Experimental del Comportamiento. ....	37
1.2.3	El estudio de la conducta derivada desde el Análisis Experimental del Comportamiento: el control de estímulo.....	41
1.2.3.1	La unidad más básica: la respuesta .....	45
1.2.3.2	Contingencias de dos términos: el control de refuerzo.....	47
1.2.3.3	Contingencias de tres términos: el control de estímulo .....	49
1.2.3.4	Contingencias de cuatro términos: el control condicional.....	55
1.2.3.4.1	El procedimiento de la discriminación condicional .....	56
1.2.3.4.2	Fenómenos de conducta derivada en las contingencias de cuatro términos.....	57
1.2.3.4.2.1	Reflexividad .....	57
1.2.3.4.2.2	Simetría .....	59
1.2.3.4.2.3	Transitividad .....	61
1.2.3.5	El fenómeno de las Clases de Equivalencia.....	62
1.2.3.6	Extensiones del fenómeno de las clases de equivalencia.....	65

1.2.3.6.1	Otros entrenamientos que dan lugar a clases de equivalencia....	66
1.2.3.6.2	Relaciones de equivalencia con estímulos complejos .....	67
1.2.3.6.3	De la equivalencia a otras relaciones: la teoría de los marcos relacionales .....	69
1.2.3.7	Relacionando relaciones de equivalencia con relaciones de equivalencia: el estudio del razonamiento analógico.....	71
1.2.3.8	El control contextual de las relaciones derivadas .....	76
1.2.3.9	Síntesis .....	77
<b>1.3</b>	<b>Análisis experimental de los parámetros fundamentales de la discriminación condicional y la conducta novedosa .....</b>	<b>82</b>
1.3.1	Variables que influyen en el aprendizaje de la discriminación condicional.	84
1.3.1.1	Naturaleza de las relaciones muestra-comparación .....	86
1.3.1.2	Demora entre el estímulo de muestra y el de comparación .....	89
1.3.1.3	Duración del intervalo entre ensayos.....	90
1.3.1.4	Ensayos de corrección y Tiempo fuera.....	91
1.3.1.5	Respuestas de observación a la muestra.....	92
1.3.1.6	Requerimiento de respuestas diferenciales.....	93
1.3.1.7	Presentación de reforzadores diferenciales.....	95
1.3.1.8	Tipo de estímulos utilizados.....	96
1.3.1.9	Discriminabilidad de los estímulos de muestra y comparación .....	97
1.3.1.10	Número de estímulos de muestra y comparación .....	102
1.3.1.11	Otras variables.....	103
1.3.2	Algunas variables que influyen en la generalización y derivación de nuevas conductas en la discriminación condicional.....	105
1.3.2.1	Número de estímulos durante el entrenamiento.....	108
1.3.2.2	Realización de respuestas diferenciales a la muestra.....	113
1.3.2.3	Correlación posición – función entre muestras y comparaciones..	119

1.3.2.4	Especie animal estudiada .....	126
<b>1.4</b>	<b>Análisis conceptual y teórico del problema de la simetría .....</b>	<b>127</b>
1.4.1	Definición de Simetría .....	127
1.4.1.1	Uso común y etimología .....	127
1.4.1.2	Análisis funcional del tacto “simetría” .....	129
1.4.1.2.1	Evolución histórica del término.....	130
1.4.1.2.2	La simetría en el Arte .....	134
1.4.1.2.3	La simetría en las Matemáticas.....	136
1.4.1.2.4	La simetría en la Física .....	138
1.4.1.2.5	La simetría en la Biología.....	141
1.4.1.2.6	La simetría en la Psicología .....	143
1.4.1.2.6.1	La percepción de la simetría.....	143
1.4.1.2.6.2	La definición de simetría en el contexto de la discriminación condicional.....	143
1.4.1.2.7	¿Una simetría o varias? .....	150
1.4.2	El problema de la derivación de simetría .....	152
1.4.2.1	Procedimientos que dan lugar a la formación de clases de equivalencia en humanos .....	152
1.4.2.1.1	Estructura Lineal .....	154
1.4.2.1.2	Estructura Uno a Muchos .....	154
1.4.2.1.3	Estructura Muchos a Uno.....	155
1.4.2.1.4	Efectos de la estructura del entrenamiento .....	156
1.4.2.2	Simetría, equivalencia y conducta verbal .....	157
1.4.2.3	Teorías acerca del origen de la simetría y la equivalencia .....	161
1.4.2.3.1	La equivalencia como función fundamental del estímulo.....	162
1.4.2.3.2	La hipótesis del “naming” .....	164
1.4.2.3.2.1	La definición del “naming” .....	168

1.4.2.3.2.2	La adquisición del “naming” .....	169
1.4.2.3.2.3	“Naming”, clases de equivalencia y conducta simbólica.....	172
1.4.2.3.3	La hipótesis de los Ejemplares.....	176
1.4.2.3.4	La Teoría de los Marcos relacionales .....	178
1.4.2.4	Propuesta.....	185
<b>2</b>	<b><i>Objetivo general</i></b> .....	<b>193</b>
<b>3</b>	<b><i>Experimentos</i></b> .....	<b>195</b>
<b>3.1</b>	<b>Experimento piloto 1</b> .....	<b>201</b>
3.1.1	Sujetos .....	202
3.1.2	Aparatos.....	202
3.1.3	Diseño .....	206
3.1.4	Procedimiento .....	206
3.1.5	Resultados .....	213
3.1.6	Discusión .....	215
<b>3.2</b>	<b>Experimento piloto 2</b> .....	<b>218</b>
3.2.1	Sujetos .....	218
3.2.2	Aparatos.....	218
3.2.3	Diseño.....	218
3.2.4	Procedimiento .....	219
3.2.5	Resultados .....	230
3.2.6	Discusión .....	237
<b>3.3</b>	<b>Experimento final</b> .....	<b>241</b>
3.3.1	Sujetos .....	242
3.3.2	Aparatos.....	242
3.3.3	Diseño .....	243
3.3.4	Procedimiento .....	244

3.3.5	Resultados .....	256
3.3.5.1	Sesiones válidas .....	256
3.3.5.2	Resultados individuales .....	261
3.3.5.3	Resultados grupales .....	279
3.3.5.4	Comparación de discriminaciones directas e inversas .....	286
3.3.5.5	Otros criterios de aprendizaje .....	298
3.3.5.6	Discriminabilidad de los estímulos .....	316
3.3.6	Discusión .....	320
3.3.6.1	Análisis de las sesiones válidas.....	320
3.3.6.2	Análisis de resultados individuales .....	321
3.3.6.3	Análisis de los resultados grupales.....	325
3.3.6.4	Análisis comparativo de discriminaciones directas e inversas .....	328
3.3.6.5	Análisis de otros criterios de aprendizaje .....	332
3.3.6.6	Análisis de discriminabilidad de los estímulos .....	333
<b>4</b>	<b><i>Discusión General</i></b> .....	<b>337</b>
<b>5</b>	<b><i>Conclusiones</i></b> .....	<b>349</b>
<b>5.4</b>	<b>Futuras líneas de investigación</b> .....	<b>349</b>
5.4.1	Lecciones aprendidas y recomendaciones .....	349
5.4.1.1	Mejoras generales .....	349
5.4.1.2	Aceleración del aprendizaje .....	351
5.4.1.3	Control de la discriminabilidad de los estímulos .....	354
5.4.2	Propuesta de nuevos diseños .....	355
<b>5.5</b>	<b>Reflexiones finales</b> .....	<b>358</b>
<b>6</b>	<b><i>Bibliografía</i></b> .....	<b>364</b>

## LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

ACA: Análisis Conductual Aplicado

AEC: Análisis Experimental del Comportamiento

G1: Grupo 1

G2: Grupo 2

EC: Estímulo Condicionado / Estímulo Condicional

Ed: Estímulo Discriminativo

EI: Estímulo Incondicional

Er: Estímulo Rreforzador

ISI: *Inter Stimulus Interval* (intervalo entre estímulos)

ITI: *Inter Trial Interval* (intervalo entre ensayos)

PREMTS: Entrenamiento previo a la discriminación condicional

R: Respuesta

TMR: Teoría de los Marcos Relacionales

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Fenómenos de conducta derivada en el nivel de la respuesta.....	46
Tabla 2 Resumen de fenómenos de conducta derivada en las contingencias de dos términos.....	49
Tabla 3: Resumen de fenómenos de conducta derivada en las contingencias de tres términos.....	55
Tabla 4: Resumen de algunos fenómenos de conducta derivada en las contingencias de cuatro términos.....	65
Tabla 5: Resumen de algunos fenómenos compuestos de conducta derivada en las contingencias de cuatro términos.....	75
Tabla 6: Matriz de decisión estándar. Teoría de detección de señales.....	100
Tabla 7: Entrenamientos hipotéticos que dan lugar a operantes generalizadas. ....	177
Tabla 8: Definición hipotética de los estímulos según el experimentador y el sujeto.	188
Tabla 9: Experimento piloto 1. Estímulos utilizados durante en entrenamiento en las fases de preentrenamiento en tamaño real.....	208
Tabla 10: Experimento piloto 1. Resumen de la asignación de los sujetos a los grupos y orden de entrenamiento.....	211
Tabla 11: Experimento piloto 1. Resultados de las fases de entrenamiento previas a la discriminación condicional, expresados en número de sesiones en cada fase. .	213
Tabla 12: Experimento piloto 1. Número de ensayos realizados por los sujetos en las tres primeras sesiones de igualación a la muestra sobre un máximo de 64 ensayos. ....	214
Tabla 13: Experimento piloto 2. Resumen de la asignación de los sujetos a los grupos, set de estímulos y orden de entrenamiento. ....	222
Tabla 14: Experimento piloto 2. Estímulos asignados a los sujetos 09 (G1) y 13 (G2). .....	223

Tabla 15: Experimento piloto 2. Estímulos asignados a los sujetos 10 (G1) y 14 (G2). .....	225
Tabla 16: Experimento piloto 2. Estímulos asignados a los sujetos 11 (G1) y 15 (G2). .....	226
Tabla 17: Experimento piloto 2. Estímulos asignados a los sujetos 12 (G1) y 16 (G2). .....	228
Tabla 18: Experimento piloto 2. Número de sesiones necesarias para superar el entrenamiento previo a la discriminación condicional (PREMTS) sobre un mínimo de 10 sesiones. ....	230
Tabla 19: Experimento final. Asignación de los estímulos utilizados. ....	251
Tabla 20: Experimento final. Discriminabilidad nominal de los estímulos de muestra y comparación utilizados. ....	255
Tabla 21: Experimento final. Número de sesiones totales y sesiones válidas para cada sujeto por tipo de error. ....	258
Tabla 22: Experimento final. Porcentaje de sesiones válidas tras descartar diversos tipos de fallos y promedio de días transcurridos entre sesiones experimentales. .....	260
Tabla 23: Experimento final. Matriz de correlaciones de Pearson entre las categorías de error. ....	261
Tabla 24: Experimento final. Resultados individuales - Sujeto 09. ....	264
Tabla 25: Experimento final. Resultados individuales - Sujeto 10. ....	266
Tabla 26: Experimento final. Resultados individuales - Sujeto 11. ....	268
Tabla 27: Experimento final. Resultados individuales - Sujeto 12. ....	270
Tabla 28: Experimento final. Resultados individuales - Sujeto 13. ....	272
Tabla 29: Experimento final. Resultados individuales - Sujeto 14. ....	274
Tabla 30: Experimento final. Resultados individuales - Sujeto 15. ....	276
Tabla 31: Experimento final. Resultados individuales - Sujeto 16. ....	278
Tabla 32: Experimento Final - Grupo 1 resumen de resultados. ....	279

Tabla 33: Experimento Final - Grupo 2 resumen de resultados.....	279
Tabla 34: Experimento final. Análisis descriptivo de los resultados por grupo.....	282
Tabla 35: Experimento final. Análisis descriptivo de los resultados por Set.....	283
Tabla 36: Experimento final. Pruebas de normalidad de la variable dependiente.....	285
Tabla 37: Experimento final. Correlaciones entre el número de discriminaciones y el número de sesiones hasta el criterio.....	287
Tabla 38: Experimento final. Análisis de las curvas de adquisición. ....	308
Tabla 39: Experimento final. Coeficientes de correlación de Spearman entre los distintos criterios de aprendizaje. ....	315
Tabla 40: Experimento final. Discriminabilidad de los estímulos y dificultad de la discriminación.....	317
Tabla 41: Experimento final. Correlación entre la discriminabilidad nominal de los estímulos y los distintos criterios de aprendizaje. ....	318
Tabla 42: Ejemplo de diferencias en discriminabilidad en el Experimento final. Discriminación J - I, I - J, Set 2.....	340

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Contingencias de dos términos: el control de reforzamiento.....	47
Figura 2: Contingencias de tres términos: el control de estímulo.....	49
Figura 3: Ejemplo de gradiente de generalización tras un entrenamiento en discriminación simple. ....	51
Figura 4: Ejemplo de entrenamiento en abstracción. ....	53
Figura 5: Contingencias de cuatro términos: el control condicional. ....	55
Figura 6: Esquema de una discriminación condicional estándar.....	57
Figura 7: Esquema del entrenamiento y prueba de reflexividad. ....	58
Figura 8: Esquema del entrenamiento y prueba de simetría.....	59

Figura 9: Esquema del entrenamiento y prueba de transitividad. ....	61
Figura 10: Esquema del entrenamiento y prueba de equivalencia.....	63
Figura 11: Diseño del experimento de Pérez - González (1994).....	68
Figura 12: Ejemplo de configuración estimular usada durante las fases de prueba de equivalencia - equivalencia. ....	72
Figura 13: Contingencias de cinco términos: el control contextual.....	76
Figura 14: Esquema del entrenamiento lineal para la formación de clases de equivalencia.....	154
Figura 15: Esquema del entrenamiento "uno a muchos" para la formación de clases de equivalencia.....	155
Figura 16: Esquema del entrenamiento "muchos a uno" para la formación de clases de equivalencia.....	155
Figura 17: Ejemplo esquemático de la conducta de oyente .....	169
Figura 18: Ejemplo esquemático de la operante verbal ecoica. ....	170
Figura 19: Ejemplo esquemático de la operante verbal tacto.....	171
Figura 20: Ejemplo esquemático del "naming" como operante de orden superior.....	172
Figura 21: Esquema de la cámara experimental modificada con las posiciones numeradas.....	203

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Hombre de Vitruvio, de Leonardo da Vinci.....	131
Ilustración 2: Representación de distintos tipos de simetría en las formas orgánicas (Field Museum, Chicago). ....	142
Ilustración 3: Fotografía de los sujetos en sus jaulas - hogar.....	202

## LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1: Evolución hipotética del entrenamiento en múltiples ejemplares.....	198
Gráfica 2: Experimento piloto 2. Resultados promedio de los Grupos 1 (muestras en posición aleatoria) y 2 (muestras en posición fija) en la primera discriminación condicional.....	231
Gráfica 3: Experimento piloto 2. Resultados promedio de los sujetos en el SET 1 y el SET 2.....	231
Gráfica 4: Experimento piloto 2. Resultados de la primera discriminación condicional por sujeto. Grupo 1. Muestras en posiciones aleatorias. ....	233
Gráfica 5: Experimento piloto 2. Resultados de la primera discriminación condicional por sujeto. Grupo 2. Muestras en una posición fija. ....	233
Gráfica 6: Experimento piloto 2. Comparación de la velocidad relativa de adquisición de los Grupos 1 y 2. ....	234
Gráfica 7: Experimento piloto 2. Análisis de la ingesta.....	235
Gráfica 8: Experimento piloto 2. Promedio de los grupos 1 y 2 con indicación del momento de introducción de nuevos experimentadores.....	236
Gráfica 9: Experimento final. Resultados individuales - Sujeto 09. ....	263
Gráfica 10: Experimento final. Resultados individuales - Sujeto 10. ....	265
Gráfica 11: Experimento final. Resultados individuales - Sujeto 11. ....	267
Gráfica 12: Experimento final. Resultados individuales - Sujeto 12. ....	269
Gráfica 13: Experimento final. Resultados individuales - Sujeto 13. ....	271
Gráfica 14: Experimento final. Resultados individuales - Sujeto 14. ....	273
Gráfica 15: Experimento final. Resultados individuales - Sujeto 15. ....	275
Gráfica 16: Experimento final. Resultados individuales - Sujeto 16. ....	277
Gráfica 17: Experimento final. Discriminaciones totales por condición experimental.	280
Gráfica 18: Experimento final. Distribución de frecuencias de la variable dependiente en función del Grupo y el Set de estímulos.....	284

Gráfica 19: Experimento final. Comparación de discriminaciones directas e inversas - Sujeto 09. ....	290
Gráfica 20: Experimento final. Comparación de discriminaciones directas e inversas - Sujeto 10. ....	290
Gráfica 21: Experimento final. Comparación de discriminaciones directas e inversas - Sujeto 11. ....	291
Gráfica 22: Experimento final. Comparación de discriminaciones directas e inversas - Sujeto 12. ....	291
Gráfica 23: Experimento final. Comparación de discriminaciones directas e inversas - Sujeto 13. ....	292
Gráfica 24: Experimento final. Comparación de discriminaciones directas e inversas - Sujeto 14. ....	292
Gráfica 25: Experimento final. Comparación de discriminaciones directas e inversas - Sujeto 15. ....	293
Gráfica 26: Experimento final. Comparación de discriminaciones directas e inversas - Sujeto 16. ....	293
Gráfica 27: Experimento final. Seis primeras discriminaciones e inversiones - Sujeto 15. ....	296
Gráfica 28: Experimento final. Seis primeras discriminaciones e inversiones - Sujeto 16. ....	296
Gráfica 29: Experimento final. Evolución de la proporción de sesiones directas e inversas. Sujeto 15. ....	297
Gráfica 30: Experimento final. Criterios de aprendizaje, Sujeto 09. ....	299
Gráfica 31: Experimento final. Criterios de aprendizaje, Sujeto 11. ....	300
Gráfica 32: Experimento final. Criterios de aprendizaje, Sujeto 12. ....	300
Gráfica 33: Experimento final. Criterios de aprendizaje, Sujeto 13. ....	301
Gráfica 34: Experimento final. Criterios de aprendizaje, Sujeto 14 (1/2). ....	301
Gráfica 35: Experimento final. Criterios de aprendizaje, Sujeto 14 (2/2). ....	302

Gráfica 36: Experimento final. Criterios de aprendizaje, Sujeto 15 (1/6).....	302
Gráfica 37: Experimento final. Criterios de aprendizaje, Sujeto 15 (2/6).....	303
Gráfica 38: Experimento final. Criterios de aprendizaje, Sujeto 15 (3/6).....	303
Gráfica 39: Experimento final. Criterios de aprendizaje, Sujeto 15 (4/6).....	304
Gráfica 40: Experimento final. Criterios de aprendizaje, Sujeto 15 (5/6).....	304
Gráfica 41: Experimento final. Criterios de aprendizaje, Sujeto 15 (6/6).....	305
Gráfica 42: Experimento final. Criterios de aprendizaje, Sujeto 16 (1/3).....	305
Gráfica 43: Experimento final. Criterios de aprendizaje, Sujeto 16 (2/3).....	306
Gráfica 44: Experimento final. Criterios de aprendizaje, Sujeto 16 (3/3).....	306
Gráfica 45: Experimento final. Comparación de discriminaciones directas e inversas - Sujeto 15. Criterio 60.....	313
Gráfica 46: Experimento final. Comparación de discriminaciones directas e inversas - Sujeto 16. Criterio 60.....	313
Gráfica 47: Experimento final. Comparación de discriminaciones directas e inversas - Sujeto 15. Criterio 67.....	314
Gráfica 48: Experimento final. Comparación de discriminaciones directas e inversas - Sujeto 16. Criterio 67.....	314

*“In the future I see open fields for far more important researches. Psychology will be securely based on the foundation already well laid by Mr. Herbert Spencer, that of the necessary acquirement of each mental power and capacity by gradation. Much light will be thrown on the origin of man and his history.”*

Charles Darwin (1809-1882)

*On the origin of species by means of natural selection* (1859, p. 484)

## **1 Introducción**

Si un sujeto aprende a elegir el estímulo B1 en presencia del estímulo A1, y el estímulo B2 en presencia de A2, habrá aprendido una discriminación condicional. Si en una situación de prueba elige A1 en presencia de B1 y A2 en presencia de B2 sin necesidad de más entrenamiento, se dice que ha derivado la relación de simetría. La derivación de simetría en discriminaciones condicionales es un comportamiento que se encuentra de forma sistemática en humanos verbalmente competentes, pero que en animales no humanos ha resultado difícil de conseguir tras casi cuatro décadas de investigación. La simetría está fuertemente vinculada con el comportamiento complejo humano y la conducta verbal y simbólica. La búsqueda de sus orígenes ha centrado la atención de un gran número de investigadores en la tradición del Análisis Experimental del Comportamiento (AEC).

En esta tesis doctoral se plantea una aproximación al problema del origen de la simetría a partir de la hipótesis de los ejemplares. Esta hipótesis defiende que,

ateniéndonos a una definición funcional de conducta operante, una relación entre estímulos puede llegar a controlar una operante de orden superior. Se ha argumentado que los humanos recibimos un entrenamiento en simetría durante el aprendizaje del comportamiento verbal, pero no así los animales no-humanos, lo que explicaría la diferencia de resultados encontrados. Sin embargo, se ha demostrado que otras propiedades de las clases de equivalencia como la relación de reflexividad o igualdad, similares a la simetría aunque de menor complejidad, pueden derivarse en sujetos no humanos por este medio. Asimismo se ha comprobado que el entrenamiento en ejemplares facilita la simetría en niños muy pequeños, una población en la que la simetría que es difícil de encontrar.

En este proyecto se realiza un análisis tanto teórico y conceptual como empírico de la simetría y la hipótesis de los ejemplares, desarrollando un procedimiento experimental que permite poner a prueba esta hipótesis en animales no humanos (palomas). Para ello se llevó a cabo un experimento de larga duración en el que se realizó un entrenamiento intensivo en discriminaciones condicionales utilizando un novedoso sistema de presentación de los estímulos y registro de las respuestas a través de pantallas táctiles de ordenador.

Los resultados no confirmaron (ni descartaron) la hipótesis de partida, aunque sí parecen apuntar en la dirección indicada. Además, pusieron de relieve la importancia de otros prerequisites aún más básicos cuya ausencia interfiere en la derivación de este comportamiento.

Con objeto de justificar los experimentos realizados y las conclusiones extraídas, en primer lugar vamos a revisar los fundamentos del AEC como programa de investigación en Psicología (puntos 1.1 y 1.2), para luego exponer cómo aborda los fenómenos de conducta novedosa y compleja, a la vez que situamos la simetría en su

contexto (punto 1.2.3). En el punto 1.3 se enumerarán las principales variables de las que depende el aprendizaje del control de estímulos (punto 1.3.1) y que posibilitan la derivación de nuevos comportamientos (punto 1.3.2). Después, (punto 1.4) analizaremos la definición del concepto de “simetría”, explorando sus raíces y su uso en distintas comunidades científicas, con especial atención a la simetría en el contexto de Análisis del Comportamiento (punto 1.4.1). Por último, nos centraremos en su importancia, antecedentes y teorías (punto 1.4.2), para finalmente plantear las bases de esta propuesta (punto 1.4.2.4) y el objetivo del presente proyecto de investigación (punto 2).

A continuación, describiremos la serie experimental realizada para poner a prueba la hipótesis de partida (punto 3) y discutiremos los resultados obtenidos (punto 4). En el apartado de conclusiones incluiremos también una serie de propuestas para mejorar el diseño actual en futuras investigaciones (punto 5).

## **1.1 Psicología, conductismo y conducta compleja**

En numerosas ocasiones a lo largo de la historia de la Psicología se ha considerado que los llamados “procesos psicológicos superiores” no eran reducibles ni explicables a partir de los procesos básicos investigados en los laboratorios de aprendizaje animal y humano, sino que eran necesarios nuevos principios para abordar el comportamiento complejo (p. ej. Tolman, 1932; Köhler, 1947; Squire, 1987; Gallister, 1990).

Desde una aproximación seleccionista al estudio de la complejidad (la asumida desde el Análisis Experimental del Comportamiento), se plantea que los fenómenos complejos de la naturaleza, incluida la conducta, son el resultado de la repetición y acumulación de procesos relativamente simples, y donde la organización de los niveles superiores es el subproducto de la acción de procesos de nivel inferior. En Psicología, esta aproximación presenta un gran paralelismo con la explicación de la complejidad que supuso el darwinismo en biología (ver Donahoe, Burgos y Palmer, 1993; Donahoe y Palmer, 1994; Donahoe, Palmer y Burgos, 1997 para una descripción más amplia de la aproximación seleccionista al estudio de la complejidad en Psicología).

Ya se entiendan las conductas complejas como cuantitativa o cualitativamente diferentes de los comportamientos simples, no existe una definición de complejidad consensuada, y las categorías “conducta compleja” o “conducta simple” no constituyen términos técnicos con una definición general ni operativa ampliamente aceptada. Su utilización en Psicología es más bien informal, y suelen utilizarse como adjetivos que se aplican a un continuo que va desde lo más sencillo a lo más complicado. Desde este punto de vista, podemos realizar una primera aproximación a la complejidad en el comportamiento en función de las condiciones en las que los observadores aplican los

términos “complejo” o “simple” a los comportamientos que estudian. Atendiendo al comportamiento y a las condiciones en las que se produce, podemos identificar y cuantificar varias fuentes de complejidad, que harán más probable que un observador externo califique un comportamiento como complejo. Un elemento determinante va a ser el número de variables de las que la conducta dependa. Incluso en condiciones no controladas, el observador puede inferir la complejidad de la conducta observándola en su contexto. Entre los elementos que se pueden cuantificar de esta forma están la complejidad en la topografía de las respuesta (por ejemplo, calificaremos como más complejos los movimientos de un experto pianista que una respuesta de parpadeo); y también la complejidad de la situación estimular en la que se produce un comportamiento (por ejemplo, el caso de un piloto respondiendo a todos los elementos de la cabina de un avión será considerado más complejo que nuestra interacción con una máquina expendedora de bebidas).

Sin embargo, muchas de las variables de las que una conducta depende son históricas (ya sean ontogenéticas o filogenéticas) y por lo tanto no son accesibles al observador en el momento en que la conducta se lleva a cabo. En condiciones de información óptimas, cuanto mayor sea el número de prerrequisitos conductuales conocidos para un determinado comportamiento, mayor será la probabilidad de que lo califiquemos como complejo (por ejemplo, en el aprendizaje de las matemáticas, la división requiere dominar un mayor número de competencias que la suma, y por lo tanto calificaremos como más compleja a la primera operación que a la segunda). Un problema obvio es que a menudo no tenemos un conocimiento preciso de las variables históricas de las que depende un comportamiento. En este punto, una aproximación científica al estudio del comportamiento debe ser extremadamente cautelosa al descartar la participación de los procesos ya conocidos en la génesis de un comportamiento y determinar que se requieren nuevos principios explicativos.

Por ejemplo, Wolfgang Köhler (1925 / 1949) realizó una serie de famosos experimentos sobre resolución de problemas en chimpancés, en los que los simios debían apilar varias cajas para llegar a un premio de otra forma inaccesible. Tras una prolongada observación, Köhler concluyó que para la realización de este comportamiento era necesaria una reorganización perceptiva, un nuevo proceso no reducible a los principios del comportamiento conocidos que se denomina “insight”. Años después, Epstein, Kirshnit, Lanza y Rubin (1984) replicaron este experimento con palomas como sujetos, pero realizando un análisis pormenorizado de los requisitos conductuales necesarios para llegar a la conducta – meta. Cuando los sujetos llegaron a dominar todos los prerrequisitos por separado, mediante mecanismos de aprendizaje bien conocidos, no tuvieron problema en combinarlos para alcanzar el premio. La cuestión sobre la necesidad teórica del “insight” o de otros nuevos principios explicativos puede no estar resuelta para muchos, pero este ejemplo histórico nos muestra que la ausencia de un conocimiento detallado sobre las variables de las que depende un comportamiento puede hacer considerar a un observador que la conducta es cualitativamente más compleja.

Hay otro elemento destacable en ambos experimentos con respecto al juicio de un observador sobre la complejidad del comportamiento: al conseguir el premio inaccesible, tanto en las palomas de Epstein y sus colaboradores como los chimpancés de Köhler realizaron ese comportamiento por primera vez en la situación estimular del experimento. A tenor de este ejemplo, la novedad de la conducta es probablemente un factor determinante a la hora de atribuir complejidad a los comportamientos observados. Más adelante (punto 1.2.3) veremos que la novedad va a ser uno de los requisitos para hablar de conducta inteligente.

A lo largo de los contenidos que presentaremos a continuación (ver punto 1.2.3), podremos encontrar numerosos ejemplos de cómo la investigación conductual basada

en las unidades fundamentales de análisis se enfrenta a fenómenos considerados “superiores” de forma parsimoniosa y sin necesidad de multiplicar los principios explicativos.

Pero de un modo más general se ha argumentado también que no se podían abordar desde una perspectiva conductual fenómenos como la producción y comprensión del lenguaje, o el razonamiento, debido a las limitaciones inherentes de los principios filosóficos básicos de la Psicología conductual y sus repercusiones sobre sus propuestas teóricas y metodológicas para el estudio de la conducta humana. (p. ej. Chomsky, 1964; Pinker, 2002; Penn, Holyoak y Povinelli, 2008). Incluso desde un punto de vista cercano al evolucionismo se ha argumentado que el comportamiento mínimamente complejo no puede explicarse sin acudir a dimensiones extraconductuales, como son las intenciones y las creencias (Dennett, 1987; Dennett, Roitblat y Meyer, 1995). Por lo tanto, antes de adentrarnos en el estudio de los comportamientos complejos e inteligentes desde la perspectiva del Análisis del Comportamiento, revisaremos las principales características de este programa de investigación como forma de entender la Psicología y sus presupuestos filosóficos, teóricos y conceptuales.

## 1.2 El Análisis Experimental del Comportamiento<sup>1</sup>

El Análisis del Comportamiento se define como una ciencia natural del comportamiento formada por tres subdisciplinas: a) El Análisis Conceptual del Comportamiento, para investigaciones históricas, filosóficas, teóricas y metodológicas. b) El Análisis Experimental del Comportamiento (AEC), para la investigación básica encargada de descubrir los procesos básicos del comportamiento. c) El Análisis Conductual Aplicado (ACA), para la implementación de estos procesos, tecnologías derivadas y métodos de investigación a los problemas clínicos y de la comunidad (Morris, 1998).

El Análisis del Comportamiento propone el estudio del comportamiento de los organismos individuales completos en interacción con su entorno, ya sea este comportamiento público o privado, simple o complejo, innato o aprendido. El estudio que corresponde al nivel de análisis psicológico según el AEC sería el establecimiento de relaciones funcionales entre clases de eventos ambientales y clases de respuestas del sujeto. Es decir, el estudio del comportamiento de los individuos en interacción con su entorno, formando una unidad funcional.

Estos presupuestos de partida se concretan en una serie de propuestas teóricas y metodológicas para el estudio del comportamiento en el nivel de análisis psicológico, ya sea simple o complejo, que expondremos someramente a continuación.

---

<sup>1</sup> Este apartado (a excepción del punto 1.2.3) está basado en una revisión previa publicada en Pérez, V., Domínguez, M.T., García, A. y Gómez, J., (2005). *Procesos Psicológicos Básicos: Un Análisis Funcional*. Pearson Educación.

### **1.2.1 Presupuestos filosóficos del Análisis del Comportamiento**

La definición de Psicología como ciencia nunca ha estado exenta de dificultades. Como es sabido, en su nacimiento convergieron influencias muy diferentes, en ocasiones con principios filosóficos incompatibles entre sí y con los del resto de las ciencias. La consolidación de las ciencias naturales, y en especial de la biología, abrió las puertas para el inicio del estudio científico de los fenómenos psicológicos. Sin embargo, en la fundación de la Psicología como ciencia iba a tener también un gran impacto la herencia del dualismo y el voluntarismo característico de la Psicología filosófica. Esta confusión inicial de presupuestos filosóficos incompatibles ha llevado a diversos malentendidos y confusiones conceptuales que la ciencia psicológica ha arrastrado históricamente (p. ej. Ribes, 1990). El problema para una definición científica de Psicología, por supuesto, no está en la existencia de axiomas filosóficos, que hasta donde sabemos son inevitables, sino en su delimitación lo más precisa posible y en la coherencia entre ellos y con las prácticas a las que dan lugar.

Todas las ciencias, incluida la Psicología, se basan en una serie de presupuestos que no son científicos, en el sentido de que no se pueden demostrar contrastándolas con los hechos. Estas suposiciones a priori, estrictamente hablando, están más allá de nuestra capacidad de verificación o falsación por los métodos de la ciencia (Bunge y Ardila, 1988). Entre los presupuestos más importantes podemos destacar tres:

- a. Principio ontológico: existe una realidad que estudiar.
- b. Principio de determinismo: la realidad es legal, es decir, está sometida a leyes naturales.
- c. Principio epistemológico: la realidad es cognoscible, es decir, que podemos conocerla de algún modo.

En muchas ocasiones estas asunciones no son explícitas y pasan desapercibidas incluso a quienes están inmersos en el sistema conceptual de la ciencia. Sin embargo, los presupuestos filosóficos no son meras curiosidades inocuas, sino que su influencia se deja notar palpablemente en los compromisos teóricos, metodológicos y pragmáticos de la ciencia, traduciéndose en acciones concretas, como el modelo de explicación utilizado, los diseños de investigación elegidos o el tipo de conceptos empleados para construir las teorías.

La filosofía de la ciencia subyacente al Análisis del Comportamiento se denomina Conductismo Radical (Skinner, 1974). Las premisas básicas del conductismo radical son las mismas que las del resto de las ciencias naturales es decir, *monismo*, *materialismo* y *determinismo*. Esto significa que el Conductismo Radical no acepta la existencia de nada diferente del mundo físico y material. El apellido de "radical" (de raíz) proviene de llevar estos presupuestos hasta sus últimas consecuencias y rechazar el dualismo: se entiende que no existe nada distinto de lo material, luego el comportamiento debe poder explicarse sin postular la existencia de entidades que actúan en otro nivel (como alma, mente, voluntad, etc.). Este *a priori* filosófico elimina por tanto la posibilidad de acudir a instancias no materiales para explicar el comportamiento complejo. La filosofía conductista radical entiende que *todo lo que hace un sujeto es conducta*. Esto incluye tanto las conductas obvias como jugar al fútbol, bailar, discutir, etc., como otras que quizás no lo son tanto, como atender, hablar y pensar o recordar.

Sin embargo, que el conductismo radical niegue la existencia de la "mente" o las "cogniciones" *como entidades de naturaleza distinta a la física o material* no significa que niegue su existencia como procesos naturales, ni su importancia en un estudio científico del comportamiento; el conductismo radical asume que los eventos psicológicos que ocurren en el interior del organismo son hechos perfectamente

naturales, conductas privadas que están sujetas a las mismas leyes que la conducta públicamente observable. Como afirma Skinner en Ciencia y Conducta Humana:

*"... una pequeña parte del universo es privada respecto a cada individuo. No necesitamos suponer que los hechos que acontecen dentro de un organismo poseen, por esta razón, propiedades especiales; un hecho interno se distingue porque su accesibilidad es limitada, pero no, que nosotros sepamos, por una estructura o naturaleza especiales." (Skinner, 1953, p. 248).*

Desde esta perspectiva, el hecho de que parte de los procesos sean inobservables hace que las fuentes de complejidad del comportamiento sean más difíciles de identificar a través de una observación casual. Pero al mismo tiempo, al asumir que los procesos implicados son naturales y basados en mecanismos conocidos, posibilita que se realice un análisis sistemático de dichos comportamientos, acudiendo a un único conjunto de principios explicativos.

Otras corrientes han resuelto de distinta manera el problema del dualismo. La Psicología se debatía desde sus inicios en lucha entre monismo y dualismo en la que se formó a finales del S. XIX. Por una parte, la Psicología ha evolucionado buscando su identidad entre el resto de las ciencias naturales, para investirse con el ropaje de respetabilidad que da la ciencia. Por otra, aún existen recelos para asumir todos los presupuestos filosóficos de las ciencias en los asuntos humanos. La mayor parte de la Psicología científica (aunque no toda) ha sustituido el dualismo heredado de la filosofía por el monismo y el materialismo de la biología evolucionista, la fisiología y la neurociencia, aunque en muchas ocasiones sigue utilizando términos del lenguaje cotidiano, impregnados de connotaciones dualistas precientíficas. Pero el presupuesto que resulta más problemático para los psicólogos es el determinismo. Parece ya muy lejana la época en la que plantear leyes naturales para explicar el movimiento de los

astros resultaba ofensivo para algunos; más cercano queda el escándalo que generó en la sociedad victoriana la teoría de la evolución de Darwin. Pero aún es fácil encontrar un rechazo abierto a la idea de la determinación del comportamiento humano, en cualquiera de sus formas (p. ej. Gómez, García, Pérez, Gutiérrez y Bohórquez, 2003). El determinismo ambiental de los conductistas ha sido tan criticado como el determinismo inconsciente de los psicoanalistas, el determinismo biologicista de los etólogos y los sociobiólogos, o el maquinismo mental de la metáfora del ordenador.

Sin embargo, el presupuesto de determinismo en el comportamiento es inherente a la idea de Psicología científica. Como afirma (Skinner, 1953):

*“Si vamos a utilizar los métodos científicos en el campo de los asuntos humanos hemos de suponer que la conducta está determinada y regida por leyes.(...) Esta posibilidad es ofensiva para muchos, se opone a una vieja tradición que ve al hombre como un agente libre cuya conducta es el resultado, no de unas condiciones antecedentes específicas, sino, por supuesto, de unos cambios interiores espontáneos. Las filosofías predominantes acerca de la naturaleza humana reconocen la existencia de una “voluntad” interna que tiene el poder de interferir las relaciones causales y que imposibilita la predicción y el control de la conducta. Insinuar que abandonamos este punto de vista es amenazar muchas creencias arraigadas, atacando en sus raíces lo que parece ser una concepción estimulante y productiva de la naturaleza humana”* (Skinner, 1953, p. 164).

Sin esta condición de partida, sería irrealizable cualquier aproximación psicológica (desde el psicoanálisis al conductismo), ya que en el momento en que aceptamos que los hechos bajo nuestra consideración pueden ser interferidos por algún principio

ajeno a las leyes de la causalidad, renunciamos a la posibilidad de explicar, predecir o controlar nuestro objeto de estudio.

## 1.2.2 Principales características del Análisis del Comportamiento

Los presupuestos filosóficos en la base del AEC que hemos revisado afectan a su cuerpo teórico y por lo tanto a su forma de estudiar el comportamiento complejo. Así, el compromiso ontológico adoptado (monismo) influirá en sus características como ciencia, como la elección del *objeto de estudio*, en el tipo de *conceptos teóricos* utilizados y en el *nivel de análisis* adoptado. Del mismo modo, la actitud hacia el determinismo en la conducta incidirá en el *modelo causal* utilizado. Todos estos elementos condicionarán a su vez las variables que se plantean como *causas de la conducta* y en el *tipo de teoría* desarrollado.

### 1.2.2.1 Objeto de estudio

En Psicología no existe un consenso acerca de la definición de su objeto de estudio. Si bien para cumplir con los requisitos de la ciencia todas las aproximaciones actuales utilizan como dato la conducta públicamente observable, éste no es necesariamente su objeto de estudio. La conducta es el punto de partida de todas las teorías, y el criterio para comprobar la validez de las hipótesis, pero existen dos formas de tratarla en Psicología: como objeto de estudio por derecho propio o como indicador de eventos, procesos o estructuras que se sitúan en otro nivel teórico (como variables intervinientes) o en otro nivel de análisis (como constructos hipotéticos) (MacCorquodale y Meehl, 1948). Considerar la conducta como objeto de estudio por derecho propio es una de las características definitorias del conductismo radical.

El Análisis del Comportamiento asume que la conducta, y sólo la conducta, es el objeto de estudio de la Psicología. La definición de conducta propuesta es la más amplia posible: "*Conducta es cualquier cosa que haga un organismo*" (Skinner, 1938). El Conductismo Radical toma la conducta no sólo como el dato observable del que

partir, sino como el único objeto de estudio legítimo, dados sus presupuestos. El objetivo del AEC es poner en relación ciertas clases de conducta con ciertas clases de eventos ambientales. La conducta queda así definida como la interacción entre un sujeto con historia (biológica, psicológica y cultural) y el medio ambiente en el que vive.

Como hemos señalado antes, las conductas privadas (a las que sólo puede acceder el sujeto que las emite) también entran en consideración dentro de una ciencia natural (ver Gómez, García, Pérez, Bohórquez y Gutiérrez, 2002 para una revisión). Los eventos privados pueden llegar a formar parte de las interacciones entre el sujeto y el ambiente, como cuando nos emocionamos, o cuando imaginamos el rostro de alguien conocido. En este sentido, *“un evento privado es un acto completo (que incluye segmentos observables e inobservables) producto de una historia relacional, y que se actualiza en un contexto específico y una circunstancia concreta.”* (Carrascoso, 2003, p. 167). Podemos distinguir cuatro casos concretos de estimulación privada (Skinner, 1945; Skinner, 1953):

- *Estimulación interoceptiva y propioceptiva*: son eventos biológicos, derivados directamente de los sistemas sensoriales seleccionados por proporcionar estimulación acerca del cuerpo del observador, como la posición relativa de las extremidades o su temperatura, la existencia de daños en los tejidos, etc.
  
- *Percepción condicionada*: siguiendo el esquema del reflejo condicionado pavloviano, del mismo modo que se producen respuestas condicionadas públicas, como la salivación o el parpadeo, ciertos estímulos pueden producir respuestas condicionadas privadas. Por ejemplo, cuando olemos un determinado perfume y esto nos evoca la imagen de alguna persona conocida que suele usarlo; o como cuando después de escuchar muchas veces

seguidas un CD de música el final de una canción nos evoca el principio de la siguiente.

- *Percepción operante*: la respuesta de visión privada también puede estar bajo el control del Condicionamiento Operante. Por ejemplo, en un examen podemos imaginar objetos en movimiento para facilitar la resolución de un problema de física. Esto también ocurre en los sesgos perceptivos: cuando esperamos impacientemente que llegue un familiar de un largo viaje en coche, los sonidos de los coches extraños se nos parecen al que estamos esperando.

- *Respuestas verbales privadas*: una vez que aprendemos a comunicarnos con otras personas, en ocasiones podemos hablar con nosotros mismos. Esta conducta verbal puede realizarse de forma descubierta (pública) pero también de forma encubierta (privada). Cuando el hablante es su propio oyente su respuesta verbal, privada o no, puede funcionar como estímulo para otras conductas.

La consideración de todos estos tipos de comportamiento dentro del mismo conjunto de principios explicativos contribuye al tratamiento del comportamiento complejo desde un punto de vista conductual sin necesidad de acudir a instancias extraconductuales (p. ej. Skinner, 1953; Skinner, 1957, 1969).

#### **1.2.2.2 Modelo causal: selección por las consecuencias**

La idea de causalidad es inherente al estudio de la naturaleza. El filósofo griego Aristóteles (384-322 A.C.) propuso la existencia de cuatro causas en la naturaleza: *formal* (la esencia del objeto que le hace ser lo que es), *final* (el propósito u objetivo para el que ha sido creado), *material* (el sustrato físico del que está constituido un objeto) y *eficiente* (el motivo del cambio de los objetos). A partir del auge de la física

renacentista (en particular de la mecánica inaugurada por Galileo), las tres primeras causas (formal, material y final) quedaron relegadas de las ciencias naturales por su dudoso estatus conceptual, mientras que se concedió una especial relevancia a la causalidad eficiente, entendida como la acción directa de un objeto sobre otro (como en el famoso ejemplo de las bolas de billar que chocan entre sí). Esto es lo que se conoce como causalidad mecánica o mecanicismo.

Más tarde en la historia de la ciencia, Darwin (1859 / 1979) introdujo un nuevo modelo causal, la *selección por las consecuencias*, que es una visión de conjunto de causalidades eficientes, por lo que, aunque está libre de implicaciones metafísicas, crea una unidad causal donde no es necesario explicitar (aunque sea posible) el contacto directo de tipo bola-de-billar entre los elementos. Por el contrario, esta explicación está abierta a una descripción en términos de la historia del sistema y las condiciones que le afectan. Muchos sistemas complejos, incluidos los seres vivos, pueden ser entendidos según este esquema.

La causalidad eficiente especifica de forma precisa el modo en que la causa lleva al efecto (a través de la acción directa de procesos físico-químicos localizados espacial y temporalmente). Por el contrario, la explicación seleccionista es una explicación *funcional*, donde no se especifica cómo la causa da lugar al efecto, aunque se asume que todos los procesos implicados son deterministas y naturales (Donahoe y Palmer, 1994).

La explicación de la conducta proporcionada por el Análisis del Comportamiento está basada en la selección por las consecuencias. El modelo lineal mecánico puede resultar adecuado para explicar algunas interacciones relativamente simples, como la conducta innata y los reflejos condicionados, que en líneas generales siguen un esquema Estímulo-Respuesta. El modelo de selección natural explica la adquisición

de las características innatas a lo largo de la historia de las especies (contingencias de supervivencia), pero también explica cómo se seleccionan y acumulan las distintas conductas en la historia de los individuos según las consecuencias que les siguen (Chiesa, 1994). El paralelismo entre la selección natural a nivel filogenético y la selección del comportamiento a nivel ontogenético ha sido destacado desde la figura fundacional de E. L. Thorndike, y pasa por ser una de las aportaciones más importantes del AEC a la Psicología (Catania, 1978, 1995, 1999).

### **1.2.2.3 Causas de la conducta**

Para cualquier Psicología científica resulta crucial el concepto de causa o explicación de la conducta, es decir, las variables o eventos que se considerarán como los responsables del comportamiento. La Psicología filosófica comenzó utilizando causas internas e inobservables del comportamiento, como la “voluntad” (p. ej. Leahey, 1994). El modelo del reflejo planteado por Descartes fue el primer paso en la búsqueda empírica de causas externas de la conducta. Al aplicar más tarde la teoría de la evolución al comportamiento se naturalizó la búsqueda de esas causas como resultado de la adaptación al medio ambiente, al entenderse la conducta como un resultado de la evolución. La explicación darwinista contribuyó a eliminar la necesidad de explicaciones teleológicas en biología, y de la misma manera, una explicación seleccionista en Psicología asume que también el comportamiento se puede explicar sin acudir a causas finales (Skinner, 1981; Catania y Harnad, 1988).

Como vimos en el punto anterior, la explicación seleccionista compartida con la biología es una explicación funcional en la que no siempre se identifican todos y cada uno de los elementos moleculares que intervienen en un comportamiento. Las exigencias de contigüidad espacio-temporal del modelo causal lineal-mecánico (ver punto 1.2.2.2) han llevado en muchas ocasiones a plantear causas internas para llenar los vacíos temporales entre la estimulación y el comportamiento, ya sea a través de

causas fisiológicas (constructos hipotéticos sólo observables al nivel de la biología) o de causas conceptuales (variables intervinientes) postuladas en un nivel deferente al de los datos (Skinner, 1950, 1974; Wilson, 2001). Y todo ello a pesar de las restricciones lógicas que implica utilizar conceptos que sólo tienen un estatus hipotético como causa de un hecho natural, como es la conducta (Chiesa, 1994).

Por su parte, el AEC entiende que en el nivel de análisis psicológico, una explicación seleccionista no requiere especificar cada uno de los elementos moleculares que puedan ser parte de un determinado comportamiento, aunque sea posible y hasta recomendable, como cuando se trabaja de manera interdisciplinar desde otros niveles de análisis como la biología. Por lo tanto, descartadas *de raíz* las causas internas y conceptuales de la conducta, lo que nos quedan son las causas ambientales, donde se entiende que se origina en última instancia el comportamiento. Así, se plantea que el ambiente puede afectar de tres modos a la conducta (Skinner, 1981):

1. Como las circunstancias en las que la especie evolucionó (contingencias de supervivencia)
2. Como la historia de aprendizaje de un organismo (contingencias de reforzamiento)
3. Como el control del contexto actual (estímulos presentes)

Para proporcionar una explicación completa de cualquier comportamiento, incluidos los innatos, hay que acudir en última instancia al ambiente. No hay que olvidar que parte del ambiente está dentro del propio sujeto, correspondiendo con las estimulaciones privadas (ver punto 1.2.2.1). No obstante, las conductas privadas no constituyen una explicación del comportamiento, sino que también son conductas que a su vez requieren una explicación (Skinner, 1953).

#### 1.2.2.4 Generalidad de los principios de la conducta

La investigación desarrollada en el Análisis Experimental del Comportamiento ha demostrado una extraordinaria uniformidad en los principios de la conducta a través de las especies, las culturas y las edades. Muchos estudios desde esta perspectiva están realizados con especies no humanas, como ratas, palomas, monos, etc. La conducta de todas estas especies y la humana no es directamente comparable, ya que todas están sujetas a las influencias particulares de las contingencias de supervivencia. Sin embargo, se ha encontrado que las *relaciones funcionales* descubiertas se mantienen sin grandes cambios en un amplio conjunto de la escala filogenética. Por ejemplo, el Condicionamiento Clásico (Pavlov, 1928) y el Operante (Thorndike, 1911; Skinner, 1935) se han encontrado en animales tan antiguos en términos evolutivos como las babosas marinas (Byrne, Crow, Martinez y Kesner, 1991). Siguiendo el principio de la teoría de la evolución, también los principios del aprendizaje parecen partir de ancestros comunes para ir ganando en complejidad progresivamente. Tampoco hay que perder de vista que las diferencias cuantitativas pueden ser muy importantes. Por eso determinados tipos de comportamientos, como por ejemplo la conducta verbal y la conducta gobernada por reglas, aunque se explican mediante los mismos principios, han merecido una atención especial. En cualquier caso, este es un punto que siempre estará abierto a nuevos descubrimientos empíricos como el que, modestamente, intenta aportar el presente trabajo de investigación.

El programa de investigación del AEC consiste en explicar lo complejo por lo simple de un modo progresivo y parsimonioso, lo que no implica negar las diferencias y novedades donde las hubiera.

*“No se puede decidir en este momento si se justifica o no la extrapolación. Es posible que existan propiedades de la conducta humana que requieran una clase distinta de tratamiento. Esto solo puede asegurarse aproximándose al problema*

*de manera ordenada y siguiendo los procedimientos acostumbrados en una ciencia experimental. No podemos afirmar ni negar la discontinuidad entre los campos humanos y subhumanos en tanto sepamos tan poco acerca de ellos”* (Skinner, 1938, p. 23).

#### **1.2.2.5 El papel de la teoría en el Análisis Experimental del Comportamiento**

Dada la diversidad paradigmática de la Psicología actual, no existe una teoría psicológica unificada que sirva para, parafraseando a Bunge (1960), hacer de la Psicología un sistema de ideas conectadas lógicamente, y no un agregado de informaciones inconexas entre sí.

El Análisis del Comportamiento ha sistematizado sus bases teóricas y principios explicativos en una serie de postulados relacionados empírica y lógicamente entre sí, dentro de un sistema conceptual que se mantiene en el mismo nivel que los datos (Skinner, 1974; Benjumea, 1986). Todos los procesos psicológicos que estudian los analistas de conducta se abordan mediante un reducido conjunto de principios explicativos básicos extraídos como generalización de lo empírico y relacionados lógicamente entre sí, constituyendo un *programa de investigación* (Lakatos, 1993) cohesionado y productivo (Chiesa, 1994).

Uno de los malentendidos comunes acerca del Análisis del Comportamiento es su posición frente a la teoría psicológica (p. ej. Skinner, 1974). Se ha argumentado que esta postura es puramente ateórica. Con frecuencia, se ha utilizado como argumento el artículo “¿Son necesarias las teorías del aprendizaje?”, donde Skinner (1950) expresó su rechazo a cierto tipo de teorías. Por lo tanto, se hace necesario recalcar que este no es un rechazo a la teorización en general, sino a un tipo de explicaciones muy en boga en aquel momento, en concreto aquellas que sitúan la explicación de los

fenómenos observados en un nivel de observación diferente al de los datos y difícilmente medible y operativizable.

*Esto no excluye la posibilidad de utilizar la teoría en otro sentido. Más allá de recopilar relaciones uniformes permanece la necesidad de una representación formal de los datos reducido a un número mínimo de términos. Una construcción teórica puede proporcionar mayor generalidad que cualquier colección de hechos. (Skinner, 1950, p. 214).*

Skinner se posicionaba así en contra de las teorías *inferenciales* del comportamiento, pero no de una teoría equiparable a la del resto de las ciencias naturales. Por ejemplo Skinner (1957, 1974) consideraba que el comportamiento de los científicos al hacer teorías es una clase de comportamiento verbal, guiado en primer lugar por la obtención de datos empíricos a través de la inducción (Delprato y Midgley, 1992) y después por la generación de reglas a partir de esos datos:

*El conocimiento científico es comportamiento verbal aunque no necesariamente lingüístico. Es un cuerpo de reglas para una acción efectiva, y en un sentido especial puede ser “verdadero” cuando se traduce en la acción más efectiva posible. (Skinner, 1974, p. 235).*

Los conceptos teóricos utilizados por el Análisis del comportamiento son usualmente, generalizaciones empíricas derivadas de los datos experimentales (ver Chiesa, 1994 para una extensa revisión):

*Skinner perfiló tres pasos básicos para construir una teoría: (a) decidir los datos básicos (los eventos que buscamos entender), (b) acumular datos (relaciones*

*funcionales, hechos) y (c) desarrollar inductivamente conceptos explicativos (teóricos).* (Delprato y Midgley, 1992, p. 1508).

Wilson (2001) ha sistematizado las principales características que deben satisfacer los constructos teóricos de acuerdo con la filosofía de la ciencia subyacente al Análisis del comportamiento:

- 1.- Los constructos formulados deben mantener una continuidad con los eventos de su área de interés.
- 2.- La validez última de los constructos es reducible al grado en que mejoran la orientación de su campo.
- 3.- Los constructos no deben ser confundidos con los eventos *en sí* con los que el científico interactúa.
- 4.- Los constructos no ganan validez ontológica como resultado del éxito de su operativización; simplemente, se mantienen operacionalmente válidos.
- 5.- La divergencia con los puntos anteriores es, en el mejor de los casos, superflua, y en el peor, puede conducir los esfuerzos de los investigadores en direcciones infructuosas para el avance de su campo del saber.

Teniendo en cuenta estas restricciones, similares a las que se utilizan en el resto de las ciencias naturales, en muchas ocasiones el propio Skinner argumentó a favor de la construcción de teorías en Psicología (Delprato y Midgley, 1992). Incluso en el mismo artículo que se utilizó para sostener lo contrario (Skinner, 1950), defendió las ventajas de desarrollar un sistema teórico de gran generalidad que representase formalmente los datos con el menor número de términos posibles. Por último, desde esta perspectiva, el criterio de validez de una teoría descansará en el hecho de que nos permita predecir y controlar con mayor precisión nuestro objeto de estudio (p. ej. Skinner, 1950; Skinner, 1953; Skinner, 1974; Wilson, 2001).

En resumen, el Análisis del Comportamiento basa en un modelo causal funcional e histórico sus explicaciones sobre la actividad de los organismos. Partiendo de los mismos presupuestos filosóficos que el resto de las ciencias naturales, el Análisis del Comportamiento pretende ofrecer una visión parsimoniosa de toda la conducta, basada en la teoría de la evolución y sustentada en un pequeño conjunto de principios simples y relacionados sistemáticamente entre sí. Los conceptos teóricos que se utilizan preferentemente son generalizaciones empíricas inducidas a partir de los datos experimentales, (como por ejemplo la ley de igualación de Herrnstein, 1970) y de sus relaciones funcionales se extraerán, a su vez, deducciones e hipótesis (conducta gobernada por reglas) sobre nuevos fenómenos del comportamiento, o bien se extenderán los principios ya conocidos a nuevas situaciones, como ha sido el caso de la conducta verbal (Skinner, 1957).

La conducta compleja en el AEC se explica a través de los mismos principios que el comportamiento más sencillo, que dependen fundamentalmente de las contingencias filogenéticas y ontogenéticas que forman parte del bagaje histórico de los individuos. Centrándonos en el dominio ontogenético, la complejidad en el comportamiento vendría dada desde este punto de vista por la complejidad de las contingencias de aprendizaje, por la actuación conjunta de varias fuentes de control del comportamiento (p. ej. la causación múltiple, Skinner, 1957) y por la selección y acumulación de cambios graduales a lo largo de la historia de cada sujeto.

### **1.2.3 El estudio de la conducta derivada desde el Análisis Experimental del Comportamiento: el control de estímulo<sup>2</sup>**

Partiendo de los presupuestos anteriormente mencionados, en las últimas décadas de investigación básica desde la perspectiva del Análisis del Comportamiento se ha prestado una especial atención a los fenómenos complejos de control de estímulo capaces de generar comportamiento derivado<sup>3</sup> o “creativo”. Para una revisión sobre la relación entre el Análisis de la conducta y la creatividad ver Marr (2003). Estas investigaciones han permitido abordar experimentalmente algunos procesos psicológicos típicamente humanos como la formación de conceptos, la producción y comprensión de la conducta verbal y simbólica, la conciencia y el razonamiento complejo. De manera complementaria, se han realizado también extensas investigaciones sobre las bases conductuales de estos fenómenos en animales no humanos, como el que se presenta en esta tesis.

En este apartado trataremos de presentar brevemente los principales fenómenos estudiados, situando el fenómeno de la simetría en su contexto de investigación. Por

---

<sup>2</sup> Una versión previa de la exposición presentada en este apartado fue publicada en Gómez, J., García, A., Pérez, V., Gutiérrez, M. T. y Bohórquez, C. (2004). Aportaciones del análisis conductual al estudio de la conducta emergente: algunos fenómenos experimentales. *Revista Internacional de Psicología y Terapia Psicológica*. 4(1), 161-191.

<sup>3</sup> En muchas ocasiones en la literatura de corte analítico – conductual se denomina a este tipo de comportamiento “emergente”. En este trabajo utilizaremos el término “comportamiento derivado”, ya que consideramos que este término es más coherente con la idea subyacente de que el comportamiento novedoso no se origina en el vacío (como el término “emergente” podría connotar), sino que se deriva a partir de determinadas condiciones del sujeto y el ambiente.

este motivo, prestaremos especial atención a los fenómenos de control de estímulo en los que descansa la aparición de la simetría y los desarrollos más complejos que éste fenómeno parece sustentar.

Desde una perspectiva analítico – conductual se entiende que la Psicología puede investigar el origen de estos comportamientos derivados como una función de la historia de reforzamiento del sujeto en combinación con una situación novedosa, teniendo en cuenta las siguientes premisas:

1.- El nivel de análisis psicológico, entendido como el estudio de la interacción sujeto – ambiente, es el más adecuado para abordar los fenómenos de conducta derivada, si bien puede (y debe) ser complementado con las aportaciones de otras disciplinas.

2.- En este nivel de análisis, el estudio de las conductas derivadas se puede abordar como una interacción entre la historia de reforzamiento del sujeto combinada con una situación novedosa a la que se expone, según el esquema:

$$\boxed{\text{Conducta derivada} = H^a \text{ de reforzamiento} + \text{Situación novedosa}}$$

3.- Las conductas novedosas y complejas se pueden descomponer en habilidades más simples.

4.- Estos comportamientos o sus precursores se pueden encontrar (e investigar) también en otras especies animales.

Las últimas décadas de investigación han mostrado cómo la exposición a distintas contingencias operantes puede proporcionar la ocasión para la derivación de comportamientos novedosos y adaptativos, y ser responsable de gran parte del comportamiento derivado o creativo.

Pero ¿cómo podemos definir un comportamiento novedoso, derivado o creativo? Tomando como punto de partida la propuesta de Ryle (1949), podemos realizar una clasificación del comportamiento según dos dimensiones independientes: la variedad y la efectividad.

*Variedad:* La conducta puede ser repetitiva y estereotipada, es decir, darse siempre de la misma manera, o bien variar en distintos parámetros como topografía, intensidad, secuencia, etc.

*Efectividad:* Una conducta puede satisfacer o no un determinado criterio de logro; por ejemplo, la resolución de un problema o la obtención de un reforzador.

Las conductas tradicionalmente llamadas inteligentes quedarían definidas como conductas variadas y efectivas, es decir, aquellas que resultan adaptativas pero que además se emiten por primera vez, sin ser meras repeticiones de otros comportamientos (Caracul y Pérez-Córdoba, 1993).

Por lo tanto, solo podremos hablar de conductas inteligentes en *la primera ocasión en que son emitidas en una situación determinada*. De aquí se deriva que la presencia de una situación novedosa va a ser un requisito indispensable para poder hablar de comportamiento inteligente. En la mayoría de los estudios que describiremos, la novedad se presentará en forma de ensayos de prueba o bien de fases de transferencia o interferencia de unos aprendizajes sobre otros.

Esta definición de comportamiento inteligente muestra un cierto paralelismo con las definiciones operativas provenientes del campo de la inteligencia artificial. Por ejemplo,

Martin, Lope y Maravall (2008) definen la cantidad de inteligencia de una conducta,  $X(a)$ , como una función de la cantidad de información que aporta,  $I(a)$  ponderada por su efectividad para producir un determinado resultado,  $J(a)$ :

$$X(a) = I(a) \times J(a)$$

En esta fórmula,  $I(a)$  se determina según la teoría de la información de Shannon y Weaver (1949), que mide el contenido informativo de los mensajes según su probabilidad: los contenidos repetitivos y frecuentes mostrarían una menor cantidad de información, mientras que los variados o impredecibles serían altamente informativos.

Volviendo a la clasificación de Ryle (1949), un aspecto importante que se desprende de ella es que es el observador quien atribuye una u otra calificación a la conducta que observa en otro organismo o en sí mismo. Por ello debemos considerar que, a su vez, la novedad y la semejanza son dos adjetivos que aplicamos a los extremos de un mismo continuo. Por una parte, toda respuesta o situación es nueva, ya que nunca se repite exactamente igual. Dos situaciones aparentemente iguales se dan en lugares o momentos diferentes. Por otra parte, toda respuesta o situación comparte elementos con respuestas o situaciones experimentadas anteriormente en la historia de la especie, del individuo o de la cultura (Skinner, 1981). La medida en que una situación presenta elementos compartidos con otra anterior sería un índice de la semejanza o novedad de esa situación. La probabilidad de que un observador aplique el adjetivo “creativo” o “inteligente”, frente a “rutinario” o “entrenado”, para describir un comportamiento será mayor cuanto menos intensa, más sutil o más desconocida sea la relación percibida entre la situación en que ese comportamiento se emite y otras situaciones ya experimentadas durante la historia de la especie y del sujeto observado.

A continuación realizaremos un recorrido por los distintos niveles de complejidad de las contingencias de reforzamiento, deteniéndonos en algunas combinaciones de

entrenamiento y situación novedosa donde se ha demostrado experimentalmente la derivación de comportamientos variados y adaptativos (o inteligentes, según la definición que empleamos) y que van aumentando en complejidad. No pretendemos realizar un análisis exhaustivo de los fenómenos que citamos, que son muy numerosos y presentan una gran disparidad de procedimientos; ni tampoco detenernos en el análisis de los marcos conceptuales en que se pueden integrar. El objetivo de esta síntesis es proporcionar un hilo conductor a través de todos ellos para situar en su contexto el fenómeno que nos ocupa. Para ello, nos serviremos únicamente del análisis funcional y de la adición de elementos menor nivel de complejidad para explicar los fenómenos de mayor nivel.

#### **1.2.3.1 La unidad más básica: la respuesta**

Las respuestas de un organismo están sujetas a una cierta variabilidad intrínseca en sus características topográficas y también temporales (Staddon y Simmelhag, 1971). Esta variabilidad se manifiesta cuando exponemos a un sujeto a cualquier ambiente novedoso para él, y es en la que se sustenta la selección posterior por condicionamiento operante (Skinner, 1935, 1938; Skinner, 1953; Donahoe y Palmer, 1994; Arias, Fernández y Benjumea, 1998).

Del mismo modo que en las especies se han seleccionado diversos mecanismos que fomentan la variación en los individuos (como por ejemplo la reproducción sexual) también existen mecanismos conductuales que generan variabilidad ordenada en el comportamiento. La investigación conductual ha estado francamente sesgada hacia los mecanismos de selección más que a los mecanismos de variación (p. ej. Arias y cols., 1998; Dewitte y Verguts, 1999); sin embargo, la atención recibida por la variación conductual de base ha aumentado recientemente. En un nivel filogenético podríamos tomar como ejemplo los estados de privación que propician las conductas de exploración y forrajeo. En un nivel ontogenético, podemos encontrar diversos estudios

que demuestran que la variabilidad en el comportamiento puede caer bajo control de reforzamiento (p. ej. Page y Neuringer, 1985; Hunziker, Saldana y Neuringer, 1996; de Souza Barba y Hunziker, 2002).

Por ejemplo, en el experimento de Page y Neuringer (1985), las palomas conseguían acceder al reforzamiento si sus patrones de distribución de respuestas a dos teclas de la cámara experimental eran diferentes de los realizados en ensayos anteriores. La variabilidad se produjo cuando era exigida por la contingencia operante, pero no cuando, aunque era permitida, no se exigía. Con este procedimiento, los autores demostraron que al aumentar el número de respuestas disponibles aumentaba la variabilidad mostrada por los sujetos, que fueron capaces de realizar patrones diferentes hasta de 50 ensayos anteriores.

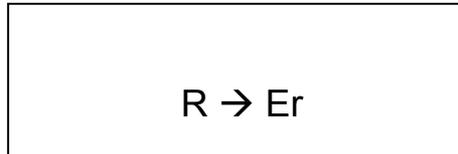
Una revisión sobre los mecanismos de novedad conductual y la variabilidad como operante se puede encontrar en Shahan y Chase (2002).

<b>Hª Reforzamiento</b>	<b>Situación novedosa</b>	<b>Conducta derivada</b>
No aplicable	Cualquiera	Variación conductual base (Staddon y Simmelhag, 1971)

**Tabla 1: Fenómenos de conducta derivada en el nivel de la respuesta.**

### 1.2.3.2 Contingencias de dos términos: el control de refuerzo

La operante (Skinner, 1935, 1938) es la primera unidad propiamente psicológica que vamos a analizar<sup>4</sup> (ver Figura 1).



**Figura 1: Contingencias de dos términos: el control de reforzamiento.**

En el condicionamiento operante, las consecuencias (estímulos) que siguen a la emisión de una respuesta modifican las probabilidades de que esa respuesta se dé en el futuro. El Análisis Experimental del Comportamiento toma en su abordaje del comportamiento operante los mismos principios explicativos que la teoría de la evolución de Darwin (1859 / 1979): variación de respuestas y selección por las consecuencias (Staddon y Simmelhag, 1971; Skinner, 1981; Catania y Harnad, 1988; Richelle, 1992; Donahoe y Palmer, 1994).

Pero Skinner (1935, 1938; Skinner, 1953) en su definición señala además que una operante es una clase de eventos, es decir, que no es una topografía de respuesta concreta la que aumentará su probabilidad futura de emisión como consecuencia de un reforzamiento, sino cualquier respuesta que produzca esas mismas consecuencias en el ambiente. Según esta definición, la propia formación de la operante posibilita la

---

<sup>4</sup> En algunos comportamientos innatos y en el condicionamiento clásico también se pueden encontrar algunos fenómenos de comportamiento derivado que se pueden abordar desde esta misma perspectiva. Sin embargo, su análisis rebasaría los objetivos de esta exposición, por lo que nos limitaremos por el momento a los fenómenos de control de estímulo derivados del condicionamiento operante.

derivación de formas de respuesta nuevas, ya que existen diferentes situaciones en las que el sujeto emite por primera vez una respuesta de la operante clase en una situación determinada. Ejemplos de novedad conductual en las contingencias de dos términos los podemos encontrar en fenómenos como la generalización de respuestas, la resurgencia de respuestas y la generalización funcional.

La *generalización de respuestas*, también llamada Inducción de respuestas, consiste en que respuestas similares a la reforzada presentan también unos parámetros de tasa, topografía, etc. similares a los de la respuesta reforzada. A mayor semejanza entre las respuestas, mayor semejanza en los parámetros. Esto da lugar a un gradiente de generalización de respuestas. (Millenson, 1967; Segal, 1972).

En la *resurgencia de respuestas* tras la extinción, respuestas operantes previamente sometidas a extinción vuelven a aparecer en una nueva situación de extinción. P.ej., cuando no encontramos las llaves de casa después de buscarlas en los sitios donde suelen estar, puede que repasemos de nuevo esos mismos lugares (Epstein, 1983, 1985; Doughty, da Silva y Lattal, 2007).

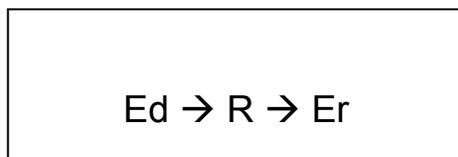
Por último, en la *generalización funcional*, las respuestas se generalizan por sus resultados sobre el ambiente. (Epstein, 1984, 1985; Epstein, Runco y Albert, 1990; Luciano, 1991). En todos estos casos el sujeto emite determinados comportamientos por primera vez en una situación novedosa tras un entrenamiento previo en una contingencia de dos términos.

Hª Reforzamiento	Situación novedosa	Conducta derivada
Entrenamiento en una contingencia operante (R → Er)	Cualquiera	Establecimiento de la operante (Skinner, 1935)
	Extinción	Resurgencia de respuestas (Epstein, 1985a)
	Situación funcionalmente semejante a la entrenada	Generalización funcional (Epstein, 1990)

**Tabla 2 Resumen de fenómenos de conducta derivada en las contingencias de dos términos.**

### 1.2.3.3 Contingencias de tres términos: el control de estímulo

Si de manera regular alguna característica del ambiente correlaciona con la operante, llegará a ganar un cierto control sobre la probabilidad de la emisión de la respuesta (Figura 2).



**Figura 2: Contingencias de tres términos: el control de estímulo.**

Llamamos estímulos discriminativos a aquellos estímulos que incrementan la probabilidad de la respuesta operante; por el contrario, llamamos estímulos delta a aquellos que disminuyen la probabilidad de la respuesta operante<sup>5</sup> (Skinner, 1938;

---

<sup>5</sup> También es común denominar a los estímulos discriminativos y delta discriminativos positivos y negativos, respectivamente. No obstante, en este trabajo utilizaremos la primera denotación.

Skinner, 1953). De esta forma, el ambiente selecciona en cada momento las unidades de dos términos adecuadas. Esta selección es probabilística, ya que el estímulo discriminativo / delta no elicit o provoca la respuesta de forma mecánica, sino que cambia su probabilidad de emisión (Arias, Benjumea y Fernández, 1997).

En este nivel de complejidad del análisis funcional encontramos numerosos fenómenos de comportamiento derivado, como por ejemplo la generalización de estímulos, la recombinación de repertorios o el control discriminativo múltiple.

En la *generalización de estímulos* el sujeto no sólo responde al estímulo discriminativo concreto ante el cual la emisión de la respuesta fue reforzada, sino que también responde a estímulos similares a éste. Conforme mayor sea la semejanza entre el estímulo discriminativo y el estímulo de prueba, más similar será la tasa de respuesta obtenida a la entrenada. Esto da lugar a un gradiente de generalización de estímulos (Lashley y Wade, 1946; Guttman y Kalish, 1956). Ver Figura 3.

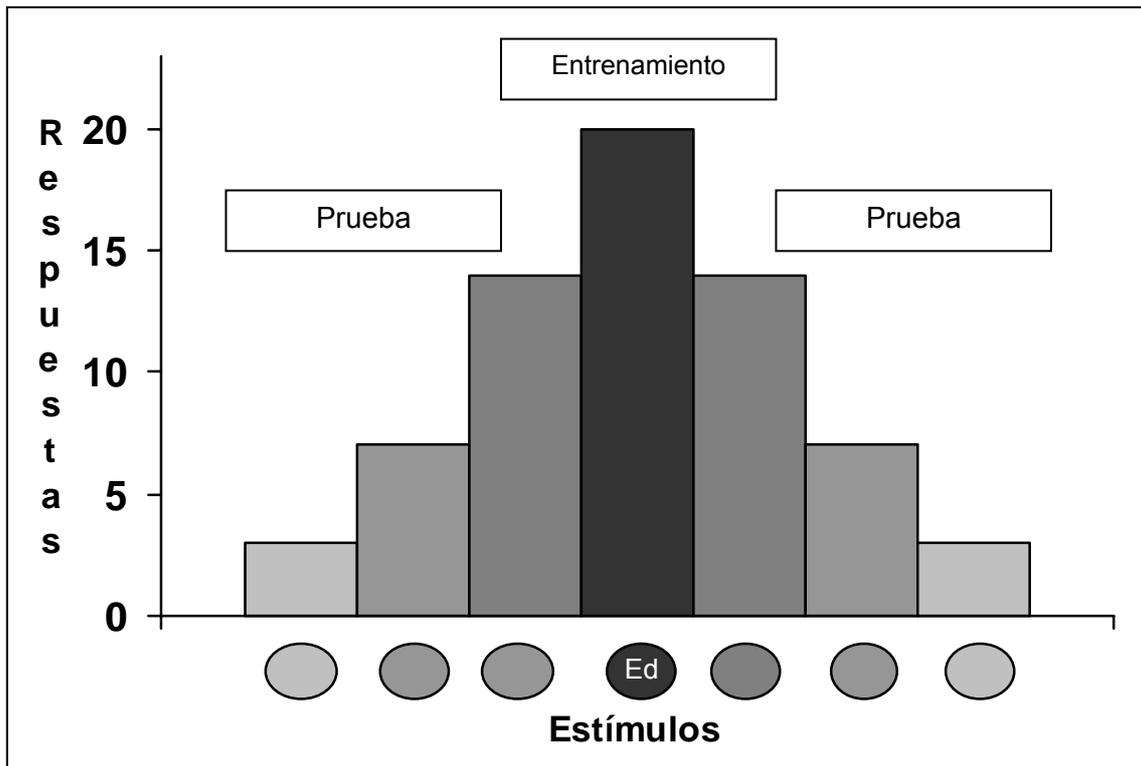


Figura 3: Ejemplo de gradiente de generalización tras un entrenamiento en discriminación simple.

Esta es una de las formas más simples con la que el organismo puede adaptarse exitosamente a una nueva situación: se trata sencillamente de recurrir a viejas conductas que funcionaron en otros ambientes que guardaban ciertas similitudes con el actual.

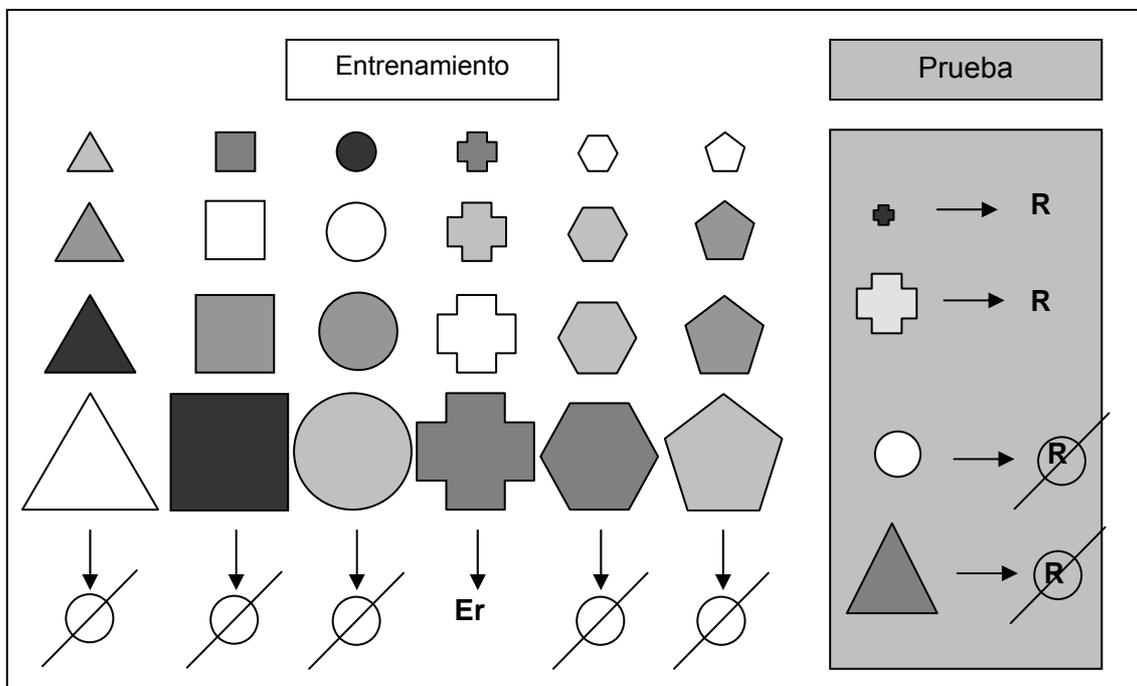
La *recombinación de repertorios* es un principio de variación conductual en el que bajo el control de los estímulos apropiados dos respuestas operantes, topográficamente diferentes y aprendidas por separado, pueden integrarse en una sola unidad cuando los discriminativos que antes las controlaban por separado ocurren de manera secuencial (Epstein, 1985, 1987).

Por su parte, el *control discriminativo múltiple* supone el entrenamiento previo en dos discriminaciones diferentes (dos respuestas topográficamente diferentes controladas por distintos discriminativos) para, en una fase posterior, presentar simultáneamente los estímulos discriminativos previos, lo que da lugar a un comportamiento que es la suma de los dos anteriores (Cerutti y Catania, 1986; Benjumea y Arias, 1993).

Cuando varias discriminaciones simples se combinan, diversos investigadores han encontrado evidencia de “inferencia transitiva” (Ver Delius y Siemman (1998) y Vasconcelos (2008) para una revisión). El procedimiento básico consiste en varias discriminaciones simples simultáneas en las que un elemento del par es discriminativo y el otro delta (p. ej. A+B-). Si se entrena una serie de estas discriminaciones del tipo: A+B-; B+C-; C+D-; D+E-, y en una fase de prueba se da al sujeto a elegir entre el par BD, lo que se encuentra es que los sujetos eligen B, demostrando que la serie ha creado una jerarquía del tipo A>B>C>D>E. La inferencia transitiva así operativizada ha sido demostrada en muy diversas especies, como monos rhesus (Treichler y Van Tilburg, 1996), chimpancés (Gillan, 1981), ratas (Davis, 1992), palomas (von Fersen, Wynne, Delius y Staddon, 1991) y también en peces (Grosenick, Clement y Fernald, 2007) e invertebrados como las abejas (Couvillon y Bitterman, 1992).

También en este tercer nivel podemos destacar la existencia de entrenamientos en los que a partir de la experiencia con distintos estímulos o propiedades de los estímulos como discriminativos y deltas los sujetos llegan a formar *clases de estímulos*, es decir, que emiten una respuesta común ante un conjunto de estímulos que difieren en varias dimensiones y que son discriminables entre sí (Keller y Schoenfeld, 1950; Goldiamond, 1964). Así sucede por ejemplo en la formación de *clases polimórficas naturales* (Herrnstein, Loveland y Cable, 1976), la formación de *clases funcionales* de estímulos (Vaughan, 1988), la *abstracción*; (Fields, 1932; Skinner, 1953; Goldiamond,

1964; Lazareva, Miner, Wasserman y Young, 2008), ver Figura 4; y la formación de clases basadas en la *codificación mediante una respuesta común* (Wasserman, DeVolder y Coppage, 1992). Ver Zentall y Smeets (1996) para una revisión.



**Figura 4: Ejemplo de entrenamiento en abstracción.**

Tras suficiente entrenamiento con reforzamiento diferencial la conducta queda bajo el control de una única dimensión del estímulo (en este caso la forma).

Lo que distingue a cada uno de estos procedimientos es el elemento que relaciona a los estímulos dentro de una misma clase y las diferencia de las demás. Las clases polimórficas naturales las forman patrones estímulares complejos que son perceptualmente similares, como por ejemplo el concepto de silla o figura humana usados en los experimentos de Herrnstein y sus colaboradores (1976). En la abstracción, la clase de estímulos se forma al caer bajo control discriminativo una única propiedad del estímulo frente a todas las demás, como ocurre cuando un niño clasifica unos bloques de construcción atendiendo a su color e ignorando su forma, tamaño o textura. En el caso de las clases funcionales, los estímulos llegan a

pertenecer a ellas por cumplir una misma función psicológica, por ejemplo ser discriminativos o deltas, como en el experimento de Vaughan (1988). Por último, en las clases basadas en la codificación común, estímulos que no comparten rasgos físicos ni funcionales pueden formar parte de una clase a través del entrenamiento explícito de una respuesta común. En estos dos últimos casos la formación de clases trasciende las propiedades meramente físicas de los estímulos y amplía las posibilidades del control a elementos relacionales, que retomaremos más adelante.

Los estímulos que pertenecen a una misma clase comparten además una importante propiedad capaz de generar comportamiento novedoso y adaptativo: si alguna variable o contingencia afecta a uno de ellos, o a un conjunto de ellos, afectará también a los demás miembros de la misma manera aún sin entrenamiento explícito (Goldiamond, 1964; Zentall y Smeets, 1996). A pesar de su aparente simplicidad, la importancia de estos fenómenos en el estudio de la conducta humana compleja se hace evidente si pensamos que conociendo sólo algunos de ellos se pudo plantear la base de la teoría conductual sobre el lenguaje de la mano de Skinner (1957, 1969).

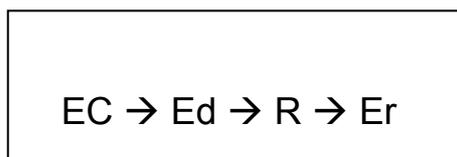
<b>Hª Reforzamiento</b>	<b>Situación novedosa</b>	<b>Conducta derivada</b>
Entrenamiento con varias cualidades de una dimensión física del estímulo como discriminativo y el resto como delta.	Exposición a nuevas cualidades del discriminativo dentro de esa misma dimensión del estímulo	Generalización de estímulos (Guttman y Kalish, 1956)
Entrenamiento de dos contingencias de tres términos	Presentación de los dos estímulos discriminativos de manera secuencial o simultánea	Recombinación de repertorios (Epstein, 1985b, 1987; Benjumea y Arias, 1993)

Hª Reforzamiento	Situación novedosa	Conducta derivada
Entrenamiento de una contingencia de tres términos con distintos discriminativos. Aplicación de una contingencia adicional a alguno(s) de los discriminativos.	Presentación de los discriminativos no afectados por la segunda contingencia	Clases de estímulos funcionalmente equivalentes (Vaughan, 1988)
Entrenamiento de estímulos físicamente semejantes como discriminativos.	Exposición a estímulos no entrenados pero con semejanza física con los anteriores	Clases polimórficas naturales (Herrstein, Loveland y Cable, 1976, Zentall, 1996)
Entrenamiento de una única dimensión del estímulo como discriminativo y el resto como delta.	Exposición a estímulos no entrenados que posean la dimensión de estímulo entrenada.	Abstracción (Skinner, 1953, Goldiamond, 1964)

**Tabla 3: Resumen de fenómenos de conducta derivada en las contingencias de tres términos.**

#### 1.2.3.4 Contingencias de cuatro términos: el control condicional

El papel de un estímulo como discriminativo o como delta no es necesariamente siempre el mismo, sino que puede variar en función de la presencia de otros eventos ambientales.



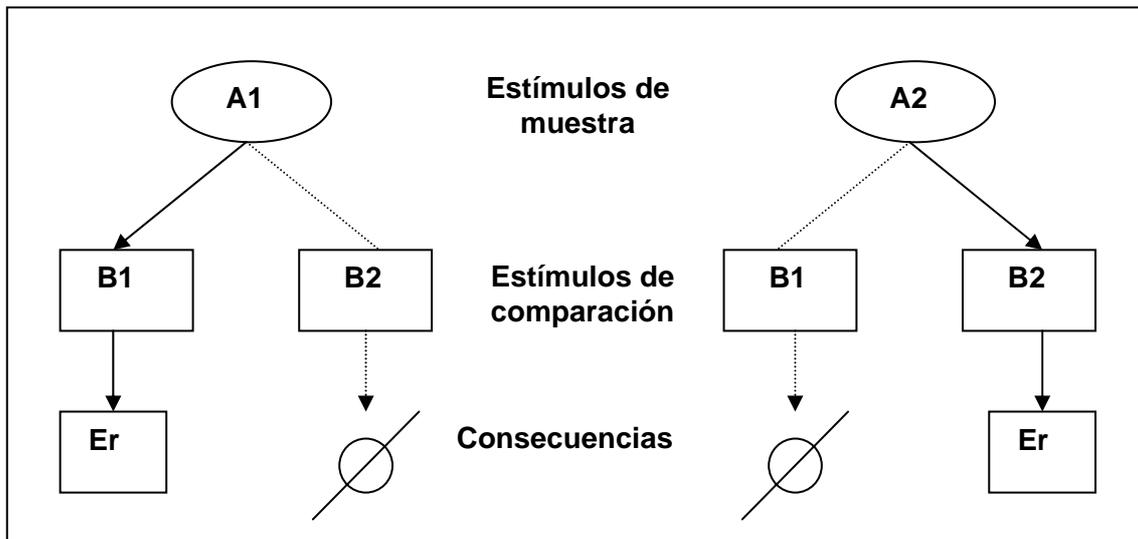
**Figura 5: Contingencias de cuatro términos: el control condicional.**

De la misma manera que el estímulo discriminativo probabiliza la selección de la unidad de dos términos adecuada a cada situación, la unidad de tres términos que se seleccione puede estar en función del estímulo condicional que se presente en cada caso. Según Sidman (1994), el hecho de añadir una relación estímulo - estímulo (entre el estímulo condicional y el discriminativo) cambia sustancialmente las propiedades comportamentales de las contingencias de cuatro términos. Vamos a detenernos un poco más en el análisis de estas contingencias y los procedimientos que las facilitan, ya que el fenómeno de la simetría se sitúa en este nivel del análisis funcional, al menos procedimentalmente.

Si bien podemos encontrar antecedentes históricos del estudio de contingencias de cuatro términos, como las experiencias históricas de Itard en 1801 (Itard, 1962) con el pequeño Victor de Aveyron, o los experimentos pioneros de Lashley (1938) con ratas, se puede considerar que el moderno estudio de las contingencias de cuatro términos comienza con la sistematización de Skinner (1950) que las engloba bajo la etiqueta de discriminaciones condicionales, distinguiéndolas de las discriminaciones simples, que se dan al nivel de las contingencias de tres términos. Para una revisión de los antecedentes históricos del estudio de contingencias de cuatro términos, ver García (2002).

#### 1.2.3.4.1 El procedimiento de la discriminación condicional

En una discriminación condicional la función de un estímulo como discriminativo o delta cambia en función del estímulo condicional.



**Figura 6: Esquema de una discriminación condicional estándar.**

En la situación experimental más común, que puede servir como ejemplo (ver Figura 6), el procedimiento comienza con la presentación de un estímulo de muestra (o estímulo condicional), seguido de dos o más estímulos de comparación. Una respuesta del sujeto al estímulo discriminativo (comparación correcta) es reforzada, mientras que las respuestas al delta (comparación incorrecta) son extinguidas o castigadas; tras un determinado periodo de intervalo entre ensayos, el proceso comienza de nuevo. La riqueza procedimental que se deriva de las discriminaciones condicionales es enorme (ver Mackay (1991) para una revisión extensa). Más adelante (ver punto 1.3) ahondaremos en los distintos procedimientos de discriminación condicional y los parámetros que influyen en su aprendizaje.

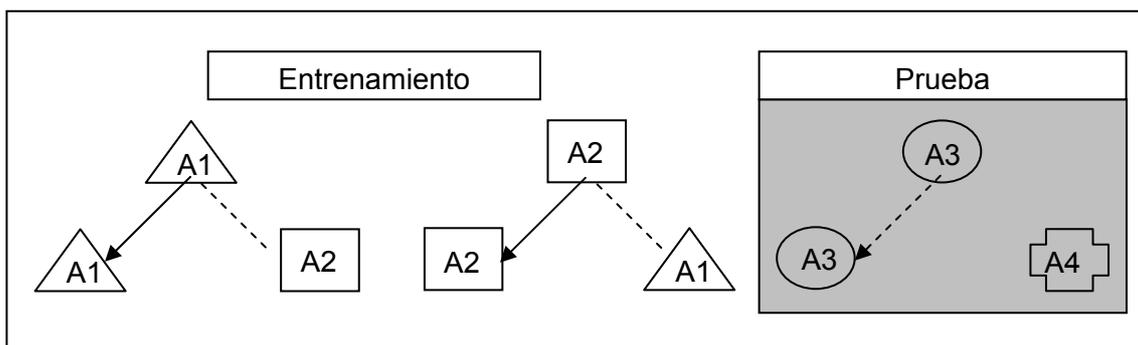
#### 1.2.3.4.2 Fenómenos de conducta derivada en las contingencias de cuatro términos

##### 1.2.3.4.2.1 Reflexividad

Cuando los estímulos de muestra y comparación comparten alguna relación física (p. ej. igualdad, diferencia o semejanza) se puede lograr que los sujetos aprendan estos

conceptos y los generalicen a situaciones nuevas. Se ha utilizado el término reflexividad (Sidman y Tailby, 1982), importado desde las matemáticas (ver punto 1.4.1.2.3 para un análisis), para definir la elección generalizada de aquel estímulo de comparación que comparte las mismas propiedades físicas que el estímulo de muestra sin un entrenamiento explícito de esos estímulos particulares.

Por presentar un ejemplo simplificado (ver Figura 7), si entrenamos a un sujeto a elegir un triángulo en presencia de un triángulo, y un cuadrado en presencia de un cuadrado, veremos cómo acaba eligiendo un círculo en presencia de un círculo, sin necesidad de más entrenamiento (p. ej. Zentall y Hogan, 1976b; 1978; Wright, Cook, Rivera y Sands, 1988).



**Figura 7: Esquema del entrenamiento y prueba de reflexividad.**

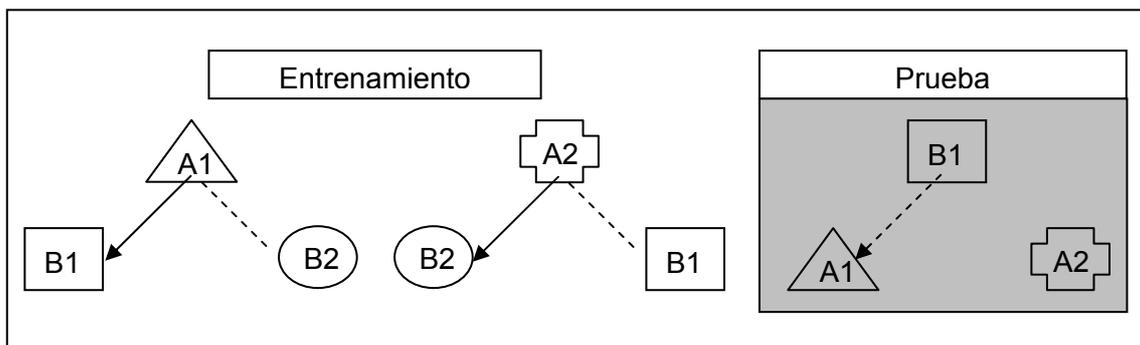
De estas relaciones, la de reflexividad ha sido la que más se ha estudiado y se ha encontrado en distintas especies no humanas: Nissen Blum y Blum (Nissen, Blum y Blum, 1948, 1949) (chimpances); Herman y Gordon (1974) (delfines); D'Amato, Salmon, Loukas y Tomie (1986) (monos cebús); Oden, Thompson y Premack, (1988) (chimpancés jóvenes); Wright, y cols. (1988), Meehan (1999) (palomas); Pack, Herman y Roitblat (1991), Schusterman y Kastak (1993) (león marino). Más recientemente, Cook (2002), y también Lombardi (2008) y (Bodily, Katz y Wright, 2008)

han reportado muestras en palomas de comportamientos derivados guiados por las relaciones de igualdad y diferencia cada vez más complejos.

Si los estímulos de muestra y comparación sólo se relacionan entre sí de manera arbitraria (en oposición a la relación no - arbitraria de reflexividad, que se basa en aspectos perceptuales de los estímulos) podemos encontrar también otras relaciones derivadas que abordaremos someramente a continuación: la simetría y la transitividad.

#### 1.2.3.4.2.2 Simetría

Según la definición conductual más extendida del término (ver Figura 8), se dice que un sujeto muestra simetría si en una discriminación condicional arbitraria entrenamos el estímulo A1 como muestra y B1 como estímulo de comparación correcto y en una prueba no reforzada el sujeto elige A1 como comparación ante la presencia del estímulo B1 como muestra (Sidman y Tailby, 1982; Sidman, Willson-Morris y Kirk, 1986). Ver punto 1.4.1 para un análisis en más detalle.



**Figura 8: Esquema del entrenamiento y prueba de simetría.**

Se ha realizado un considerable esfuerzo para encontrar simetría en animales no humanos. Los resultados de simetría en primates han sido equívocos, débiles o negativos (Sidman, Rauzin, Lazar, Cunningham, Tailby y Carrigan, 1982; D'Amato, Salmon, Loukas y Tomie, 1985; Tomonaga, Matsuzawa, Fujita y Yamamoto, 1991;

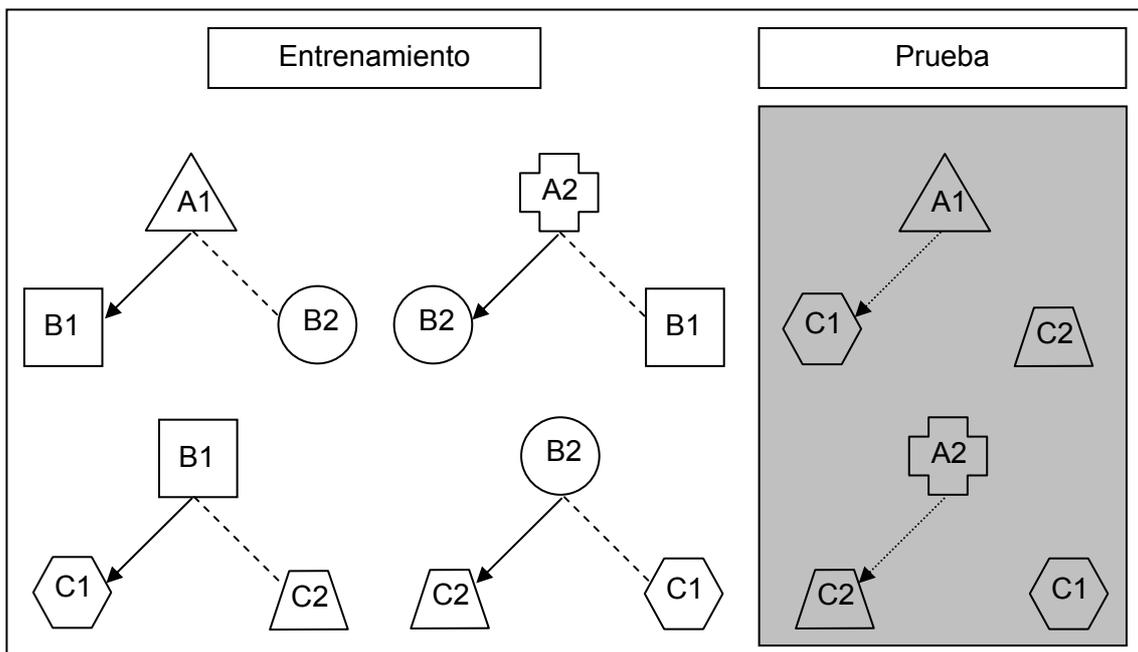
Yamamoto y Asano, 1995; Dugdale y Lowe, 2000), al igual que en ballenas beluga (Murayama y Tobayama, 1997), y existe muy poca evidencia de la derivación de relaciones simétricas en palomas (Gray, 1966; Rodewald, 1974; Hogan y Zentall, 1977; Kendall, 1983; Lipkens, Kop y Matthijs, 1988; Richards, 1988; Meehan, 1999). Ver también Zentall y Urcuioli (1993) y García y Benjumea (2001) para una revisión.

Sin embargo, algunos estudios han encontrado cierta evidencia favorable empleando variaciones más o menos significativas del procedimiento de discriminación condicional, como el condicionamiento clásico hacia atrás (p. ej. Hearst, 1989), los estímulos biológicamente relevantes como muestras o comparaciones (p. ej. Zentall, Sherburne y Steirn, 1992); la simetría asociativa (Frank y Wasserman, 2005a) o la discriminación condicional de la propia conducta (García y Benjumea, 2006b). Las implicaciones de estos resultados se discutirán en el punto 1.3.2.

La simetría, precisamente la propiedad más esquivada de las clases de equivalencia, parece ser uno de los pilares fundamentales de esta relación (Sidman, Willson-Morris y Kirk, 1986; Valero y Luciano, 1992; Schusterman y Kastak, 1993). Como afirman Valero y Luciano (1992), trabajando con sujetos humanos se ha encontrado sistemáticamente que donde se deriva simetría se encuentra equivalencia, y donde la simetría no se deriva, rara vez los sujetos superan las pruebas de equivalencia. Complementariamente, cuando la relación simétrica es *entrenada* en sujetos que antes no la mostraban, su ejecución en las pruebas de equivalencia mejora considerablemente.

### 1.2.3.4.2.3 Transitividad

La transitividad en las contingencias de cuatro términos aparece cuando entrenamos dos discriminaciones condicionales mediadas por un elemento común y realizamos una prueba en la que la muestra de la primera discriminación actúa como muestra, mientras que la comparación de la segunda discriminación actúa como comparación (ver Figura 9).



**Figura 9: Esquema del entrenamiento y prueba de transitividad.**

Matemáticamente se describe en estos términos: si  $A=B$  y  $B=C$  entonces  $A=C$ . En otras palabras, tras entrenar las discriminaciones  $A - B$  y  $B - C$  en una prueba los sujetos elegirán, en presencia del estímulo de muestra  $A$ , el estímulo de comparación  $C$ . Esta elección es derivada, ya que  $A$  y  $C$  no han sido relacionados de manera explícita.

Algunos estudios afirman haber encontrado pruebas de transitividad en procedimientos que implican contingencias de cuatro términos en primates no

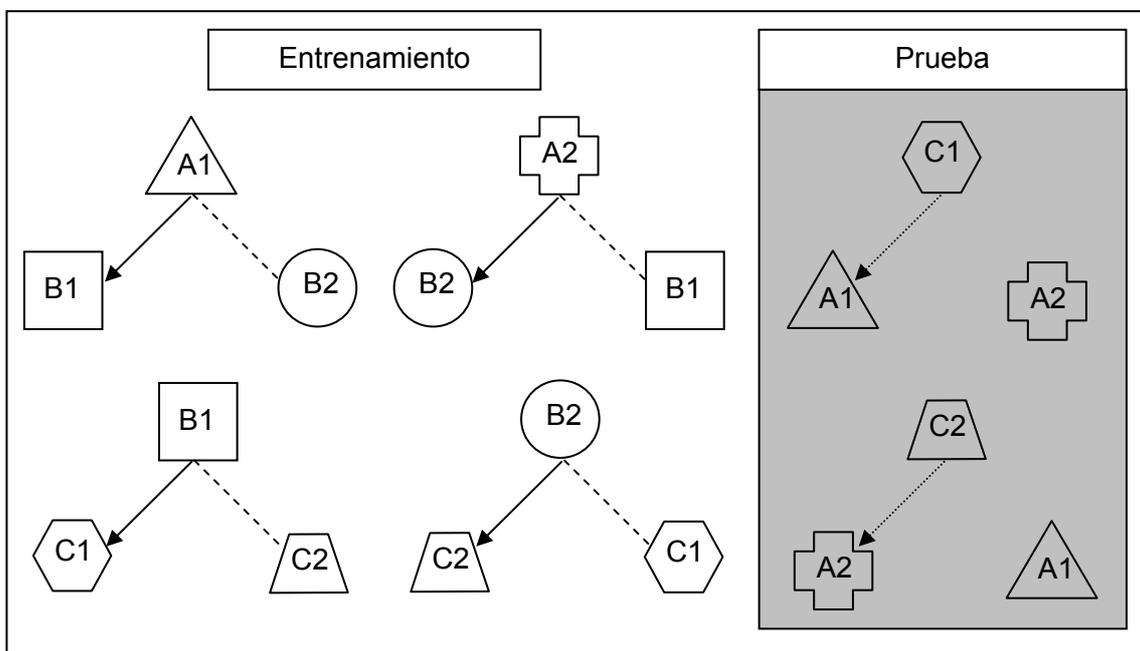
humanos (D'Amato, Salmon, Loukas y Tomie, 1985; McIntire, Cleary y Thompson, 1987; Yamamoto y Asano, 1995) aunque no sin cierta polémica sobre el proceso involucrado (Saunders, 1989). Schusterman y Kastak (1993) dicen haberla encontrado en el león marino, Murayama y Tobayama (1997), en delfines; y en periquitos Manabe, Kawashima y Staddon (1995). En palomas, mientras que algunos investigadores han comunicado indicios de transitividad (Kuno, Kitadate y Iwamoto, 1994), otros no han encontrado esta relación derivada (Kendall, 1983; D'Amato, Salmon, Loukas y Tomie, 1985; Lipkens, Kop y Matthijs, 1988).

#### **1.2.3.5 El fenómeno de las Clases de Equivalencia**

A pesar de que la equivalencia de estímulos es un fenómeno que se ha abordado tradicionalmente desde las contingencias de cuatro términos, se presenta separado por su especial relevancia. Se considera que un conjunto de estímulos forman una clase de equivalencia para un sujeto cuando éste supera las pruebas de reflexividad, simetría y transitividad para ese conjunto de estímulos (Sidman, 1971; Sidman y Tailby, 1982).

El primer estudio que abordó la derivación de nuevas relaciones de control discriminativo fue el realizado por Murray Sidman en 1971, y tuvo como sujeto a un joven microcefálico y severamente retrasado. En este estudio se comprobó cómo el muchacho, después de aprender mediante discriminaciones condicionales a igualar palabras dictadas (A) con sus correspondientes dibujos (B) y éstas con sus nombres verbalizados (C), también era capaz, sin más entrenamiento, de mostrar las relaciones simétricas B – A y C – B y la relación combinada de simetría y transitividad C – A (Sidman, 1971). Esta última prueba, que se considera una prueba combinada de equivalencia (Sidman y Tailby, 1982) se encuentra esquematizada en la Figura 10.

Sin embargo, fue necesaria una extensa investigación (ver Sidman, 1994) hasta que en 1982 Sidman y su grupo de colaboradores sistematizaron este fenómeno y proporcionaron la definición matemática de la equivalencia de estímulos (Sidman y Tailby, 1982). La principal característica de este fenómeno radica en que, a partir de un conjunto ordenado de aprendizajes discriminativos entre varios estímulos, se derivan sin entrenamiento explícito y también de forma ordenada, nuevas relaciones de control discriminativo entre esos estímulos.



**Figura 10: Esquema del entrenamiento y prueba de equivalencia.**

Cuando un conjunto de estímulos son equivalentes entre sí, cada uno puede, en cierta medida, sustituir a los demás: la existencia de una clase de equivalencia permite que cualquier variable que afecte a un miembro de la clase afecte a todos los demás (ver Schusterman y Kastak, (1998) para una demostración experimental en el león marino). Por este motivo, Sidman y sus colaboradores (Sidman, Willson-Morris y Kirk, 1986; Sidman, 1994) consideran que este fenómeno proporciona una definición de la semántica y de la comprensión de la lectura, ya que al superar estas pruebas, las

palabras habladas, escuchadas, escritas y sus referentes superan las meras relaciones de condicionalidad al ser capaces de generar comportamiento nuevo y ordenado.

El estudio de las clases de equivalencia en animales no humanos no ha estado exento de polémica (Hayes, 1989; Dube, McIlvane, Callahan y Stoddard, 1993). Sin embargo, no cabe duda de que las clases de equivalencia y sus propiedades (o, de forma más general, el estudio de las relaciones derivadas a partir del entrenamiento de relaciones arbitrarias entre estímulos) han demostrado ser un fructífero punto de partida para el análisis teórico de una gran variedad de fenómenos relacionados con el comportamiento humano complejo. Algunos ejemplos los tenemos en la conducta verbal y simbólica (Hayes y Hayes, 1989; Horne y Lowe, 1996; de Rose y Bortoloti, 2007) o las relaciones entre el hacer y el decir (Catania, Matthews y Shimoff, 1990; Lattal y Doepke, 2001; Luciano, Herruzo y Barnes-Holmes, 2001). Además, este paradigma experimental ha sido extensamente utilizado desde el Análisis Conductual Aplicado en diversos tratamientos educativos. Por ejemplo, Sidman (1971); Eikeseth y Smith (1992); Stromer, MacKay y Remington (1996), García, Gómez, Gutiérrez y Puche (2001b). Para una revisión sobre los orígenes, teorías y aplicaciones de las clases de equivalencia, ver Valero y Luciano (1992) y García y Benjumea (2002a). Las teorías se tratan también en el punto 1.4.2.3.

<b>Hª Reforzamiento</b>	<b>Situación novedosa</b>	<b>Conducta derivada</b>
Entrenamiento en una discriminación condicional física.	Exposición a estímulos no entrenados que mantengan la misma relación de igualdad física	Reflexividad (Zentall y Hogan, 1978; Wright y cols. 1988)
Entrenamiento en una	Intercambio del papel entre la	Simetría (García y

Hª Reforzamiento	Situación novedosa	Conducta derivada
discriminación condicional arbitraria (A-B)	muestra y comparación (BA)	Benjumea, 1999, 2001; Frank y Wasserman, 2005)
Entrenamiento en dos discriminaciones condicionales arbitrarias con un elemento en común (A-B y B-C)	Presentación de la muestra de la primera discriminación seguida por la comparación correspondiente a la segunda discriminación (A-C)	Transitividad (Kuno, Kitade e Iwamoto, 1994, Sidman, 1994)
Entrenamiento en dos discriminaciones condicionales arbitrarias con un elemento en común (A-B y B-C)	Presentación de la muestra de la segunda discriminación seguida por la comparación correspondiente a la primera discriminación (C-A)	Equivalencia (Sidman, 1971, 1994; Schusterman y Kastak, 1993, 1998)

**Tabla 4: Resumen de algunos fenómenos de conducta derivada en las contingencias de cuatro términos.**

Además de una extensa línea de investigación básica dedicada a establecer sus orígenes en animales humanos y no humanos, este fenómeno se ha extendido también hacia fenómenos más complejos en humanos que presentaremos brevemente a continuación.

#### **1.2.3.6 Extensiones del fenómeno de las clases de equivalencia**

La investigación sobre clases de equivalencia se ha centrado generalmente en las relaciones entre estímulos simples o individuales establecidas mediante discriminaciones condicionales. Sin embargo, varios estudios relativamente recientes, y que continúan estando al nivel de las contingencias de cuatro términos, han

empezado a examinar las ejecuciones derivadas usando procedimientos distintos de las discriminaciones condicionales (p. ej. Smeets, Barnes y Roche, 1997; Gutiérrez y Benjumea, 2003); y también empleando estímulos complejos o multi-elementos (Stromer y Stromer, 1990b, 1990a; Markham y Dougher, 1993; Pérez-González, 1994). Este conjunto de trabajos ha abordado la investigación del razonamiento humano complejo a través de una extensión del procedimiento básico para el estudio de las clases de equivalencia

#### 1.2.3.6.1 Otros entrenamientos que dan lugar a clases de equivalencia

Aunque el procedimiento de la discriminación condicional arbitraria ha sido el primero y más utilizado para entrenar y evaluar la formación de clases de equivalencia, otros entrenamientos también se han mostrado efectivos en humanos. Uno de ellos ha sido el condicionamiento clásico. Leader, Barnes y Smeets (1996) realizaron un experimento en el que presentaron en contigüidad temporal 6 pares de sílabas sin sentido (p. ej. A1 – B1; A2 – B2, (...) A6 – B6). En la fase de prueba, donde se empleó un procedimiento de discriminaciones condicionales, los sujetos eligieron los estímulos de manera consistente con este entrenamiento respondiente, demostrando las relaciones de simetría y de simetría y transitividad combinada (equivalencia). Una serie experimental realizada por Gutiérrez y Benjumea (2003) ha demostrado que la relación de contingencia entre los estímulos puede servir también como base para el establecimiento de clases funcionales y de equivalencia. En una primera fase de condicionamiento clásico se entrenaron tres relaciones de contingencia positiva, tres de contingencia negativa y tres relaciones acontingentes. La fase de prueba mediante discriminaciones condicionales indicó que los sujetos eran capaces de igualar los estímulos excitatorios y también los inhibitorios, pero no así los neutros. Estos trabajos abren una nueva línea de investigación acerca de las variables que influyen en la detección de contingencias, su etiquetado y la posterior elaboración y seguimiento de

reglas, que puede aplicarse a tareas específicamente humanas, como por ejemplo la investigación científica.

#### 1.2.3.6.2 Relaciones de equivalencia con estímulos complejos

En uno de los primeros estudios en este ámbito, Stromer y Stromer (1990a), entrenaron mediante discriminaciones condicionales relaciones del tipo AB – D y AC – E, y obtuvieron evidencia de relaciones derivadas entre todos los posibles pares de estímulos individuales. Estos datos muestran que es posible entrenar a sujetos humanos en una serie de discriminaciones condicionales relacionadas usando estímulos de muestra compuestos o multi-elementos, y que los sujetos responden de una manera sistemática durante ensayos de prueba no reforzados a los elementos simples de las muestras compuestas usadas durante el entrenamiento.

Abundando en esta línea de los estímulos compuestos, otros trabajos como el de Rehfeldt, Clayton y Hayes (1998) y Rehfeldt, Dixon, Hayes y Steel (1998) introdujeron otra interesante novedad, que fue tratar las relaciones de competencia entre los estímulos compuestos en las tareas de discriminaciones condicionales. De esta forma, se ha comprobado que un fenómeno como el bloqueo, que se ha estudiado extensamente en el condicionamiento clásico, se da también en la formación de clases de equivalencia cuando un elemento redundante es introducido en el entrenamiento. Estos estudios facilitan la tarea de aplicar principios básicos del aprendizaje a fenómenos complejos de conducta humana como los relacionados con la formación de clases de equivalencia.

En otro estudio que usó estímulos multi-elemento (Pérez-González, 1994), se amplió el campo de investigación más allá de las propiedades físicas de los estímulos. En este trabajo se determinaba si las *relaciones* arbitrarias entre muestras y estímulos de comparación que habían sido establecidas en el entrenamiento previo en discriminación

condicional controlarían la selección en una nueva tarea de discriminación. El procedimiento básico fue como sigue (ver Figura 11).

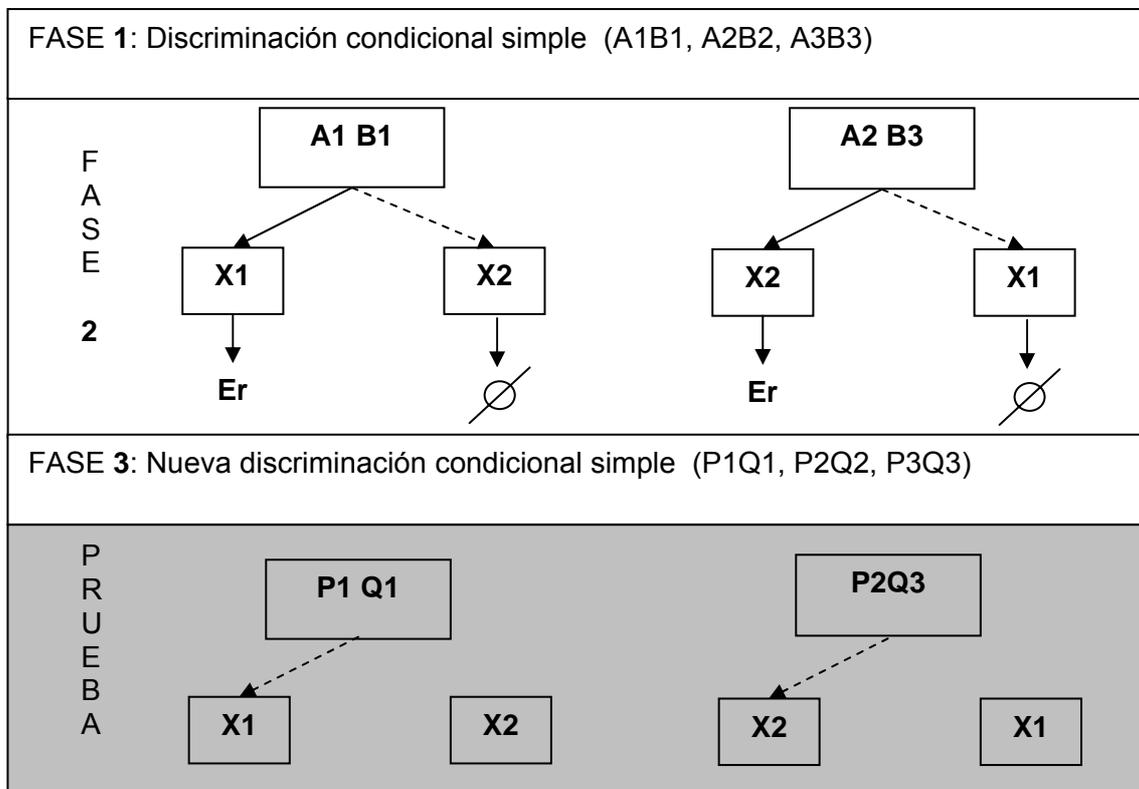


Figura 11: Diseño del experimento de Pérez - González (1994).

Primero, se establecieron las relaciones entre estímulos particulares A – B a través de las discriminaciones condicionales A1 – B1, A2 – B2 y A3 – B3.

Durante la fase 2 se entrenó a elegir un estímulo arbitrario (X1 y X2) a los compuestos de estímulos AB en función de su pertenencia (o no) a la misma clase de equivalencia. En la prueba se demostró que este control de estímulo relacional se transfería a nuevas relaciones (PQ).

Después, se realizó un análogo de la respuesta "sí/no" en presencia de relaciones particulares con pares de estímulos de muestra; (p.e. A1 – B1: muestra y comparación correcta; A1 – B2: muestra y comparación incorrecta). Los análogos de "sí" y "no" fueron dos nuevos estímulos de comparación X1 y X2. Durante el entrenamiento, las respuestas

a X1 fueron reforzadas si los dos estímulos de la muestra habían participado en la misma relación de muestra y comparación correcta (p.e. A1 – B1), y responder a X2 había sido reforzado si los dos estímulos de la muestra habían participado en la relación muestra y comparación incorrecta (p. ej. A1 – B2).

La siguiente fase del estudio examinaba la transferencia del control relacional descrito arriba. Se entrenaron relaciones entre nuevos estímulos (P1 – Q1, P2 – Q2 y P3 – Q3), y estos estímulos fueron luego presentados como pares de muestras (p. ej. P1 – Q1 o P1 – Q2), y X1 y X2 fueron presentados como comparaciones en una prueba (pruebas PQX). Los resultados mostraron que los sujetos seleccionaban X1 cuando la muestra contenía una relación muestra y comparación correcta en el entrenamiento previo (p. ej. P1 – Q1), mientras que elegían X2 cuando la muestra contenía una relación muestra y comparación incorrecta (P1 – Q2) en el entrenamiento previo. De esta forma se demostró cómo la relación entre los estímulos de muestra y de comparación puede llegar a servir como estímulo de muestra para una discriminación condicional más compleja.

#### 1.2.3.6.3 De la equivalencia a otras relaciones: la teoría de los marcos relacionales<sup>6</sup>

En los estudios sobre la equivalencia y sus propiedades mencionados hasta el momento, la relación estudiada entre los estímulos era la de igualdad (recordemos que la definición matemática estándar se refiere a sus propiedades utilizando el operador =). Sin embargo, parece que la relación arbitraria de igualdad no es la única capaz de generar comportamiento derivado y coherente con la historia de aprendizaje previa, sino que hay una multitud de relaciones arbitrarias entre los estímulos que pueden estar controlando el surgimiento de estas conductas novedosas.

---

<sup>6</sup> En este apartado se esbozará únicamente el tipo de fenómenos experimentales abordados por esta teoría; Una descripción más detallada de sus presupuestos e implicaciones se puede encontrar en el punto 1.4.2.3.4.

En los experimentos pioneros de Steele y Hayes (1991), se pusieron bajo control contextual las respuestas de sujetos humanos a las relaciones no arbitrarias de igualdad, oposición y diferencia (ver punto 1.2.3.8 para una descripción más detallada del control contextual). En presencia de contexto *igual*, se reforzó seleccionar la comparación que era físicamente idéntica al estímulo de muestra. En presencia del contexto *opuesto*, se reforzó elegir la comparación que fuese lo más distinta posible de la muestra. Por último, en el contexto *diferente* se reforzó la selección de cualquier comparación que fuese distinta de la muestra. Los sujetos fueron expuestos entonces a un entrenamiento en igualaciones arbitrarias a la muestra en presencia de esas mismas claves contextuales. Algunos sujetos recibieron entrenamiento usando los contextos *igual* y *opuesto*, otros con los contextos *igual* y *diferente* y un último grupo recibió entrenamiento con los tres contextos. La red de estímulos así establecida permitió poner a prueba una gran cantidad de relaciones derivadas. En dos de los experimentos se demostró que las respuestas derivadas eran consistentes con las claves contextuales. Cuando se realizaban las pruebas en el contexto *igual*, se obtuvo la derivación de relaciones de equivalencia. Sin embargo, en los otros dos contextos también se derivaron otras redes de estímulos de forma ordenada y coherente con el entrenamiento anterior. El concepto de respuesta relacional arbitrariamente aplicable puede dar lugar a una gran variedad de relaciones derivadas entre estímulos, demostrando que el tipo de actuaciones que se pueden observar en la equivalencia de estímulos no es única, sino que, según estos autores (p. ej. Hayes, Hayes y Chase, 1991) más bien es un caso particular de un fenómeno mucho más general.

Por ejemplo, en un experimento posterior de Dymond y Barnes (1995) se demostró la derivación de nuevas relaciones controladas contextualmente (mayor que y menor que) a través de otra propiedad de las clases de estímulos: la transferencia de funciones. El experimento se dividió en cuatro fases. En la primera, dos sujetos fueron

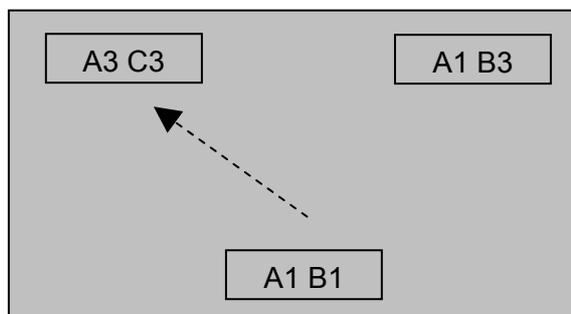
entrenados en las relaciones no arbitrarias de igualdad, oposición, mayor que y menor que, que llevaron sus respuestas bajo control contextual, mientras que un sujeto control no recibió este preentrenamiento. Los tres sujetos recibieron entonces una segunda fase de entrenamiento consistente en seis relaciones arbitrarias típicas de la equivalencia y otras tres controladas contextualmente por las relaciones de *igual/A1 – B1*, *igual/A1 – C1*, *menor que/A1 – B2* y *mayor que/A1 – C2*. En la tercera fase los tres sujetos fueron evaluados en siete relaciones derivadas, siendo las más importantes *igual/B1 – C1*, *mayor que/B1 – C2* y *menor que/B1 – B2*. Los dos sujetos preentrenados mostraron responder de acuerdo a estas relaciones derivadas, pero no así el sujeto no entrenado. En una cuarta fase, la de transferencia de funciones, uno de los estímulos de la red de relaciones (B2) y dos estímulos novedosos (X1 y X2) fueron después usados para entrenar tres diferentes respuestas de autodiscriminación según tres programas de reforzamiento diferentes (es decir, se dio una función adicional al estímulo B2). Concretamente, los tres sujetos fueron entrenados para elegir el estímulo X1, si no habían emitido la respuesta y el estímulo X2 sólo si habían emitido dos respuestas. Los dos sujetos preentrenados, pero no el control, mostraron la predecible transformación de las funciones de respuesta de acuerdo con las relaciones de igualdad, mayor que y menor que (es decir, elegir B2 si no había dado respuesta, C1 si había dado una respuesta y C2 si había dado dos respuestas).

#### **1.2.3.7 Relacionando relaciones de equivalencia con relaciones de equivalencia: el estudio del razonamiento analógico**

La investigación pionera en el tratamiento de este fenómeno desde una perspectiva analítico – conductual es la realizada por Barnes, Hegarty y Smeets (1997) (ver también Stewart, Barnes-Holmes, Roche y Smeets, (2002). En este estudio se formaban, mediante discriminaciones condicionales, cuatro clases de equivalencia de tres miembros cada una (A1, B1, C1; A2, B2, C2; A3, B3, C3 y A4, B4, C4), proporcionando una historia de relaciones arbitrarias entre los estímulos. Tras esto se

probaba la ejecución del sujeto en otro procedimiento de discriminación condicional en el cual los estímulos eran compuestos. Así, los estímulos que formaban la muestra podían ser de la misma clase, es decir, equivalentes (p. ej.: A1 – C1), o de clases diferentes: no equivalentes (p. ej.: A1 – B2). Las dos comparaciones que se presentaban estaban siempre compuestas por un par de estímulos equivalentes y otro par no equivalente.

Cuando la muestra estaba compuesta por estímulos equivalentes y el sujeto seleccionaba la comparación que también lo era, se consideraba una relación de equivalencia-equivalencia (ver Figura 12). Cuando la muestra la formaban estímulos no equivalentes y el sujeto elegía una comparación cuyos miembros tampoco lo eran, se denominaba una relación de no equivalencia- no equivalencia. Estas relaciones podrían describirse verbalmente de la siguiente forma: A1 es a C1 lo que C2 es a B2, es decir: equivalentes, o A1 es a B2 lo que C1 a A2, es decir: no equivalentes, lo cual se asemejaría claramente al razonamiento analógico.



**Figura 12: Ejemplo de configuración estimular usada durante las fases de prueba de equivalencia - equivalencia.**

Aunque, hay un debate abierto sobre en qué medida las relaciones de equivalencia-equivalencia son un modelo apropiado del razonamiento analógico (Pérez, 2007), el estudio básico desde esta perspectiva puede aportar importantes contribuciones en la identificación de sus fundamentos elementales, requisito indispensable para controlar

eficazmente su adquisición en ambientes aplicados como la educación normal y especial.

Desde la teoría de los marcos relacionales, los estudios sobre relaciones de equivalencia – equivalencia han sido desarrollados sistemáticamente como modelo analítico – conductual de razonamiento analógico, realizando un análisis del origen, implicaciones y líneas de investigación que se abren al considerar este tipo de razonamiento desde un punto de vista conductual (Stewart y cols., 2002; Carpentier, Smeets y Barnes-Holmes, 2003).

Por otro lado, el estudio de las relaciones de equivalencia – equivalencia también ha dado lugar a una línea de investigación sobre las variables que pueden facilitar o dificultar este proceso conductual. Respecto a las variables que la dificultan, una de las líneas es la investigación de los fenómenos de competencia entre reglas. Del mismo modo que se han encontrado fenómenos de competencia entre estímulos en procesos más simples, como el condicionamiento clásico o la discriminación simple, también se han encontrado fenómenos de competencia entre reglas en el paradigma de equivalencia – equivalencia.

Ya en trabajos pioneros como el de Barnes, Hegarty y Smeets (1997) se apuntaba que los procesos de competencia entre estímulos podían estar funcionando también en el caso de la competencia entre reglas. Partiendo de esa hipótesis, realizamos una serie experimental en la que intentamos comprobar de manera sistemática la existencia de estos fenómenos (García, Gutiérrez, Bohórquez, Gómez y Pérez, 2002). En primer lugar, diseñamos un experimento similar al de Barnes y cols. (1997) pero en el que en la fase de prueba los sujetos podían elegir entre dos criterios de respuesta: equivalencia – equivalencia o semejanza física, cada uno disponible en una de las comparaciones. La mayoría de los sujetos (80%) eligió el criterio de semejanza,

posiblemente por su mayor simplicidad, ya que necesita menos prerequisites para alcanzarse.

En los siguientes experimentos manipulamos explícitamente algunas variables que podían ser responsables de la elección de uno u otro criterio, comprobando que los fenómenos de ensombrecimiento (García, Bohórquez, Gómez, Gutiérrez y Pérez, 2001a) y bloqueo (García y cols., 2002) también están presentes en el paradigma de equivalencia – equivalencia, es decir, cuando los estímulos que compiten son relaciones de relaciones arbitrarias. Como ocurre con los estímulos simples, la relación de mayor saliencia ( semejanza) ensombreció y bloqueó con más fuerza a la relación menos saliente (equivalencia – equivalencia), aunque el efecto fue en gran medida recíproco. Para una revisión, ver Bohórquez (2007).

Por otra parte, también se han realizado experimentos centrados en las variables del entrenamiento que pueden facilitar la realización de la tarea de equivalencia – equivalencia. Tanto en sujetos adultos (que ya deberían disponer de los requisitos conductuales para guiarse por esta relación) como en niños en edad escolar, se han realizado determinadas variaciones del entrenamiento y distintos procedimientos de facilitación que pueden llevar a la superación de la prueba, y eventualmente facilitar el desarrollo de intervenciones o materiales educativos orientados a potenciar el desarrollo del razonamiento analógico (Carpentier y cols., 2003; Pérez, García, Gómez, Bohórquez y Gutiérrez, 2004; Pérez, 2007). Así, por ejemplo, se ha demostrado que el entrenamiento con relaciones más simples (p. ej. igualdad física) o incluso la simple evaluación de éstas relaciones puede facilitar el posterior desempeño en la tarea de equivalencia –equivalencia (ver Pérez (2007) para una revisión).

Los experimentos presentados anteriormente no hacen sino arañar la superficie de un vasto campo de investigación como es la aplicación de los principios básicos del

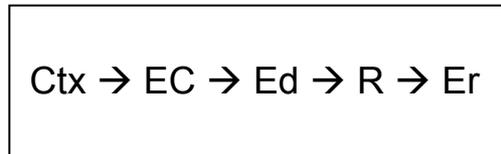
aprendizaje al estudio del razonamiento complejo humano, que puede revertir en importantes contribuciones en diversas áreas de la Psicología aplicada.

Hª Reforzamiento	Situación novedosa	Conducta derivada
<ul style="list-style-type: none"> <li>· Entrenamiento en condicionamiento clásico.</li> <li>· Entrenamiento en discriminaciones condicionales con los estímulos concionados clásicamente.</li> </ul>	Prueba de equivalencia con los estímulos condicionados clásicamente.	Control de estímulo por una relación de contingencia (Leader et al. 1996; Gutiérrez et al. , 2001)
<ul style="list-style-type: none"> <li>· Entrenamiento para la formación de varias clases de equivalencia.</li> <li>· Entrenamiento en la igualación de muestras compuestas a estímulos arbitrarios.</li> </ul>	Presentación del estímulo arbitrario como muestra y una pareja de estímulos que pertenezcan a la misma o distintas clases de equivalencia como comparación.	Control de estímulo por una relación arbitraria (Pérez – González, 1994).
Entrenamiento suficiente para la formación de varias clases de equivalencia	Presentación de dos elementos de una misma o distinta clase como muestra (A1B1) y dos elementos de otras clases (A3B3) como comparación.	Relación de Equivalencia – Equivalencia (Barnes, Hegarty y Smeets, 1996)

**Tabla 5: Resumen de algunos fenómenos compuestos de conducta derivada en las contingencias de cuatro términos.**

### 1.2.3.8 El control contextual de las relaciones derivadas

Podemos avanzar aún más en la complejidad de la estructura de la conducta si añadimos un término más a la relación de cuatro términos a la que hemos dedicado los apartados anteriores (ver Figura 13).



**Figura 13: Contingencias de cinco términos: el control contextual.**

En realidad, no está aún determinado cuántos términos más se pueden añadir de manera efectiva (Sidman, 1994). Si actuamos de esta manera, obtendremos un control contextual de las relaciones del nivel anterior, lo que hará a su vez que se genere un conjunto adicional de comportamientos derivados. Bajo este control, determinados estímulos pueden pertenecer a una clase de equivalencia en unos contextos pero no en otros (p.ej. en el contexto “metales” hierro y mercurio pertenecen a la misma clase de equivalencia, pero no en el contexto “líquidos”). También es el control contextual el que determina si respondemos o transferimos respuestas en un marco de coordinación (relación de equivalencia) de oposición, de comparación, etc. (ver punto 1.4.2.3.4).

En el caso de sujetos humanos, varias investigaciones han demostrado que la relación de equivalencia puede quedar bajo control contextual (Bush, Sidman y de Rose, 1989; Meehan y Fields, 1995). Incluso relaciones más complejas como la de equivalencia – equivalencia pueden quedar también bajo control contextual (Barnes y cols. (1997) Experimento 3). En los experimentos típicos, como el de Bush y cols. (1989), a los sujetos se les presentan dos grupos de discriminaciones condicionales: en el contexto

X se les entrenará A1 – B1, B1 – C1 y A2 – B2, B2 – C2, mientras que en el contexto Y las relaciones entrenadas serán A1 – B2, B2 – C2, y A2 – B1, B1 – C1.

En las pruebas se demuestra que las relaciones derivadas que muestran los sujetos dependen del contexto de la prueba: En el contexto X los sujetos mostrarán las relaciones B1 – A1 y B2 – A2, mientras que en el contexto Y las relaciones derivadas serán B1 – A2 y B2 – A1. El control contextual también puede determinar el tipo de relación arbitraria que se deriva entre los estímulos, como se mencionó en el punto 1.2.3.6.3 al hablar de otras relaciones distintas de la equivalencia. Tratando de ir un poco más lejos, una serie experimental de Griffee y Dougher (2002) ha demostrado el control contextual de la generalización de estímulos y de la formación de clases de equivalencia en una tarea de clasificación según criterios jerárquicos.

#### **1.2.3.9 Síntesis**

A lo largo de la exposición hemos ido comprobando cómo al aumentar la complejidad de las contingencias de reforzamiento de las que aprende un individuo, aumenta también la complejidad de las conductas novedosas y adaptativas – o como las hemos etiquetado, inteligentes – que es capaz de desarrollar. Durante este recorrido hemos descrito o citado un gran número de fenómenos y de situaciones experimentales que consideramos representativos del nivel en el que los situamos o que resultan necesarios para comprender los de un nivel superior. El esquema anterior, a pesar de resultar necesariamente incompleto, nos proporciona una muestra de cómo el Análisis Experimental del Comportamiento aborda el estudio de conductas novedosas y complejas. A medida que la investigación avanza, se encuentra que este comportamiento surge de manera ordenada de la interacción del sujeto con las contingencias de su medio.

Podemos destacar tres puntos fundamentales:

- 1.- Los fenómenos que generan novedad conductual están presentes desde los niveles más simples del análisis funcional del comportamiento
- 2.- Los comportamientos simples sirven de base a los más complejos
- 3.- El Análisis Funcional es una herramienta adecuada para explicar y subsumir una enorme cantidad de fenómenos en un marco común

Sin embargo, para completar este análisis debemos tener en cuenta que, para un mismo sujeto, los fenómenos anteriores pueden ser aplicados a la vez a diferentes estímulos y clases de estímulos, y que un mismo estímulo puede entrar a formar parte de distintas contingencias. Por ejemplo, un estímulo puede generar novedad conductual por generalización de estímulos, por reflexividad o por su pertenencia a una clase polimórfica, funcional, de equivalencia o de equivalencia – equivalencia. A su vez, estos fenómenos pueden interactuar entre sí; por ejemplo dos estímulos pueden dar lugar a un control discriminativo múltiple o a una recombinación de repertorios sin haber sido entrenados directamente, sino gracias a su pertenencia a diversas clases de estímulos, algunos de cuyos miembros sí han participado en las contingencias precisas. El reconocimiento de que el comportamiento complejo depende de múltiples variables en interacción fue uno de los pilares que permitió los primeros ejercicios de extrapolación teórica al comportamiento humano desde un punto de vista conductual (p. ej. Skinner, 1953) y también el abordaje de los fenómenos más complejos, como el lenguaje. De hecho, Skinner (1957), en su libro sobre la conducta verbal dedica un capítulo entero al problema de la causación múltiple, dentro de una sección de tres capítulos llamada “variables múltiples”.

Teniendo en cuenta esta interacción, posteriormente se han realizado distintos ejercicios de integración teórica, entre los que podemos destacar la interpretación de la equivalencia como una función de estímulo no derivada de otras que realiza Murray

Sidman (Sidman, 1994, 2000); la revisión conductual del nombramiento y el lenguaje que realizan Horne y Lowe (1996), ampliando la elaboración skinneriana de la conducta verbal; y Luciano y Barnes-Holmes (2001) y Hayes, Barnes-Holmes y Roche (2001) desde la teoría de los marcos relacionales; el análisis del metaconocimiento y la conciencia que realizan Pérez-Acosta, Benjumea y Navarro (2001) y Benjumea y Pérez-Acosta (2004); y el caso del aprendizaje vicario u observacional, revisado por Masia y Chase (1997).

Es obligado también mencionar los trabajos realizados por Skinner, Eysenk y sus colaboradores en el “Columban Simulation Project” (algunos de los cuales hemos mencionado anteriormente) donde se han elaborado trabajos, con palomas como sujetos, con títulos tan sugerentes como “La autoconciencia en la paloma” o “El uso espontáneo de la agenda en la paloma”, entre otros (para una revisión ver Epstein, Runco y Albert, (1990).

Es asimismo destacable la gran interconexión que existe en el análisis del comportamiento entre investigación y aplicación en este área, como se puede observar en los trabajos de Sidman (1971), Devany, Hayes y Nelson (1986), Eikeseth y Smith (1992), Stromer y cols. (1996), García y cols. (2001b) y Gómez (2001b).

En conjunto, se puede afirmar que el uso de estos hallazgos experimentales puede realizar grandes aportaciones a la comprensión e intervención en comportamientos típicamente humanos, como la formación de conceptos y clases de estímulos, la conducta gobernada por reglas, el uso de símbolos, la conciencia y especialmente la comprensión y producción del comportamiento verbal que realizan Hayes (1989); Catania y cols. (1990); Sidman (1994); Zentall y Smeets (1996) y Benjumea y Pérez-Acosta, (2004). De hecho, investigaciones recientes han constatado que tareas de aprendizaje similares a las descritas en el punto 1.2.3.5, El fenómeno de las Clases de

Equivalencia, correlacionan significativamente con medidas tradicionales de la inteligencia como el test de matrices progresivas de Raven. Además, la correlación entre ejecución e inteligencia fue más significativa que con otro tipo de tareas comunes en la Psicología cognitiva de la memoria, como el aprendizaje de pares asociados de palabras o el recuerdo libre de listas de palabras (Williams y Pearlberg, 2006; Tamez, Myerson y Hale, 2008). Ver Williams, Myerson y Hale (2008) para una revisión.

A lo largo de este apartado hemos intentado mostrar cómo el Análisis Experimental del Comportamiento nos permite enfrentarnos al estudio de las conductas novedosas, ya sean simples o complejas, partiendo de un conocimiento de la historia ontogenética de los sujetos. Este enfoque presenta, a nuestro modo de ver, las siguientes ventajas:

- El abordaje que realiza del comportamiento derivado es parsimonioso
- Una única teoría de base subsume un gran conjunto de fenómenos
- Los fenómenos descritos anteriormente son resultados experimentales replicables
- Las investigaciones básicas de laboratorio se han desarrollado paralelas a las investigaciones clínicas con humanos, facilitando una interfaz investigación – intervención

Sin embargo, probablemente el mayor potencial de este enfoque no está en los fenómenos ya descubiertos, sino en el potente paradigma de investigación y aplicación que supone, y que por sus características, contribuye a desmitificar el origen y las causas del comportamiento como algo inaccesible a la explicación científica. En esta medida, facilita el desarrollo de las herramientas de intervención psicológica necesarias para proporcionar un repertorio flexible de conductas a las personas que por una u otra razón carecen de él. Como afirmaba Skinner:

*“Mientras la originalidad se identifique con la espontaneidad o la ausencia de leyes en la conducta, parece una tarea sin esperanza enseñar al hombre a ser original o influenciar de forma sustancial los procesos de pensamiento”. (Skinner, 1953, p. 274).*

### **1.3 Análisis experimental de los parámetros fundamentales de la discriminación condicional y la conducta novedosa**

El análisis experimental del comportamiento se basa en un estudio pormenorizado de las variables que influyen en una determinada conducta, con el objetivo de explicar, predecir y, eventualmente, intervenir en ese comportamiento. De esta manera, se trata de llegar a las variables últimas de las que depende un comportamiento en el nivel ontogenético o, dicho de otra manera, a identificar las condiciones necesarias y suficientes para que éste se dé.

Los fenómenos enumerados en el apartado anterior constituyen una somera descripción de algunas situaciones básicas de aprendizaje donde se encuentran comportamientos novedosos y adaptados en muy diversas situaciones y especies. La mayoría, si no todos los comportamientos anteriormente descritos, se han encontrado, replicado y ampliado extensísimamente en la especie humana, e incluso se han utilizado en la práctica clínica con éxito, como hemos visto. Pero el hecho de que podamos utilizarlos no equivale a decir que conocemos sus orígenes últimos. Una simple descripción no basta si queremos identificar las condiciones necesarias y suficientes para que se produzca un determinado comportamiento novedoso, como pueda ser la simetría. Como ocurre en muchos otros campos de la Psicología, el análisis experimental de estas “variables últimas” en nuestra especie está comprometido por la falta de control experimental que, por distintos motivos, tienen los experimentos con sujetos humanos. Estas limitaciones se hacen aún más evidentes cuando la historia de reforzamiento juega un papel tan importante como en el caso de los humanos, en parte por el entrenamiento tan sistemático y temprano y, en parte, por la longevidad de nuestra especie.

Los modelos animales resultan entonces de especial importancia para que los psicólogos básicos podamos rastrear, con un máximo de control experimental, los prerrequisitos fundamentales de cualquier comportamiento. En el ámbito de las discriminaciones condicionales, muy diversas especies han servido como sujetos y han demostrado aprender este tipo de tareas, como hemos visto anteriormente. Una vez demostrada la gran generalidad entre especies del fenómeno (ver punto 1.2.2.4), una gran proporción de los experimentos en discriminaciones se han realizado con palomas (y en menor medida con ratas), probablemente por motivos pragmáticos referentes a la estabulación y cuidado de los animales de laboratorio, por un lado, y por sus capacidades perceptivas, por otro.

La investigación intensiva con estos animales nos ha proporcionado desde hace años un *paradigma* (en el primer sentido que dio Kuhn (1962) al término) que utiliza sobre todo a la paloma como sujeto experimental, y que ha permitido aislar sistemáticamente multitud de variables que influyen en esta tarea. Vamos a ver a continuación algunos de los hallazgos fundamentales que se han encontrado utilizando este paradigma experimental, tanto en el aprendizaje de contingencias de cuatro términos como en la generación de conductas novedosas en este ámbito.

### **1.3.1 Variables que influyen en el aprendizaje de la discriminación condicional**

En un artículo ahora clásico, Lashley (1938) describe una serie de experimentos en los que se establece lo que denomina una “reacción condicional” en tres ratas. En la reacción condicional, o discriminación condicional, como se denomina ahora, una clave o signo (estímulo condicional o de muestra, según la terminología actual) es necesario para indicar cuál de los estímulos discriminativos es correcto en un ensayo determinado.

En el citado experimento de Lashley, los estímulos discriminativos eran siempre un par de triángulos equiláteros, uno hacia arriba y el otro invertido. Como aparato experimental se utilizó una caja de salto convencional. Los dos triángulos aparecían cada ensayo. Aunque el fondo (o signo) en el que aparecían los triángulos era el mismo en un ensayo dado, variaba cada vez que las ratas conseguían el criterio de 20 ensayos sucesivos sin error. Cuando el fondo era negro, saltar hacia el triángulo hacia arriba era reforzado. Sin embargo, si el fondo consistía en bandas horizontales, se requería a las ratas elegir el triángulo invertido.

Todas las ratas de Lashley mejoraron su ejecución hacia el final del experimento. En muchos casos, el cambio en el fondo produjo un cambio inmediato (esto es, sin ningún error) en la elección del nuevo estímulo positivo sobre el antiguo. Lashley había establecido alguna clase de control de estímulo sobre sus sujetos, de manera que la dirección o sentido de la reacción era condicional con respecto a un estímulo adicional de la situación experimental (es decir, había pasado de una discriminación simple a una discriminación condicional). Más tarde, este mismo autor demostró que el fondo

podía ser alternado aleatoriamente de un ensayo a otro sin perjudicar la discriminación.

Lashley no fue el primero en estudiar discriminaciones condicionales. Sin embargo, lo que hace importante su artículo es que fue uno de los primeros en definir este fenómeno, así como en identificar las propiedades físicas de los estímulos controladores e incluso hasta qué punto el control puede ser transferido a estímulos novedosos. La discusión de Lashley anticipó la emergencia de tres modelos para conceptualizar la naturaleza del aprendizaje de discriminaciones condicionales (Carter y Werner, 1978). Ver punto 1.3.2 para una discusión más detallada.

Las discriminaciones condicionales tienen una historia extensa en Psicología experimental (García, 2002). Desde su sistematización por Skinner (1950), su uso se ha estandarizado, ampliado y adaptado a multitud de especies y situaciones experimentales. A pesar de la enorme diversidad que podemos encontrar en los estudios de discriminación condicional, la mayoría de ellos son modificaciones de un procedimiento estándar o paradigmático con estímulos visuales y palomas como sujetos, que es el procedimiento de tres teclas. En dicho procedimiento, el estímulo de muestra es presentado en la tecla central de una cámara operante, y los estímulos de comparación aparecen en las teclas laterales, equidistantes de la tecla central y también del comedero donde se dispensa el reforzador.

Las medidas típicas de ejecución en una discriminación condicional son la velocidad de adquisición (número de ensayos o sesiones hasta un determinado criterio de aprendizaje) y la precisión (porcentaje de ensayos con respuesta correcta). Otra medida que también se relaciona con la precisión es la latencia. Se ha encontrado que la latencia de las respuestas es mayor cuando las muestras son presentadas después de un ensayo incorrecto (Grilly y Ferraro, 1973). La latencia de las respuestas también

se ve afectada cuando se introducen estímulos novedosos en la tarea (Urcuioli y Nevin, 1975) o cuando se alternan distintas tareas de discriminación condicional (D'Amato y cols., 1986).

La manipulación de diversas variables puede facilitar o dificultar la ejecución de los sujetos expuestos al aprendizaje de discriminaciones condicionales. Por lo general estas variables afectan simultáneamente a la velocidad de adquisición del aprendizaje y también al nivel asintótico que los sujetos llegan a alcanzar (ver Mackay (1991) para una extensa revisión). Algunos de los parámetros más relevantes del aprendizaje de las discriminaciones condicionales se describen a continuación.

#### **1.3.1.1 Naturaleza de las relaciones muestra-comparación**

Las discriminaciones condicionales se pueden clasificar en función de las relaciones que mantienen los estímulos de muestra y comparación. La discriminación condicional puede ser física, si las contingencias de reforzamiento se aplican en base a la correspondencia (identidad, diferencia o semejanza) de rasgos físicos entre los estímulos de muestra y comparación, o puede ser arbitraria si no depende de esa correspondencia. Cuando hablamos de la discriminación condicional física, el procedimiento más usual es el de la igualación a la muestra (p. ej. elegir rojo en presencia de rojo y verde en presencia de verde) aunque también se ha estudiado extensivamente la diferenciación de la muestra (p. ej. elegir rojo en presencia de verde y verde en presencia de rojo) (Cumming y Berryman, 1961). A lo largo de esta exposición utilizaremos preferentemente (aunque no exclusivamente) el término “discriminación condicional”, (con los correspondientes adjetivos “física” o “arbitraria” ya que como veremos, los conceptos de “igualación a la muestra” y “diferenciación de la muestra” pueden tener connotaciones acerca de los procesos conductuales subyacentes. Veamos en primer lugar cómo es el proceso de adquisición de los distintos tipos de discriminaciones.

En su primer experimento, Cumming y Berryman (1961) entrenaron a tres palomas en una tarea de discriminación condicional física simultánea a la muestra empleando tres colores: rojo, verde y azul. La ejecución en igualdad fue pobre las primeras tres o cuatro sesiones porque cada sujeto exhibía un fuerte sesgo a la posición. Sin embargo, entre las sesiones seis y nueve, todos los sujetos alcanzaron un nivel de acierto de al menos el 90%, después de lo cuál mejoraron gradualmente hasta que las ejecuciones se acercaron al 100%.

Por su parte Carter (1971) informó de la aparición de otro tipo de sesgo al inicio del entrenamiento. El acierto en igualdad se mostró sustancialmente por debajo del nivel de azar en la primera sesión. En los primeros ensayos de la sesión 1, las palomas casi siempre picaban la tecla contraria. El motivo, según sugieren Berryman, Cumming Cohen y Johnson (1965), es que una vez que la conducta de discriminación condicional física ha sido aprendida, las respuestas a la muestra están mantenidas por el reforzamiento condicionado que proporciona el encendido de las comparaciones. Sin embargo, antes de que esta cadena esté bien establecida, los sujetos frecuentemente comienzan un ensayo emitiendo varias respuestas al estímulo de la tecla central. Las respuestas a la muestra son efectivamente extinguidas, y esto bien puede disminuir la probabilidad de que una paloma responda otra vez al mismo color cuando aparece como estímulo de comparación.

La extinción de las respuestas al color de la muestra también puede tener un efecto en la adquisición de las discriminaciones condicionales de diferenciación de la muestra (Berryman y cols., 1965). En ese estudio, seis palomas fueron entrenadas en una tarea de diferenciación simultánea de la muestra, empleando estímulos rojos, verdes y azules. Las curvas de adquisición muestran que los sujetos comienzan a niveles bastante por encima de la ejecución por azar, pero su mejoría era lenta. Estas

palomas no mostraron una preferencia por la posición tan fuerte como la de las palomas en igualdad simultánea a la muestra.

Al menos en términos absolutos, los datos de adquisición de la igualdad a la muestra y la diferenciación de la muestra son bastante similares (pero ver Carter y Werner (1978) para un análisis más detallado). Estos resultados han sido confirmados posteriormente por numerosos autores y en diferentes especies. Por ejemplo, Goldman y Shapiro (1979) entrenaron a un total de 10 carpas en igualdad (5) y diferenciación de la muestra (5), encontrando niveles de acierto similares entre sus sujetos, aunque en un rango entre el 75 y el 85% de aciertos después de 70 días de entrenamiento, bastante por debajo de la ejecución de las palomas.

En el terreno de la discriminación condicional física, además de la igualdad a la muestra y la diferenciación de la muestra, también se ha estudiado la semejanza con la muestra, utilizando estímulos con similitudes perceptuales entre sí como muestras y comparaciones (Pisacreta, 1990). También se han utilizado procedimientos que combinan la discriminación simple con la discriminación condicional. Por ejemplo Santi (1978), utilizando líneas con distintos grados de orientación como muestras, consiguió obtener un gradiente de generalización de estímulos al incluir orientaciones novedosas en ensayos de prueba.

Por otro lado, si los estímulos de muestra y comparación sólo se relacionan a través de las contingencias de reforzamiento, hablamos de discriminación condicional arbitraria (por ejemplo, ante una línea vertical presentada como estímulo de muestra, elegir una comparación de color rojo frente a una de color verde). Mientras que en una igualdad o diferenciación de la muestra son las características perceptuales de los estímulos las que determinan las contingencias de reforzamiento, en una

discriminación condicional arbitraria los estímulos se relacionan de un modo más desligado de sus propiedades físicas.

No existen grandes diferencias en la ejecución en tareas de discriminación condicional física y tareas de discriminación condicional arbitraria. Carter y Eckerman (1975) informan de que sus sujetos (palomas) no tuvieron mayor dificultad en adquirir una igualación física que una arbitraria. Estos autores achacan algunas diferencias encontradas (se obtuvieron mejores resultados al discriminar distintos colores que al discriminar líneas) a diferencias en la discriminabilidad de los estímulos más que a la naturaleza de la discriminación en sí. En concreto, sugieren que, aunque la discriminabilidad entre los estímulos de comparación puede ser importante, es la diferencia en discriminabilidad entre los estímulos de muestra la que juega un papel más decisivo (ver punto 1.3.1.9).

#### **1.3.1.2 Demora entre el estímulo de muestra y el de comparación**

En los primeros estudios sobre discriminaciones condicionales, los estímulos de muestra permanecían a la vista de los sujetos durante todo el tiempo que duraba ensayo. Por ejemplo en el experimento de Lashley (1938) la muestra y la comparación se presentaban en una misma cartulina, en la que el fondo hacía como estímulo de muestra y la forma como estímulo de comparación. Esta modalidad de presentación se denomina discriminación condicional simultánea.

Más recientemente, han sido muy comunes los experimentos en los que los estímulos de muestra y de comparación no están presentes nunca de forma simultánea, sino que media un intervalo de tiempo entre la desaparición del estímulo de muestra y la aparición del estímulo de comparación (Carter y Werner, 1978). Esta manipulación da lugar a las discriminaciones condicionales demoradas. Un caso particular dentro de este último grupo es la discriminación condicional de demora cero, donde los

estímulos de comparación son presentados inmediatamente después del apagado del estímulo de muestra.

La introducción de una demora entre la presentación del estímulo de muestra y los estímulos de comparación afecta muy significativamente a todos los índices de ejecución en discriminaciones condicionales tanto físicas como arbitrarias. Aunque existen diferencias entre especies en la duración máxima de la demora que pueden tolerar, en general se puede afirmar que los aumentos en la demora conllevan decrementos en la ejecución (Blough, 1959; Mackay, 1991).

Según afirman Berryman, Cumming y Nevin (1963) y Cumming y Berryman (1965) el simple hecho de eliminar la muestra en el momento en que aparecen las comparaciones (procedimiento de demora cero) aumenta el número de ensayos necesarios para aprender la discriminación con respecto a una discriminación simultánea. Además, en la discriminación de demora cero disminuye también el nivel asintótico de la ejecución de los sujetos. Más tarde, Nelson y Wasserman (1978) realizaron un estudio sistemático de la adquisición de discriminaciones condicionales con distintos periodos de intervalo entre estímulos, en el que demostraron que la retención es una función decreciente de dicho intervalo.

La introducción de demoras entre muestra y comparación ha dado lugar al estudio sistemático de diversos fenómenos relacionados con la memoria a corto plazo (Roitblat, 1980; Wixted, 1989; Mackay, 1991; Grant y Kelly, 2001).

### **1.3.1.3 Duración del intervalo entre ensayos**

Se ha encontrado en distintas especies que un aumento en la duración del intervalo entre ensayos favorece el aprendizaje de la discriminación condicional (p. ej. Herman y

Gordon (1974), (delfines); Jarrard y Moise (1971), (monos); Roberts (1974), (ratas); Maki, Moe, y Bierley (1977); Holt y Shafer (1973), (palomas).

Por ejemplo, Nelson y Wasserman (1978) comprobaron sistemáticamente el efecto de esta variable comparando varios grupos de palomas con intervalos entre ensayos de 5, 25 y 50 segundos. Los mejores índices de discriminación los encontraron en los sujetos con el intervalo entre ensayos de 50 segundos, seguidos de cerca por los de 25 segundos. En la condición 5 segundos la ejecución caía fuertemente. Este efecto no interactuó con la duración del intervalo entre estímulos.

Por otra parte, una vez que la discriminación condicional ha sido adquirida, parece que la duración del intervalo ejerce poco efecto sobre la precisión en esta tarea, excepto cuando el intervalo se elimina por completo (Holt y Shafer, 1973).

Se ha sugerido que la influencia de los intervalos entre estímulos largos se debe a que disminuyen la posibilidad de interferencia proactiva del ensayo anterior (Worsham y D'Amato, 1973). Otras investigaciones señalan que la mejora en la ejecución sería una función de la razón entre la duración del intervalo entre ensayos y la duración del intervalo entre estímulos. Cuanto mayor es el cociente intervalo entre ensayos / intervalo entre estímulos, mejor ejecución (p. ej. Roberts y Kraemer, 1982). Ver Wixted (1989) para una revisión.

#### **1.3.1.4 Ensayos de corrección y Tiempo fuera**

Una importante variable procedimental resulta ser la introducción de ensayos de corrección durante el entrenamiento. En un entrenamiento sin ensayos de corrección, una respuesta errónea a los estímulos de comparación conlleva por un lado la no aparición del reforzador, y por otro el comienzo del siguiente intervalo entre ensayos. Esto puede dar lugar a sesgos muy persistentes en la respuesta, ya que en un

procedimiento estándar de dos alternativas, el sesgo es reforzado en el 50% de las ocasiones.

Una manera de minimizar este efecto es la introducción de un procedimiento de corrección, consistente en no permitir al sujeto pasar al intervalo entre ensayos sin haber emitido una respuesta a la comparación correcta. Esto se consigue presentando la misma situación estimular tras una respuesta errónea hasta que el sujeto cambie su respuesta y elija la comparación correcta.

El procedimiento se puede completar con la introducción de un tiempo fuera (un periodo de tiempo en el que todas las luces de la cámara permanecen apagadas y en el que no hay posibilidad de conseguir el reforzador). Funcionalmente, el tiempo fuera es una forma leve de castigo negativo, que mejora la ejecución de los sujetos (Ferster y Skinner, 1957). Adicionalmente, el tiempo fuera incrementa el intervalo entre el final de un ensayo y el principio del siguiente, con lo que contribuye a eliminar posibles interferencias proactivas, funcionando de manera similar a la introducción de un intervalo entre ensayos más largo (Holt, 1973).

#### **1.3.1.5 Respuestas de observación a la muestra**

Se ha documentado en numerosos estudio que el establecer como requisito una respuesta de observación a la muestra (Wyckoff, 1952) facilita en gran medida el aprendizaje de las discriminaciones condicionales.

Cuando no se emplea la respuesta atencional (a la muestra), la ejecución adecuada se demora el triple que con respuesta de observación (Eckerman, Lanson y Cumming, 1968). Se ha sugerido que este efecto se produce porque la respuesta atencional aumenta la duración de la muestra (Maki y cols., 1977). Además, se ha comprobado también que la adición de requisitos adicionales de razón fija facilita la adquisición de

la igualación a la muestra (Sacks, Kamil y Mack, 1972). Estos autores estudiaron sistemáticamente la adquisición de la discriminación condicional con 1, 10, 20 y 40 respuestas a la muestra, obteniendo una diferencia de más del doble de sesiones para los sujetos en el grupo de una respuesta con respecto a los del grupo de 40 respuestas.

Por otra parte, se ha determinado que cuando la propia conducta es el elemento de muestra a discriminar, el número de respuestas puede facilitar la adquisición del aprendizaje. En un procedimiento de discriminación condicional de la propia conducta con palomas como sujetos (García y Benjumea, 2006b) los animales a los que se les impidió la respuesta de observación a la muestra mediante un RDO (reforzamiento diferencial de otras respuestas) necesitaron entre 1200 y 6000 ensayos para alcanzar el criterio de aprendizaje mientras que en el grupo en el que se pedían cinco respuestas a la muestra se necesitó como promedio unos 500 ensayos para alcanzar el mismo criterio de aprendizaje.

#### **1.3.1.6 Requerimiento de respuestas diferenciales**

Otra importante variable parece ser la posibilidad de que los sujetos realicen respuestas diferentes para cada uno de los estímulos de muestra presentados, bien como requisito del propio entrenamiento (Eckerman, 1970; Cohen, Looney, Brady y Aucella, 1976; Carter y Werner, 1978; Urcuioli y Honig, 1980; García y Benjumea, 2006b; García y Benjumea, 2006a) o bien requiriendo una respuesta de observación (ver punto 1.3.1.5) que permita el surgimiento “espontáneo” (en el sentido de no exigido) de conductas diferenciales (Eckerman, 1970; Sacks y cols., 1972). Por ejemplo, en el experimento de Cohen y cols. (1976) se encontró que el aprendizaje de la discriminación condicional era más rápido cuando se requería un programa diferente para cada muestra (v.g. RF 16 y RDB 3) que cuando a ambas se aplicaba el mismo programa de RF o RDB (Razón Fija y Reforzamiento Diferencial de Tasas Bajas,

respectivamente). Carter y Werner (1978) destacan en su revisión la importancia que tiene la emisión de respuestas diferenciales en el aprendizaje de las discriminaciones condicionales, analizando comparativamente los resultados de experimentos anteriores. Los autores concluyen que el aprendizaje de esta tarea, así como algunos resultados de transferencia a situaciones novedosas (ver 1.4.2.3.2) puede ser explicado por la *hipótesis de la codificación*. Según esta hipótesis, avalada especialmente por los experimentos en los que se introduce una demora entre la muestra y las comparaciones, las respuestas diferenciales servirían a los sujetos para codificar los estímulos de muestra, y de esta manera responder a los estímulos de comparación aún cuando las muestras ya no estén presentes.

Se ha constatado también que estas respuestas pueden aparecer aunque las contingencias del experimento no lo requieran (p. ej. Blough, 1959; Cumming y Berryman, 1965), e incluso aunque se castigue explícitamente la respuesta de observación a la tecla de muestra (García y Benjumea, 2006b).

Otro efecto importante del requerimiento de respuestas a la muestra es que parece influir en el nivel asintótico de la discriminación. Eckerman y cols. (1968) comprobaron que después de la adquisición de una discriminación en la que se requería picar a la muestra, el porcentaje de aciertos bajó entre un 10 y un 25% cuando se eliminó este requisito.

La aparición de respuestas diferenciales a los estímulos de muestra, ya sean requisito de la situación experimental o no, ha demostrado ser una fuente importante de investigación no sólo para esclarecer la forma en que los sujetos resuelven la tarea de discriminación condicional (Carter y Werner, 1978; Urcuioli y Honig, 1980; Urcuioli, Zentall, Jackson-Smith y Steirn, 1989), sino también para explicar la generalización de la actuación a situaciones nuevas (ver punto 1.4.2.3.2).

### **1.3.1.7 Presentación de reforzadores diferenciales**

En diversos estudios se ha constatado que la introducción de reforzadores que difieran en algún aspecto, como cantidad, (Carlson y Wielkiewicz, 1976), calidad, (Meehan, 1999) y otras características (Mackay, 1991), aumenta significativamente los niveles de ejecución de los sujetos siempre que estén específicamente relacionados con cada combinación de estímulos. (P. ej. A1 – B1 → Er1, A2 – B2 → Er2).

Este diseño fue utilizado por primera vez por Trapold (1970) en una discriminación simple. Sus sujetos (ratas), recibían en una tarea operante una recompensa de “pellets” (Er1) ante la presencia de un discriminativo (Ed1) y de sucrosa (Er2) ante otro (Ed2). Los sujetos de este grupo mostraron una mejor actuación que los grupos de control en los que ambos discriminativos señalaban la ocasión de conseguir el mismo reforzador (“pellets” o sucrosa). Trapold, Bull y Overmier (1971) propusieron que esta manipulación proporcionaba a los sujetos claves suplementarias para guiar su discriminación, gracias a las reacciones condicionadas clásicamente a cada discriminativo (Edwards, Jagielo, Zentall y Hogan, 1982).

Por ejemplo, en la serie experimental realizada por Meehan (1999) se obtuvieron evidencias de que el entrenamiento con reforzadores diferenciales producía diferentes respuestas condicionadas clásicamente. En este experimento, se presentó a unas palomas un entrenamiento en igualdad simbólica a la muestra en el que se empleó un reforzamiento diferencial según la clase usando dos tipos distintos de reforzadores de comida que diferían en calidad. Las respuestas de observación ante la muestra (razón fija 5) dejaron ver patrones de respuesta consistentes con la clase: más rápidas para el reforzador preferido, y más lentas para el reforzador menos preferido. Además, el reforzamiento diferencial consistente con la clase promovió la derivación de relaciones de nuevas de control de estímulo (ver punto 1.3.2.2). Según este autor, las

interacciones entre respondientes y operantes son claves en el análisis del posible papel del valor como estímulos de las respuestas diferenciales (ver también los puntos 1.3.1.6 y 1.4.2.3.2).

### **1.3.1.8 Tipo de estímulos utilizados**

Los estímulos que más extensamente se ha utilizado en los trabajos sobre discriminación condicional han sido los visuales, y más particularmente, teclas iluminadas de distintos colores o con líneas en distintas orientaciones (Carter y Werner, 1978; Mackay, 1991). Sin embargo, la variedad de estímulos utilizados con éxito en estudios sobre discriminación condicional con diversas especies ha sido muy extensa.

Además de estímulos visuales fijos se han utilizado también sonidos (p. ej. Hashiya y Kojima, 2001). Las imágenes en movimiento también han servido como estímulos en discriminaciones condicionales (Morimura y Matsuzawa, 2001), así como los objetos tridimensionales comunes (Tomonaga y Fushimi, 2002). También se pueden encontrar estudios en los que los estímulos utilizados son olores (Peña, Pitts y Galizio, 2006), acciones del propio sujeto (p. ej. Beninger, Kendall y Vanderwolf, 1974) o incluso estímulos interoceptivos (Lubinski y Thompson, 1987, 1993).

En los estímulos visuales fijos es donde encontramos una mayor variedad. Podemos encontrar formas geométricas, como las empleadas en los experimentos clásicos de Lashley (1938) o los lexigramas usados en los estudios de aprendizaje del lenguaje en simios (Savage-Rumbaugh y Rumbaugh, 1978). En otros estudios se ha utilizado patrones visuales formados por matrices de puntos luminosos (Young y Wasserman, 1997). También se han utilizado extensamente dibujos representando distintos objetos artificiales y naturales (Wright y cols., 1988) y fotografías (Vonk, 2002).

Los estímulos visuales han sido los más comunes en los experimentos de discriminación condicional con palomas. El sistema visual de estas aves las hace especialmente apropiadas para discriminar este tipo de estímulos, debido probablemente a las intensas presiones selectivas a las que se ha visto sometido para tareas como la navegación, el forrajeo y la elección de pareja sexual (Husband y Shimizu, 2001). Se ha sugerido que las diferencias evolutivas en el desarrollo de los sistemas visuales de aves y mamíferos hacían que las palomas no tuvieran las mismas capacidades en cuanto a percepción visual que, por ejemplo, los humanos (p. ej. Cerella, 1977). Según algunos experimentos de este autor, las palomas serían incapaces de reconocer las características globales de los estímulos visuales complejos, y se guiarían por características simples en lugar de por la totalidad de la imagen (Cerella, 1986). Sin embargo, existen también evidencias de que la imagen global también puede desempeñar un papel en el control de estímulo (ver Kirkpatrick, 2001 para una revisión). Por ejemplo, Watanabe (2001), utilizando un procedimiento de discriminación simple, mostró que las palomas se guían por múltiples características para discriminar entre estímulos complejos (pinturas de Van Gogh y Chagall, y que además utilizan mecanismos similares a los humanos enfrentados a la misma tarea.

Siguiendo con los estímulos visuales, también se ha determinado que ciertas características de las imágenes son más efectivas que otras en el entrenamiento en discriminación condicional en palomas. Whyte y Boren (1976) encontraron que la precisión de sus sujetos era mayor cuando los estímulos de muestra utilizados eran colores que cuando eran figuras geométricas.

#### **1.3.1.9 Discriminabilidad de los estímulos de muestra y comparación**

Intuitivamente, la discriminabilidad entre estímulos hace referencia a lo fácil o difícil que resulta distinguir uno de otro. La discriminabilidad de los estímulos ha recibido

mucha atención en la literatura sobre aprendizaje animal desde sus inicios (Lashley y Wade, 1946; Guttman y Kalish, 1956). En la extensa bibliografía sobre la discriminabilidad de los estímulos, se encuentra de forma sistemática que cuanto mayores son las diferencias en las características físicas de los estímulos, más sencilla es la tarea de discriminarlos (White, Pipe y McLean, 1985).

En los experimentos controlados donde se utilizan estímulos simples, como por ejemplo colores, parece sensato suponer que las variaciones en una única dimensión del estímulo (longitud de onda) nos dan una medida externa de la discriminabilidad de éstos. Sin embargo, incluso en este caso, que es el más simple posible, la estructura del sistema perceptivo de los sujetos puede marcar diferencias en la discriminación de los estímulos (Hamilton y Coleman, 1933; Guttman y Kalish, 1956; Guttman, 1963; Wright y Cumming, 1971; Wright, 1974, 1978).

Aún en este tipo de situaciones, referirnos exclusivamente a las características físicas del estímulo no nos garantiza una medida fiable de la discriminabilidad (ver Honig y Urcuioli, 1981, para una revisión). Al margen de las consideraciones puramente psicofísicas implicadas en la percepción de los estímulos, existen toda una serie de influencias ambientales en la discriminabilidad. Por ejemplo, factores inherentes a las situaciones experimentales como la simple exposición a los estímulos influyen tanto en la discriminabilidad como en la asociabilidad de éstos y en la respuesta de observación que producen. Todos estos efectos se mezclan de forma difícilmente distinguible en la mayoría de las situaciones (De Brugada y González, 2003). Por otra parte, una de las variables más influyentes en la discriminabilidad de los estímulos es el efecto del reforzamiento diferencial (Lashley y Wade, 1946). Por supuesto, cuando en lugar de utilizar estímulos simples se utilizan estímulos complejos (como en el presente estudio), la determinación *a priori* de la discriminabilidad de manera independiente de la conducta del sujeto se hace prácticamente imposible.

El estudio de la discriminabilidad del estímulo como una *relación* entre el ambiente y la conducta del sujeto es, por otra parte, una consecuencia lógica de la aproximación funcional del Análisis del Comportamiento. La propia noción de *estímulo* en el AEC es relacional, como podemos encontrar en esta definición clásica de control de estímulo:

*“El control de estímulo se refiere al grado en que el valor de un estímulo antecedente determina la probabilidad de ocurrencia de una respuesta condicionada. Se mide como un cambio en la probabilidad de respuesta que resulta de un cambio en el valor del estímulo. Cuanto mayor sea el grado de cambio en la probabilidad de respuesta, mayor será el grado de control del estímulo respecto al continuo estudiado”.* Terrace, 1966, p 271. Cit. en Honig y Urcuioli (1981, p. 408).

De hecho, podemos distinguir entre el “estímulo físico”, aquel que identificamos según unas determinadas magnitudes mensurables, y el “estímulo funcional”, que incorpora la influencia de las condiciones del sujeto, incluida su historia de reforzamiento y sus capacidades sensoriales (Guttman, 1963). Las características físicas de los estímulos que afectan a su discriminabilidad pueden ser separadas experimentalmente del resto de variables que influye en su discriminabilidad global mediante un adecuado control de variables (p. ej. Carter y Eckerman, 1975). A efectos de la exposición en el presente trabajo, y en la línea de Guttman (1963), distinguiremos entre la “discriminabilidad nominal” de los estímulos, entendida como factores puramente perceptivos de los estímulos de la “discriminabilidad global” como parámetro medido *a posteriori*.

En un área de la Psicología diferente del Análisis del Comportamiento, la Teoría de Detección de Señales (Tanner y Swets, 1954; Green y Swets, 1966), encontramos una

aproximación similar a este problema, al menos en el terreno empírico. En este paradigma experimental se propone un modelo cuantitativo de estimación de la discriminabilidad de los estímulos (o más precisamente, de la discriminación entre el “ruido” y la “señal + ruido”) a partir precisamente de la actuación del sujeto.

Respuesta \ Estímulo	Señal + ruido	Ruido
Si	Acierto	Falsa alarma
No	Omisión	Rechazo correcto

**Tabla 6: Matriz de decisión estándar. Teoría de detección de señales.**

El índice de discriminabilidad  $d'$  se determina a partir de la distribución de las distintas respuestas en la matriz de decisión a lo largo de los ensayos. La tasa de aciertos se calcula según la proporción aciertos / (aciertos + omisiones); la tasa de falsas alarmas se calcula a partir de la proporción falsas alarmas / (falsas alarmas + rechazos correctos).

El parámetro  $d'$ , que estima la discriminabilidad de la señal respecto al ruido, se obtiene al restar los aciertos (A) de las falsas alarmas (FA) en puntuaciones estandarizadas:

$$d' = z(\text{FA}) - z(\text{A})$$

Con todos los demás factores constantes, un  $d'$  cercano a cero, indica baja discriminabilidad, mientras que un valor alto indica una discriminación fácil.

En el ámbito de las discriminaciones condicionales, Nevin y sus colaboradores (p. ej. Davison y Nevin, 1999; Nevin, Davison y Shahan, 2005; Nevin, Davison, Odum y

Shahan, 2007) han incorporado este índice a su modelo de la discriminación condicional, adaptando la lógica de la Teoría de la Detección de Señales al control de estímulo en situaciones operantes (Nevin y Davison, 1991), e integrándolo en los desarrollos matemáticos de la ley generalizada del efecto (Baum, 1974).

Su propuesta se basa en considerar que, a lo largo de los ensayos, el control de estímulo ejercido por la discriminación condicional funciona como un sesgo sistemático que afecta diferencialmente al parámetro  $c$  de la ley de igualación generalizada ante la presencia de un estímulo de muestra u otro. Esta influencia se estima precisamente a través de una adaptación del cálculo del parámetro  $d'$ .

Además de las características físicas, otros parámetros del entrenamiento afectan también a la discriminabilidad de los estímulos entendida de esta manera. Por ejemplo, el aumento del tiempo de exposición o de la frecuencia de presentación a las muestras aumenta su discriminabilidad (Hunt, Parr y Smith, 1999), mientras que la introducción de una demora entre la presentación de muestras y comparaciones la disminuye (Nevin y cols., 2007).

También es importante destacar que en las tareas de discriminación condicional, la discriminabilidad de los estímulos de muestra parece tener un efecto más pronunciado sobre la actuación de los sujetos que la discriminabilidad de los estímulos de comparación (Carter y Eckerman, 1975; Zentall, Urcuioli, Jagielo y Jackson-Smith, 1989). Por ejemplo, Carter y Eckerman (1975) entrenaron a cuatro grupos de cuatro palomas, cada uno en distintas tareas de discriminación condicional. Realizaron un diseño factorial  $2 \times 2$  utilizando colores (con mayor discriminabilidad) y líneas (con menor discriminabilidad) como muestras y comparaciones. Abreviaremos los cuatro grupos como CC, CL, LC, LL. Los dos grupos que tenían colores como muestras (CC y CL) tardaron alrededor de 45 sesiones en llegar al criterio, independientemente de si

las comparaciones eran colores o líneas. Sin embargo, en los grupos de palomas que tenían líneas como muestras, tres sujetos del grupo LC y dos del grupo LL no consiguieron llegar al criterio después de más de 100 sesiones. En promedio, las discriminaciones condicionales con líneas como muestras tomaban 4,5 veces más sesiones que las discriminaciones con colores como muestras. Esta razón se mantuvo asimismo en el caso de las discriminaciones simples sucesivas de los mismos estímulos que realizó otro grupo de sujetos. Por otra parte, la discriminabilidad de las comparaciones tuvo un efecto mucho menor, con una razón cercana a 2,5 que también se replicó en los grupos de discriminación simple simultánea.

Dado que la discriminación condicional implica la discriminación sucesiva entre muestras y la discriminación simultánea entre comparaciones, los autores concluyen que la discriminabilidad de las muestras ejerce un efecto mucho más acusado en la velocidad de aprendizaje que la discriminabilidad entre comparaciones.

Por último, cabe destacar que la discriminabilidad entendida globalmente se refiere no solamente a la velocidad de aprendizaje, sino también al nivel asintótico de discriminación, al englobar parámetros que aún por separado producen ese efecto.

#### **1.3.1.10 Número de estímulos de muestra y comparación**

Aumentar el número de estímulos de muestra y comparación en un procedimiento de discriminación condicional aumenta proporcionalmente el número de ensayos requeridos para el aprendizaje. Carter y Werner (1978) analizaron la velocidad de adquisición de una igualación y diferenciación de la muestra en estudios anteriores, comparando los resultados de aprendizaje de igualación de dos (Zentall y Hogan, 1974) y tres colores (Cumming y Berryman, 1961). Los autores concluyen que el número de sesiones requeridas es una función del número de combinaciones

estimulares que deben aprender los sujetos (ver “aprendizaje de reglas múltiples” en el punto 1.3.2).

Estudios posteriores han confirmado este resultado manipulando específicamente el número de muestras y comparaciones presentadas a los distintos grupos de sujetos. Por ejemplo, Zentall, Jagielo, Jackson-Smith y Urcuioli (1987) realizaron un experimento con cuatro grupos de palomas con dos o cuatro estímulos de muestra y comparación, encontrando que los sujetos tardaban más ensayos en alcanzar el criterio cuantos más estímulos había implicados en la tarea. También pudieron comprobar cómo el aumento en el número de comparaciones (pero no de muestras) empeoraba la ejecución al aumentar la demora entre muestras y comparaciones.

Por otra parte, parece que el hecho de incluir más de dos estímulos no altera la discriminabilidad de cada par de estímulos, al menos cuando se trata de estímulos simples como distintas intensidades de un color (Godfrey y Davison, 1999).

#### **1.3.1.11 Otras variables**

Diversas características del entrenamiento o de la propia situación experimental han demostrado también influir en la adquisición de la discriminación condicional en palomas.

En primer lugar, podemos destacar el marcado efecto de la disposición del espacio en la cámara experimental. Wright y Delius (1994) encontraron una importante aceleración del aprendizaje en discriminación condicional cuando los estímulos y reforzadores se presentaron en el suelo de la cámara experimental en lugar de en un panel vertical como suele ser habitual. Al disponer un entorno más cercano al comportamiento habitual de estas aves, que usualmente obtienen la comida

escarbando y picando en el suelo, estos autores afirman encontrar diferencias en la velocidad de adquisición de hasta dos magnitudes.

Por otra parte, las condiciones que rodean a una situación experimental prolongada, como la que se detalla en este trabajo, pueden también ser relevantes para el desempeño en la tarea de aprendizaje. Por ejemplo, el peso *ad libitum* de las palomas estabuladas varía coincidiendo con las estaciones (aumentando en invierno y disminuyendo en verano), lo que puede marcar diferencias significativas en su ejecución en tareas que implican privación de comida. En efecto, Sargisson, McLean, Brown y White (2007) encontraron que, manteniendo a los sujetos a un nivel constante de privación del 85% sobre un peso de referencia, su actuación en una igualación demorada a la muestra era más precisa en los meses de invierno (cuando el peso tiende a aumentar, y por lo tanto la privación relativa es mayor) que en los meses de verano (cuando el peso en alimentación libre, y por tanto la privación relativa, es menor).

### **1.3.2 Algunas variables que influyen en la generalización y derivación de nuevas conductas en la discriminación condicional**

La complejidad de la tarea de discriminación condicional estudiada en animales relativamente simples como las palomas ha hecho que los investigadores se planteen hasta qué punto la conducta de estos sujetos se basa en una serie de reglas sencillas o si por el contrario es conceptual, y por tanto parecida a la humana en situaciones similares.

Como se ha mencionado anteriormente, los fenómenos complejos de control de estímulo como la discriminación condicional han dado pie al estudio de un gran número de fenómenos capaces de generar comportamiento derivado o "creativo". En concreto, los estudios sobre discriminaciones condicionales e igualación a la muestra se han vinculado a la línea más amplia del estudio de los orígenes del comportamiento conceptual y la formación de clases de estímulos. Sin embargo, atendiendo únicamente a la ejecución de los sujetos en una tarea compleja no se puede determinar si su conducta es conceptual o no, sino que es necesario establecer determinadas pruebas para comprobar si el comportamiento de los animales en estas situaciones experimentales es controlado por los meros estímulos (conducta efectiva pero repetitiva) o por reglas más generales, constituyendo un caso de conductas inteligentes, en el sentido de variadas y creativas (ver punto 1.2.3).

Continuando con los planteamientos establecidos en ese punto, los estudios encaminados a descubrir la posible existencia de comportamiento conceptual de algún tipo se han basado, en líneas generales, en el diseño de un procedimiento potencialmente generador de conducta conceptual acompañado de una prueba. Las

pruebas consisten en la exposición a una situación novedosa, bien a través de la presentación de nuevas situaciones estimulares (ensayos de prueba), o bien a través de la exposición a una nueva tarea de aprendizaje (prueba de transferencia). De esta forma se comprueba la derivación de nuevos comportamientos variados y efectivos siguiendo el esquema ya mencionado: Conducta derivada = H<sup>a</sup> de reforzamiento + Situación novedosa.

En el ámbito de las discriminaciones condicionales, Carter y Werner (1978), tras una extensa revisión de la literatura existente, presentaron tres posibles modelos de cómo las palomas pueden resolver las tareas de igualdad a la muestra y discriminación condicional. Estos modelos tienen sus bases en el trabajo clásico de Lashley (1938), y se refieren a comportamientos progresivamente más desligados de los estímulos físicos y más cercanos a un comportamiento que podríamos calificar como *inteligente* según nuestro esquema: el modelo configuracional, el modelo de regla múltiple y el modelo de regla única. Estos investigadores analizaron diversos experimentos de discriminación condicional para intentar determinar qué tipo de regla utilizaban los sujetos en cada caso. Pero ver también Schrier y Thompson (1980).

*El modelo configuracional.* En el experimento pionero de Lashley (1938) la naturaleza física de los estímulos es compleja, pero el modelo más simple sostiene que todos los aspectos de la situación estimular o configuración que puedan ser detectados por el sujeto vienen a ejercer algún control sobre la respuesta discriminativa. Las cuatro tarjetas que Lashley empleó como estímulos forman una configuración estimular única, y para cada una de esas cuatro configuraciones puede estar condicionada una respuesta específica. Según argumentan Carter y Werner (1978), aunque el experimentador define sólo dos respuestas (elegir el triángulo hacia arriba o elegir el triángulo hacia abajo), está implícito que cada respuesta puede ser aprendida por separado para las dos configuraciones. Otros teóricos como Gulliksen y Wolfle

(1938a, 1938b) y Spence (1952) encontraron útil el modelo configuracional en el análisis del aprendizaje discriminativo. Sin embargo, Lashley rechazó el modelo configuracional después de encontrar algunos casos de transferencia positiva a nuevas tarjetas que contenían variaciones de la figura, del fondo o de ambos (Carter y Werner, 1978).

*El modelo de reglas múltiples.* Este modelo se puede describir como un conjunto de reglas “si..., entonces...” (Carter y Werner, 1978; Katz, Bodily y Wright, 2008). Carter y Werner (1978) se apresuran a declarar que no se debe inferir que el término “regla” sea considerado una variable teórica. Para ellos, es simplemente una descripción verbal del experimentador acerca de la relación empíricamente demostrable entre la presentación de una muestra y la selección de un estímulo discriminativo en particular. Por ejemplo, en el contexto del citado estudio de Lashley, las reglas desde el punto de vista del experimentador son: (1) “si el fondo es negro, entonces escoge el triángulo hacia arriba” y (2) “si el fondo es listado, entonces elige el triángulo invertido”. Las características del fondo que realmente son críticas para el control de la selección de los triángulos deben ser identificadas empíricamente. El modelo de reglas múltiples no implica que la respuesta pueda transferirse a nuevas situaciones. Por otra parte, los autores distinguen dos variantes: reglas que especifican qué elección es la correcta y reglas que especifican la elección errónea.

*El modelo de regla única.* Siguiendo con los procedimientos descritos más arriba, Lashley continuó el entrenamiento con cierto número de tarjetas con estímulos nuevos, en las que variaban a la vez la figura y el fondo. Intentaba establecer una “reacción generalizada”, de tal modo que la conducta de las ratas pudiera ser descrita con una sola regla: “cualquier estímulo que sea correcto en presencia del estímulo A es incorrecto en presencia del estímulo B”. Sin embargo, las ratas fallaron en esta tarea.

El aspecto más importante del modelo de regla única es que especifica que el sujeto seguirá respondiendo correctamente en una nueva situación en tanto cada nuevo problema de discriminación se ajuste a las especificaciones de la regla (conducta novedosa y adaptada). Las actuaciones en igualación y diferenciación se deberían considerar como casos de conductas gobernadas por una única regla, dado que se puede demostrar empíricamente que el sujeto continúa igualando, o eligiendo el estímulo contrario de acuerdo con su entrenamiento previo, incluso aunque el estímulo usado sea presentado por primera vez.

Según Carter y Werner (1978), la descripción que mejor caracteriza el aprendizaje de las discriminaciones condicionales en palomas es la estrategia de múltiples reglas discriminativas (ver también Santi, 1978). Sin embargo, como adelantamos en el punto 1.2.3.4.2 y siguientes, algunos estudios posteriores a la revisión de estos autores han confirmado la existencia de aprendizaje de regla única (conceptual) en un número creciente de experimentos con animales no humanos. Basándonos en la evidencia disponible que encontramos en la literatura de las discriminaciones condicionales, podemos destacar cuatro variables que, aisladas o en conjunto, aparecen en los estudios que encuentran la derivación de comportamientos novedosos y adaptados en diversas especies de animales.

#### **1.3.2.1 Número de estímulos durante el entrenamiento**

Muchos de los fenómenos de conducta inteligente que hemos analizado al comienzo de este trabajo se basan de manera muy directa en el entrenamiento de un grupo de estímulos más o menos numeroso que comparte una propiedad común. Esta propiedad puede ser una misma característica física, como en la generalización de estímulos; un parecido físico, como en las clases polimórficas naturales; una única dimensión del estímulo, como en la abstracción; unas mismas consecuencias, como

en las clases funcionales, etc. En muchos de estos casos, el número de estímulos que comparten esa propiedad, y con los que el sujeto tiene experiencia durante el entrenamiento, resulta ser una variable crucial a la hora de predecir una posible transferencia a situaciones novedosas.

Las contingencias de cuarto términos no parecen ser una excepción a este respecto. Algunos de los resultados positivos que se han encontrado en no humanos en estos comportamientos derivados han tenido en común un entrenamiento en el que los sujetos experimentaban un gran número de estímulos diferentes compartiendo las mismas relaciones.

El caso más claro a este respecto es el de la reflexividad o igualdad. Como ya se ha mencionado, en un experimento prototípico de igualación a la muestra, la relación de igualdad (o reflexividad) se demuestra cuando un sujeto, tras ser entrenado a elegir como comparación un estímulo perceptivamente idéntico a la muestra (ej. A1 – A1), elige estímulos idénticos pero novedosos en una fase de prueba (ej. A2 – A2). Por ejemplo, Zentall y Hogan (1976a) consiguieron demostrar este efecto al conseguir que sus sujetos entrenados en igualación (y diferenciación) a la muestra aprendiesen más rápidamente una nueva tarea de igualación (diferenciación) con nuevos estímulos. Sin embargo, las controversias acerca de si la conducta de los sujetos era genuinamente conceptual o bien basada en reglas más sencillas y concretas han sido constantes, y los esfuerzos de muchos experimentadores se han dirigido a depurar los procedimientos experimentales para descartar de forma inequívoca que el comportamiento de los sujetos estaba guiado por la relación entre los estímulos y no por principios más simples como el aprendizaje de reglas específicas, la generalización, o la entropía visual de las configuraciones estímulares (Carter y Werner, 1978; Premack, 1983; Young, Wasserman y Garner, 1997).

Wright y Katz (2007) han realizado recientemente un meta-análisis sobre la literatura existente sobre el aprendizaje de la relación igualdad / diferencia en distintas especies no humanas (macacos, monos cebús y palomas), concluyendo que existe una contundente evidencia de estudios correctamente controlados en los que se demuestra que el comportamiento de los sujetos es conceptual.

El experimento de Wright y cols. (1988) ya aporta evidencias en este sentido. Estos autores encontraron reflexividad en ensayos de prueba con estímulos novedosos presentados por primera vez después de entrenar a un grupo de palomas en una igualdad a la muestra con 152 estímulos, pero no después de un entrenamiento con solo dos ejemplares. Estos resultados confirman que el número de ejemplares es una importante variable a tener en cuenta en el entrenamiento. En el caso de la diferenciación de la muestra, este efecto ha sido obtenido también con un número menor de ejemplares pero utilizando hasta cinco estímulos de comparación (Pisacreta, 1996). También utilizando numerosos estímulos olfativos con ratas como sujetos se han obtenido resultados positivos en igualdad generalizada (Peña y cols., 2006).

Según afirman Wright, Cook y sus colaboradores en los estudios ya mencionados, una de las posibles razones que explican este efecto es que con un número pequeño de ejemplares, el uso de una estrategia configuracional o de regla múltiple, como apuntan Carter y Werner (1978) puede ser suficiente para desempeñar la tarea con éxito. Sin embargo, al ampliar el número de estímulos, la estrategia memorística se vuelve más difícil, a la vez que la estrategia conceptual ahorraría esfuerzo y tiempo al aprendizaje.

Otros estudios han encontrado resultados similares investigando la relación de igualdad / diferencia a través de discriminaciones simples. Por ejemplo, Blaisdell y Cook (2005) entrenaron a sus palomas en una discriminación simultánea en la que una pareja de estímulos iguales era el E+ y otra de estímulos diferentes era el E-. Los

estímulos básicos eran solamente seis pares iguales y 30 pares diferentes, aunque las distintas configuraciones de ensayos, dimensiones (forma – color) y tamaños hacían que se llegase a un conjunto potencial de casi 13.000 situaciones estimulares diferentes. Estos investigadores achacan el éxito de sus sujetos en las pruebas de transferencia con estímulos novedosos al elevado número de ejemplares que habían sido entrenados a discriminar. Como contrapunto, los autores citan diversos trabajos similares, pero con resultados negativos, en los que solo se utilizan un puñado de ejemplares.

Por otra parte, la igualación simbólica a la muestra con múltiples ejemplares también ha demostrado producir igualación generalizada entre distintas categorías de estímulos similares. Por ejemplo, Pisacreta (1990) entrenó a varias palomas a igualar hasta 27 estímulos divididos en categorías perceptivamente similares, que podrían conformar lo que denominamos clases polimórficas naturales (Herrnstein y cols., 1976). Utilizando un procedimiento con hasta cinco comparaciones simultáneamente, encontró evidencias de transferencia positiva a estímulos nuevos de las mismas clases.

Otros experimentos encuadrados en la búsqueda de clases de equivalencia en sujetos no humanos han revelado también una importante influencia del número de ejemplares entrenados en la derivación de equivalencia o alguna de sus propiedades. Quizás el estudio más ilustrativo a este respecto es el efectuado por Schusterman y Kastak (1993), en el que encuentran la derivación de reflexividad, simetría y transitividad en un león marino tras entrenar un total de 30 discriminaciones condicionales. La simetría y la equivalencia se encontraron después de entrenar explícitamente estas relaciones en 6 y 12 discriminaciones condicionales respectivamente. Yamazaki (2002, cit. en Yamazaki, 2004) trató de replicar parcialmente este experimento con palomas, entrenando explícitamente la relación de

equivalencia y realizando además varias inversiones de la relación A – B (simétrica), con los mismos estímulos, pero con resultados negativos. El experimento de Schusterman y Kastak (1993) ha levantado expectativas y recibido críticas por igual. Aunque sus resultados apuntan (aunque no de manera concluyente) a que el número de ejemplares puede ser una variable influyente (Hayes y cols., 2001), su procedimiento no ha podido ser replicado en otras especies animales, por lo que, a pesar de su innegable interés, su contribución al análisis experimental del origen de las clases de equivalencia y sus propiedades es limitado.

A diferencia de la reflexividad, en el caso de la simetría no se ha conseguido encontrar una evidencia inequívoca de la influencia del número de ejemplares en estudios con animales no humanos, si exceptuamos los citados experimentos con leones marinos. Yamamoto y Asano (1995) realizaron una prueba de equivalencia en un chimpancé que recibió un extenso entrenamiento con “lenguajes” artificiales, usando colores, lexigramas y caracteres chinos. Los autores encontraron evidencias de transitividad, aunque las pruebas de de equivalencia se mantuvieron a los niveles esperados por azar. Lo relevante para nuestro caso es que en un primer momento, el sujeto después de ser entrenado en la igualdad AB, y entonces probado en BA, no mostró simetría. Sólo después de entrenar directamente seis relaciones BA, se encontró la relación BA generalizada sin entrenamiento adicional.

Sin embargo, este resultado no ha podido ser replicado. Dugdale y Lowe (2000) encontraron resultados negativos cuando realizaron un estudio sistemático de entrenamiento en ejemplares y pruebas estándar de simetría con tres chimpancés (Austin, Sherman y Lana). Sus resultados son especialmente relevantes dado que los simios contaban con una amplia historia de reforzamiento preexperimental de alrededor de diez años en el uso de lexigramas para identificar (tacto) y solicitar (mando) diversos objetos; un entrenamiento que, al menos en principio, parecía

proporcionar el entrenamiento bidireccional suficiente para que los sujetos superasen la prueba. Sin embargo, los tres chimpancés habían recibido un entrenamiento diferente al que se realiza en los procedimientos estándar de discriminación condicional, que entre otras cosas implicaba el uso de los estímulos de muestra como reforzadores, y consiguientemente, el uso de reforzadores diferenciales (para más detalles, ver Savage-Rumbaugh, 1986; Dugdale y Lowe, 2000). Por este motivo, los autores decidieron realizar una prueba estándar que implicaba el entrenamiento en una discriminación de dos muestras y dos comparaciones. Como Dugdale y Lowe mencionan, es posible que este cambio en las condiciones experimentales sea el responsable del fallo en las pruebas de simetría, aunque admiten que su resultado no es concluyente.

En el caso de la transitividad, la presencia de un importante número de ejemplares no parece ser una condición necesaria para su aparición, ya que en diversos estudios aparece en ausencia de un entrenamiento intensivo de este tipo (D'Amato y cols., 1985; Yamamoto y Asano, 1995; Meehan, 1999). Sin embargo, una mayor experiencia en otras discriminaciones condicionales relacionadas parece facilitarla (Schusterman y Kastak, 1993). Por ejemplo, D'Amato, Salmon, Loukas y Tomie (1985) y Lipkens y cols. (1988) no encontraron transitividad en sus experimentos con palomas, pero Kuno y cols. (1994) la encontraron en un estudio que incluía más sesiones de entrenamiento (Yamazaki, 2004); asimismo, en el estudio de Yamamoto y Asano (1995), los resultados en transitividad parecieron mejorar después del entrenamiento explícito de la simetría.

### **1.3.2.2 Realización de respuestas diferenciales a la muestra**

Varios estudios con animales no humanos en los que se ha conseguido demostrar con éxito algunas de las propiedades de la equivalencia mencionados anteriormente tienen como característica común el entrenamiento de respuestas diferentes para cada

estímulo de muestra. No obstante, el uso de las respuestas diferenciales en la derivación de comportamiento novedoso suele resultar polémico. El motivo es que en ocasiones resulta difícil distinguir entre un comportamiento derivado o inteligente, tal como lo definimos en el punto 1.2.3, de un comportamiento guiado por el mero entrenamiento de respuestas comunes, lo que se denomina “generalización secundaria” (Hull, 1939) o “equivalencia adquirida” de respuestas (Dollard y Miller, 1950). Ver Urcuioli (2006) para una revisión. Volveremos a estos conceptos en los puntos 1.4.1.2.6.2 y 1.4.2.3.2.

Uno de los estudios representativos de la “equivalencia adquirida” es el de Urcuioli y Honig (1980, experimento 3), en el que cada pareja muestra – comparación iba asociada con una respuesta particular (A1 – R1 – B1; A2 – R2 – B2). En una segunda fase se entrenó la relación A3 – R1 y A4 – R2. En la prueba, que consistía en una discriminación condicional nueva, los sujetos igualaron consistentemente A3(R1) con B1 y A4(R2) con B2. Según los autores (ver Urcuioli, 1996), A1 y A3 (y A2 y A4) se habían hecho funcionalmente equivalentes durante el entrenamiento al controlar la misma respuesta (R1 o R2). Esta respuesta común habría sido responsable de que los estímulos no entrenados A3 y A4 controlasen ahora una nueva respuesta (la elección de la muestra adecuada). ¿Pero eran realmente A3 y A4 quienes controlaban la elección de la muestra o era la respuesta diferencial? Cuando los autores retiraron la posibilidad de realizar respuestas diferenciales ante los estímulos de muestra, la actuación de los sujetos se vio negativamente afectada, aunque no cayó a niveles de azar. Los resultados de este y otros estudios son coherentes con la *hipótesis de la codificación* que destacan Carter y Werner (1978) en su revisión sobre la adquisición de la discriminación condicional (ver punto 1.3.2), y resaltan que era la conducta diferencial ya entrenada (y no el estímulo externo exclusivamente) lo que guiaba el comportamiento de los sujetos.

Varios estudios en los que se han demostrado algunas de las relaciones de la equivalencia también han utilizado un entrenamiento en respuestas diferenciales. En el estudio realizado por McIntire y cols. (1987) se entrenó a dos chimpancés para emitir dos respuestas diferentes ante los estímulos de muestra presentados: coger y soltar el estímulo 5 veces o bien sujetarlo durante 8 segundos. Los sujetos actuaron correctamente en las pruebas de reflexividad, simetría y transitividad. Por otra parte Meehan (1999) informa de la obtención de resultados positivos en las pruebas de reflexividad y transitividad, y de forma menos contundente, indicios de simetría. Sus sujetos (palomas) fueron entrenadas en las discriminaciones condicionales con reforzadores diferenciales que diferían en calidad. Este hecho hizo que las palomas desarrollasen distintas respuestas de picoteo a cada una de las muestras: más rápidas para la muestra relacionada con el reforzador preferido, y más lentas para la muestra relacionada con el estímulo menos preferido.

Los experimentos presentan aún otro punto en común: las dificultades para afirmar que las relaciones demostradas sean derivadas. En efecto, como los autores de ambos trabajos puntualizaron, estos procedimientos implican el entrenamiento muestra – respuesta y también respuesta – comparación, con lo que las conductas mostradas en las pruebas habrían sido ya entrenadas.

Sin embargo, otros experimentos que empleaban respuestas diferenciales aparentemente han conseguido encontrar relaciones no entrenadas explícitamente. Manabe y cols. (1995) desarrollaron un procedimiento (Experimento 1) para entrenar a varios periquitos en respuestas diferenciales (distintos tipos de vocalizaciones) ante estímulos externos (los colores rojo y verde). Funcionalmente, esta conducta equivale a “nombrar” o “etiquetar” los estímulos. Después de este aprendizaje, encontraron que al entrenar en una discriminación condicional forma – (vocalización sin especificar) – color (Experimento 2), los “nombres” adquiridos para los colores (comparaciones) se

transferían sin entrenamiento explícito a las muestras (formas) aunque no en todos los sujetos. En el Experimento 3, donde se entrenó a los periquitos en una discriminación condicional color – forma, los animales acabaron por responder con la vocalización adecuada a las nuevas formas utilizadas como comparaciones. Aunque los autores no dan la cuestión por zanjada, proponen que los sujetos han demostrado una relación transitiva forma – (color) – vocalización. Estos experimentos fueron parcialmente replicados por seis de doce palomas en un experimento de Urcuioli y cols. (2002).

Sidman (1994, 2000) propuso que las respuestas habrían pasado a formar parte de la clase de equivalencia. Sin embargo, Saunders y Williams (1998) destacaron que, dadas las condiciones del experimento de Manabe y sus colaboradores, el reforzamiento accidental de las vocalizaciones ante las muestras podría explicar el resultado. Además, Urcuioli, Lionello-DeNolf, Michalek y Vasconcelos (2006) han señalado que la estructura del entrenamiento empleada por Manabe y cols. (1995) es semejante a la de los experimentos sobre equivalencia adquirida, y que por tanto sus resultados pueden deberse a este efecto.

La influencia de las respuestas diferenciales se han estudiado sistemáticamente en el contexto de los experimentos sobre equivalencia adquirida entre las muestras (p. ej. Urcuioli y cols., 1989; Urcuioli y DeMarse, 1994; Urcuioli, 1996, 2006; Urcuioli y Vasconcelos, 2008b). La equivalencia adquirida de las muestras se ha documentado en algunos experimentos de entrenamiento de “muchos a uno”, en los que varias muestras (p.ej. A1 y B1) se asocian a una única comparación (C1). El procedimiento de muchos a uno y otras estructuras utilizadas en experimentos de derivación de clases de equivalencia se revisarán en el punto 1.4.2.1). Por ejemplo, utilizando como reforzadores diferenciales dos tipos de comida, Edwards y cols. (1982) encontraron evidencias de equivalencia adquirida en palomas, ya que en las pruebas los sujetos realizaron respuestas consistentes con la clase cuando una de las anteriores muestras

(p.ej. B1) se presentó como comparación. Según los autores, las “expectativas” de los distintos resultados podrían estar mediando la elección de los sujetos en las pruebas.

En este contexto se planteó que las “expectativas” podían ser consideradas como respuestas diferenciales (ver punto 1.4.2.3.2 para una discusión más detallada). Urcuioli y cols. (2006) realizaron tres experimentos con entrenamiento tipo “muchos a uno” en los que no encontraron evidencia de que las respuestas diferenciales a las muestras facilitasen la equivalencia adquirida. Dos años después, Urcuioli y Vasconcelos (2008b) realizaron dos experimentos más en los que encontraron nueva evidencia que sostenía que los resultados positivos de las pruebas eran explicados por la equivalencia adquirida y el reforzamiento accidental. Dos experimentos más realizados por los mismos autores el mismo año (Urcuioli y Vasconcelos, 2008a) vinieron a confirmar que la transferencia de la igualación simbólica a la muestra tras un entrenamiento tipo “muchos a uno” dependía de los requerimientos de respuesta a las muestras de un modo similar al del mencionado estudio de Urcuioli y Honig (1980). Sin embargo, la realización de respuestas diferenciales no parece ser una condición suficiente para transferencia de las discriminaciones condicionales a nuevos estímulos (Frank y Wasserman, 2005b).

En conjunto, muchos de los experimentos en los que se encuentra evidencia de transitividad en animales no humanos (Kendall, 1983; McIntire y cols., 1987; Steirn, Jackson-Smith y Zentall, 1991; Manabe y cols., 1995; Meehan, 1999; Urcuioli y cols., 2002) tienen en común la presencia, contrastada o previsible, de respuestas diferenciales a los estímulos externos. Por este motivo, debemos ser cautelosos a la hora de interpretar los resultados (Yamazaki, 2004), ya que las respuestas mediadoras son en muchas ocasiones difíciles de descartar, y se ha demostrado que pueden ejercer parte del control de estímulo en las discriminaciones condicionales y competir

con los estímulos exteroceptivos (Urcuioli y Honig, 1980; Urcuioli, 1984; Benjumea, Márquez y Martínez, 2003).

Por otra parte, en los estudios en los que se utilizan reforzadores diferenciales en el estudio del comportamiento derivado (p. ej. Steirn y cols., 1991; Zentall, Steirn, Sherburne y Urcuioli, 1991) también se plantea la dificultad de que las distintas consecuencias puedan relacionarse con respuestas diferenciales a los estímulos, con lo que sus conclusiones están amenazadas básicamente por los mismos problemas que los experimentos mencionados. En esta línea, también en el caso de la “simetría asociativa” (Frank y Wasserman, 2005a), la experiencia con diferentes resultados (reforzamiento vs. extinción) ha sido propuesta recientemente por Urcuioli (2008, Experimento 4) como una de las claves en la explicación de este fenómeno.

Siguiendo una estrategia diferente, aunque utilizando también la conducta del sujeto como elemento clave, otra serie experimental (García, 2000; García y Benjumea, 2006b) consiguió demostrar la derivación de simetría en palomas, al entrenarlas en una tarea de discriminación condicional de la propia conducta. En este experimento, el estímulo de muestra era generado por la propia conducta de las palomas. Ante dos teclas iguales, la paloma debía descubrir cuál llevaba al componente de las comparaciones en cada ensayo, picando a la izquierda o a la derecha. De forma más precisa, la paloma estaba ante un programa concurrente de razón fija 5 – extinción que cambiaba aleatoriamente. El estímulo de comparación era un color arbitrariamente asignado a cada conducta, por ejemplo tras picar a la izquierda elegir rojo y tras picar a la derecha elegir verde. Esto, en cierto sentido, equivale a preguntarle a la paloma ¿Dónde has picado? Después de haber aprendido esta discriminación con unos niveles de acierto cercanos al 90%, se realizaron las pruebas de simetría. Si en el entrenamiento se les había enseñado a nombrar o etiquetar sus conductas, en las pruebas se les presentaban esas etiquetas con la esperanza de que las utilizaran para

guiar sus elecciones. Esto fue lo que hicieron en un gran número de ensayos (entre el 75% y el 80%). Los resultados sugieren que cuando la propia conducta es uno de los eventos implicados los sujetos son capaces de invertir la relación y mostrar bidireccionalidad

Tanto en la simetría como resultado de la discriminación de la propia conducta como en la relación de reflexividad, el número de respuestas realizadas ante el componente de muestra parece influir significativamente en la derivación de comportamiento novedoso. En el caso de la simetría, ésta se encuentra tras cinco respuestas a la muestra, pero no cuando el procedimiento sólo exige una. (García y Benjumea, 2006a). En el caso de la reflexividad, se han encontrado evidencias de comportamiento guiado por reglas únicas (conceptual) cuando los sujetos emitían progresivamente más respuestas a los estímulos de muestra. Por ejemplo, en el estudio de Wright (1997) se encontró que a medida que se exigían más respuestas a la muestra (0, 1, 10 ó 20) en una discriminación condicional física, los sujetos mostraban más transferencia a nuevas combinaciones de estímulos que mantenían la misma relación de igualdad.

### **1.3.2.3 Correlación posición – función entre muestras y comparaciones**

Hogan y Zentall (1977) fueron los primeros en señalar que una de las posibles causas de la ausencia de evidencia de simetría en sujetos no humanos es que las muestras y las comparaciones cambian sus localizaciones durante la prueba, y que el efecto negativo de este cambio podría ser el responsable de los fallos en las pruebas. También Lipkens y cols. (1988) encontraron evidencias de control por la posición al fallar sus pruebas de derivación de simetría y transitividad en palomas.

Cuando los experimentadores diseñan la tarea de discriminación condicional a la que se van a enfrentar sus sujetos, normalmente definen las relaciones entre los estímulos

a través de etiquetas verbales que abstraen alguna propiedad significativa del estímulo. Por ejemplo, en una igualdad a la muestra típica en una caja operante de tres teclas, la relación muestra – comparación se puede describir verbalmente como “A1 – B1” y “A2 – B2”, por ejemplo “rojo – cuadrado” y “verde – triángulo”. Sin embargo, que el experimentador realice esta abstracción no garantiza que los sujetos también la estén haciendo. Obviamente, este control discriminativo no intencionado afectará a la realización de pruebas de simetría tradicionales en las que, en la fase de prueba, los estímulos de muestra y comparación *tal como son definidos por el experimentador* intercambian sus posiciones (Hogan y Zentall, 1977; Iversen, Sidman y Carrigan, 1986; Lionello y Urcuioli, 1998; Lionello-DeNolf y Urcuioli, 2000, 2002).

Iversen y cols. (1986) comprobaron experimentalmente este efecto por primera vez con monos rhesus. Realizaron dos entrenamientos de igualdad física a la muestra con colores (rojo y verde) y con líneas (horizontal y vertical) en las que las muestras aparecían en la tecla central y las comparaciones en las teclas laterales. Cuando posteriormente la muestra apareció de forma aleatoria en cualquiera de las tres teclas (permaneciendo las comparaciones en la misma posición), la actuación de los sujetos cayó a niveles de azar en el caso de la igualdad por líneas, pero no así en la igualdad de los colores, que no se vio afectada. Además, se necesitó un extenso reentrenamiento con las muestras en posición aleatoria para volver a alcanzar niveles significativos de discriminación, aunque por debajo de la actuación previa al cambio.

Para los monos de este experimento, la relación en el caso de las líneas se podía describir como “horizontal (vertical) en el centro – horizontal (vertical) en el lateral, cualquiera que sea”, mientras que en el caso de los colores el control discriminativo no incluía la posición. Este estudio no resuelve la cuestión de por qué la posición resultaba relevante para unos estímulos y no para otros, pero en cualquier caso, demuestra que la posición espacial puede ser una fuente importante del control de

estímulo en los experimentos de igualación a la muestra que no se puede deducir de la simple ejecución de los sujetos.

Sidman (1992) encontró resultados similares en un nuevo experimento con un mono en el que introdujo hasta seis posiciones diferentes para las comparaciones, encontrando que el sujeto parecía haber aprendido seis discriminaciones condicionales diferentes, una para cada par muestra – posición de la comparación.

Más tarde Iversen (1997), comprobó que este mismo efecto también se producía en ratas (Experimento 1). Este autor, además, trató de comprobar si tras entrenar una igualación en la que el estímulo de muestra aparecía tanto en el centro como en uno de los laterales (p. ej. izquierda y centro), la actuación se transfería a la posición restante (p. ej. derecha). Los resultados fueron negativos: al parecer, la posición se había convertido en parte de la definición del estímulo de muestra.

En otro estudio posterior, Lionello y Urcuioli (1998) comprobaron sistemáticamente este efecto en una serie de tres experimentos con palomas como sujetos. En los dos primeros, utilizaron un arreglo estándar de tres teclas con la muestra apareciendo en la tecla central y las comparaciones en las teclas laterales. Tras el aprendizaje de una igualación física a la muestra, comprobaron cómo la igualación de líneas verticales vs. horizontales (Experimento 1) caía a niveles de azar cuando en la fase de prueba la muestra se presentó en las teclas laterales (p.ej. izquierda) y las comparaciones en las dos teclas restantes (p. ej. central y derecha). Estos resultados coinciden con los reportados en el estudio anterior de Iversen y cols. (1986). En el experimento 2 encontraron que en el caso de los colores (rojo y verde), las palomas también actuaban a niveles de azar al realizar el cambio en la localización de la muestra, al contrario esta vez que en el citado experimento con monos rhesus. En estos experimentos se comprobó también que el efecto negativo del cambio en la posición

de la muestra se producía tanto en la condición de igualdad simultánea como en la condición de demora cero: el hecho de apagar el estímulo de muestra no redujo el control de la posición.

Finalmente, en el tercer experimento, realizaron un preentrenamiento destinado a intentar disminuir el control por la posición en los estímulos de muestra. Para ello, en una primera fase, la muestra (colores) podía aparecer en cualquiera de las posiciones (izquierda, derecha o centro). En cambio, para los sujetos del grupo control la muestra sólo aparecía en el centro. A pesar de la diferencia en el procedimiento, en esta fase no se encontraron diferencias en la velocidad de adquisición ni en el nivel asintótico de discriminación, que superó el 90% en promedio. En la segunda fase, entrenaron una nueva igualdad con estímulos de muestra (líneas) que aparecían únicamente en la tecla central. En la fase de prueba, presentaron las nuevas muestras en las tres posiciones. Los resultados mostraron que en ambos grupos se produjo un descenso similar en la ejecución durante la tercera fase. Pero mientras que en los ensayos donde la muestra aparecía en la tecla central la ejecución apenas se veía afectada, en aquellos en los que la muestra aparecía en uno de los laterales se detectó un importante sesgo que situó la ejecución por debajo de los niveles de azar.

Un dato a tener en cuenta es que en los ensayos en los que la muestra aparecía en uno de los laterales, los sujetos picaban en la comparación más cercana a la aparición de la muestra (la tecla central). Este sesgo también fue manifestado por las ratas del experimento de Iversen (1997). En ambos casos el factor predominante en la determinación del sesgo parece ser de tipo metodológico: las condiciones experimentales propiciaban un menor coste de respuesta para la comparación más cercana. Por lo tanto, Lionello y Urcuioli (1998) propusieron que, en ausencia de este condicionante, aún era posible eliminar el control por la posición.

Dos años después, Lionello-DeNolf y Urcuioli (2000) realizaron otra serie experimental para comprobar este supuesto. En su primer experimento, entrenaron a sus palomas en una igualación a la muestra en la que la muestra siempre aparecía en una de las teclas laterales. En la fase de prueba, la nueva localización de la muestra era ahora la tecla central, con lo que ambas comparaciones permanecían equidistantes. Los sujetos en este caso alcanzaron altos niveles de discriminación en los ensayos de prueba desde la primera sesión, mostrando que este procedimiento conseguía eliminar el control de estímulo ejercido por la posición. En el segundo experimento replicaron estos resultados en una tarea de discriminación condicional arbitraria, con colores (azul y amarillo) como muestras y líneas (vertical y horizontal) como comparaciones.

El tercer experimento de la serie estuvo dirigido a comprobar si la transferencia a nuevas localizaciones demostrada en los estudios previos era debida al entrenamiento inicial en nuevas localizaciones o a la eliminación de la posibilidad de sesgo al elegir la comparación más cercana a la muestra. Para ello, entrenaron a tres grupos de palomas en una tarea de igualación arbitraria utilizando los mismos estímulos que en el experimento dos. En cada grupo, las muestras podían aparecer alternativamente en dos posiciones (izquierda-centro, derecha centro o izquierda-derecha) y en la fase de prueba se comprobó la transferencia a la posición restante. En los tres casos, la actuación de los sujetos se mantuvo por encima del nivel de azar, a pesar de que en dos de los grupos (en los que las nuevas muestras aparecían en la tecla lateral) existía la posibilidad del sesgo a la comparación más cercana.

Los autores concluyen que, en efecto, el entrenamiento con múltiples posiciones en la muestra disminuye (aunque no elimina) el control ejercido por la posición del estímulo. De hecho, encuentran que, aunque la actuación de los sujetos en la fase de prueba está por encima del nivel de azar, su actuación cae, en el promedio de todos los

experimentos, una media del 17% con respecto a la ejecución en los ensayos de entrenamiento.

A pesar de que los indicios apuntaban a que uno de los factores clave en el fallo de las palomas para mostrar simetría estaba siendo identificado y aislado, los siguientes experimentos siguieron sin dar frutos. Lionello-DeNolf y Urcuioli, (2002) realizaron una serie experimental en la que, tras realizar un entrenamiento diseñado para evitar el control por la posición durante el aprendizaje de la relación AB, realizaron las correspondientes pruebas de simetría BA. A pesar de que la discriminación entrenada se transfirió con éxito a nuevas localizaciones, no se obtuvieron indicios de simetría (Experimento 1). Los resultados fueron los mismos en los Experimentos 2 y 3, que incluían además entrenamiento en reflexividad. Ni siquiera el entrenamiento explícito de la simetría en las mismas condiciones dio resultado (Experimento 4).

Otra aproximación al problema de la posición de los estímulos de muestra y comparación fue propuesta por (Frank y Wasserman, 2005a; Frank, 2007), utilizando un procedimiento de igualación a la muestra sucesiva. En este procedimiento, en cada ensayo primero se presenta el estímulo de muestra y después uno de los estímulos de comparación en la misma posición. Si el estímulo de comparación concuerda con la muestra presentada (p. ej.  $A1 \rightarrow B1$ ), se refuerzan los picotazos a la comparación; si por el contrario los estímulos no concuerdan (p. ej.  $A1 \rightarrow B2$ ), las respuestas son extinguidas.

Con este procedimiento, los autores encontraron que las palomas mostraban robustos indicios de simetría cuando el entrenamiento mezclaba ensayos de igualación física y arbitraria con los mismos estímulos implicados en la igualación arbitraria (Experimento 1) pero no cuando sólo incluía ensayos de igualación arbitraria (Experimento 2). En el Experimento 3, dos sujetos fallaron la prueba de simetría tras un entrenamiento en

igualación arbitraria, pero uno de ellos la superó después de un reentrenamiento como el del Experimento 1.

Los autores sostienen que el hecho de proporcionar un entrenamiento con una única localización impidió que los estímulos fuesen considerados funcionalmente diferentes debido a su posición espacial; pero además, sugieren que el hecho de incluir ensayos de igualación física mezclados con el entrenamiento impidió que los estímulos fuesen considerados diferentes debido a su situación temporal.

Una vez confirmada la literalidad con la que las palomas responden a los estímulos, demostrándose que para ellas el mismo estímulo nominal (tal como es definido por el experimentador) puede ser funcionalmente diferente según se presente en distintas localizaciones temporales o espaciales, quedaba un elemento más por controlar en la situación. Urcuioli (2008) propuso, siguiendo este razonamiento, que un mismo estímulo nominal al que se respondía de una manera diferente podría ser también funcionalmente diferente para las palomas. Dado que en la mayoría de los experimentos se suelen requerir varias respuestas a la muestra pero sólo una a las comparaciones (ver punto 1.3.1.5), es posible que esto marque una diferencia para los sujetos<sup>7</sup>. En los dos primeros experimentos de este trabajo, Urcuioli realizó un entrenamiento en el que este factor (además de la posición espacial) fue controlado. Sin embargo, los resultados de simetría fueron negativos. Tras replicar y extender los resultados de Frank y Wasserman (2005a) en los siguientes experimentos, utilizando también un procedimiento de discriminación condicional sucesiva, este autor llega a la

---

<sup>7</sup> Sin embargo, es interesante destacar que esta variable sí fue controlada en el experimento de Kuno y cols., (1994), que encuentra transitividad en palomas. Kuno y sus colaboradores solicitaban a sus sujetos 10 respuestas tanto a la muestra como a las comparaciones.

conclusión de que las localizaciones espaciales y temporales son parte inherente a los estímulos presentados a los sujetos.

#### **1.3.2.4 Especie animal estudiada**

Recapitulando los experimentos que se han presentado en los apartados anteriores, encontramos la derivación de una o varias de las relaciones definitorias de la equivalencia en una gran diversidad de especies. Ateniéndonos únicamente al paradigma experimental estándar de la discriminación condicional usando palomas como sujetos, sólo la relación de reflexividad (Wright y cols., 1988), y en menor medida la de transitividad (Kuno y cols., 1994) han sido sistemáticamente encontradas y documentadas. La relación de simetría hasta el momento sólo se ha demostrado con palomas en contados experimentos que presentaban modificaciones más o menos significativas del paradigma estándar (Frank y Wasserman, 2005a, 2005b; García y Benjumea, 2006b).

La derivación de todas las relaciones definitorias de equivalencia en un único experimento no se ha encontrado de manera incuestionable utilizando el modelo estándar. Incluso los experimentos en los que estas relaciones se han estudiado en primates, los resultados se han recibido con escepticismo, como en el caso de McIntire y cols. (1987). Sólo en experimentos con leones marinos se han encontrado las tres relaciones a la vez (Schusterman y Kastak, 1993).

Por otra parte, cuando la especie utilizada es la humana, las tres relaciones de la equivalencia aparecen sin dificultad en la mayoría de los estudios considerados. No obstante, las condiciones necesarias y suficientes para la aparición de equivalencia en humanos aún siguen siendo objeto de debate, en especial con referencia al papel de la conducta verbal en el proceso. En los puntos 1.4.2.2 y 1.4.2.3.2 se retomará este asunto con más profundidad.

## **1.4 Análisis conceptual y teórico del problema de la simetría**

“Simetría” es una palabra de origen remoto, utilizada de forma intuitiva en el lenguaje común con diversas acepciones. Sin embargo, en el lenguaje científico, el uso de la palabra simetría se aplica en distintos ámbitos a elementos muy específicos, y no siempre intuitivos. Es por lo tanto una palabra cuyos orígenes y uso merece la pena rastrear para establecer con mayor claridad el concepto del que estamos hablando en el contexto que nos ocupa, el estudio del comportamiento derivado en las discriminaciones condicionales desde el punto de vista del AEC. Comenzaremos por analizar el origen y uso común del término en el lenguaje no técnico, para después realizar un análisis funcional de su posible origen psicológico, y finalmente, estudiar la derivación de su uso en distintas comunidades verbales científicas, con especial énfasis en la comunidad verbal formada por los analistas del comportamiento.

### **1.4.1 Definición de Simetría**

#### **1.4.1.1 Uso común y etimología**

El concepto de simetría es a la vez intuitivo y difícil de definir con precisión en una única acepción. La historia de su uso es muy antigua, al menos en las lenguas occidentales. De manera genérica, simetría se relaciona con la armonía de formas, aunque su uso moderno se extiende a distintos contextos. El diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, en su vigésima segunda edición ("Diccionario de la lengua española," 2008), ofrece tres acepciones para la palabra simetría:

- 1. f. Correspondencia exacta en forma, tamaño y posición de las partes de un todo.*

2. f. Biol. *Correspondencia que se puede distinguir, de manera ideal, en el cuerpo de una planta o de un animal respecto a un centro, un eje o un plano, de acuerdo con los cuales se disponen ordenadamente órganos o partes equivalentes.*

3. f. Geom. *Correspondencia exacta en la disposición regular de las partes o puntos de un cuerpo o figura con relación a un centro, un eje o un plano.*

Otras fuentes añaden a estas acepciones una definición matemática (como sinónimo de proporción), además de un sentido estético: ("Beauty as a result of balance or harmonious arrangement"), señalando la belleza como una característica definitoria de la simetría ("The American Heritage Dictionary of the English Language," 2000).

Además de su uso común actual, la palabra simetría se emplea con distintas definiciones técnicas en diferentes ámbitos de las ciencias, tanto formales (p. ej. Geometría), como naturales (p. ej. Física, Química, Biología o Psicología). Más adelante veremos en un mayor detalle estas definiciones técnicas, deteniéndonos especialmente en el caso de la Psicología.

Respecto a su etimología, la palabra simetría se remonta al latín *symmetrĭa*, que a su vez se incorporó del griego *summetria*. En este idioma, la palabra proviene de la unión de dos voces: por una parte, la preposición "sýn" ( $\sigma\upsilon\nu$ ), que se puede traducir por "con" "unión" o "junto". Su sentido se apreciará mejor a través de ejemplos de su uso en otras palabras castellanas con similar ascendencia, como "Sincronizar" (hacer que coincidan en el tiempo dos o más movimientos o fenómenos); "Sinfonía" (conjunto de voces, de instrumentos, o de ambas cosas, que suenan acordes a la vez) o "Sinónimo" (que tiene una misma o muy parecida significación que otro [vocablo]) ("Diccionario de la lengua española," 2008).

La segunda parte de la palabra la compone el sustantivo “*metr(o)*” (μέτρον), del que deriva la palabra “medida”. En suma, una traducción directa del término original podría ser “de igual medida” o “de medida común”.

#### **1.4.1.2 Análisis funcional del tacto “simetría”**

Hasta el momento nos hemos limitado a realizar una descripción del concepto simetría que podríamos denominar “estructural”, enumerando sus “referentes” formales. Ahora, centrándonos en el uso actual del término en las distintas ciencias, podemos ir un paso más allá y realizar un análisis funcional de su uso en las diferentes áreas.

De este modo podremos 1) encontrar los “referentes” (es decir, identificar aquellos estímulos que controlan de manera antecedente la etiqueta “simetría” en cada contexto) y, lo que es más importante 2) determinar, a través de su evolución histórica, cómo esos objetos (o mejor dicho, determinadas propiedades relacionales de esos objetos) llegaron a controlar tal respuesta (Skinner, 1945, 1957). El propio Skinner propone un ejemplo de cómo realizarlo:

*La pregunta: «¿Qué es longitud?» sería contestada de manera más satisfactoria enumerando las circunstancias en que se emite la respuesta «longitud» o, mejor aún, dando una descripción general de tales circunstancias. Si se revelan dos conjuntos totalmente separados de circunstancias hay entonces dos respuestas que tienen la forma «longitud», ya que una clase de respuesta verbal no está definida solamente por la forma fonética, sino por sus relaciones funcionales (Skinner, 1945, p. 272).*

Siguiendo este argumento, realizaremos un recorrido por los distintos contextos históricos en los que se usa el término simetría dando cuenta de las variables que controlan su emisión y de la evolución del término en el paso de un ámbito a otro.

#### 1.4.1.2.1 Evolución histórica del término

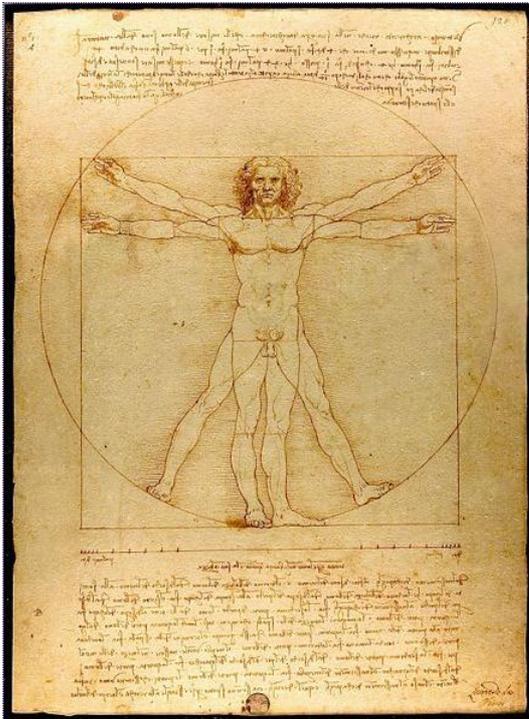
En sus orígenes griegos, el uso común de la palabra *summetria* estaba fundamentalmente vinculada al ámbito estético en el sentido de “adecuadamente proporcionado”; pero también de una forma más vaga y con un fuerte componente valorativo, como “adecuado” “de buenas proporciones”, “característico de la belleza y la calidad”, o “de talla adecuada o moderada”, etc. En la Grecia clásica no se usó la palabra “simétrico” en nuestro sentido actual, y el término *simetría* no fue aplicado a las formaciones minerales o vegetales, por ejemplo, hasta tiempos mucho más modernos (Hon y Goldstein, 2008). Al mismo tiempo, coexistía una acepción matemática con una definición precisa aunque limitada (en el sentido actual de conmensurable<sup>8</sup>), que Euclides (aprox. 325 - 265 A.C.), el padre de la Geometría, incluye en sus “Elementos” (Euclides, 1956).

Esta primera acepción común fue traducida al latín como *simetría*; pero la acepción matemática fue separada y traducida como “conmensurabilidad”. Mientras que la definición matemática de conmensurabilidad ha permanecido inalterada hasta nuestros días (como cabría esperar de una ciencia formal como la Matemática), el término latino *symmetria* fue evolucionando de su uso valorativo y estético al científico a través de la evolución de la arquitectura (Hon y Goldstein, 2005a). Desde el arquitecto e ingeniero romano Vitruvio (S. I D.C.), que definió la *simetría* como la correspondencia entre las partes de un todo, y puso como ejemplo el cuerpo humano (ver Ilustración 1), estos autores argumentan que sólo existen dos conceptos de *simetría* con una definición rigurosa: la acepción matemática anteriormente descrita, y

---

<sup>8</sup> Dos números reales,  $a$  y  $b$ , que no sean cero, son conmensurables sólo cuando la razón  $a/b$  es un número racional

la acepción estética en el sentido de “bien proporcionado”, de cuyo uso podemos encontrar evidencia en sucesivos tratados de arquitectura hasta el S. XVII.



**Ilustración 1: Hombre de Vitruvio, de Leonardo da Vinci.**

Imágen con permiso de reproducción Wikimedia Commons. Fotógrafo: Luc Viatour

<http://www.lucnix.be/main.php>

En 1673, al traducir la obra de Vitruvio al francés, el arquitecto Perrault cristaliza la diferencia entre el sentido estético de los clásicos y el sentido matemático (relación de paridad e igualdad entre las partes de un todo, en el sentido de intercambiables) que convivían en la práctica de su profesión. Otro paso en la evolución del concepto moderno se puede encontrar en Montesquieu, que utiliza en su descripción de la simetría la metáfora del balance o equilibrio, como el que se da entre dos pesos iguales sobre un eje.

No es hasta casi el siglo XIX cuando el matemático francés Adrien-Marie Legendre (1752–1833), plantea la primera definición moderna de simetría en un tratado de

Geometría<sup>9</sup>. Esta definición incluye por primera vez de manera formal la noción de ejes (es decir, se define la simetría con respecto a una referencia identificada formalmente), y es la que se ha sistematizado, ampliado y utilizado profusamente en los desarrollos posteriores de la ciencia moderna (Hon y Goldstein, 2005a, 2005b), como veremos a continuación.

En cuanto al uso actual del término, que se puede apreciar en la primera definición del diccionario, el uso cotidiano y no técnico de la palabra simetría se mantiene más cercano al concepto intuitivo de los clásicos que a las definiciones formales de las ciencias que veremos en los siguientes apartados.

A lo largo de la evolución histórica que hemos esbozado anteriormente, el uso del término empieza basándose en las características visuales de los objetos tanto naturales (p. ej. el cuerpo humano) como artificiales (p. ej. los edificios) y se emplea de una forma *intuitiva*. Parecería que a los clásicos<sup>10</sup> les resultaba más fácil identificar (discriminar) y crear los objetos simétricos (conducta moldeada por las contingencias; Skinner, (1969) que describir verbalmente las reglas de su uso (conducta gobernada por reglas; Skinner, (1969).

---

<sup>9</sup> *two equal solid angles which are formed (by the same plane angles) but in the inverse order will be called angles equal by symmetry, or simply symmetric angles.* (Cit. en Hon y Goldstein, 2005a, p. 2).

<sup>10</sup> Y probablemente también a sus antecesores; no olvidemos que existen evidencias de motivos simétricos tanto en las culturas de la edad de los metales como en las pinturas rupestres, e incluso en las primeras herramientas de piedra (bifaces) fabricadas al menos un millón de años antes de la aparición del homo sapiens sapiens (Wynn, 2002).

Sin embargo, y de manera gradual, la aparición de contextos específicos en los que la descripción verbal precisa se hace cada vez más importante (p. ej. Arquitectura, Filosofía, Matemáticas o Física) las definiciones se van afinando con el apoyo de analogías que ayudan a aislar las características relevantes de los estímulos (p. ej. correspondencia en Vitruvio, balance en Montesquieu) hasta llegar a las definiciones puramente formales de la ciencia moderna que veremos más adelante.

Desde un punto de vista analítico – funcional, podemos decir que “simetría” es un tacto, es decir, una operante verbal donde los estímulos antecedentes son determinados eventos ambientales o propiedades de dichos eventos (Skinner, 1957). Veremos a continuación algunas de las propiedades de los estímulos que ocasionan la emisión de este tacto en diferentes contextos:

Si realizamos una primera aproximación conductual (ver punto 1.2.3) al término simetría tal como se desprende de los contextos de uso común (no técnicos) enumerados anteriormente, podemos observar que:

- a) Se trata de un concepto *perceptivo*. las tres definiciones del diccionario hacen referencia a propiedades físicas (no arbitrarias), y más concretamente visuales, de los objetos (tamaño, posición, etc.).
- b) Se trata de un tacto *abstracto*. Es decir, que implica seleccionar unas propiedades de los objetos u eventos frente a otras. En particular las dos últimas definiciones, vinculadas al uso del término en ciencia, señalan características abstractas (p. ej. *correspondencia (...) ideal*) con relación a propiedades formales de los objetos (p. ej. centro, eje, plano).
- c) Se trata de un concepto *relacional*: medidas iguales, es decir una relación de igualdad entre un conjunto (“sín”) de medidas (“*metr(o)*”).

Dadas estas variables de control, la emisión del tacto simetría en su uso cotidiano actual reúne varias de las propiedades que posibilitan la emisión de comportamiento derivado (ver punto 1.2.3). Mediante la abstracción (punto 1.2.3.3) se restringen las propiedades que ejercen el control de estímulo, de manera que nuevos objetos que compartan esta propiedad con los ya conocidos por un sujeto pueden servir como discriminativo de esta respuesta sin entrenamiento explícito. Además, al basarse la simetría en relaciones entre propiedades, y no en propiedades aisladas, se amplía el número de objetos que pueden llegar a controlar esta respuesta.

Vamos a revisar a continuación los usos del tacto simetría en los contextos restringidos de las ciencias, desde donde evolucionaron y se transmitieron hasta su uso actual en Psicología. Naturalmente este análisis, amén de superficial, estará sesgado hacia el tema de interés en este trabajo, que es el concepto de simetría utilizado por los analistas del comportamiento.

#### 1.4.1.2.2 La simetría en el Arte

A medio camino entre el uso común del término y su uso sistemático en la ciencia, el concepto de simetría se ha utilizado extensamente en los estudios sobre arte y estética. Los clásicos explicitaron la existencia de una relación entre la simetría y la belleza; pero *¿por qué* lo simétrico (en el sentido de bien proporcionado) resulta bello? Una posible explicación es que la simetría constituye una ayuda visual que facilita la percepción integral del todo, en especial en el caso de elementos grandes (como los edificios) que son difíciles de contemplar globalmente. En este sentido, la simetría contribuiría a la belleza haciendo posible la percepción global de los objetos (Hon y Goldstein, 2005a).

García, Pérez y Escuer (2007) han relacionado esta característica de lo simétrico para producir placer estético con una mayor facilidad para predecir el ambiente y reducir así la incertidumbre asociada a la complejidad:

*La conducta de anticipar se derivaría de las propiedades y características de la visión operante, de la abstracción (...), de las propiedades del lenguaje, etc. Se trataría de prever la naturaleza percibida o aprendida, de evaluar-anticipar la posibilidad y la probabilidad de que se dé en un futuro una determinada conducta y sus consecuencias. (García y cols., 2007, p. 110).*

Como apuntan estos autores, este efecto puede estar relacionado no solamente con nuestro bagaje personal y cultural, sino también con nuestra historia como especie (ver también punto 1.4.1.2.5).

Hasta ahora nos habíamos ceñido a una definición de simetría limitada a la modalidad visual. Es en el ámbito artístico donde por primera vez encontramos referencias a la simetría en la modalidad auditiva. También en este sentido se pueden encontrar construcciones cuya belleza se basa, al menos en parte, en la repetición rítmica de determinados fragmentos. Esto ocurre tanto en la estructura de la rima que da lugar a la poesía (p. ej. un soneto consta de la repetición de rimas con la forma ABBA – ABBA – CDC – DCD) como en el caso de la música. En las composiciones musicales existe una gran diversidad de elementos que se pueden variar o repetir para crear “conjuntos de medidas iguales”: notas, escalas, etc. En este caso, además, es importante señalar que el cambio de la modalidad visual a la auditiva nos hace pasar de la dimensión espacial a la temporal (Grosholz, 2005). Para una revisión, ver Cohen y Cohen (1999).

#### 1.4.1.2.3 La simetría en las Matemáticas

En el punto 1.4.1.2.1, Evolución histórica del término, habíamos dejado a las matemáticas en el S. XIX, unos tiempos convulsos para esta disciplina. Mientras que el cálculo venía experimentando una auténtica revolución desde los siglos anteriores, la teoría de números seguía manteniendo fuertes vínculos con las nociones clásicas e intuitivas vigentes desde los tiempos de Euclides. Durante este periodo, matemáticos como Peirce o Peano emprendieron una serie de estudios acerca de los fundamentos de los números naturales que acabaron por relacionar las matemáticas con la lógica. En medio de este panorama intelectual, tendente a la formalización de las anteriores nociones intuitivas, surge la Teoría de Conjuntos, fundamentalmente de la mano de Georg Cantor (1845-1918). Es en este contexto donde se definen las clases de equivalencia y sus relaciones de reflexividad, simetría y transitividad (Grattan-Guinness, 2000). La teoría de conjuntos lleva el concepto de simetría de la Geometría, una disciplina más relacionada con lo empírico, a la matemática fundamental más abstracta.

Debido a ciertos problemas lógicos, la formulación inicial de Cantor (llamada ahora teoría ingenua o “naive” de conjuntos) fue reformulada y bautizada como teoría axiomática de conjuntos. El desarrollo de la teoría de conjuntos constituyó un hito en la historia de las matemáticas, ya que a partir de su sistematización se abrió un campo enormemente fructífero tanto para formalizar algunos conceptos básicos que seguían basándose en definiciones intuitivas (p. ej. la mencionada teoría de números), como para desarrollar aplicaciones prácticas que empleamos cotidianamente, por ejemplo al usar un ordenador (p. ej. Tourlakis, 2003). Aquí es donde se formaliza otro de los conceptos íntimamente relacionados con el uso de la palabra simetría por parte de los analistas del comportamiento: las clases de equivalencia.

Sin entrar en las complejidades formales de la teoría de conjuntos, en este contexto, dado un conjunto  $K$ , una clase de equivalencia es una forma de definir subconjuntos disjuntos (que no comparten elementos entre sí) basándose en si cada par de elementos de  $K$  satisfacen la condición que define una relación cualquiera  $R$ . Las relaciones se definen a través de relaciones de correspondencia (aplicaciones) entre elementos del conjunto. Para que una relación  $R$  definida sobre un conjunto  $K$  dado sea considerada una relación de equivalencia, debe cumplir las siguientes propiedades:

*Reflexividad:* para todo elemento del conjunto  $K$  la relación  $R$  se aplica a sí mismo. P. ej.  $x=x$ .

*Simetría:* si la relación  $R$  se aplica al par  $xRy$ , también se debe verificar la relación contraria,  $yRx$ . P.ej.  $y=x$  implica  $x=y$ .

*Transitividad:* Si un elemento se relaciona con otro, y este a su vez con un tercero, entonces la relación también se da entre el primero y el tercero. P. ej.  $x=y$ ,  $y=z$  implica  $x=z$ .

Como vemos, en este momento se da un salto más en el nivel de abstracción de los conceptos utilizados. Centrándonos en el caso de la simetría, vemos que hemos pasado de una relación de igualdad o proporción entre elementos que son medidas físicas a una definición en que tanto los elementos como las relaciones no son especificados. De hecho, la correspondencia entre los elementos de la teoría y los elementos empíricos apenas se esboza (no es el cometido de las matemáticas): Cantor proporciona esta definición de conjunto: "Se entiende por conjunto a la agrupación en un todo de objetos bien diferenciados de nuestra intuición o nuestra mente" (Grattan-Guinness, 2000). Respecto a las relaciones, aunque la relación de igualdad es la más utilizada como ejemplo, no es la única posible que cumple las condiciones de las clases de equivalencia. Por ejemplo, en la geometría Euclídea, las

relaciones “es paralelo a”, o “es concéntrico”, también cumplen las condiciones de las clases de equivalencia.

La matemática proporciona el mayor nivel de abstracción de los conceptos con un número mínimo de restricciones. En el caso de las clases de equivalencia, la única restricción es la satisfacción simultánea de las tres condiciones de reflexividad, simetría y transitividad. Todas las cuestiones referentes a lo empírico quedan sin determinar:

- 1) Los criterios para delimitar el conjunto original K
- 2) La naturaleza de los elementos y
- 3) La naturaleza de la relación entre los elementos

Cualquier aplicación de estos principios al terreno de lo empírico debe quedar delimitada por cada una de las ciencias naturales en su ámbito de conocimiento. Los posibles beneficios de la utilización de tales abstracciones en cada ciencia dependerán no sólo de la potencia de la herramienta lógico – matemática, sino de una correcta especificación de estos elementos y sus relaciones (ver punto 1.4.1.2.6.2).

#### 1.4.1.2.4 La simetría en la Física

Volviendo al terreno de lo empírico, la Física, probablemente por su estrecha relación con las matemáticas, fue la primera ciencia en incorporar el término formal de simetría. Este concepto ha resultado ser central en el desarrollo de la Física moderna, utilizándose profusamente en distintos contextos.

Con su introducción en la Física, volvemos a la relación de simetría como la habíamos dejado al final del punto 1.4.1.2.1, en el ámbito de la Geometría. Recordemos la definición de Perrault mencionada en ese apartado: relación de paridad e igualdad

entre las partes de un todo, en el sentido de intercambiables. Vemos que según esta definición se pueden introducir ciertas operaciones geométricas, como la reflexión o la rotación que, aplicadas a los objetos simétricos, los dejan inalterados. En el caso más común, la simetría bilateral, si giramos un objeto (p. ej. la letra T) sobre su eje central, el resultado deja al objeto inalterado, ya que una mitad es la imagen especular de la otra. En Física, la simetría fue aplicada por primera vez en Cristalografía, la parte de la Geología encargada del estudio de los cristales. Su auge durante el S. XIX llevó a la clasificación de multitud de formas de simetría espacial.

Sin embargo, el mayor avance en el uso de la simetría en Física fue la introducción del concepto de grupo (desarrollado a partir de la Teoría de Conjuntos). En este contexto, la simetría se define como “invarianza bajo un determinado grupo de transformaciones” (Branding y Castellani, 2003), lo que permitió aplicar el concepto de una forma mucho más amplia, no sólo a figuras en el espacio, sino también a objetos abstractos como las expresiones matemáticas. Así, Branding y Castellani (2003, p. 3) diferencian dos usos del término, uno aplicado a objetos o fenómenos físicos y otro a leyes o principios.

Esta definición más general de la simetría, de la mano de la geometría, se puede utilizar para describir de manera formal una gran cantidad de fenómenos a través de distintas ciencias, y desde el siglo XX se ha aplicado a campos tan dispares como la teoría de la relatividad, la mecánica cuántica, la cristalografía o la simetría molecular. Un ejemplo sencillo se puede encontrar en la descripción del movimiento de un sólido en el espacio. Por ejemplo, podemos describir el paso de las páginas de un libro como una aplicación del espacio cartesiano  $S$  (es decir, una relación de correspondencia entre el conjunto de sus puntos) que describe el movimiento de pasar una hoja hacia delante, y  $S^{-1}$  (su inversa) como la aplicación que describe el paso de la hoja hacia atrás. La aplicación  $S$  relaciona la posición de cada punto  $p$  de la hoja del libro en la

posición inicial con un punto  $p'$  en la posición final; complementariamente,  $S'$  lleva el punto  $p'$  a la posición original  $p$ . En el centro de la página (el eje de rotación) existen unos puntos especiales en los que se verifica que  $p = p'$ . Estos puntos verifican la aplicación identidad  $I$ , en la que cada punto se corresponde a sí mismo. En el caso de nuestra aplicación “pasar la hoja del libro hacia adelante” ( $S$ ) y “pasar la hoja del libro hacia atrás” ( $S'$ ), al aplicar la transformación y su inversa se verifica que  $SS' = S'S = I$  o Identidad, ya que cada punto vuelve a corresponderse a sí mismo. Este ejemplo ilustra el caso más sencillo de la simetría bilateral, aunque por supuesto existen otras simetrías que resultan de aplicaciones más complejas, tanto en dimensiones espaciales como temporales (Cohen y Cohen, 1999; Branding y Castellani, 2003; Herrera, 2007). Gran parte del progreso realizado en distintas áreas de la física ha consistido en identificar distintas manipulaciones (o aplicaciones, usando el lenguaje formal) que dejan invariante un determinado resultado.

En el caso de la física y la química, la simetría se encuentra en la mayoría de las leyes enunciadas desde los tiempos de Galileo. Se asume que estas leyes son *invariantes* respecto al observador y respecto al punto de referencia, es decir, que no cambian ante estas transformaciones. Existe una importante relación entre la invarianza de las leyes y los principios de conservación. Para determinados fenómenos físicos, la aplicación de ciertas transformaciones (p. ej. cambios en el espacio o el tiempo) no tienen efecto, es decir, lo dejan invariante. Por ejemplo, el movimiento en el espacio deja inalterado el momento lineal de una partícula, dando lugar a la ley de conservación del movimiento (primera ley de Newton); de la misma forma, la conservación de la energía se refiere a una invarianza con respecto al tiempo. De hecho, el teorema de Noether afirma que para cada simetría en las leyes de la física (para cada variable que deja un sistema físico inalterado) existe una ley de conservación complementaria.

Pero no todas las leyes físicas son simétricas respecto al tiempo. Si bien la primera ley de la termodinámica mencionada (conservación de la energía) es simétrica respecto al tiempo, la segunda no lo es. Al menos en el mundo macroscópico donde los seres vivos hemos evolucionado, estamos rodeados de procesos físicos irreversibles con respecto a “la flecha” del tiempo. La segunda ley de la termodinámica expresa que la entropía (en otras palabras, el desorden) del universo tiende a aumentar hasta un máximo. En otras palabras, este principio asegura que no es posible convertir todo el calor en trabajo, y es el responsable, por ejemplo, de que el calor de un incendio no produzca un bosque, o de que podamos ver una película *hacia delante* pero carezca de sentido *hacia atrás*. (A excepción quizás de *Memento* (Christopher Nolan, 2000). Desde un punto de vista más relacionado con la Psicología, esta ley está también en la base de la asimetría temporal entre causas y efectos (ver puntos 1.4.1.2.6.2 y 1.4.2.4) y probablemente es uno de los elementos clave en la derivación (o no) de simetría en cuando las relaciones implicadas incluyen una dimensión temporal.

#### 1.4.1.2.5 La simetría en la Biología

La estructura corporal de muchos organismos vivos (aunque no todos) presenta una organización simétrica, que suele ser aproximada. La mayoría de los animales presenta simetría en su estructura (ver Ilustración 2). Existen diversos tipos de simetría en el reino animal, como la bilateral (al lo largo de un eje), la radial (como en el caso de las medusas), y aún otros tipos más complejos presentes en el reino vegetal.

Dentro del reino animal, el tipo de simetría más común es el de la simetría bilateral. De hecho, la mayoría de los animales pertenecen al subregnum *Bilateria*, cuyos orígenes podrían remontarse incluso al periodo precámbrico (Hausdorf, 2000), es decir, hace más de 570 millones de años, antes incluso de que se diera la gran explosión de la vida animal del periodo cámbrico (p. ej. Gould, 2004).



**Ilustración 2: Representación de distintos tipos de simetría en las formas orgánicas (Field Museum, Chicago).**

Imágen con permiso de reproducción Wikimedia Commons.

La gran prevalencia y antigüedad evolutiva de la simetría hace que se haya relacionado con características fundamentales para el desarrollo de las funciones de los animales, como la locomoción y la cefalización, facilitando así el desarrollo de la complejidad (Gould, 1998). En los animales complejos, la simetría bilateral forma parte de su estructura corporal y de sus diferentes partes, siendo un factor muy destacado en la elección de pareja (ver Moller y Thornhill, 1998 para una revisión), un rasgo clave de la selección respecto al sexo (Darwin, 1880). De hecho, la percepción de la simetría facial parece ser uno de los factores en la valoración de los rasgos del sexo opuesto como atractivos o no (Grammer y Thornhill, 1994).

No parece descabellado suponer que el propio beneficio adaptativo de la simetría la ha convertido en un valor por sí misma para la mayoría de las especies de animales complejos, que además de beneficiarse de *ser simétricos*, buscan la simetría a la hora de pasar sus genes a la siguiente generación. Posiblemente estas consideraciones evolucionistas aportan un significado adicional a la idea de belleza relacionada originalmente con la simetría en el arte (Enquist y Arak, 1994). No obstante, es importante recalcar que todos los rasgos mencionados se refieren a la dimensión espacial, y no a la temporal.

#### 1.4.1.2.6 La simetría en la Psicología

##### 1.4.1.2.6.1 La percepción de la simetría

Si la simetría bilateral juega un papel en la selección de la pareja, es natural suponer que los animales han desarrollado la capacidad de percibirla visualmente. De hecho, esta habilidad se ha encontrado experimentalmente en uno de los animales más utilizados en los experimentos de aprendizaje, la paloma (Delius y Habers, 1978). Estos autores entrenaron a varias palomas a distinguir treinta patrones visuales simétricos y asimétricos mediante un procedimiento de discriminación simple; en los tests de generalización las palomas clasificaron correctamente cinco patrones nuevos como simétricos o asimétricos.

Aunque la discriminación de la simetría en el dominio espacial parece una capacidad al alcance de los animales no humanos, existe mucha menos literatura dedicada a la percepción de la simetría temporal. En el ámbito de la musicología, como hemos visto anteriormente (ver punto 1.4.1.2.2) sí que existen trabajos que analizan las diferentes formas de simetría temporal y las relacionan con la valoración estética de las composiciones. Por ejemplo, desde un punto de vista psicológico se ha comprobado experimentalmente en humanos que la presencia de determinados tipos de simetría temporal influyen positivamente en la valoración de la concordancia entre fragmentos musicales (Balch, 1981).

##### 1.4.1.2.6.2 La definición de simetría en el contexto de la discriminación condicional

El uso de la palabra simetría en el análisis del comportamiento, en tareas de discriminación condicional, fue introducido por Sidman y Tailby (1982) junto con la definición de clases de equivalencia importada desde las matemáticas. El uso anterior de la palabra equivalencia en la Psicología del aprendizaje era el de equivalencia funcional, entendida como unas mismas propiedades psicológicas o función de estímulo (p. ej McKinney, 1932) o bien para designar que dos variables tienen el

mismo efecto conductual (p. ej. Shimp, 1969). Ver Tonneau (2001) para un análisis conceptual. Desde un punto de vista teórico, “equivalencia” se asociaba también a la “generalización secundaria” propuesta por Hull (1939) a través del concepto sinónimo “equivalencia adquirida” (Dollard y Miller, 1950). Tanto en el caso de la “equivalencia funcional” como de la “equivalencia adquirida”, la palabra equivalencia se refiere a un mecanismo para formar clases de estímulos.

Según cuenta Sidman (1994) respecto a los orígenes del uso del término, en su investigación sobre comportamientos derivados en discriminaciones condicionales ya utilizaba la palabra equivalencia antes de que una de sus colaboradoras hiciera notar que “equivalencia” tenía una definición matemática. En el contexto de las discriminaciones condicionales, la definición formal de la equivalencia y sus propiedades se realiza en el artículo de Sidman y Tailby (1982) “Conditional discrimination vs. matching to sample: An expansion of the testing paradigm”:

*Además de su relación “si... entonces” se asume que los estímulos A1 y B1 son equivalentes; similarmente, se entiende que los estímulos A1 y B1 se relacionan tanto condicionalmente como por equivalencia. Los investigadores que han asumido explícita o implícitamente que el procedimiento de la discriminación condicional genera relaciones de equivalencia suelen llamar a la actividad del sujeto “igualación a la muestra” (...) Supóngase, por ejemplo, que una relación R entre los estímulos a y b cumple los requisitos de condicionalidad “si a entonces b”. ¿Sería entonces la relación entre a y b una relación de equivalencia? (...) Llamar a una relación condicional “igualación a la muestra” requiere probar que la relación posee las tres propiedades de una relación de equivalencia (Sidman y Tailby, 1982, pp. 5-6).*

En esta definición de equivalencia se confunden hasta tres fuentes de control de estímulo: en el primer párrafo de la cita, “equivalencia” se entiende como igual función psicológica para dos estímulos, y más adelante, como la relación de igualdad (reflexividad) en la igualación a la muestra; en la segunda parte de la cita, se entiende “equivalencia” como el resultado de cumplir las propiedades de reflexividad, simetría y transitividad con respecto a la relación de condicionalidad. En efecto, la relación de igualdad es una relación de equivalencia en el sentido matemático del término; pero las relaciones de equivalencia abarcan más posibilidades: existen más relaciones, además de la de igualdad, que cumplen las tres propiedades de la equivalencia matemática. Por otra parte, la vinculación entre el concepto de equivalencia de estímulos como misma función conductual, y la supuesta necesidad de realizar pruebas a través de discriminaciones condicionales no se respalda con argumentos empíricos, sino a través de la analogía entre la etiqueta “equivalencia”, en el contexto de la equivalencia *funcional* de estímulos (Tonneau, 2001) o en la equivalencia *adquirida*, y la etiqueta “equivalencia” en matemáticas, de la que se adaptan sus propiedades al paradigma experimental de las discriminaciones condicionales.

La utilización de la analogía matemática de las clases de equivalencia en el ámbito psicológico ha sido ampliamente criticada por carecer de principios teóricos sólidos que definan los elementos considerados y sus relaciones (Saunders y Green, 1992; Tonneau y Sokolowski, 1997; Tonneau, 2001). Como apunta Tonneau (2001), uno de los vacíos en la definición de las clases de equivalencia como fenómeno conductual que utilizan Sidman y sus colaboradores es que no tiene sentido hablar de *la* relación de equivalencia. Si el uso de esta herramienta formal en el terreno psicológico fuese estricto, se debería hablar de que determinados estímulos mantienen una relación respecto a la cual son reflexivos, simétricos y transitivos. Pero si se pretende ser coherente con el lenguaje matemático utilizado, no existe *una* relación de equivalencia,

sino que existen muchas relaciones posibles (de las que la igualdad es solo una de ellas), de las cuales algunas son de equivalencia y otras no.

A pesar de los esfuerzos clarificadores del propio Sidman (ver más adelante), la confusión entre equivalencia como igualdad, por una parte, y equivalencia como relaciones de condicionalidad derivada, por otra, hace que, al menos implícitamente, muchos investigadores entiendan la formación de clases de equivalencia como un proceso psicológico subyacente, ya que la relación de igualdad, en el sentido de “misma función psicológica” trasciende ampliamente las características de la relación “si ... entonces” en una discriminación condicional:

*De esta noción de considerar que un organismo trata a los estímulos como equivalentes a considerar que la reflexividad, la simetría y la transitividad en la igualación a la muestra (...) son simplemente los síntomas conductuales del concepto de equivalencia del sujeto sólo hay un paso. (...) implícitamente esta [consideración] parece motivar mucha de la investigación en clases de equivalencia. (Tonneau, 2001, p. 15).*

Sidman en cualquier caso ha tratado de dejar claro que no es ésta su intención:

*“...hablar del “establecimiento” de una clase de equivalencia es un circunloquio [que] ahorra palabras y simplifica la construcción de las frases. La relación de equivalencia no se refiere ni a una entidad teórica ni (...) a procesos o entidades más allá de la observación, sino que más bien resume un conjunto de regularidades observadas. (...) Una relación de equivalencia no tiene existencia como una cosa, no se establece, forma o crea. No existe, ni en teoría ni en la realidad. Es definida por la emergencia de nuevas –y predecibles– unidades de*

*conducta a partir de unidades previamente demostradas...*” (Sidman, 1994, pp. 387-388).

Aún así, el uso que se suele hacer de este concepto arroja serias dudas sobre si implícitamente se está asumiendo un proceso subyacente. Por ejemplo, Sidman y Tailby (1982) definen la simetría de la siguiente manera:

*Para demostrar que la relación R es simétrica, se debe comprobar que tanto aRb como bRa se cumplen. Un sujeto que iguala una muestra a con una comparación b debe igualar, sin más entrenamiento, una muestra b con una comparación a, invirtiendo la relación “si a entonces b” a “si b entonces a”. (...) la prueba de que aRb es simétrica es la reversibilidad de las funciones como muestra y comparación. (Sidman y Tailby, 1982, p. 6).*

Desde nuestro punto de vista, sólo se entiende que se introduzca el requisito de “sin más entrenamiento” para comprobar que la actuación no está guiada por la relación de condicionalidad sino por una relación de equivalencia, del mismo modo que se utilizan las pruebas con estímulos novedosos para determinar si una conducta es guiada por una regla del tipo “si ... entonces” (reglas múltiples) o por una relación de igualdad (regla única) (Carter y Werner, 1978). De hecho, Sidman y Tailby (1982) lo expresan precisamente en esos términos:

*Al contrario que la condicionalidad, la equivalencia no es definible solamente en referencia a las interacciones del sujeto con el procedimiento experimental. Para determinar si una actuación implica algo más que relaciones condicionales entre los estímulos de muestra y comparación se requieren pruebas adicionales. (Sidman y Tailby, 1982, p. 6). El subrayado es nuestro.*

Cabe la duda de si ese “algo más” que sugieren los autores es precisamente el proceso subyacente al que se refería Tonneau (2001). Una de las diferencias entre la relación de igualdad y la relación si ... entonces es que las condiciones de entrenamiento y transferencia en las que dan lugar a comportamiento derivado no son las mismas. Además, la relación si ... entonces incluye un elemento temporal que no está necesariamente presente en muchas relaciones de igualdad visual.

De hecho, no está claro que en la literatura sobre las relaciones derivadas en las contingencias de cuatro términos (donde los estímulos de muestra y comparación mantienen distintas relaciones del tipo si ... entonces) debamos esperar que las actuaciones en las pruebas de transferencia deban tener alguna propiedad en común por el hecho de cumplir los criterios de reflexividad, simetría y transitividad (ver punto 1.3.2). Sin embargo, esto es precisamente lo que afirmamos cuando equiparamos una “clase de equivalencia” a otras clases de estímulos revisadas anteriormente (ver punto 1.2.3.3), al decir que los estímulos “equivalentes” producirán una respuesta común (Goldiamond, 1964) o que sus funciones psicológicas se transferirán de unos miembros a otros (Dougher y Markham, 1994).

Lo que observamos en la literatura sobre formación de clases de equivalencia en animales revisada hasta el momento es que los entrenamientos que dan lugar a cada una de las propiedades de la equivalencia en las discriminaciones condicionales son muy distintos. El concepto de igualdad (Santiago y Wright, 1984) y la inferencia transitiva (von Fersen y cols., 1991) también se pueden encontrar en las contingencias de tres términos, al igual que un diverso número de procedimientos capaces de generar clases de estímulos (ver punto 1.2.3.3); además, las variables hasta el momento se sabe que influyen en la obtención de cada una de las tres propiedades en los experimentos de discriminación condicional con animales no humanos son muy diferentes: número de ejemplares en el caso de la reflexividad, eliminación de las

diferencias espaciales y temporales en el caso de la simetría y respuestas mediadoras en el caso de la transitividad; ver punto 1.3.2. Desde nuestro punto de vista, hasta el momento no se desprende de los datos empíricos un motivo claro para decidir que estemos ante *un* único proceso conductual y no ante varios. Sin embargo, esto no es un obstáculo para reconocer que la actuación derivada en la discriminación condicional que se observa típicamente en sujetos humanos es un hecho conductual que necesita una explicación y que posiblemente se relaciona con importantes aspectos de nuestro funcionamiento psicológico complejo (ver punto 1.2.3.5 y siguientes).

En el caso que nos ocupa, que es analizar experimentalmente *por qué* un sujeto puede llegar a invertir la relación entre muestra y comparación en una discriminación condicional, el uso de la analogía matemática tiene el inconveniente adicional de que no aporta una hipótesis sobre la que trabajar. Como afirma el propio Sidman:

*“... el sistema descriptivo es independiente de cualquier teoría acerca del origen de la equivalencia. Aunque es un concepto matemático, la relación de equivalencia (sic.) resulta describir la conducta que observamos (...) las unidades emergentes resultan ser descriptibles y predecibles como ejemplos de las propiedades que definen una relación de equivalencia”* (Sidman, 2000, p. 129).

Desde nuestro punto de vista, la analogía matemática introduce cierta confusión respecto a las relaciones entre los estímulos a las que debemos atender. Sin embargo, a lo largo de este trabajo seguiremos utilizando su terminología y la referencia a las clases de equivalencia, debido a que las teorías sobre el origen de la simetría que abordaremos a continuación se han formulado en el mismo marco que las teorías en torno al origen de las clases de equivalencia.

#### 1.4.1.2.7 ¿Una simetría o varias?

A lo largo de la exposición hemos visto cómo, siguiendo a Skinner (1945), existen muy distintas circunstancias en las que se emite la respuesta “simetría” en diferentes contextos históricos y diferentes disciplinas científicas.

En general, el concepto de simetría ha ido ganando en abstracción tras su introducción en las ciencias naturales, es decir, cada vez se han ido limitando más las propiedades de los estímulos que controlan la respuesta; esto hace que progresivamente se hayan eliminado más dimensiones de estímulo como elemento controlador. Este proceso tiene el efecto de que, cuanto más abstracta sea la definición, más relaciones entre estímulos se puedan clasificar como simétricas. Por ejemplo, mientras que la percepción de belleza subjetiva era un criterio en la antigüedad, no lo es en sus formulaciones modernas; de forma parecida, mientras que sólo las relaciones entre dimensiones espaciales eran consideradas en la primera sistematización de Legendre (Hon y Goldstein, 2005b), también las dimensiones temporales fueron consideradas en la física. Finalmente, en el caso de las matemáticas, donde se da el mayor nivel de abstracción, no aparece ninguna consideración respecto a las dimensiones físicas, sino que la relación de simetría se extiende a cualquier relación imaginable que cumpla las propiedades designadas.

En el análisis del comportamiento, la relación considerada como base de la simetría a nivel conductual muestra una confusión entre la relación de igualdad (que sí es simétrica) y la relación de “si ... entonces”, que no lo es, o al menos no necesariamente. De hecho, cabría plantearse si este término, tal como se enmarca en el concepto de las clases de equivalencia, se emplea de acuerdo con las directrices de buen uso de los constructos teóricos (Wilson, 2001), como se describen en el punto 1.2.2.5. Por lo tanto, se hace necesario analizar experimental y teóricamente bajo qué

condiciones esta relación de “si ... entonces” puede hacerse bidireccional, especificando claramente:

- 1) Los criterios para delimitar el conjunto original K, es decir, qué tipo de entrenamiento de base es necesario realizar
- 2) La naturaleza de los elementos, es decir, qué estímulos o dimensiones de los estímulos van a ser considerados, y
- 3) La naturaleza de la relación entre los elementos.

En el siguiente punto revisaremos las teorías que han tratado estas cuestiones de forma sistemática, para plantear finalmente nuestra propuesta.

## **1.4.2 El problema de la derivación de simetría**

La derivación de simetría o bidireccionalidad a partir de entrenamientos unidireccionales, como decíamos, es un problema cuyo análisis se halla inmerso en las teorías sobre el origen de las clases de equivalencia. Otra importante fuente de evidencias empíricas que se han utilizado para elaborar las distintas teorías acerca del origen de la equivalencia y sus propiedades proviene de la experimentación con diversas poblaciones de sujetos humanos. Aunque algunos experimentos representativos ya se han descrito anteriormente, en los siguientes apartado abordaremos algunos de los experimentos con sujetos humanos más relevantes desde el punto de vista teórico, especialmente por su relación con la conducta verbal. No obstante, antes de detallar algunas de las hipótesis más destacadas sobre este fenómeno, expondremos algunas particularidades de los procedimientos experimentales que no se han abordado en los apartados anteriores y que consideramos necesario contemplar para exponer apropiadamente los estudios que se detallan y sus conclusiones teóricas.

### **1.4.2.1 Procedimientos que dan lugar a la formación de clases de equivalencia en humanos**

Existe un gran número de procedimientos experimentales mediante los cuales se ha conseguido que sujetos humanos pasen con éxito las pruebas que definen la equivalencia de estímulos (reflexividad, simetría y transitividad).

Aunque, como hemos visto, se han empleado con éxito procedimientos basados en las discriminaciones simples (Smeets y cols., 1997) o en el condicionamiento clásico (Gutiérrez y Benjumea, 2003), la mayoría de los experimentos han empleado las

discriminaciones condicionales para entrenar los prerrequisitos necesarios antes de proceder a la prueba de las propiedades de la equivalencia.

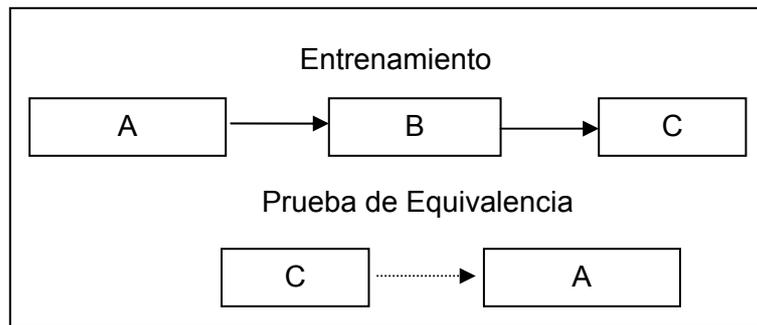
Dentro de los procedimientos que utilizan discriminaciones condicionales, en los que nos centraremos a partir de ahora, podemos encontrar cuatro parámetros que caracterizan la estructura del entrenamiento (Fields y Verhave, 1987):

- a) Número de estímulos en cada clase (p. ej. un entrenamiento del tipo A, B, C tendría tres estímulos por clase). Tendríamos que añadir a esta clasificación en número de clases empleadas (p. ej. clase 1, clase 2, clase 3... etc.).
- b) Número de nodos. Un nodo es un estímulo que está relacionado con más de un estímulo a la vez (p. ej. en un entrenamiento A – B y B – C, B sería el nodo).
- c) Patrón de relación entre estímulos simples y nodales.
- d) Direccionalidad del entrenamiento (es decir, qué estímulos funcionan como muestra y cuáles como comparación).

Aunque todos estos parámetros han demostrado influir en el desempeño de los sujetos en las pruebas de equivalencia (Fields y Verhave, 1987; Saunders y Green, 1999), el efecto más marcado parece provenir de los dos últimos. La estructura más simple para formar clases de equivalencia mediante discriminaciones condicionales consiste en mantener constante el número de estímulos en tres, y el número de nodos en uno. Manipulando los dos parámetros restantes podemos encontrar las estructuras de entrenamiento que más se han utilizado en la literatura. Por lo general se empieza entrenando una discriminación hasta superar un determinado criterio de logro y luego se entrena otra por separado, hasta llegar al mismo criterio de ejecución. En una tercera fase se mezclan las dos discriminaciones.

#### 1.4.2.1.1 Estructura Lineal

En la estructura lineal entrenamos dos discriminaciones condicionales: A – B y B – C, donde el estímulo B actuaría como nodo. En este procedimiento la prueba de equivalencia (prueba combinada de simetría y transitividad) consistiría en la discriminación C – A. Esta es la única de las estructuras básicas en las que es posible comprobar la relación de transitividad (Figura 14).

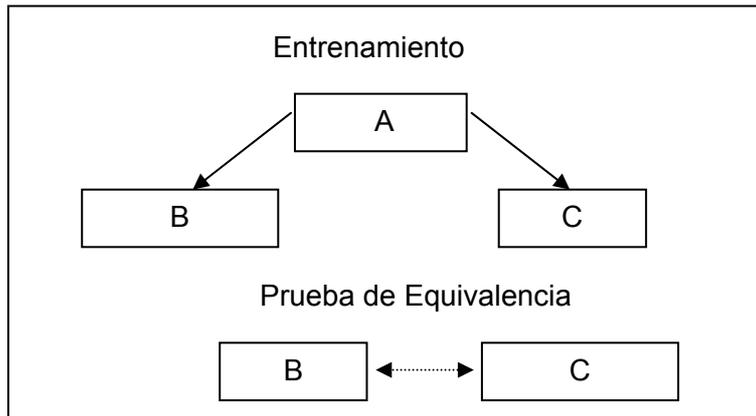


**Figura 14: Esquema del entrenamiento lineal para la formación de clases de equivalencia.**

#### 1.4.2.1.2 Estructura Uno a Muchos

En el caso de la estructura “Uno a muchos” se establecen dos discriminaciones condicionales en las que el estímulo de muestra es el elemento en común. (ver Figura 15). Este procedimiento también es conocido como “muestra como nodo”

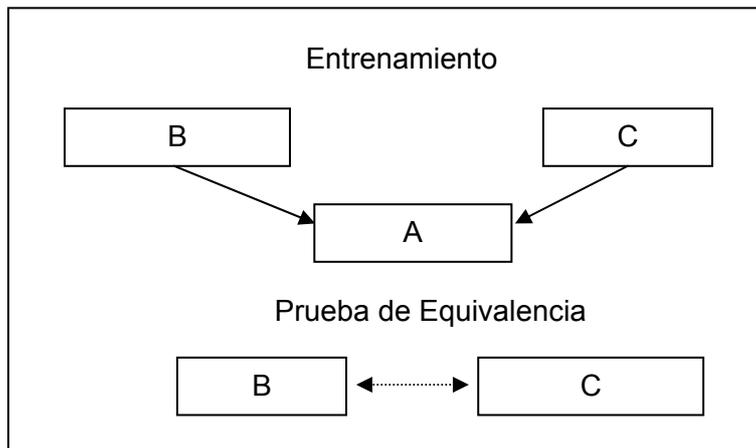
La prueba de equivalencia se demostraría por igual en las discriminaciones B – C y C – B. Sin embargo, en este procedimiento no es posible probar la transitividad de manera aislada



**Figura 15: Esquema del entrenamiento "uno a muchos" para la formación de clases de equivalencia.**

#### 1.4.2.1.3 Estructura Muchos a Uno

En la estructura de "Muchos a uno" es el estímulo de comparación el que actúa como elemento común o nodo (también se denomina a este procedimiento "comparación como nodo"). La transitividad sólo se puede comprobar combinada con la simetría, en las discriminaciones B – C o C – B (Figura 16).



**Figura 16: Esquema del entrenamiento "muchos a uno" para la formación de clases de equivalencia.**

#### 1.4.2.1.4 Efectos de la estructura del entrenamiento

Dado que aún no disponemos de evidencia sistemática de la formación de clases de equivalencia en sujetos no humanos, no es posible aventurar que la estructura del entrenamiento será una variable relevante para su formación (Gómez, 2001a). No obstante, algunos experimentos como los realizados por autores como Urcuioli o Zentall, y que abordaremos más adelante, apuntan hacia esa dirección. Por ejemplo, en la revisión sobre formación de clases de estímulos en animales de Zentall (1998), se analizan numerosos experimentos que parecen apoyar la superioridad del procedimiento de muchos a uno sobre el de uno a muchos en la génesis de relaciones derivadas.

Por otra parte, numerosas investigaciones y algunos trabajos de revisión con sujetos humanos se han ocupado de comprobar las diferencias que estos tipos de estructura producen en distintas variables de la ejecución de los sujetos humanos en las pruebas de equivalencia. Algunas de estas variables han sido, por ejemplo, la proporción de sujetos que supera las pruebas, el número de ensayos de prueba en extinción hasta conseguir el acierto o la latencia en las respuestas correctas a las pruebas.

En general, los resultados de estos experimentos sugieren que la estructura que proporciona mejores resultados es la de “muchos a uno” o “comparación como nodo”. Según afirman Saunders y Green (1999) tras realizar un análisis de varios experimentos, sólo 3 de 13 niños superaron las pruebas de equivalencia tras un entrenamiento de “uno a muchos”; 2 de 12 superaron estas pruebas tras un entrenamiento lineal y hasta 23 de 28 niños lo superaron cuando se utilizó un entrenamiento que empleaba la estructura “muchos a uno”. Este mismo efecto se ha encontrado utilizando diferentes medidas en adolescentes y adultos con retraso mental y en adultos normales.

#### **1.4.2.2 Simetría, equivalencia y conducta verbal**

Una de las cuestiones fundamentales que justifica el interés de los analistas del comportamiento por la formación de las clases de equivalencia es su estrecha relación con la conducta verbal. La relación entre conducta verbal y equivalencia afecta especialmente a la relación de simetría, ya que esta capacidad ha sido equiparada con la correspondencia palabra – objeto que se da en el comportamiento verbal, y por lo tanto la situaría en la base de la conducta simbólica (Sidman, 1994).

A grandes rasgos, existe una fuerte correlación entre las capacidades verbales de los organismos estudiados y sus resultados en las pruebas de equivalencia. Los resultados obtenidos en los extremos del continuo presencia – ausencia del lenguaje son bastante claros. Mientras que la inmensa mayoría de los sujetos con un desarrollo verbal normal muestran típicamente la formación de clases de equivalencia con los procedimientos estándar, los animales no humanos de los que estamos seguros que no presentan lenguaje verbal, tienen serios problemas para derivar nuevas relaciones en el procedimiento estándar de discriminación condicional, como hemos visto.

Sin embargo, cuando los extremos del continuo se acercan, la situación aparece menos clara: Por ejemplo, Devany y cols. (1986) encontraron que las clases de equivalencia aparecían en niños pequeños (entre dos y cuatro años), tanto normales como con retraso con ciertas habilidades lingüísticas, pero no en niños con un retraso equivalente pero sin habilidades verbales comparables (pero ver Stromer y Mackay, 1996).

La modalidad sensorial utilizada en el entrenamiento también parece indicar una relación entre el lenguaje y la equivalencia. Cuando las discriminaciones condicionales implican estímulos auditivos y visuales (p. ej. objetos y nombres de objetos) las propiedades de la equivalencia aparecen con más facilidad que cuando los estímulos

utilizados son sólo visuales (Carr, Wilkinson, Blackman y McIlvane, 2000). Aunque los sujetos de este estudio presentaban un severo retraso y mínimas habilidades verbales, los resultados de este y otros estudios sugieren que el uso de la modalidad auditiva, que favorecería el uso del lenguaje con respecto a la puramente visual, facilita la derivación de las propiedades de la equivalencia (Sidman, Willson-Morris y Kirk, 1986; Green, 1990).

Desde un punto de vista evolutivo, se ha comprobado que algunas propiedades de la equivalencia empiezan a derivarse coincidiendo con la edad en que aparece el lenguaje verbal. Por ejemplo, Lipkens, Hayes y Hayes (1993) encontraron la derivación de simetría en un niño con desarrollo normal a los 17 meses, y transitividad cuando tenía 24. En general, cuando los niños son muy pequeños (dos años o menos), la simetría en particular (e incluso la reflexividad) se encuentran con cierta dificultad (Boelens, van den Broek y van Klarenbosch, 2000).

Otros estudios han mostrado también que los niños que fallan en las pruebas de equivalencia suelen superarlas cuando se les enseña a nombrar los estímulos (Lowe y Beasty, 1987), aunque la cuestión no parece estar zanjada (Boelens, van den Broek y Calmeyn, 2003). Estos resultados son respaldados de manera más significativa en una serie experimental realizada por Horne, Lowe y sus colaboradores (Lowe, Horne, Harris y Randle, 2002; Horne, Lowe y Randle, 2004; Lowe, Horne y Hughes, 2005). En esta serie de estudios se constató la derivación de las propiedades de la equivalencia cuando los sujetos (niños de entre 1 y 4 años) eran entrenados a nombrar los estímulos (tacto), a repetir el nombre de un objeto pronunciado por el experimentador en presencia de ese mismo objeto (ecoica), pero no cuando sólo repetían el nombre en ausencia del objeto o cuando simplemente lo señalaban tras oír su nombre. El mero entrenamiento de respuestas dirigidas al objeto (p. ej. dar el objeto que el experimentador nombraba) o conducta de oyente no produjo la derivación de las

propiedades de la equivalencia. Estos resultados son consistentes con la hipótesis skinneriana de la independencia funcional entre mandos y tactos en el aprendizaje temprano del lenguaje (Skinner, 1957; Lamarre y Holland, 1985; Lipkens y cols., 1993). Pero ver también Petursdottir, Carr y Michael (2005). Es posible que esta independencia funcional sólo se de en las etapas más tempranas del aprendizaje de la lengua, o cuando los prerrequisitos conductuales no están lo suficientemente establecidos en el repertorio del sujeto, ya que un entrenamiento sistemático en ejemplares de mandos, tactos y conducta de oyente puede llevar a la derivación de unos a partir de los otros (Nuzzolo-Gomez y Greer, 2004; Greer, Stolfi, Chavez-Brown y Rivera-Valdes, 2005; Fiorile y Greer, 2007; Greer y Yuan, 2008).

A modo de resumen, Lowe y cols. (2002, p. 528) recogen las variables relacionadas con el comportamiento verbal que han demostrado facilitar la derivación de equivalencia en las pruebas estándar:

- a) El uso de relaciones visual – auditivas en oposición a las visuales – visuales
- b) El uso de estímulos fáciles de nombrar frente a los difíciles de nombrar
- c) El uso de estímulos cuyos nombres (verbalizados o no) mantienen una relación de rima consistente con la clase
- d) El entrenamiento de nombres comunes para los estímulos de la misma clase

En estudios con adultos, algunos de los cuales revisamos en el apartado anterior, también se ha argumentado que el efecto de la estructura del entrenamiento se debe a que algunos procedimientos, como el de muchos a uno, favorecen más que otros la aparición de un nombre común ante las muestras.

Sin embargo, al menos la simetría sí podría encontrarse en ausencia de un entrenamiento verbal explícito en niños de muy corta edad y sin sofisticadas habilidades verbales. Luciano, Becerra y Valverde (2007) realizaron una serie de

estudios con una niña de desarrollo normal (Gloria) que comenzaron cuando estaba a punto de cumplir 16 meses. A esta edad, Gloria no superó los pretest de nombramiento y simetría realizadas en la modalidad visual – auditiva. En la prueba de nombramiento se le presentaron dos objetos comunes pero con los que la niña no tenía experiencia anterior (A1 y A2), y que el experimentador nombró en su presencia (B1 y B2). Cuando se le presentaron más tarde los objetos y se le pidió que los nombrara, Gloria no fue capaz de hacerlo. Un tercer objeto recibió el mismo entrenamiento (A3 – B3), y en la prueba que los autores denominan “simetría receptiva” se le pidió que lo seleccionara de entre otros objetos (B3 – A3). Gloria tampoco superó esta prueba. Tras comprobar la línea base, Gloria pasó por un entrenamiento en múltiples ejemplares con 10 objetos diferentes. Cada ensayo constaba de dos partes: En la parte objeto – nombre, la experimentadora (la madre de Gloria) comenzaba diciendo “*Gloria, mira esto*”, a la vez que mostraba un objeto. Una vez que Gloria establecía contacto visual, la madre decía el nombre del objeto: (“*Esto es (...)*”). Después de eso comenzaba la parte nombre – objeto (o “simetría receptiva”), la madre solicitaba el objeto de entre varias opciones: (“*Gloria, dame (...)*”). Si Gloria elegía correctamente, era alabada a la vez que la madre repetía el nombre del objeto (“*Sí, eso es (...), muy bien*”); en caso contrario, le decía enfáticamente “¡no, no es eso!” y mientras seleccionaba el objeto correcto decía: “*esto es (...)*”. Las dos partes del ensayo comenzaron siendo inmediatas y progresivamente se introdujo una demora de hasta 12 horas.

Aproximadamente un mes después, Gloria cumplió el criterio de aprendizaje y se realizaron las pruebas de “simetría receptiva” cuando la niña estaba a cerca de cumplir los 17 meses. Para las pruebas, se entrenó la relación que denominamos objeto – nombre con ocho nuevos ítems. Con seis de ellos se probó la relación de “simetría receptiva”, en la que Gloria obtuvo un alto índice de aciertos (5 de 6) con demoras de tres horas. Con los dos objetos restantes se realizó una prueba de nombramiento

como la descrita anteriormente, que la niña tampoco superó esta vez. Tras el entrenamiento en simetría, y la posterior demostración de simetría generalizada (experimento 1), Gloria también fue capaz de superar las pruebas de equivalencia con nuevos objetos, tanto con dos como con tres comparaciones (experimentos 2 y 3). La relación de nombramiento, por otra parte, siguió sin aparecer hasta el final del tercer experimento, cuando Gloria estaba cerca de cumplir los dos años. Los propios autores invitan a tomar los resultados con cautela, a la espera de nuevas replicaciones e investigaciones más exhaustivas acerca del papel de la conducta de oyente generalizada; y también, de los posibles mecanismos conductuales que expliquen la posible influencia de su entrenamiento en simetría en el éxito en las pruebas de equivalencia en la modalidad visual – visual. No obstante, este experimento apunta a que los prerrequisitos de la simetría y la equivalencia no dependen de unas habilidades verbales sofisticadas.

Dada esta gran relación entre conducta verbal y propiedades de la equivalencia, el problema, como afirma Sidman (1994), es averiguar en qué dirección va la flecha de la causalidad: qué habilidad es necesaria para que se dé la otra. Para una discusión más en detalle sobre las implicaciones teóricas de estas investigaciones, ver los puntos 1.4.2.3.2, 1.4.2.3.3 y 1.4.2.3.4.

### **1.4.2.3 Teorías acerca del origen de la simetría y la equivalencia**

Desde que Schusterman y Kastak (1993) demostraran la derivación de clases de equivalencia en un león marino, varios experimentos más han aportado indicios de que algunos animales no humanos pueden llegar a mostrar algunas de sus propiedades. Valgan como ejemplo los experimentos posteriores de estos autores también con leones marinos (Schusterman y Kastak, 1998; Reichmuth Kastak y Schusterman, 2002), o los experimentos con monos de McIntire y cols. (1987), además de otros estudios mencionados anteriormente. Sin embargo, las críticas a estos trabajos no se

hicieron esperar, y prácticamente a cada nueva publicación que daba cuenta de un resultado positivo le seguían una o varias críticas cuestionando la validez de los resultados. Ver Hayes (1989), Saunders (1989) y Dugdale y Lowe (1990) para las críticas al trabajo de McIntire y cols. (1987), y Horne y Lowe (1996, 1997), para las críticas al trabajo de Schusterman y Kastak (1993).

A pesar del desacuerdo entre los investigadores en reconocer las evidencias de equivalencia o algunas de sus propiedades en experimentos con animales no humanos, se han avanzado algunas hipótesis sobre el posible origen de este fenómeno. Dada la parquedad de resultados en los estudios básicos con animales, muchos de los resultados experimentales que se han utilizado para la elaboración de las teorías acerca del origen de la equivalencia y sus propiedades ha provenido de investigaciones con humanos, y muy especialmente de los estudios con niños y sujetos con problemas de lenguaje como los que hemos revisado, en un intento por aislar las variables de las que depende este fenómeno.

#### 1.4.2.3.1 La equivalencia como función fundamental del estímulo

En las primeras etapas de la investigación sistemática sobre equivalencia en humanos (Sidman, 1971; Sidman y Tailby, 1982) y sobre las propiedades de la equivalencia en animales no humanos, (Sidman y cols., 1982) su posición respecto al origen de las relaciones de equivalencia no estaba definida, prefiriendo la acumulación de datos a la construcción de teorías (Sidman, 1994). Después de obtener resultados negativos en la búsqueda de simetría en monos rhesus y babuinos, pero positivos en niños de cinco años, Sidman afirma:

*“Es por supuesto imposible probar mediante fallos solamente que el procedimiento de las discriminaciones condicionales sea incapaz de establecer relaciones simétricas para determinados organismos. Tal conclusión requiere*

*una comprensión, de la que actualmente carecemos, de los prerequisites de la simetría y una explicación de la incapacidad del organismo para alcanzar esos prerequisites.” (Sidman y cols., 1982. Cit. en Sidman, (1994, p. 161).*

Sin embargo, en varios de sus escritos posteriores, (Sidman, 1990, 1994, 2000) propone que la formación de clases de equivalencia es una función elemental del estímulo, no derivada de otras (un "Primitivo"). En otras palabras, que los sujetos formen clases de equivalencia entre los estímulos se debe, en última instancia a su dotación genética:

*“... permanece la posibilidad de que la equivalencia sea una función fundamental del estímulo. Tenemos razones para sospechar que esto sea así, independientemente de nuestra incapacidad para derivar la equivalencia de algo más básico.” (Sidman, 1994, p. 360)*

Para Sidman parece razonable suponer que, en los seres humanos, las relaciones de equivalencia se derivan directamente del entrenamiento en discriminaciones condicionales:

*“...por la misma razón que nuestra conducta es reforzable y por la misma razón que es controlable por estímulos discriminativos y condicionales: porque las contingencias de supervivencia (evolución) nos han hecho así” (Sidman, 1994, p. 362).*

Más recientemente Sidman (2000) ha defendido que la equivalencia de estímulos se deriva de manera directa de las contingencias de reforzamiento. Según este análisis, las contingencias de reforzamiento producirían dos resultados directos: por una parte las unidades de 2, 3, 4 o  $n$  términos que revisamos anteriormente, y por otra, las

relaciones de equivalencia entre todos los elementos implicados, incluidos las respuestas y los reforzadores. Además, Sidman extiende el alcance de su propuesta tanto a las discriminaciones condicionales como a las discriminaciones simples y al condicionamiento clásico. Por último, el autor añade que muy probablemente el hecho de que algunas especies no muestren relaciones de equivalencia se debe a su dotación genética, y que corresponde a otras ciencias y no al análisis del comportamiento determinar las estructuras que posibilitan esta habilidad (Sidman, 2000, p. 144).

#### 1.4.2.3.2 La hipótesis del “naming”

Ya los padres del aprendizaje asociativo estímulo – respuesta se dieron cuenta del reto teórico que suponía explicar cómo estímulos muy diferentes pueden llegar a producir la misma respuesta, a pesar de que nunca se hayan reforzado determinadas respuestas particulares en presencia de esos estímulos. El problema de la derivación de respuestas nuevas a partir de estímulos que nunca las habían producido, se encuentra planteado en esta cita de C. Hull:

*“... el problema ... es esencialmente este: ¿cómo podemos explicar el hecho de que un estímulo a veces evocará una reacción a la que nunca ha sido condicionado, es decir, con la que nunca ha sido asociado?”* (Hull, 1939, p. 9).

Cit. en Urcuioli, (1996, p. 55).

Básicamente, su respuesta a este problema fue que estímulos físicamente diferentes pueden llegar a controlar la misma conducta porque producen alguna reacción común que entonces mediaría la generalización de las actuaciones subsecuentes de un estímulo a otro (Generalización secundaria). Hull suponía que cuando dos estímulos ocasionan la misma respuesta, también adquirirían la capacidad de producir componentes implícitos de esa respuesta. Hull también aventuró que esas respuestas

implícitas tendrían también propiedades de estímulo, que podría servir entonces como claves discriminativas adicionales para otras conductas. De este modo, nuevas conductas se generalizarían a estímulos que evocasen una misma respuesta implícita (Urcuioli, 1996). Este es el mismo concepto de “equivalencia adquirida”, que emplearon Dollard y Miller (1950) años después.

Durante un tiempo, teorías basadas en estos conceptos de generalización mediada (p. ej. Cofer y Foley, 1942) se utilizaron para explicar fenómenos como la “equivalencia de estímulos” (en el sentido de equivalencia adquirida, y no en el definido por Sidman. Ver punto 1.4.1.2.6.2). Sin embargo, éstas teorías se fueron abandonando. Entre los motivos de este abandono podemos destacar las limitaciones que imponía una concepción de encadenamiento mecánico de estímulos y respuestas como la que estaba en boga en tiempos de Hull a la hora de explicar fenómenos como la simetría. Ver Horne y Lowe (1996, p. 226).

Una serie de experimentos posteriores, alguno de los cuales hemos revisado anteriormente, han venido a reavivar la posibilidad de utilizar un concepto renovado de “generalización mediada” para dar cuenta de la formación de equivalencias adquiridas (Urcuioli y Honig, 1980; Honey y Hall, 1989; Urcuioli, 1990; Urcuioli, Zentall y DeMarse, 1995). Al contrario que las teorías precedentes, que se limitaban a postular la existencia de alguna respuesta mediadora, la estrategia de investigación actual consiste en manipular de manera directa el elemento mediador. Procediendo de esta manera se puede obtener evidencia experimental del posible papel de las respuestas mediadoras en la formación de equivalencias adquiridas y las condiciones en que surgen. Si asumimos que el comportamiento sigue las mismas leyes sea observable o no (ver punto 1.2.1), en un segundo momento podremos emplear este conocimiento para analizar situaciones en las que, aunque no tengamos evidencia directa de la

presencia de mediadores, podemos suponer su existencia debido a las condiciones del entrenamiento, o del procedimiento (p. ej. Urcuioli, 1996; Meehan, 1999).

La evidencia del papel de los mediadores explícitos se ha podido comprobar en trabajos como el de Urcuioli y Honig (1980, Experimento 3), que revisamos anteriormente, en el que cada pareja muestra – comparación iba asociada con una respuesta particular.

Una vez establecida su relevancia, la hipótesis de la respuesta mediadora puede ser aplicada a situaciones en las que, como decíamos, de manera indirecta se pueda suponer su participación. Este es el caso de algunos experimentos en que han encontrado relaciones novedosas de control de estímulo usando reforzadores diferenciales para cada combinación muestra – comparación en su procedimiento. Por ejemplo, Urcuioli (1990, experimentos 3A y 3B) realizó el siguiente entrenamiento: En una igualación a la muestra, ante el estímulo A1, la elección de B1 era reforzada con el Er1, mientras que ante el estímulo A2 la elección del estímulo B2 era reforzada con el Er2. En la segunda fase, los estímulos A3 y A4 fueron emparejados con Er1 y Er2 respectivamente; en la prueba, los sujetos entrenados de esta manera demostraron mayor facilidad para elegir ante la muestra A3 la comparación B1 y ante la muestra A4 la comparación B2. Según apunta el autor, que realiza un análisis análogo al del experimento anterior, los estímulos A1 y A3, por una parte, y A2 y A4 por otra, vendrían a controlar las mismas “expectativas” en los sujetos (“expectativa” de la aparición del Er1 y del Er2, respectivamente). Estas “expectativas” tendrían propiedades como estímulos, que servirían como elemento mediador en la prueba.

Sin necesidad de acudir al concepto de “expectativa”, Meehan (1999) interpretó los resultados de su experimento, que utilizaba también un procedimiento con reforzadores diferenciales, en términos de condicionamiento clásico. Dado que sus

reforzadores diferían en calidad, los estímulos asociados a cada uno de los reforzadores *elicitan* respuestas diferentes en los sujetos, más rápidas para el reforzador más preferido y más lentas para el reforzador menos preferido. Según este autor, las respuestas diferenciales fueron las que guiaron a sus sujetos en la segunda fase del experimento, donde posteriormente superaron las pruebas de reflexividad y transitividad, y de forma menos clara, las de simetría. Otros resultados similares, como los encontrados en los experimentos de Edwards y cols. (1982), Urcuioli y DeMarse (1994) y Sherburne y Zentall (1995) pueden interpretarse de forma similar.

El propio Urcuioli (1996) también ha propuesto una interpretación en términos de respuesta mediadora de otros resultados experimentales en los que se puede sospechar su influencia, aunque de manera indirecta, como por ejemplo en las diferencias observadas entre los procedimientos de “muchos a uno” y “uno a muchos”. En general, los enfoques de la equivalencia como primitivo o como operante de orden superior (ver más adelante) tienen dificultades para explicar por qué, en sujetos humanos, las clases de equivalencia aparecen con más facilidad utilizando un procedimiento de “muchos a uno” que utilizando el procedimiento de “uno a muchos” o el lineal (p. ej. Saunders y Green, 1999).

Según Urcuioli (1996, pp. 64-65), mientras que el entrenamiento “muchos a uno” facilita la aparición de respuestas mediadoras, esto no ocurre en el entrenamiento “uno a muchos”. Un experimento con palomas como sujetos (Urcuioli y cols., 1995), parece confirmar esta hipótesis. Como veremos más adelante, argumentos similares serán empleados para apoyar la hipótesis del “naming” en humanos.

La hipótesis del “naming” – nombramiento – (ver Horne y Lowe, 1996, comentarios y réplica para una extensa revisión) constituye un modelo principalmente humano de cómo los sujetos, a través de su conducta verbal, llegan a establecer las relaciones

necesarias para superar los tests de equivalencia de estímulos. Sin embargo, el “naming”, tal como es propuesto por sus autores, trasciende ampliamente los límites de la formación de clases de estímulos y se constituye en una extensión de la teoría skinneriana sobre la conducta verbal (Skinner, 1957). La formulación de la propuesta llevó a la realización diversos estudios experimentales para poner a prueba muchos de sus presupuestos y predicciones (Horne, Lowe, Leslie y Blackman, 2000; Lowe y cols., 2002; Horne y cols., 2004; Lowe y cols., 2005; Horne, Hughes y Lowe, 2006; Horne, Lowe y Harris, 2007).

En esta teoría los autores enfatizan 1) el papel de la conducta de oyente o comprensión verbal, 2) la importancia de las respuestas del sujeto a su propia producción verbal y 3) las relaciones circulares que se dan entre las distintas operantes verbales en el aprendizaje normal del lenguaje en los niños. Veamos en mayor detalle cómo definen los autores el “naming”, su formación y sus implicaciones para la formación de clases de equivalencia.

#### 1.4.2.3.2.1 La definición del “naming”

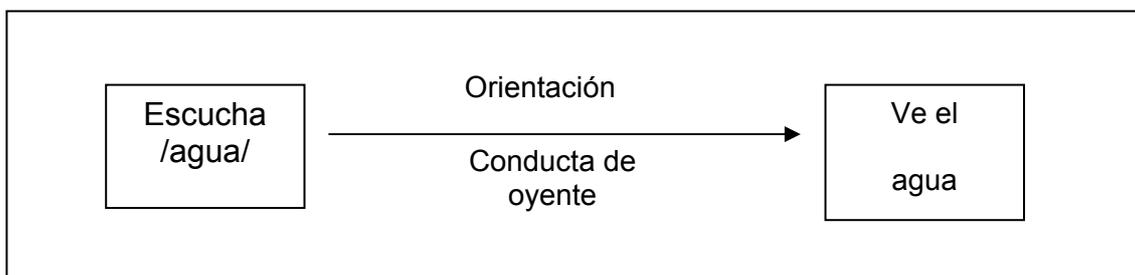
En su importante artículo de 1996, Horne y Lowe definen el “naming” como una operante de orden superior, que toman como la unidad básica de la conducta verbal. El “naming” se construye a través de la integración de la conducta de oyente, la ecoica y el tacto (Skinner, 1957) en una unidad que supera las propiedades de las distintas operantes por separado, y que implica al hablante respondiendo como oyente a su propia producción verbal. En otras palabras:

*“El “naming” es una relación conductual bidireccional de orden superior que combina las funciones convencionales de hablante y oyente de manera que la presencia de una presupone la otra”. [El “naming”] a) combina la conducta de hablante y oyente en el individuo, b) no requiere el reforzamiento de ambas*

modalidades para ser establecido y c) se relaciona con clases de objetos y eventos.” (Horne y Lowe, 1996, p. 207).

#### 1.4.2.3.2.2 La adquisición del “naming”

- La conducta de oyente. Desde muy temprano en el desarrollo los niños, en interacción con sus cuidadores, aprenden a dar respuestas convencionales ante distintos objetos y eventos (mirar hacia donde los adultos indican, a usar objetos culturales en formas determinadas, etc.). Por ejemplo, un niño puede aprender beber de un vaso de agua o a dar un objeto cuando se le pide (Figura 17). En el curso de esta interacción, estas conductas quedan bajo el control de determinadas verbalizaciones de los adultos (conducta de oyente).



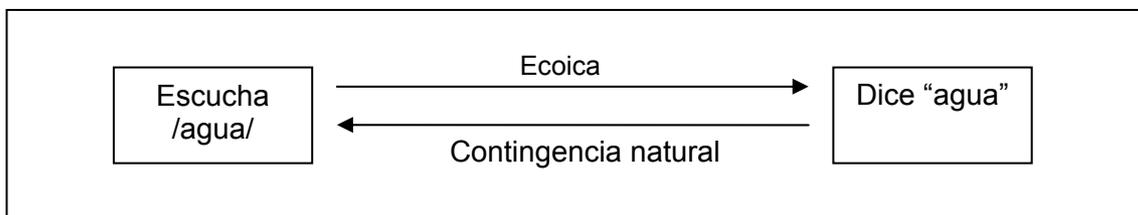
**Figura 17: Ejemplo esquemático de la conducta de oyente**

Por ejemplo, alrededor de los 9 meses, los niños ya han aprendido a mirar o señalar el objeto que su cuidador está mirando o señalando de manera generalizada. Poco después, los niños aprenden también a señalar los objetos de forma que su cuidador dirija su atención hacia ellos, y eventualmente los nombre; entre los 12 y los 18 meses aprenden a emitir conductas diferenciales, socialmente moldeadas, hacia diferentes objetos comunes. A medida que se consolida este proceso, los niños aprenden también a responder diferencialmente ante las verbalizaciones de los adultos, lo que constituye una genuina conducta de oyente. Por último, y a través de numerosos ejemplares,

los verbos que controlan la conducta de oyente dejan de controlar instancias específicas y se generalizan, dando lugar a un comportamiento de oyente generalizado. Por ejemplo, la orden “dame el ... “ se aplicará a nuevos objetos sin necesidad de más entrenamiento.

Es importante señalar que este entrenamiento se refiere a clases de estímulos y no a estímulos aislados (ver punto 1.2.3.3). A través de este entrenamiento se forman clases polimórficas, funcionales y abstractas, etc., de forma que el niño puede responder adecuadamente a verbalizaciones que nunca ha escuchado y aprender rápidamente nuevas conductas de oyente (Horne y Lowe, 1996, pp. 192-196).

- Las ecoicas. Partiendo del repertorio de balbuceos innatos del niño, la comunidad verbal moldea por aproximaciones sucesivas las producciones vocales del niño. Particularmente, al presentar un sonido (p. ej. “agua”) se reforzarán las respuestas del niño que se acerquen al modelo, hasta conseguir su repetición (Figura 18). Con el suficiente entrenamiento, la ecoica se puede generalizar, llegando el niño a reproducir sonidos (palabras) nuevas al ser presentadas por los adultos.



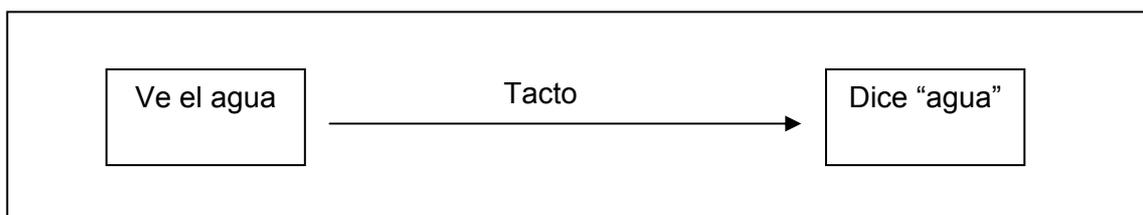
**Figura 18: Ejemplo esquemático de la operante verbal ecoica.**

Según los autores, en la medida en que el niño haya adquirido también conducta como oyente, podrá responder a sus propias producciones ecoicas

con la conducta convencional adecuada, lo que consistiría en una forma temprana de conducta autoinstruccional. Una vez instaurada, la conducta ecoica adquiere propiedades reforzantes por ser reforzador condicionado, pero también por mantener la conducta de oyente adecuada. De esta manera, la ecoica se hace relativamente independiente del reforzamiento social (Horne y Lowe, 1996, pp. 196-199).

- El tacto. Por otra parte, los niños aprenden también a emitir determinadas verbalizaciones en presencia de ciertos objetos o eventos. Esta operante verbal fue definida por Skinner (1957) como tacto. Por ejemplo, el niño aprenderá a decir “agua” al ver un vaso de agua, o al ver un grifo abierto (Figura 19).

En un primer momento, la conducta ecoica podría ayudar a la formación del tacto: ante la presencia simultánea del objeto (agua) y de la vocalización del adulto (/agua/), el niño emitiría la respuesta “agua”, recibiendo reforzamiento social por ello.

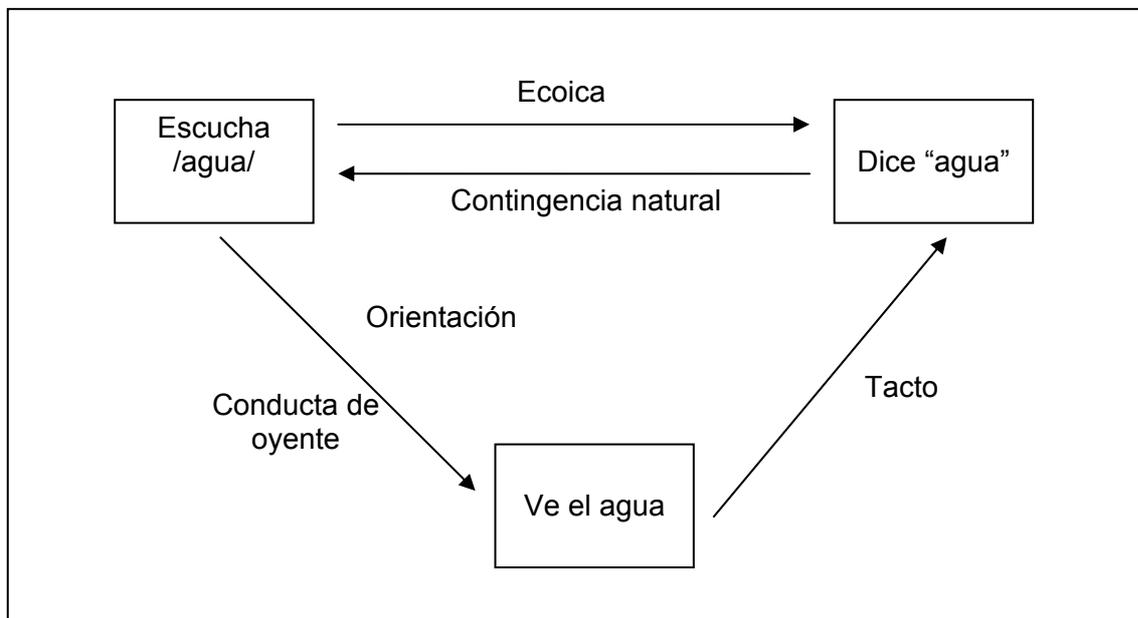


**Figura 19: Ejemplo esquemático de la operante verbal tacto.**

En un segundo momento, la presencia del objeto por sí sola puede controlar la emisión de la respuesta.

Como se puede ver en la Figura 20, la introducción del tacto cierra el círculo de las interacciones verbales en torno a la palabra, convirtiendo las relaciones

unidireccionales en bidireccionales. Si la emisión de las operantes anteriores, a excepción parcialmente de la ecoica, dependía de otros, ahora cualquiera de los estímulos puede evocar el proceso completo. Una vez adquiridos los primeros nombres por reforzamiento explícito, la actuación se podría generalizar según mecanismos conocidos. De esta forma se establecería al "naming" como operante de orden superior, que además, puede retroceder a nivel encubierto.



**Figura 20: Ejemplo esquemático del "naming" como operante de orden superior.**

#### 1.4.2.3.2.3 "Naming", clases de equivalencia y conducta simbólica

Los autores de la hipótesis del "naming" plantean que en el caso de los seres humanos que tras un entrenamiento estándar se enfrentan una prueba de equivalencia, es su conducta verbal (a través del "naming") lo que les permite superarla con éxito. Proponen dos posibles vías verbales para superar las pruebas de equivalencia:

- Nombramiento común. En el curso del entrenamiento en discriminación condicional, los sujetos, de manera pública o privada, al encontrarse con estímulos nuevos y “abstractos”, aplicarían un nombre común a los estímulos miembros de una misma clase (p.ej. Wulfert, Dougher y Greenway, 1991). La asignación de este nombre común puede deberse a las características físicas de los estímulos o a la conducta de oyente que evocan. Si el entrenamiento incluye estímulos auditivos, la simple repetición ecoica de éstos puede servir de nombre común (p.ej. Sidman, 1971).

De hecho, como ya se ha mencionado, se ha encontrado que las clases se forman con más facilidad cuanto más fácil resulta utilizar el “naming”. En los procedimientos auditivo – visuales se encuentra con gran facilidad (Horne y Lowe, 1996, pp. 215–216), y entre los visuales – visuales se encuentra con más facilidad usando el procedimiento “muchos a uno” que el “uno a muchos” (Spradlin y Saunders, 1986). Incluso aunque el “naming” se realice de forma encubierta, también ayuda a superar las pruebas de equivalencia (Randell y Remington, 1999). En varios estudios posteriores realizados por los propios autores y sus colaboradores se ha podido constatar la efectividad del “naming” para facilitar la derivación de las propiedades de la equivalencia. Lowe y cols. (2002) mostraron que el nombramiento común puede facilitar la derivación de equivalencia en niños de 2 a 4 años independientemente de su edad y su nivel de desarrollo medido a través de escalas estandarizadas. También el nombramiento común facilita la transferencia de funciones entre estímulos (Lowe y cols., 2005), otra de las propiedades definitorias de las clases de estímulos. Además, las propiedades del “naming” funcionan independientemente con independencia de que las respuestas verbales sean vocales o gestuales (Horne y cols., 2007), apoyando la definición funcional y no topográfica del comportamiento verbal.

Según proponen Horne y Lowe (1996), al enfrentarse a la situación de prueba, los sujetos eligen el estímulo de comparación en presencia de la muestra más el nombre que ésta evoca. En sujetos que dominan esta operante verbal de orden superior, esta sería una tarea novedosa pero trivial, ya que dadas las propiedades del “naming”, los estímulos presentados durante la prueba evocarían tanto la relación simétrica muestra – nombre como la relación simétrica comparación – nombre. Como el “naming” por definición se basa en clases de estímulos, el único componente novedoso de la tarea sería aplicarlo a los estímulos presentados en el entrenamiento y las pruebas.

- Nombramiento intraverbal. Otra forma en que la conducta verbal puede favorecer el éxito en las pruebas de equivalencia es a través de la intraverbal (Skinner, 1957). Esta operante verbal está controlada de manera antecedente por otro estímulo verbal (p. ej. vaso – agua). Durante el entrenamiento en discriminación condicional se dan las condiciones para que el sujeto produzca los nombres de los estímulos de manera secuencial, formando de esta forma una intraverbal (p. ej. A1 – B1, A1 – C1) que será reforzada por el éxito en los ensayos de entrenamiento. La repetición autoecoica de esta secuencia (p. ej. vaso – agua – vaso – agua...) permitiría que cada término controlase al otro, posibilitando la bidireccionalidad. A través de su relación con el elemento común, se puede formar una intraverbal que contenga todos los elementos (A1 – B1 – C1) y que además se puede dar en cualquier orden posible. Con estas premisas, la prueba de equivalencia resulta nuevamente trivial (Lowe y Beasty, 1987).

Otras formas de comportamiento verbal más elaboradas pueden dar lugar a distintas estrategias verbales (siempre vía “naming”) para solucionar la tarea.

Por ejemplo, a partir de un mayor repertorio verbal y del desarrollo de las autoclíticas (Skinner, 1957), los sujetos podrían formar reglas del tipo “A1 es B1”, “A1 *va con* C1”, etc.

Como conclusión, los autores afirman que el concepto de clase de equivalencia puede estar reuniendo bajo una misma etiqueta comportamientos que, aunque pueden ser formalmente iguales (p. ej. ante C1 elegir A1), no lo son funcionalmente, ya que pueden estar controlados por historias de reforzamiento y por variables muy diversas. Y lo que es más, afirman que si alguna otra especie no verbal superase el test de equivalencia, esto no significaría que las variables que controlen su conducta fuesen las mismas que las que controlan el comportamiento de los humanos verbales. En este punto, los autores afirman que puede haber dos tipos de equivalencias: una gobernada por reglas (Skinner, 1969), como la que ellos describen y otra moldeada por las contingencias, que estaría aún por describir.

Sin embargo, como apuntan (Luciano y cols., 2007), la hipótesis del “naming” presenta algunas dificultades que también deben ser tenidas en cuenta. En primer lugar, gran parte de la investigación realizada hace uso de sujetos ya competentes en el uso de nombres y en la categorización. Por ejemplo, hasta los niños más pequeños que participaron en la serie experimental de Horne, Lowe y sus colaboradores (Lowe y cols., 2002; Horne y cols., 2004; Lowe y cols., 2005; Horne y cols., 2006; Horne y cols., 2007) dominaban alguna forma generalizada de conducta de oyente y/o nombramiento de objetos comunes antes de participar en los experimentos. Esta confluencia de variables, que se desarrollan conjuntamente en el periodo de aprendizaje del lenguaje hace difícil desentrañar si estas habilidades son *necesarias* o sólo *suficientes* para la derivación de las propiedades de la equivalencia. Como afirma Sidman “decir que la mediación verbal es innecesaria para la equivalencia no es decir que las etiquetas verbales sean siempre irrelevantes” (Sidman, 1997, p. 263).

Por otra parte, en el estado actual de la cuestión sigue quedando abierta la especulación sobre qué variable posibilita la otra (Luciano y cols., 2007): dado que el “naming” implica una relación arbitraria y generalizada entre estímulos: ¿es el “naming” un requisito para la equivalencia o es la equivalencia de estímulos lo que está en la base del “naming”? Según Horne y cols. (2000), el entrenamiento en un repertorio de conductas de oyente, sin el componente de hablante correspondiente (tactos), no sería suficiente para la derivación de las propiedades de la equivalencia. Como hemos visto en punto 1.4.2.2, el estudio de Luciano y cols. (2007) aparentemente se demuestra que un entrenamiento de este tipo es suficiente para derivar simetría y equivalencia en una niña sin habilidades generalizadas de nombramiento. Con todas las cautelas anteriormente mencionadas en torno a este estudio, puede que sus resultados apunten hacia una vía no verbal para la derivación de equivalencia.

#### 1.4.2.3.3 La hipótesis de los Ejemplares

En 1974, Rodewald condujo uno de los primeros experimentos que intentaban probar la derivación de simetría en palomas. Los sujetos fueron entrenados en presencia del estímulo de muestra A1 para elegir B1 como comparación y ante la muestra A2, B2 como comparación. En la prueba, los sujetos fallaron las discriminaciones B1 – A1 y B2 – A2, que hubieran demostrado simetría.

Rodewald entonces propuso que una historia de reforzamiento con suficientes ejemplos de entrenamiento explícito de relaciones simétricas podría dar lugar a la derivación de simetría no entrenada ante estímulos nuevos. El entrenamiento en ejemplares propuesto por este autor se realizaría de la siguiente manera: en primer lugar se entrenan las discriminaciones A1 – B1 y A2 – B2, y la relación simétrica B1 – A1 y B2 – A2; en una siguiente fase se entrenan A3 – B3 y A4 – B4 y las simétricas

B3 – A3 y B4 – A4. El entrenamiento podría continuar indefinidamente hasta llegar a An – Bn y Bn – An. En este momento se puede proceder a probar la derivación de simetría entrenando Ax – Bx y probando la discriminación Bx – Ax.

La derivación de simetría en sujetos humanos (y las dificultades para encontrarla en sujetos no humanos) puede explicarse asumiendo que, al contrario que en el caso de los no humanos, este entrenamiento ha ocurrido en la historia de la mayoría de los humanos antes de participar en los experimentos (Hayes y cols., 1991; Steele y Hayes, 1991; Barnes-Holmes, Barnes-Holmes, Smeets, Cullinan y Leader, 2004).

Esta idea ha sido ampliada al resto de las propiedades definitorias de la equivalencia (reflexividad y transitividad). Boelens (1994) propone que en el ambiente normal en el que se desarrollan las interacciones humanas se dan los siguientes entrenamientos:

Tipo de entrenamiento	Procedimiento	Prueba	Resultado
<b>Identidad generalizada</b>	(A1A1); (A2A2) ... (AnAn)	(AxAx)	Reflexividad
<b>Simetría generalizada</b>	(A1B1); (A2B2) ... (AnBn)	(BxAx)	Simetría
<b>Transitividad generalizada</b>	(A1B1, B1C1); (A2B2, B2C2) ... (AnBn, BnCn)	(AxCx)	Transitividad
<b>Equivalencia generalizada</b>	(A1B1, B1C1, C1A1); (A2B2, B2C2, C2A2) ... (AnBn, BnCn, CnAn)	(CxAx)	Equivalencia

**Tabla 7: Entrenamientos hipotéticos que dan lugar a operantes generalizadas.**

Adaptado de Boelens (1994)

Según este autor, el proceso general que observamos en estos arreglos de contingencias se puede explicar mejor al nivel de las contingencias de tres términos. Como anteriormente se ha mencionado, uno de los fenómenos de comportamiento derivado que funciona en ese nivel de complejidad del análisis funcional es la abstracción (Skinner, 1953). Boelens señala que en ambos casos la conducta de los sujetos cae bajo el control discriminativo de una propiedad o dimensión del estímulo, que ahora sería la relación apropiada muestra – comparación. A su vez este control discriminativo podría caer bajo control condicional. Mediante un razonamiento similar el autor explica también la transferencia de funciones dentro de una clase de equivalencia.

#### 1.4.2.3.4 La Teoría de los Marcos relacionales

Como habíamos adelantado en el punto 1.2.3.7, la Teoría de los Marcos Relacionales o TMR (Hayes y cols., 1991; Hayes y Wilson, 1996; Hayes y cols., 2001) propone una visión teórica amplia sobre la formación de las equivalencias y otras respuestas relacionales basándose en principios similares a la hipótesis de los ejemplares (aunque con ciertas discrepancias, ver Boelens, 1996; Hayes y Wilson, 1996). La teoría ha desarrollado un lenguaje técnico propio, y se basa fundamentalmente en los siguientes presupuestos:

1.- Una clase funcional de respuestas no puede ser definida topográficamente. Esto es cierto tanto para las operantes “simples” como para las operantes que llamamos “generalizadas” o “de orden superior”; si no podemos definir las primeras por su topografía (p. ej. presionar una palanca con la pata izquierda), tampoco podemos definir así a las segundas (p. ej. igualar A1 con B1). La definición más adecuada estaría en la relación funcional, no en las instancias particulares.

2.- Los organismos pueden responder a relaciones entre eventos (respuesta relacional). Esto es un hecho constatado empíricamente (p. ej. Hayes y Wilson, 1996) y que se ha presentado en numerosos experimentos con animales no humanos que hemos revisado a lo largo de este trabajo. La TMR añade que esta respuesta relacional puede caer bajo control contextual y que tiene las siguientes propiedades psicológicas:

a) Vinculación mutua: En un contexto dado, si A se relaciona con B, entonces en ese contexto existe una relación entre B y A. En la notación propia de la teoría se describiría así:

$$C_{rel} [A r_1 B \ ||| B r_2 A]$$

Donde  $C_{rel}$  es el contexto en el que se ha desarrollado la historia de respuesta relacional,  $r_1$  la relación de A con B y  $r_2$  la relación de B con A. Si la relación  $r_1$  es, por ejemplo la de *mayor que*,  $r_2$  sería *menor que*. Si ( $r_1 = r_2$ ), relación de igualdad, estaríamos ante el caso concreto de la simetría.

b) Vinculación combinada: Si A tiene alguna relación con B y B tiene alguna relación con C, entonces alguna relación vincula A y C, y también C se relaciona con A.

$$C_{rel} [A r_1 B, B r_2 C \ ||| A r_3 C, C r_4 A]$$

Si la relación es por ejemplo  $r_1 = r_2 =$  *mejor que*, la relación  $r_4$  será también *mejor que*, mientras que  $r_3$  será *peor que*. Si ( $r_1 = r_2$ ), relación de igualdad,  $r_3$  será transitividad, y  $r_4$  será equivalencia.

c) Transformación de funciones: Si el estímulo A se relaciona con B, y A tiene alguna función psicológica, las funciones de estímulo de B serán transformada

de acuerdo con la relación entre B y A. La función que será transformada dependerá también del control contextual. Dadas las propiedades de Vinculación Mutua y Vinculación Combinada para los estímulos A, B y C:

$$C_{func} [C_{rel} [Af_1r ||| Bf_2r, Cf_3r]]$$

En presencia de ciertas claves contextuales ( $C_{func}$ ) que seleccionan una función psicológica para el estímulo A ( $Af_1r$ ), los eventos B y C mostrarán transformaciones funcionales en términos de las relaciones derivadas entre esos eventos y el evento A ( $Bf_2r$  y  $Cf_3r$ ).

Cuando se habla de las relaciones de equivalencia, la función simplemente se *transfiere*, ya que la relación implicada es la igualdad, pero de acuerdo con la teoría en términos generales sería más preciso decir que la función se *transforma*, ya que si la relación es por ejemplo la de *opuesto a*, y la función es *aversiva*, se transformará en *apetitiva*, y no se transferirá tal cuál (Steele y Hayes, 1991; Dymond y Barnes, 1994).

Dadas estas características, los autores definen el término “marco relacional” como:

*“un patrón de respuestas relacionales arbitrariamente aplicables que implica la vinculación mutua, la vinculación combinada y la transferencia de funciones”*  
(Hayes y Wilson, 1996, p. 224).

En cuanto al origen de estos comportamientos, los autores postulan que pertenece al dominio ontogenético del desarrollo:

*“La TMR afirma que ese patrón de respuesta se establece por una historia de reforzamiento diferencial para producir una respuesta relacional en la presencia de unas claves contextuales relevantes” (Hayes y Wilson, 1996, p. 225).*

Expresado con otras palabras, la TMR se basa en la idea de extender las propiedades de la operante (su definición funcional y no topográfica, basada en la modificación por las consecuencias) al aprendizaje relacional entre propiedades arbitrarias de los estímulos, que caen bajo control estimular (contextual) (Hayes, 1994). De esta manera se pueden aprender y generalizar relaciones entre los estímulos como por ejemplo la equivalencia (marco de coordinación), pero también la oposición, mayor que, etc. (Hayes y Barnes, 1997).

Así, los autores consideran que el establecimiento de marcos relacionales desempeña un importante papel en el comportamiento verbal y simbólico. Un estímulo sería verbal, o significaría algo para el oyente, sólo en la medida en que sus funciones como estímulo se vinculen con las funciones de otros estímulos a través de su participación en un marco relacional. Los principales autores enmarcados en esta teoría han elaborado una extensa cantidad de publicaciones en las que analizan diversos aspectos del funcionamiento humano complejo a partir de estos planteamientos (p. ej. Hayes y cols., 2001; Stewart y cols., 2002; Carpentier y cols., 2003; Barnes-Holmes, Barnes-Holmes, Smeets y Luciano, 2004; Carpentier, Smeets y Barnes-Holmes, 2004; Barnes-Holmes, Regan, Barnes-Holmes, Commins, Walsh, Stewart, Smeets, Whelan y Dymond, 2005; Barnes-Holmes, Staunton, Whelan, Barnes-Holmes, Commins, Walsh, Stewart, Smeets y Dymond, 2005). Asimismo, con base en la TMR también se ha desarrollado un esquema de aplicación a la práctica clínica, la Terapia de Aceptación y Compromiso, que abarca muy diversos ámbitos de los trastornos psicológicos (p. ej. Hayes, Strosahl y Wilson, 1999; Luciano, 1999; Hayes y Strosahl, 2005; Breen y Kashdan, 2007).

No obstante, la Teoría de los Marcos Relacionales ha recibido también un gran número de críticas a diversos aspectos, especialmente en lo que se refiere a su estatus conceptual y a la delimitación clara de sus conceptos (p. ej. Saunders, 1996; Burgos, 2003; Galizio, 2003; McIlvane, 2003; Osborne, 2003; Burgos, 2004; Palmer, 2004; Tonneau, 2004). En particular, una de las críticas recibidas se refiere al extenso uso – por no decir casi exclusivo – de sujetos humanos con complejas habilidades verbales en sus experimentos.

Como afirma McIlvane (2003) en su artículo de crítica:

*... la práctica cotidiana de estudiar estudiantes universitarios y niños verbales en edad escolar debe ser complementada con el estudio intensivo de poblaciones con limitaciones en el desarrollo. Sin ese tipo de experimentación, probablemente la TMR quedará como una aproximación plausible en mera competencia con otras aproximaciones igualmente plausibles, en lugar de estimular la resolución de las cuestiones críticas. (McIlvane, 2003, p. 29)*

Aunque minoritarios, en esta introducción hemos revisado algunos estudios que desde la perspectiva de la TMR abordan la derivación de las propiedades de la equivalencia con niños de corta edad, asimilando la hipótesis de los ejemplares. No obstante, en muchos de estos estudios participaron sujetos en los que por su edad (entre 4 y 6 años) se puede presuponer un repertorio verbal complejo (Boelens y Van Den Broek, 2000; Barnes-Holmes, Barnes-Holmes, Roche y Smeets, 2001a; Barnes-Holmes, Barnes-Holmes, Roche y Smeets, 2001b; Boelens y cols., 2003) o al menos lo suficientemente sofisticado, atendiendo a la literatura sobre el desarrollo del comportamiento verbal (ver Horne y Lowe, 1996 para una revisión) como para que la crítica de McIlvane (2003) les sea aplicable: al contar partir los participantes con unos

repertorios verbales establecidos antes de participar en los experimentos, la única conclusión que podemos derivar es que el entrenamiento en ejemplares es *suficiente* o facilita la derivación de clases arbitrarias de estímulos, pero no que sea *necesario*. En este sentido, la teoría presenta las mismas limitaciones que la hipótesis del “naming” anteriormente expuesta.

Una mención aparte merece el trabajo de Luciano y cols. (2007) sobre el entrenamiento en múltiples ejemplares en la derivación de simetría, descrito en el punto 1.4.2.2. A primera vista, este trabajo elude los problemas mencionados ya que, tanto por la edad del sujeto (unos 16 meses al comenzar el entrenamiento) como por los pretest realizados, podemos descartar la influencia de un repertorio verbal complejo en los resultados de las pruebas. Con todas las limitaciones reconocidas por los autores, el trabajo indica que no es imprescindible apelar al “naming” como la única explicación posible de la simetría y la equivalencia. Sin embargo, una mirada más detenida al procedimiento aún plantea ciertos interrogantes. Centrándonos en las pruebas y el entrenamiento en múltiples ejemplares para el establecimiento de la simetría, observamos que éstas difieren en aspectos sustanciales del paradigma estándar de la discriminación condicional. En la primera parte del ensayo, objeto – nombre, se presentaba un objeto como muestra, y se solicitaba que la niña se orientara hacia el objeto (respuesta de observación). Hasta aquí el procedimiento funciona como una discriminación condicional estándar. Sin embargo, después la experimentadora pronunciaba el nombre, reforzaba la conducta de observación y esa parte del ensayo terminaba. En ningún momento la niña debía elegir entre varias opciones, al contrario que en una discriminación condicional estándar. La segunda parte del ensayo (nombre – objeto) sí se adapta a una discriminación condicional estándar, ya que ante una palabra de muestra la niña debía elegir entre varios objetos – comparación.

El concepto de “simetría receptiva” que plantean los autores no es equiparable a la simetría tal y como se entiende el uso del término en el análisis del comportamiento actual, siguiendo la definición de Sidman y Tailby (1982): Si el orden de las dos fases de entrenamiento hubiera sido el contrario (con la relación nombre – objeto en primer lugar y el emparejamiento objeto – nombre después) el resultado no hubiera sido simétrico, ya que en el emparejamiento objeto – nombre no es una discriminación condicional y en él no se requería ninguna respuesta. Esto plantea dudas razonables acerca de si los resultados presentados en este experimento se puede extrapolar directamente como explicación de la simetría en las discriminaciones condicionales<sup>11</sup>.

Otro elemento a destacar es el nivel de desarrollo de la conducta verbal de la niña. En la descripción previa al experimento se informa brevemente de que Gloria no presenta un comportamiento ecoico generalizado, sino que solo lo usa cuando se le dan instrucciones. Maneja unos pocos nombre para objetos y personas específicos, y suele comunicarse señalando objetos distantes a otras personas, o bien entregándoselos. Más adelante vemos que durante el entrenamiento se hace uso de su conducta de oyente generalizada (p. ej. “*Gloria, mira esto*”; “*Gloria, dame (...)*”; “*esto es (...)*”). Como argumentan Horne y Lowe (1996, p. 192; Tonneau, 2001), la conducta de oyente es un prerrequisito crucial para el desarrollo del comportamiento verbal (incluido el “naming”). De hecho, el presente procedimiento se puede calificar más como un entrenamiento en conducta de oyente generalizada que como un entrenamiento en simetría en sentido estricto. Por otra parte, se sabe que este entrenamiento, combinado con la experiencia en el resto de habilidades verbales que

---

<sup>11</sup> Por otra parte esto no resta valor al trabajo, ya que las discriminaciones condicionales no son el único modelo posible para la derivación de conducta verbal novedosa y clases de estímulos, y su uso casi exclusivo por los investigadores en el área de la equivalencia de estímulos ha sido también criticado (p. ej. Tonneau y Sokolowski, 1997; Tonneau, 2001).

la niña ya dominaba, y que sin duda siguió aprendiendo durante el tiempo que duró el experimento, puede facilitar la generalización de la conducta de oyente a la de hablante (Greer y cols., 2005). De hecho, al final del experimento la niña superó las pruebas de nombramiento sin que mediara ningún entrenamiento explícito.

El posible papel de la conducta de oyente generalizada y otras habilidades verbales de la niña – aunque rudimentarias – en la derivación de “simetría receptiva” queda pendiente de más investigación. Sin embargo, no podemos dejar de notar que estas habilidades marcan también una diferencia con los repertorios preexperimentales de los animales no humanos que normalmente fallan los tests de reflexividad, simetría y transitividad. Para descubrir la relevancia de estas diferencias se hace necesario bien estudiar a niños con un menor desarrollo verbal (como hablantes y oyentes) o bien analizar la influencia de estas habilidades en animales no humanos.

Desde nuestro punto de vista, se puede extender la crítica a la TMR de McIlvane (2003) al ámbito de los experimentos con animales no humanos. Al realizar una búsqueda en la base de datos PsicINFO con las palabras “relational”, “frame” y “animal” en cualquier campo de texto, no apareció ni un solo estudio empírico con animales no humanos como sujetos.

#### **1.4.2.4 Propuesta**

Siguiendo el análisis funcional que realizábamos a lo largo del punto 1.4, en el contexto del análisis del comportamiento el tacto “simetría” en términos estrictos se define operativamente como, dada una relación entrenada muestra – comparación en una discriminación condicional, la derivación de la inversión de la relación entre la muestra y la comparación en una situación novedosa o una nueva tarea de aprendizaje.

Durante el análisis experimental de las variables que afectan al aprendizaje y generalización de la discriminación condicional hemos visto que las relaciones muestra – comparación que suelen aprender los animales de laboratorio en las tareas de discriminación condicional estándar se pueden describir como un conjunto de reglas discriminativas del tipo “si ... entonces” (Carter y Werner, 1978; Santi, 1978). Estas reglas son afectadas tanto por parámetros espaciales (p. ej. Lionello y Urcuioli, 1998) como temporales (p. ej. Frank y Wasserman, 2005a). Por lo tanto, nuestra tarea es analizar cómo la relación “si ... entonces” se libera de esas posibles fuentes de control de estímulo. En el ámbito del control por la posición, Urcuioli y sus colaboradores han realizado un extenso análisis de las condiciones que lo hacen posible. Así, en los últimos experimentos de la serie, han llegado a conseguir, a través de modificaciones en el entrenamiento estándar, que la localización espacial sea un estímulo irrelevante para los sujetos (ver punto 1.3.2.3).

Sin embargo, en el caso del control temporal el problema es probablemente más difícil. Las bases de la Psicología del aprendizaje se fundamentan precisamente en la asimetría temporal entre los eventos (ver punto 1.4.1.2.4). En el caso del condicionamiento clásico, la precedencia del EC sobre el EI es una de las condiciones más importantes para el establecimiento del aprendizaje. De hecho las relaciones temporales entre los eventos son una de las variables más influyentes en este fenómeno. Mientras se sabe desde los inicios de nuestra ciencia que el condicionamiento pavloviano de demora, y especialmente el de demora corta, es el que mejores resultados produce (Pavlov, 1963), la mera existencia del condicionamiento hacia atrás ha sido controvertida hasta hace no mucho (Hall, 1984). En el caso del condicionamiento operante, también las relaciones temporales entre la respuesta y el reforzador son claves en su establecimiento y mantenimiento (Skinner, 1938, 1948; Ferster y Skinner, 1957). En ambos tipos de aprendizaje, las relaciones temporales entre los eventos son cruciales tanto para la detección de la causalidad

(condicionamiento clásico) como para la adaptación temporal de la conducta al control del medio (condicionamiento operante).

El mismo análisis se extiende a las relaciones entre muestra y comparación en una discriminación condicional. Como hemos visto en el punto 1.3.2, los animales no humanos presentan una especial dificultad para derivar simetría en el procedimiento estándar de la discriminación condicional, donde las relaciones temporales entre los estímulos en las pruebas son las contrarias a las que prevalecen durante el entrenamiento. En este sentido, no resulta sorprendente que, en los únicos casos demostrados hasta la fecha de simetría en palomas, las relaciones temporales entre los eventos sean diferentes de las del procedimiento estándar. En el caso de Frank y Wasserman (2005a), los animales tenían experiencia con los estímulos en ambas posiciones temporales, debido al entrenamiento en reflexividad. En el caso de García (2000) y García y Benjumea (2006b), el éxito de la discriminación de la propia conducta para producir respuestas simétricas se atribuye a sus dobles propiedades como estímulo y como respuesta, pudiendo estar por tanto en ambas posiciones temporales. Según García y Benjumea (2002b), la conducta puede ser a la vez una respuesta que sigue a un estímulo, pero también puede funcionar como estímulo (como cuando realizamos una acción y luego la describimos). El entrenamiento en discriminación de la propia conducta podría haber contribuido entonces a que los animales tuviesen experiencia con la conducta / estímulo en ambas posiciones temporales.

Desde este punto de vista, una posible explicación de los resultados negativos en los experimentos en los que no se verificaba la relación de simetría es, por tanto, que los estímulos cambiaban su funcionalidad de la situación de entrenamiento a la de prueba. Según la definición del experimentador en una discriminación condicional estándar, donde la muestra aparece en el centro y las muestras en los laterales, los estímulos

entrenados serían, por ejemplo, “rojo – vertical” (A1 – B1) y “verde – horizontal” (A2 – B2); en la situación de prueba presentaríamos al sujeto los estímulos “vertical – rojo” (B1 – A1) y “horizontal – verde” (B2 – A2). Sin embargo, desde el punto de vista del sujeto, la definición de los estímulos durante el entrenamiento sería la siguiente: “rojo en el centro en el momento T1” – “vertical en el lateral en el momento T2”; y “verde en el centro en el momento T1” – “horizontal en el lateral en el momento T2”. Por lo tanto, al invertir la situación de los estímulos en la prueba, los estímulos que perciben los sujetos serían: “vertical en el centro en el momento T1” – “rojo en el lateral en el momento T2”; y “horizontal en el centro en el momento T1” – “verde en el lateral en el momento T2” (Urcuioli, 2008). Ver Tabla 8.

	<b>Estímulo nominal (definido por el experimentador)</b>	<b>Estímulo funcional (percibido por el sujeto)</b>
Entrenamiento	“rojo – vertical”  “verde – horizontal”	“rojo en el centro en el momento T1 – vertical en el lateral en el momento T2”  “verde en el centro en el momento T1 – vertical en el lateral en el momento T2”
Prueba	“vertical – rojo”  “horizontal – verde”	“vertical en el centro en el momento T1 – rojo en el lateral en el momento T2”  “horizontal en el centro en el momento T1 – verde en el lateral en el momento T2”

**Tabla 8: Definición hipotética de los estímulos según el experimentador y el sujeto.**

Considerando esta definición de estímulos, no resulta sorprendente que las palomas actúen a niveles esperables por azar en las pruebas de simetría en situaciones estándar. Cuando después de aprender la regla discriminativa “SI rojo en el centro en el momento T1 ENTONCES vertical en el lateral en el momento T2” (A1 – B1 para el experimentador) se les presenta como muestra “vertical en el centro en el momento T1” (B1 para el experimentador) y como comparación “rojo en el lateral en el momento T2” (A1 para el experimentador), no hay ninguna conducta que el sujeto haya aprendido para esa situación.

A esta diferencia entre los estímulos habría que añadir las posibles diferencias introducidas por las distintas respuestas que se suelen requerir a la muestra y a la comparación. Mientras que por lo general ante la muestra se requieren varias respuestas, normalmente basta una respuesta ante las comparaciones para obtener el reforzador. Esto hace que las muestras y las comparaciones tengan, además, distintas funciones conductuales para el sujeto.

Por lo tanto, la situación completa desde el punto de vista del sujeto en el entrenamiento que definimos como A1 – B1 sería:

Muestra: “rojo en el centro en el momento T1 con la función conductual M1”

Comparación: “vertical en el lateral en el momento T2 con la función conductual C1”

Y en la prueba definida como B1 – A1:

Muestra: “vertical en el centro en el momento T1 con la función conductual M1”

Comparación: “rojo en el lateral en el momento T2 con la función conductual C1”;

Si como parece desprenderse de los experimentos revisados anteriormente ésta es la definición de los estímulos funcionales para los sujetos, parece claro que en la situación de prueba no se presenta una estimulación suficiente para elegir una comparación frente a otra.

Por otra parte, como hemos visto, no existe una necesidad lógica ni de ningún otro tipo para que una relación si ... entonces” deba ser reversible. Esto se verifica claramente para los sujetos no humanos que tradicionalmente fallan las pruebas de simetría. Pero también en los experimentos con humanos en los que se utilizan marcos relacionales distintos al de *igualdad*, los sujetos emiten respuestas que no son consistentes con la definición de simetría, a pesar de que hayan superado pruebas de equivalencia

estándar. Si los sujetos no disponen antes del experimento de criterios de respuesta para invertir la relación “si ... entonces”, la situación experimental tiene que proporcionarlos.

La relación de simetría tal y como se utiliza en el contexto de la literatura de las clases de equivalencia es un concepto que implica una misma respuesta ante estímulos que experimentan ciertos cambios espaciales, temporales y funcionales (recordemos la definición de clase de estímulos de Keller y Schoenfeld, 1950)<sup>12</sup>: Generalización dentro de la misma clase (es decir, misma respuesta ante los estímulos de una clase) y discriminación entre clases (es decir, distintas respuestas ante estímulos de distintas clases). Al mismo tiempo, sus relaciones de control de estímulos, o de forma más general, sus funciones psicológicas, deben transferirse entre sus elementos (Dougher y Markham, 1994; Schusterman y Kastak, 1998). Por este motivo, al estudiar la relación de simetría en la discriminación condicional, todas las transformaciones ante las que la función del estímulo debe permanecer invariante, como la posición espacial y temporal o la función conductual deben ser consideradas. Podemos avanzar un paso más en la definición de la simetría y entenderla, al igual que en la física actual, como *invarianza ante un conjunto de transformaciones*: Dado el entrenamiento apropiado, la dimensión relevante del estímulo que ejerce su función psicológica no debe cambiar, aunque otras lo hagan al aplicar un conjunto de transformaciones (p. ej. cambiar su localización espacial, temporal o su función como muestra o como comparación).

Un proceso conductual conocido que hace que las relaciones de control de estímulos queden inalteradas ante determinadas modificaciones del estímulo nominal es la *abstracción*. La abstracción hace que el estímulo funcional siga siendo el mismo a

---

<sup>12</sup> "Generalization within classes and discrimination between classes - this is the essence of concepts" (Keller & Schoenfeld, 1950, p. 155).

pesar de determinadas modificaciones que sufra el estímulo físico, dependiendo del tipo de entrenamiento recibido (ver punto 1.2.3.3). La abstracción se ha demostrado en sujetos no humanos en las contingencias de tres términos, cuando una única dimensión física del estímulo (p. ej. la “triangularidad”) controlaba las respuesta de los sujetos independientemente del resto de sus cualidades (p. ej. tamaño) (Fields, 1932; Skinner, 1953; Goldiamond, 1964). Este proceso también se beneficia del entrenamiento en ejemplares (Lazareva y cols., 2008) y parece estar implicado en el desarrollo de la identidad generalizada en la igualación a la muestra (Wright y cols., 1988) a través del entrenamiento con múltiples ejemplares en tareas de identidad física. Se ha comprobado asimismo que las características relacionales de los estímulos pueden servir como estímulo discriminativo para las palomas, como la relación de igualdad – diferencia o el tamaño (mayor que / menor que) (Brooks y Wasserman, 2008; Lazareva y cols., 2008). En todos estos estudios, el número de ejemplares de la relación correcta e incorrecta fue determinante para lograr una transferencia en las pruebas correspondientes. Complementariamente, se dispone de evidencias que, aunque no son aún concluyentes, apuntan a que el número de ejemplares puede ser un elemento importante en la derivación de relaciones simétricas, tanto en sujetos no humanos (Schusterman y Kastak, 1993; Yamamoto y Asano, 1995) como en niños sin habilidades verbales complejas (Boelens y Van Den Broek, 2000; Luciano y cols., 2007).

Todas estas consideraciones nos hacen pensar, en la línea de Rodewald (1974) y Boelens (1994), que un entrenamiento sistemático en múltiples ejemplares de la relación simétrica  $A - B / B - A$ ;  $C - D / D - C$ ;  $E - F / F - E$ ;  $G - H / H - G$ ... etc. puede resultar en una actuación simétrica generalizada, de manera que al aprender los sujetos la relación  $X - Y$  deriven, sin necesidad de más entrenamiento, la relación simétrica  $Y - X$ . El proceso de entrenamiento en múltiples ejemplares permitiría al sujeto aprender que muestra y comparación comparten dos relaciones, es decir, dos

funciones conductuales diferentes, pero complementarias: “Si A1 entonces B1” y “si B1 entonces A1”. En este caso particular sería análogo al de la definición de simetría que hacíamos en el caso de la física (punto 1.4.1.2.4), donde tendríamos dos aplicaciones o relaciones: S (si A entonces B) y S' (si B entonces A). Del mismo modo que en el ejemplo que allí referíamos, al aplicar la transformación y su inversa se verifica que  $SS' = S'S = I$  o Identidad, ya que cada elemento vuelve a corresponderse a sí mismo (es decir, vuelve a presentar las mismas propiedades, en este caso, funciones conductuales).

Según este análisis (ver puntos 1.4.2.3.3 y 1.4.2.3.4), un entrenamiento adecuado para la generalización de la simetría debería funcionar como un entrenamiento en abstracción, a través del cuál todas las fuentes de control de estímulo definidas como irrelevantes fueran perdiendo control discriminativo sobre el comportamiento del sujeto y, además, proporcionar un contexto en el que se verifiquen tanto la relación muestra – comparación como su inversa comparación – muestra. En un entrenamiento así el sujeto aprendería:

- 1) Que el estímulo funcional (p. ej. A1, B1, etc.) sólo incluye la dimensión relevante establecida por el experimentador, independientemente otras características definidas como irrelevantes (posición espacial y temporal, función conductual).
- 2) Que cuando dos estímulos A1 y B1 comparten la relación muestra – comparación, también comparten la relación inversa comparación – muestra.

De esta manera, el sujeto aprenderá los estímulos A1 y B1 están relacionados independientemente de su posición espacial, temporal y de su función como muestra o comparación en un ensayo particular

## 2 Objetivo general

El proyecto de investigación que se ha desarrollado consiste en una prueba sistemática de la teoría de los ejemplares en el caso de la simetría o bidireccionalidad con palomas como sujetos experimentales. Para ello, replicaremos en la medida de lo posible las condiciones estándar en las que los animales no humanos son sometidos en la mayoría de los experimentos revisados en la literatura para la derivación de simetría en discriminaciones condicionales, tanto en los procedimientos de entrenamiento y prueba como en los sujetos empleados (palomas). La única excepción, obviamente, serán las modificaciones necesarias para realizar un elevado número de entrenamientos con numerosos estímulos.

Con esta serie experimental se tratará de demostrar que en las condiciones experimentales estándar del paradigma de la discriminación condicional en palomas se puede encontrar simetría al realizar una única modificación significativa: el entrenamiento en múltiples ejemplares de cada discriminación condicional. De esta manera, los resultados podrán ser fácilmente comparados con los obtenidos en estudios anteriores con sujetos no humanos como el ya citado de Rodewald (1974). Con el mismo objetivo, los parámetros de aprendizaje y presentación de estímulos se mantendrán funcionalmente similares a las condiciones estándar de los experimentos en humanos de derivación de clases de equivalencia en general y de simetría en particular.

Objetivos específicos:

0. Desarrollar un equipo experimental que permita el uso de un gran conjunto de estímulos visuales aleatorios en un procedimiento de discriminación condicional.

1. Diseñar un procedimiento experimental que permita aislar y poner a prueba las principales predicciones de la teoría de los ejemplares.
2. Analizar los resultados obtenidos en el marco de las teorías vigentes sobre la derivación de la simetría y equivalencia, con especial referencia a la teoría de los ejemplares.
3. Proponer, en base a la experiencia adquirida, mejoras en el diseño experimental a nivel técnico, paramétrico, procedimental y metodológico, además de nuevas líneas de investigación.

### 3 Experimentos<sup>13,14</sup>

Los objetivos marcados para este proyecto de investigación requerían embarcarse en una serie experimental de larga duración con sujetos no humanos. ¿Por qué realizar una investigación que se supone relacionada con el funcionamiento humano complejo con animales no humanos como sujetos?. Una de las características que suele diferenciar a los sujetos humanos y no humanos que participan en los experimentos de aprendizaje es su experiencia preexperimental. Aunque con sus correspondientes excepciones, los experimentos típicos de aprendizaje con humanos como sujetos suelen durar unas pocas horas, o unas pocas sesiones a lo sumo. En cambio, por lo

---

<sup>13</sup> Los experimentos realizados en el marco de esta Tesis Doctoral han sido realizados gracias al proyecto de investigación “La simetría como operante generalizada: propiedades de las clases de equivalencia y teoría de los ejemplares” (2003-2005), financiado por el Vicerrectorado de Investigación de la UNED.

<sup>14</sup> Los resultados de esto experimentos han sido parcialmente publicados en distintos congresos nacionales e internacionales:

- XIV Congreso de la Sociedad Española de Psicología Comparada. III Reunión Internacional, celebrado en Sevilla en septiembre de 2002.
- Second Conference of the European Association for Behaviour Analysis (EABA), celebrado en Gdansk (Polonia) en septiembre de 2005.
- Congreso Internacional Conjunto de la Sociedad Española de Psicología Comparada y la International Society for Comparative Psychology., celebrado en Madrid en septiembre de 2006.
- Fifth Conference of the European Association for Behaviour Analysis (EABA), celebrado en Madrid (España) en septiembre de 2008.
- XX Congreso de la Sociedad Española de Psicología Comparada, celebrado en Bilbao en septiembre de 2008

general sabemos o tenemos motivos para inferir que las personas que participan en nuestros experimentos tienen una extensa historia de aprendizaje previa a la situación experimental, en la que muy probablemente han tenido experiencia con diversos elementos que aparecerán en el experimento. En función del objetivo de cada experimento, esta experiencia se suele controlar de diversas maneras, aunque por distintas razones, tanto prácticas como éticas, el control de la experiencia preexperimental se hace una tarea difícil. Incluso en los casos en los que se utilizan niños muy pequeños o sujetos con determinados trastornos conductuales que permitan controlar distintas variables de interés, nuestras inherentes limitaciones en la capacidad de control siguen planteando dudas respecto a los resultados obtenidos.

Por ejemplo, en uno de los estudios citados anteriormente, Devany y cols. (1986) encontraron la derivación de clases de equivalencia en niños pequeños con retraso y habilidades lingüísticas, pero no en niños con un retraso equivalente pero sin habilidades verbales comparables. A pesar de la aparente claridad de los resultados, que relacionan la equivalencia y el lenguaje, poco después los resultados de este trabajo se pusieron en duda por cuestiones relativas al uso de las instrucciones y a los métodos de evaluación de las capacidades verbales de los niños (Stromer y Mackay, 1996). De forma general, este tipo de amenazas a la validez siempre suele estar presente en los experimentos con humanos cuando el objetivo es la identificación de las variables psicológicas últimas responsables de un determinado comportamiento.

La situación en el caso de los sujetos no humanos es muy diferente a la descrita para los humanos. Los animales de laboratorio por lo general son experimentalmente ingenuos cuando participan en los estudios de aprendizaje, lo que nos permite un mayor control sobre las variables que pueden influir en su comportamiento. Pero por otra parte, aunque la mayoría de los experimentos que se realizan con animales duran más que los realizados con sujetos humanos, su duración no suele extenderse más

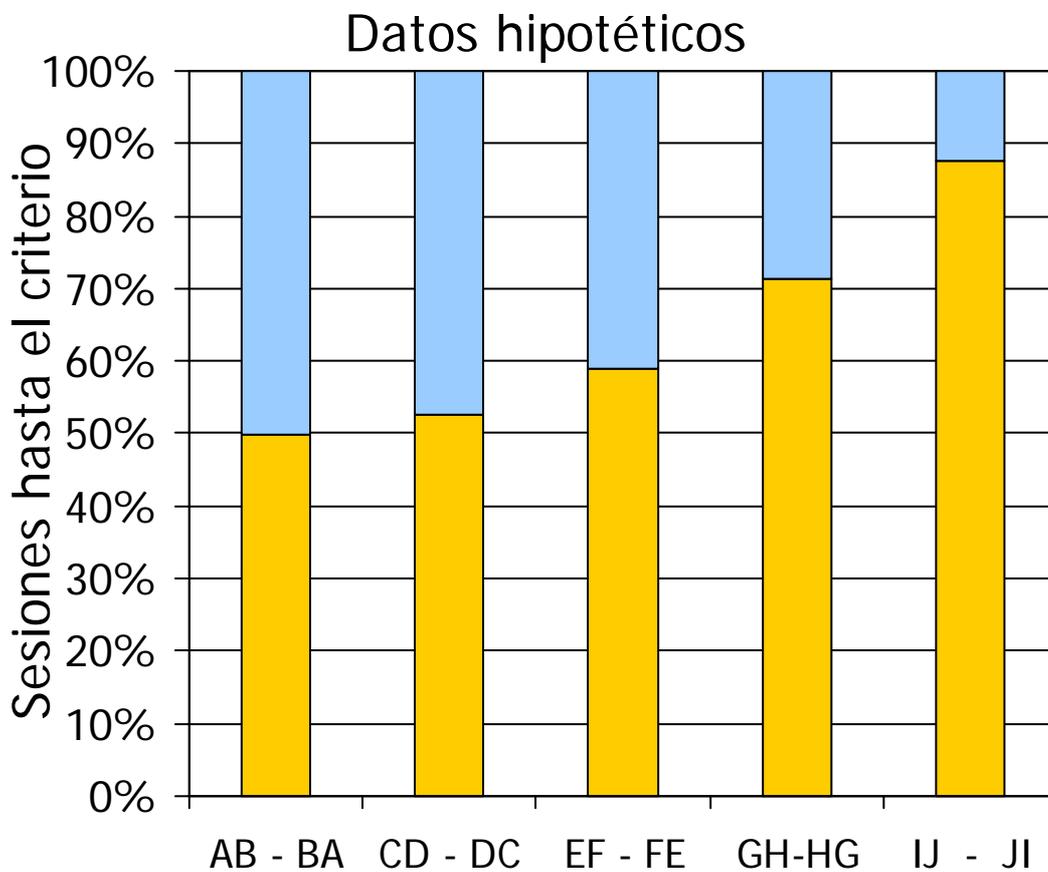
allá de unos meses en el mejor de los casos, y el número de estímulos a los que se exponen los sujetos acostumbra a ser limitado. Aunque las condiciones de control que ofrece la experimentación animal suelen garantizar su validez interna, estas diferencias hacen que en algunos casos la extrapolación de los mecanismos y variables implicadas a la especie humana deba hacerse con reservas. Esto es especialmente relevante cuando el foco de interés se sitúa en comportamientos complejos, de los que podemos sospechar que necesitan de unos determinados prerrequisitos ontogenéticos para desarrollarse, como es el caso de la simetría y la formación de clases de equivalencia.

Las teorías ontogenéticas sobre el origen de la equivalencia y la simetría plantean que los diferentes resultados que se obtienen en esta tarea en uno y otro caso se deben precisamente a las diferencias en la experiencia preexperimental, ya sea debido al entrenamiento verbal, como en el caso de la hipótesis del “naming” o bien debido a la experiencia sistemática con las distintas relaciones implicadas, como en la hipótesis de los ejemplares.

Por ese motivo decidimos realizar un estudio de larga duración con animales como sujetos experimentales, en un esfuerzo por recoger lo mejor de las dos metodologías: el control experimental, por una parte, y una extensa historia de entrenamiento, por otra.

En consonancia con los objetivos planteados en el punto anterior, comenzamos por diseñar una situación experimental que permitiese replicar en nuestras palomas el entrenamiento hipotético que desde la teoría de los ejemplares se atribuye a los sujetos humanos que superan las pruebas de equivalencia y simetría antes de comenzar los experimentos. Como hemos visto, esta teoría afirma que durante nuestro entrenamiento como miembros de una comunidad verbal (hablantes y oyentes)

estamos expuestos a numerosas relaciones simétricas entre los estímulos. Al igual que en la mayoría de los estudios destinados a investigar el fenómeno de las clases de equivalencia, tanto en sujetos humanos como no humanos, hemos utilizado el paradigma experimental de la discriminación condicional. Para recrear las condiciones de entrenamiento sugeridas por la hipótesis de los ejemplares realizamos múltiples entrenamientos relacionando distintas parejas de estímulos arbitrarios el orden muestra – comparación y posteriormente en el orden inverso comparación – muestra.



**Gráfica 1: Evolución hipotética del entrenamiento en múltiples ejemplares.**

En concreto, nuestra hipótesis de partida (ver Gráfica 1) era que si entrenamos a nuestros sujetos experimentales en varias discriminaciones condicionales (p. ej. A1 – B1, A2 – B2, etc.) y sus inversas (p. ej. B1 – A1, B2 – A2, etc.) con un número

suficiente de estímulos, la cantidad de ensayos necesarios para aprender una relación (B – A) simétrica a la entrenada (A – B) será progresivamente menor, hasta que, eventualmente, el entrenamiento en una dirección implique el aprendizaje en ambas direcciones, tal como se observa en los sujetos humanos.

El primer reto al que nos enfrentamos fue la adaptación de la situación experimental a los requerimientos de la teoría. Los aparatos estándar de condicionamiento para aves tienen por lo general una capacidad reducida de presentación de estímulos, que suele restringirse a varias teclas de un número de colores limitado. La necesidad de presentar un importante número de estímulos nos llevó a modificar una cámara experimental estándar para instalar una pantalla táctil de ordenador en uno de sus laterales, con todas las complicaciones tecnológicas y procedimentales que ello conlleva (ver punto 3.1.2 para una descripción). La tarea de poner en funcionamiento un nuevo equipo experimental siempre está sujeta a imprevistos y desviaciones del plan original. Siendo conscientes de esta situación, adoptamos una metodología inductiva para acercarnos a este problema, adaptando los diseños y procedimientos a las características de los aparatos modificados según las necesidades de nuestro experimento.

En un primer momento (a principios de 2002) realizamos diversas pruebas de los aparatos modificados, asegurándonos de que las pantallas táctiles presentaban los estímulos de manera fiable y de que recogían adecuadamente las respuestas de los sujetos, integrándose con el resto del software experimental estándar. Esta tarea fue realizada entrenando a algunas palomas en preparaciones experimentales más simples, como procedimientos de razón fija en los que los animales debían picotear un estímulo presentado en la pantalla.

Una vez que nos aseguramos de que los aparatos experimentales eran válidos para nuestro propósito comenzamos los experimentos. Como primer paso, comenzamos una serie experimental (Experimento piloto 1) destinada a maximizar los requerimientos de la teoría, entrenando hasta seis relaciones a la vez en un procedimiento que incluía seis muestras distintas en los distintos ensayos y seis comparaciones presentes simultáneamente en cada ensayo. Tras el análisis de los resultados preliminares de este estudio, nos decidimos por un entrenamiento más conservador (Experimento piloto 2), presentando tres comparaciones. Combinando los resultados de ambos experimentos, se llegó a la formulación del Experimento final, en el que se entrenaba sólo una muestra y dos comparaciones. De esta forma, a la vez que solucionábamos algunos problemas tecnológicos y procedimentales, conseguimos que las discriminaciones se aprendieran más rápidamente y que, por lo tanto, pudiéramos entrenar un mayor número de inversiones de la relación muestra comparación. Los detalles de los tres experimentos se describen a continuación:

### 3.1 Experimento piloto 1

En el experimento piloto se pusieron a prueba tanto los nuevos aparatos como el diseño original realizado para testar la teoría de los ejemplares y los procedimientos experimentales utilizados.

El diseño inicial este experimento piloto implicaba dividir a los sujetos en dos grupos experimentales. Los dos grupos siguieron un entrenamiento en ejemplares, pero con distinto número de discriminaciones simultáneas. En el grupo dos, el número de discriminaciones condicionales aprendidas simultáneamente era de seis (seis muestras y seis comparaciones). Este grupo constaba de 6 ejemplares por clase, entrenándose en un primer momento las relaciones A1 – B1, A2 – B2, A3 – B3, A4 – B4, A5 – B5 y A6 – B6, para posteriormente entrenar las relaciones B1 – A1, B2 – A2, B3 – A3, B4 – A4, B5 – A5 y B6 – A6. Una vez superado el entrenamiento, el diseño implicaba proseguir con los grupos de relaciones C – D y D – C, E – F y F – E, G – H y H – G... etc., con 6 pares de estímulos cada una. La eficacia del procedimiento vendría determinada por los cambios en la velocidad de aprendizaje de las relaciones inversas. Así, de cumplirse la hipótesis se esperaría que hubiese poca o ninguna diferencia en la velocidad de adquisición de las relaciones A – B, C – D, E – F, etc., pero sí en cambio que la velocidad de adquisición aumentara progresivamente en las relaciones B – A, D – C, F – E, etc.

El diseño para el grupo uno fue similar, pero estos sujetos comenzaron aprendiendo tres discriminaciones condicionales a la vez (tres muestras y tres comparaciones). Por otra parte, en ambos grupos la posición de la muestra y las comparaciones en cada ensayo fue aleatorizada. Como veremos a continuación, este diseño inicial tuvo que ser modificado.

### 3.1.1 Sujetos

Se utilizaron 8 palomas bravías (*Columba livia*) experimentalmente ingenuas y mantenidas aproximadamente al 80% de su peso *ad libitum*. Siempre tuvieron agua y grit disponible en las jaulas-hogar (ver Ilustración 3), donde operaba un ciclo día – noche con 12 horas de luz y otras 12 de oscuridad. A cada paloma se le asignó arbitrariamente una jaula hogar y un número. El grupo experimental completo estaba compuesto por los sujetos 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16. Los sujetos eran pesados entre cinco y seis veces por semana en una balanza de precisión para ajustar su dieta, hicieran o no sesión experimental. Cuando participaban en las sesiones eran pesados antes y después.

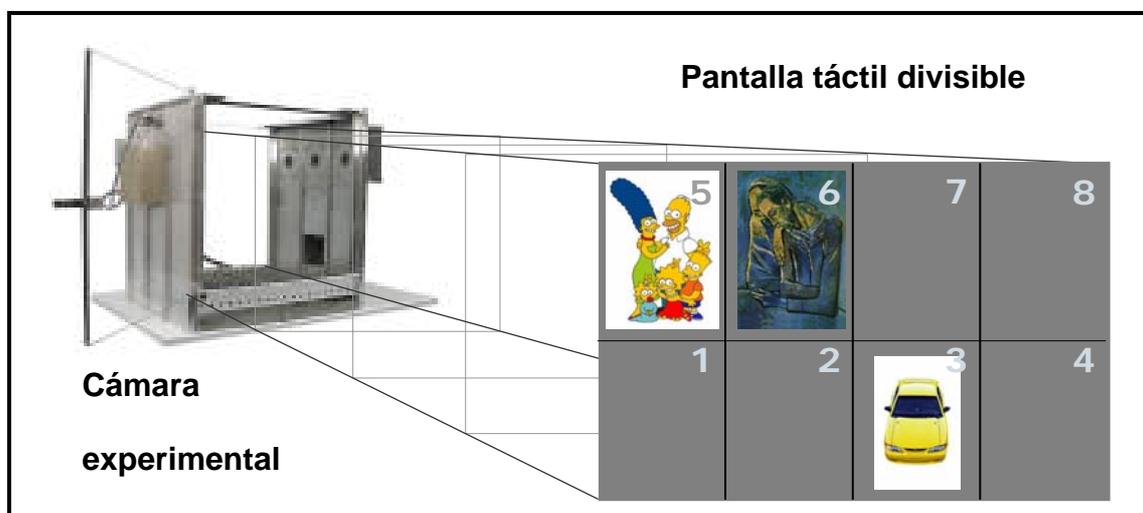


Ilustración 3: Fotografía de los sujetos en sus jaulas - hogar.

### 3.1.2 Aparatos

Las sesiones experimentales se llevaron a cabo en 4 cajas de Skinner de condicionamiento para aves. En uno de los laterales de cada caja se encontraba una

pantalla táctil de ordenador, que se dividía hasta en 8 regiones rectangulares diferentes (Figura 21) donde se presentaban los estímulos a los animales y se registraban sus respuestas. La configuración de la pantalla, SVGA, se ajustó a 800 por 600 píxeles de alto y ancho, respectivamente. Por lo tanto, cada rectángulo podía presentar una imagen de 300 píxeles de alto por 200 píxeles de ancho. La calidad del color fue ajustada a 16,2 millones de colores, con 16 bytes por píxel. La frecuencia de actualización de la pantalla era de 60Hz.



**Figura 21: Esquema de la cámara experimental modificada con las posiciones numeradas.**

Cada pantalla táctil estaba conectada a un ordenador PC compatible. En este ordenador funcionaba un programa (DV) que controlaba la presentación de los estímulos y registraba las respuestas en cada área del panel táctil. Cada uno de estos ordenadores se sincronizaba con la interfaz, y a través de ésta con el ordenador central a través de una tarjeta PCI. Tanto el programa DV como la tarjeta de conexión con la interfaz fueron diseñadas específicamente para nuestro laboratorio por la empresa Cibertec (<http://www.biolaboratorio.com/ds/es/cibertec.html>)

Desde el ordenador central (PC compatible) se manejaba el programa de entrenamiento y la interfaz Med Associates (<http://www.med-associates.com/>) que a su vez controlaba las cámaras experimentales. En el ordenador funcionaba el programa MedPC para Windows (WMPC), versión 2, que servía para controlar las pantallas táctiles y los elementos de la cámara experimental a través de distintos programas escritos en el lenguaje Med State Notation (MSN).

Desde el inicio de las sesiones experimentales, los sujetos fueron rotados por las cuatro cámaras experimentales, con objeto de evitar la posible influencia diferencial de las peculiaridades de cada cámara. La pantalla del ordenador acoplada a cada caja era encendida antes de introducir al sujeto en la cámara, y permanecía en negro hasta que comenzaba cada sesión. Al finalizar, la pantalla volvía a estar en negro hasta que el animal salía de la caja.

Durante las sesiones de entrenamiento, las posiciones 8 y 4, que eran las más cercanas al comedero, permanecieron siempre en negro. El resto de las posiciones se utilizó para la presentación de los estímulos. El objetivo era minimizar un posible sesgo de posición por la cercanía al reforzamiento, que era máxima en esas posiciones.

La cámara experimental estaba alojada dentro de una caja de insonorización, dentro de la que funcionaba una luz de 25W para la iluminación general. El conjunto lo completaba un ventilador que renovaba el aire a la vez que enmascaraba posibles sonidos externos con un ruido blanco. En el panel frontal, a la derecha del comedero, cada cámara contaba además con tres teclas de respuesta (que permanecieron apagadas en todo momento) y un comedero situado en el centro. El reforzamiento consistía en todos los casos en el acceso a la misma mezcla de grano que tomaba el sujeto en su dieta diaria. Durante el reforzamiento todas las luces, excepto la del comedero, estuvieron apagadas.

Los estímulos utilizados variaron a lo largo de las distintas fases de entrenamiento. Excepto en la fase de entrenamiento (ver más adelante), en la que se utilizó como estímulo un rectángulo de 200 x 300 píxeles encendido de blanco, el resto de los estímulos fueron imágenes variadas. Dado que el entrenamiento requería un elevado número de estímulos visuales diferentes, se creó un banco de estímulos con imágenes extraídas de Internet o, en algunos casos, creadas expresamente para su uso en este experimento. Las imágenes fueron seleccionadas teniendo en cuenta el juicio de los experimentadores sobre su discriminabilidad. Los originales seleccionados siempre tuvieron un tamaño mayor o igual a 200 por 300 píxeles, de manera que el programa DV no las distorsionase al presentarlas en la pantalla. Antes de ser presentadas a los sujetos fueron recortadas para adaptarlas al tamaño de 200 por 300 píxeles. El formato de los archivos de imagen utilizado fue mapa de bits (BMP) de 24 bits por píxel (color verdadero). Con objeto de controlar posibles diferencias entre los estímulos, estos fueron divididos en cuatro categorías con el mismo número de elementos: 1) fotografías de paisajes y personas, 2) figuras geométricas en dos y tres dimensiones, 3) dibujos naturales y abstractos y 4) símbolos gráficos de distintos alfabetos. La asignación de los estímulos al entrenamiento se realizó por aleatorización. A cada estímulo se le asignó un número, y todos los números fueron incluidos en un sencillo programa que utilizaba el comando RANND() (aleatorización sin reposición) del lenguaje MSN. Por ejemplo, para la fase de igualación a la muestra, el estímulo al que iba asociado el primer número extraído por el programa de aleatorización fue denominado A1, el siguiente A2, etc.

### **3.1.3 Diseño**

Los sujetos fueron aleatoriamente asignados a dos condiciones experimentales diferentes basadas en el número de discriminaciones que aprenderían simultáneamente.

En el grupo 1 aparecía una muestra y tres comparaciones simultáneamente. La localización de la muestra se cambió de manera aleatoria ensayo a ensayo, de forma que podía aparecer en cualquiera de las seis posiciones de la pantalla más alejadas del comedero, mientras que las 7 posiciones restantes aparecían en negro. Las seis comparaciones aparecieron también en una posición aleatoria ensayo a ensayo (excepto en las zonas 4 y 8) pudiendo ser la misma que ocupó la muestra. Las posiciones restantes se presentaban en negro.

En el grupo 2 el diseño fue el mismo que para el grupo 1, pero con seis estímulos de comparación presentados simultáneamente. Los sujetos 9, 10, 11 y 12 fueron asignados al grupo 1, mientras que los sujetos 13, 14, 15 y 16 fueron asignados al grupo 2.

### **3.1.4 Procedimiento**

Una vez que las palomas alcanzaron su peso experimental, comenzó el entrenamiento previo a la discriminación condicional. Las sesiones se realizaron entre cinco y seis días por semana. El objetivo de estas fases preliminares fue asegurar que las palomas comían sin problemas del comedero y que aprendían a activarlo picoteando en la pantalla táctil. El preentrenamiento se dividió en las siguientes fases:

#### - Entrenamiento al comedero

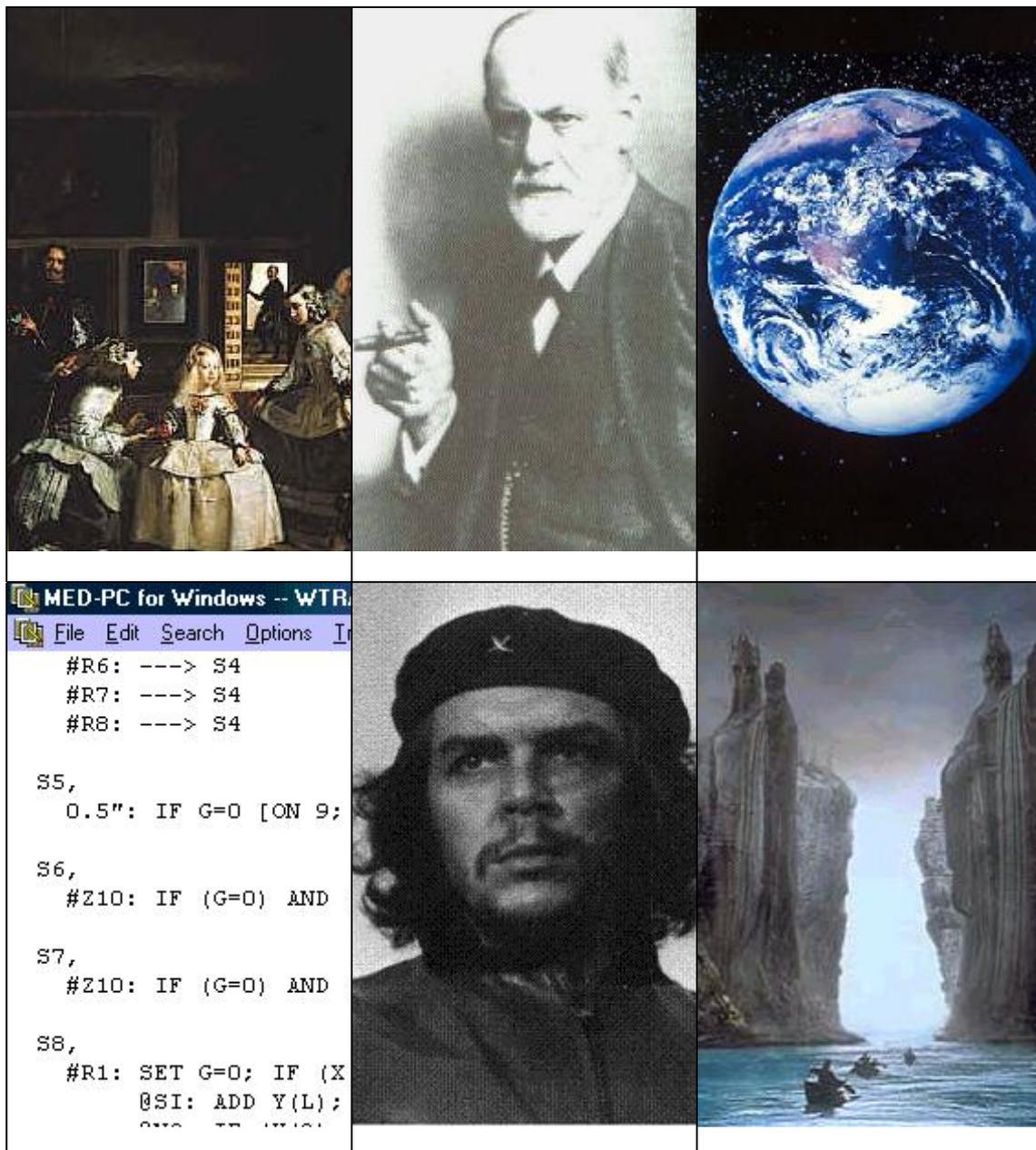
Esta primera experiencia de los sujetos con las cámaras experimentales comenzó con varias sesiones de veinte minutos de duración en las que se encendía la pantalla táctil en negro, el ventilador y la luz general de la cámara. La sesión se dividió en cuarenta ensayos bajo un programa de tiempo fijo (TF). Durante 25 segundos de Intervalo entre Ensayos (ITI, por sus siglas en inglés) la luz general permanecía encendida. Transcurrido ese tiempo, la luz se apagaba y el comedero era activado durante 5 segundos. Las sesiones se realizaron hasta que los sujetos fueron capaces de comer sin problema.

#### - Automoldeamiento con Razón Fija 1

Esta fase consistió en sesiones de un máximo de 40 minutos y 64 ensayos cada una bajo un programa de automoldeamiento, que se convertía en un programa de Razón Fija 1 (AUTORF1) si el sujeto respondía al estímulo. Como EC/Ed se introdujo un conjunto de seis estímulos aleatorios del banco de estímulos para que los sujetos se familiarizaran con las distintas imágenes. Los estímulos se pueden ver en la Tabla 9 a continuación. Cada ensayo consistía en un periodo de 22 segundos de ITI, seguido por 8 segundos de EC, que se presentaba en una posición aleatoria (excepto las dos más cercanas al comedero). Tras ese tiempo la luz general y el EC se apagaban, e inmediatamente se presentaban 3 segundos de acceso al reforzador.

En cada ensayo, si el sujeto emitía una respuesta al EC/Ed, tanto éste como la luz general se apagaban y recibía 3 segundos de acceso al comedero. En todos los casos, si la sesión terminaba por tiempo, se repetía al día siguiente. Para pasar a la siguiente fase los sujetos debían responder en todos los ensayos de una sesión. Para los sujetos que tras 6 sesiones del entrenamiento anterior no superaron el criterio se realizó una modificación de este procedimiento (ARF-AC), que consistía en presentar como EC/Ed el encendido de blanco de uno de los rectángulos en la posición 4 (la

más cercana al comedero). Tras superar este entrenamiento, pasaron a la fase siguiente.



**Tabla 9: Experimento piloto 1. Estímulos utilizados durante en entrenamiento en las fases de preentrenamiento en tamaño real.**

En caso de que los sujetos no superasen este entrenamiento se diseñó también un procedimiento de moldeamiento por aproximaciones sucesivas (MOLD) para que picoteasen los seis estímulos seleccionados. Durante el moldeamiento el Ed estuvo

siempre encendido, excepto en el momento de activar el comedero; como reforzamiento, el experimentador activó a distancia el comedero durante dos segundos. Las metas intermedias definidas fueron las siguientes:

1. Movimiento
  - 2a. Orientación hacia la pantalla (momentánea)
  - 2b. Orientación hacia la pantalla (más de 2 segundos)
  - 3a. Acercarse a la pantalla (momentáneamente)
  - 3b. Acercarse a la pantalla (más de 2 segundos)
4. Acercar la cabeza al estímulo activo
  - 5a. Tocar con el pico el estímulo activo (momentáneamente)
  - 5b. Tocar con el pico el estímulo activo (más de 1 segundo)
6. Activar el comedero picando el estímulo activo

Si el sujeto pasaba más de 20 segundos sin reforzamiento, se pasaba a la meta intermedia anterior. La sesión terminó a los 30 minutos o a los 70 reforzadores.

#### - Entrenamiento en Razón Fija

Una vez que los sujetos aprendieron a picotear la pantalla como operante en distintas posiciones con las distintas imágenes, se pasó a aumentar el número de picotazos necesarios para conseguir el reforzador con un entrenamiento progresivo en razón fija (RF). Las imágenes aparecían de manera aleatoria en una de las seis posiciones, y la imagen que aparecía en cada ensayo también fue seleccionada aleatoriamente. Las sesiones de este procedimiento duraban una hora o hasta que el sujeto consiguiese 72 reforzadores, que consistían en tres segundos de acceso al comedero.

El entrenamiento en razón fija comenzó exigiendo una respuesta. Al superar el criterio (completar todos los ensayos en una sesión) la razón se incrementó en las sesiones siguientes. La secuencia fue 1, 2, 5, 7, 10, 15, 20. Si este criterio no se cumplía en dos

sesiones consecutivas, en la sesión siguiente se volvía al paso anterior (p.ej., de RF10 a RF7).

#### - Discriminación Condicional

Una vez superado el entrenamiento en razón fija, los sujetos comenzaron la discriminación condicional. El entrenamiento comenzó solicitando sólo una respuesta a la muestra y la comparación para después aumentar progresivamente. El procedimiento consistió en una igualación demorada arbitraria a la muestra con respuesta de observación a la muestra. El procedimiento presentaba tres estímulos de comparación para el grupo 1 y seis estímulos de comparación para el grupo 2. La luz general estuvo encendida a lo largo de toda la sesión, excepto al encenderse el comedero o en los períodos de tiempo fuera. Las sesiones constaban de 64 ensayos y tuvieron una duración máxima de una hora.

Para el grupo 1, el estímulo de muestra (A1, A2 o A3) era aleatorizado ensayo a ensayo, al igual que su posición. Las comparaciones, por su parte (B1, B2 y B3) fueron también aleatorizadas pudiendo aparecer en cualquiera de las seis posiciones más alejadas del comedero, a excepción de la posición que en ese mismo ensayo había ocupado la muestra.

En el grupo 2, el estímulo de muestra (A1, A2, A3, A4, A5 y A6) era aleatorizado ensayo a ensayo, y su posición se mantenía siempre fija en el rectángulo 6 (parte central superior). La posición de las comparaciones (B1, B2, B3, B4, B5 y B6) fue también aleatorizada, apareciendo en todas las posiciones operativas, excepto en las dos más cercanas al comedero.

A cada estímulo se le asignó de forma aleatoria una etiqueta: A1, A2, A3, A4, A5, A6 y B1, B2, B3, B4, B5 y B6. Para las palomas 09, 13, 11 y 15 el orden de presentación

fue A1 – B1; A2 – B2, etc. Para las palomas 10, 14, 12 y 16 se invirtió el orden de las parejas de estímulos, los que tenían la etiqueta A para el anterior grupo de palomas fueron denominados con la letra B para este segundo grupo y viceversa.

<b>Grupos / Orden</b>	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>
<b>AB; BA</b>	S. 9, S. 11	S. 13, S. 15
<b>BA; AB</b>	S. 10, S. 12	S. 14, S. 16

**Tabla 10: Experimento piloto 1. Resumen de la asignación de los sujetos a los grupos y orden de entrenamiento.**

Independientemente de la asignación de los estímulos a los sujetos, nos referiremos a la primera discriminación condicional como entrenamiento AB: En esta fase se entrenó a las palomas a elegir B1 en presencia de A1, B2 en presencia de A2 y B3 en presencia de A3. Los ensayos de igualación arbitraria a la muestra comenzaban con un ITI de 12 segundos. Si la paloma respondía en alguna de las teclas, el tiempo del ITI comenzaba de nuevo. Al terminar el ITI se encendía el estímulo de muestra en una posición aleatoria, y no se apagaba hasta que el sujeto emitía las respuestas de observación requeridas en cada momento (ver más adelante). La pantalla permanecía entonces apagada durante el ISI, y transcurrido un segundo, se encendían los estímulos de comparación. La posición de la comparación correcta fue determinada al azar ensayo a ensayo. También se situaron aleatoriamente las comparaciones incorrectas, apareciendo en negro las 5 posiciones restantes. Si el animal emitía las respuestas requeridas para completar el programa de razón de manera consecutiva en la comparación correcta, era reforzado con 2 segundos de acceso al comedero, y el ciclo comenzaba de nuevo.

Si, en cambio, el animal daba una sola respuesta a una de las comparaciones incorrectas, se introducía una contingencia de castigo negativo (tiempo fuera) en el que todas las luces de la cámara se apagaban durante un periodo de 15 segundos, que se reiniciaba si el animal picaba en cualquier lugar de la pantalla. Al terminar el periodo de tiempo fuera, se presentaba al sujeto la misma situación estimular que le había llevado allí. Si entonces satisfacía el criterio respondiendo a la comparación correcta, era reforzado con comida. En caso contrario, volvía a la situación de tiempo fuera.

Las sesiones de igualación a la muestra así descritas fueron incrementando el número de respuestas requeridas (tanto a la muestra como a la comparación) siguiendo el mismo criterio que en el apartado anterior. El entrenamiento progresó en cuatro pasos: RF1, RF2, RF5 y RF10. Si este criterio no se cumplía en dos sesiones consecutivas, en la sesión siguiente se volvía al paso anterior. Todos los sujetos comenzaron el entrenamiento definitivo en el mismo momento; los animales más avanzados en el preentrenamiento recibieron sesiones de mantenimiento hasta que todos estuvieron listos para pasar al procedimiento definitivo.

Una vez alcanzado el criterio final de emitir 10 respuestas a la muestra y 10 a la comparación, las palomas continuaron realizando sesiones hasta alcanzar un criterio de aprendizaje de más del 80% de aciertos en tres sesiones consecutivas. El día siguiente a cumplir el criterio, los sujetos pasaron a aprender la relación contraria (p. ej. B1 – A1).

### 3.1.5 Resultados

- Preentrenamiento

Todos los sujetos superaron el entrenamiento al comedero y pasaron a la fase de preentrenamiento. En la Tabla 11 se puede ver el número de sesiones que empleó cada sujeto en las distintas fases del preentrenamiento:

Sujeto / Procedimiento	S09	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16
AUTORF1	6	6	6	6	6	6	6	6
ARF-AC	3	3	6	2	8	4	7	4
MOLD	2	0	1	0	3	0	4	0
RF	18	15	11	11	8	10	9	10

**Tabla 11: Experimento piloto 1. Resultados de las fases de entrenamiento previas a la discriminación condicional, expresados en número de sesiones en cada fase.**

Ninguno de los sujetos consiguió superar el criterio del procedimiento de automoldeamiento con razón fija con el estímulo en posiciones variables durante seis sesiones. Cuando se introdujo el procedimiento ARF-AC, en que la posición del estímulo se mantenía fija, la mitad de los sujetos (9, 10, 14 y 16) consiguieron una respuesta estable de picoteo a la pantalla en pocas sesiones (rango 2 a 4). El resto de los sujetos requirió un moldeamiento por aproximaciones sucesivas, que todos superaron con éxito, necesitando entre una y cuatro sesiones. Respecto al entrenamiento en razón fija (RF), los sujetos lo superaron después de una media de 11,5 sesiones (rango entre 8 y 18), siendo el número mínimo de sesiones para superarlo de 7.

- Discriminación condicional

Como se ha mencionado, una vez que se consiguió una respuesta estable a los estímulos en posiciones aleatorias, se pasó a la fase de discriminación condicional durante tres días, para todos los sujetos excepto el 9, que aún no había llegado el criterio de respuestas en la fase de razón fija en ese momento. En la Tabla 12 se pueden ver los resultados de la actuación de los sujetos que cumplieron el criterio para comenzar este procedimiento.

Sujeto / Sesión	S09	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16
1		7	3	46	5	9	1	11
2		27	1	50	2	9	1	1
3		43	1	57	0	7	1	10

**Tabla 12: Experimento piloto 1. Número de ensayos realizados por los sujetos en las tres primeras sesiones de igualación a la muestra sobre un máximo de 64 ensayos.**

Como se puede ver, sólo dos sujetos, ambos del grupo 1, presentan una tendencia ascendente en el número de ensayos. Todos los sujetos del grupo 2 y uno del grupo 1 realizaron menos del 20% de los ensayos previstos. De ellos, tres sujetos vieron prácticamente extinguida su respuesta. Tras el análisis de la actuación de los sujetos, se comprobó también el comportamiento de las cámaras experimentales.

### **3.1.6 Discusión**

Como se puede observar, la primera fase del entrenamiento de automoldeamiento con el estímulo en posiciones variables no consiguió su objetivo de instaurar la respuesta de picoteo en ninguno de los sujetos. El motivo de comenzar el entrenamiento con posiciones variables del estímulo se debió a nuestro objetivo de minimizar en lo posible la importancia de la localización espacial de los estímulos en el entrenamiento de los sujetos. Por ello, al comprobar que el procedimiento no funcionaba decidimos introducir el procedimiento modificado (ARF-AC) con el estímulo en una posición fija, pero distinta del resto de las posiciones, y con un estímulo diferente de los que se utilizarían durante el resto del entrenamiento. Sin embargo, este procedimiento sólo funcionó para la mitad de los sujetos, necesitando el resto de varias sesiones de moldeamiento por aproximaciones sucesivas. No obstante, una vez establecida la respuesta de picoteo, ésta se generalizó sin problemas a la situación de razón fija. Sin embargo, encontramos algunas tensiones de razón al incrementar los requisitos de respuesta, y la mayoría de los sujetos necesitaron volver atrás en el entrenamiento varias veces hasta conseguir dominar la tarea de forma estable (una media de 4,5 veces, con un rango entre 1 y 11).

En conjunto, los resultados de la fase de preentrenamiento y el primer intento de establecer la discriminación condicional nos indican que la conducta de picotear a la pantalla en posiciones aleatorias es más difícil de instaurar que la de picoteo a las teclas estándar que hemos obtenido en experimentos anteriores o que la que se puede observar en la literatura. Por lo general, basta con unas pocas sesiones de automoldeamiento para instaurar en los sujetos una respuesta estable de picoteo. El experimento original de Brown y Jenkins (1968, Experimento 4) utilizó unos parámetros temporales similares al nuestro, con un EC también de 8 segundos,

aunque el intervalo entre ensayos era variable en su caso (entre 30 y 90 segundos). En este experimento, la mitad de los sujetos habían comenzado a responder a los 40 ensayos, y todos los hicieron de manera estable después de 100 ensayos, lo que equivale a menos de dos de nuestras sesiones. Sin embargo, existe una diferencia importante entre el procedimiento utilizado y el empleado por Brown y Jenkins (1968): la posición aleatoria de los estímulos en nuestro caso. Al mantener fija la posición del EC en la modificación realizada, se consiguió que la mitad de los sujetos manifestaran una conducta estable de picoteo, lo que evidencia la importancia de este factor. Adicionalmente, el rectángulo blanco que se presentó como estímulo probablemente resultaba más saliente para los sujetos que las imágenes del banco de estímulo.

Por otra parte, durante la comprobación de las cámaras experimentales que se llevó a cabo tras el intento fallido de iniciar la discriminación condicional, se constató que el ISI se había incrementado más de lo programado. Las pruebas subsiguientes nos hicieron ver que el sistema de presentación de los estímulos, adaptado para funcionar con las pantallas táctiles, requería un tiempo extra de procesamiento para la presentación de cada estímulo en cada posición. En las pruebas individuales con un solo aparato experimental activo, esta demora no había resultado perceptible; pero al tener que controlar el ordenador central la presentación de seis estímulos en cuatro cámaras simultáneamente, ése tiempo sí se hizo significativo, alterando los parámetros previstos originariamente. Los resultados demostraron que las limitaciones de resolución temporal del equipo modificado al trabajar con un gran número de estímulos simultáneamente se debían a características estructurales que no podían ser cambiadas con los medios disponibles. Asimismo, también se detectaron algunas fallas en los comederos para las que en ese momento no encontramos ninguna explicación sistemática.

Estos hechos, unidos al bajo desempeño de los sujetos en la tarea de discriminación condicional, en especial en el grupo con seis comparaciones, nos llevaron a realizar dos modificaciones importantes en el procedimiento del experimento piloto. En primer lugar, se decidió suprimir el entrenamiento del grupo con seis estímulos de comparación, ya que las limitaciones de resolución temporal del equipo no garantizaban su correcto funcionamiento. En segundo lugar, se decidió introducir una nueva fase de entrenamiento que hiciera más progresivo el paso de la razón fija a la discriminación condicional. Los detalles de estas modificaciones se especifican a continuación.

## **3.2 Experimento piloto 2**

El segundo experimento piloto consistió en una prueba sistemática de las condiciones de aprendizaje de una discriminación condicional con los dispositivos experimentales adaptados al efecto. Durante este experimento se evaluaron los parámetros de adquisición de las discriminaciones con el diseño realizado y se hicieron algunos ajustes más a los aparatos. En primer lugar, alertados por los fallos de los comederos en el experimento anterior, realizamos un análisis de la ingesta de los sujetos en cada una de las sesiones, además de algunos ajustes previos en su mecánica; y en segundo lugar, dado lo prolongado en el tiempo de esta serie experimental, se introdujeron nuevos experimentadores que se encargaron de realizar las sesiones experimentales por turnos.

### **3.2.1 Sujetos**

Los mismos que en el experimento anterior.

### **3.2.2 Aparatos**

Los mismos que en el experimento anterior.

### **3.2.3 Diseño**

Aunque el grupo de seis estímulos maximizaba la exposición a los ejemplares de los sujetos, como la teoría de partida requería, dado el carácter exploratorio del experimento que estábamos emprendiendo, encontramos otras posibilidades de investigación igualmente importantes de cara a la contrastación experimental de nuestra hipótesis. Se decidió mantener en las mismas condiciones el grupo 1, con la muestra en posiciones aleatorias y tres estímulos de comparación. Las condiciones del grupo 2, en cambio, fueron reestructuradas con objeto de comprobar la influencia de la

correlación entre la posición y la función de las muestras y las comparaciones. De este modo, se programó un nuevo procedimiento en el que el estímulo de muestra aparecía en una posición fija. Se esperaba, con este nuevo diseño, poder aislar la importancia relativa del entrenamiento en ejemplares, por una parte y la relevancia de la posición de la muestra, por otra, en la posible derivación de simetría.

El nuevo procedimiento mantuvo la misma asignación de los sujetos a los grupos experimentales que el anterior. En el grupo 1, que permaneció sin cambios, aparecía una muestra y tres comparaciones simultáneamente. La localización de la muestra se cambió de manera aleatoria ensayo a ensayo, de forma que podía aparecer en cualquiera de las seis posiciones operativas de la pantalla. Las tres comparaciones aparecieron también en una posición aleatoria ensayo a ensayo. Sin embargo, se eliminó la posibilidad de que esa posición pudiera ser la misma que ocupó la muestra. En el grupo 2 el diseño fue el mismo que para el grupo 1, con la diferencia de que la muestra aparecía siempre en la posición número 6 (parte superior central), mientras que las comparaciones se presentaban en las tres posiciones inferiores.

Asimismo, y con objeto de mejorar el control experimental, se utilizaron dos conjuntos de estímulos diferentes, que nos permitiesen comparar posibles diferencias en la velocidad de adquisición debidas a la distinta discriminabilidad de los estímulos. Por último, se desarrolló un procedimiento adicional para facilitar que la respuesta operante de picoteo no se extinguiera al pasar del entrenamiento inicial a la situación más demandante de la discriminación condicional con múltiples estímulos.

### **3.2.4 Procedimiento**

Una vez listos los cambios en el procedimiento mencionados anteriormente, el experimento se reanudó con las sesiones de preentrenamiento.

- Entrenamiento previo a la discriminación condicional.

Se diseñó un programa (PREMTS) que presentaba un determinado número de los anteriores estímulos elegidos al azar en posiciones también aleatorias, solicitando un número de respuestas cada vez mayor para acceder al reforzador y pasar a la siguiente configuración estimular. Los estímulos utilizados fueron los mismos que en el entrenamiento en razón fija, y el formato de presentación fue similar al de la futura igualación a la muestra: comenzaba con 12 segundos de ITI y continuaba con la presentación de los estímulos. Cuando el sujeto emitía el número requerido de respuestas ante un estímulo, éste desaparecía, con independencia del tipo de estímulo, la posición o el orden, quedando los demás en la misma posición hasta que la paloma hubiera respondido ante todos. En ese momento, la luz general se apagaba y se presentaba el reforzador por tres segundos. La sesión acababa al transcurrir una hora o al completar 72 reforzamientos. Si el sujeto conseguía todos los reforzadores en una sesión, en la siguiente se aumentaba el criterio. Cada sesión superada con éxito incrementaba progresivamente el número de respuestas exigidas a cada uno, según la siguiente secuencia: 1, 5, 10, 15, 20. Una vez llegados al máximo número de respuestas, se incrementó de uno en uno el número de estímulos en la siguiente sesión, hasta un máximo de seis. Si este criterio no se cumplía en dos sesiones consecutivas, en la sesión siguiente se volvía al paso anterior.

- Discriminación Condicional

Una vez superado el preentrenamiento, los sujetos empezaron la discriminación condicional. El entrenamiento comenzó solicitando sólo una respuesta a la muestra y la comparación para después aumentar progresivamente. El procedimiento consistió en una igualación demorada arbitraria a la muestra, con un estímulo de muestra y tres estímulos de comparación. La luz general estuvo encendida a lo largo de toda la

sesión, excepto al encenderse el comedero o en los períodos de tiempo fuera. Las sesiones constaban de 64 ensayos y tuvieron una duración máxima de una hora.

Para el grupo 1, el estímulo de muestra (A1, A2 o A3) era aleatorizado ensayo a ensayo, al igual que su posición. Las comparaciones, por su parte (B1, B2 y B3) fueron también aleatorizadas pudiendo aparecer en cualquiera de las seis posiciones más alejadas del comedero, a excepción de la posición que en ese mismo ensayo había ocupado la muestra.

En el grupo 2, el estímulo de muestra (A1, A2 o A3) era aleatorizado ensayo a ensayo, pero su posición se mantenía siempre fija en el rectángulo 6 (parte central superior). La posición de las comparaciones (B1, B2 y B3) fue también aleatorizada, aunque sólo podían aparecer en las tres posiciones inferiores.

En esta fase se utilizan dos conjuntos de estímulos diferentes:

SET 1: Para las palomas 09, 10, 13 y 14

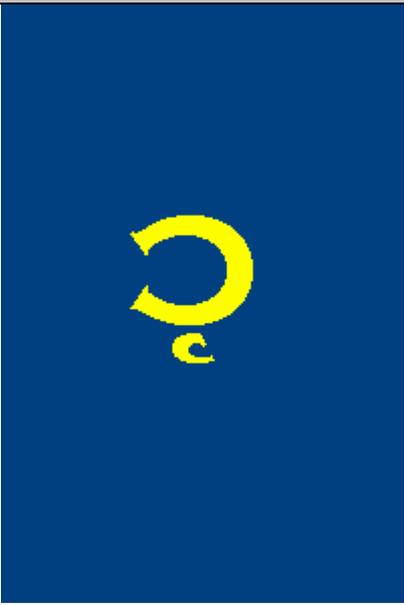
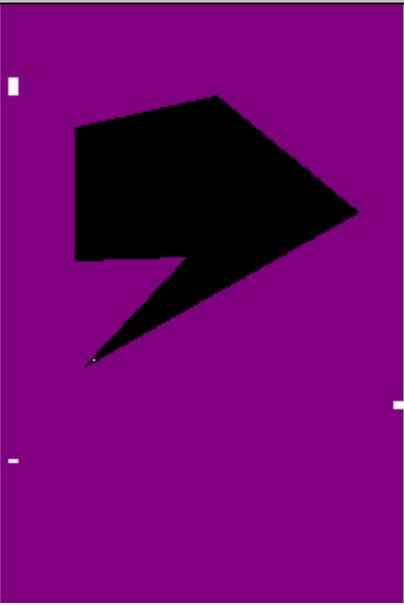
SET 2: Para las palomas 11, 12, 15 y 16

A cada estímulo se le asignó de forma aleatoria una etiqueta: A1, A2, A3 y B1, B2, B3. Para las palomas 09, 13, 11 y 15, el orden de presentación fue A1 – B1; A2 – B2; A3 – B3 (orden AB-BA). Para las palomas 10, 14, 12 y 16 se invirtió el orden de las parejas de estímulos, de forma que los que tenían la etiqueta A para el anterior grupo de palomas fueron denominados con la letra B para este segundo grupo y viceversa (orden BA-AB). Ver Tabla 13.

Grupos y Estímulos	Grupo 1	Grupo 2
Set 1	S. 9 AB; BA	S. 13 AB; BA
	S. 10 BA; AB	S. 14 BA; AB
Set 2	S. 11 AB; BA	S. 15 AB; BA
	S. 12 BA; AB	S. 16 BA; AB

**Tabla 13: Experimento piloto 2. Resumen de la asignación de los sujetos a los grupos, set de estímulos y orden de entrenamiento.**

En las siguientes tablas se pueden los estímulos utilizados a tamaño real y su asignación para cada sujeto.

Muestra		Comparación correcta	
A1		B1	

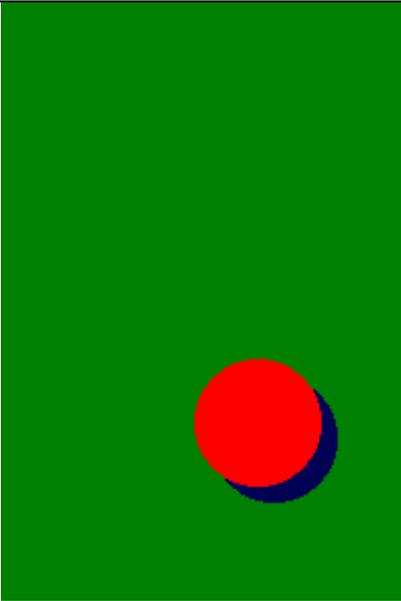
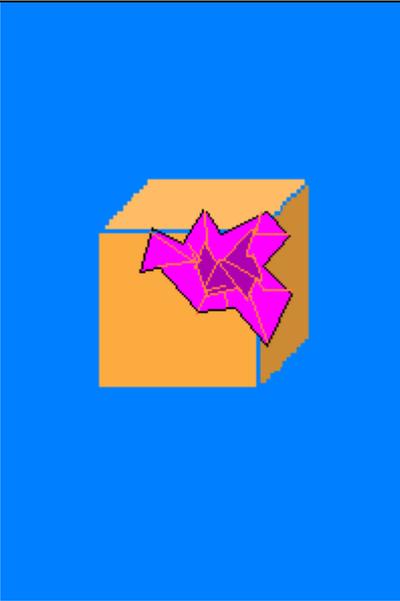
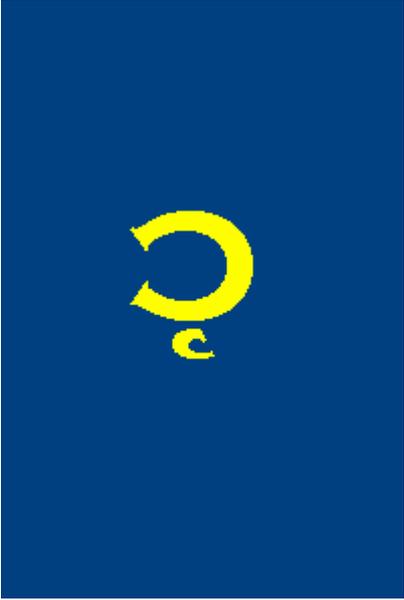
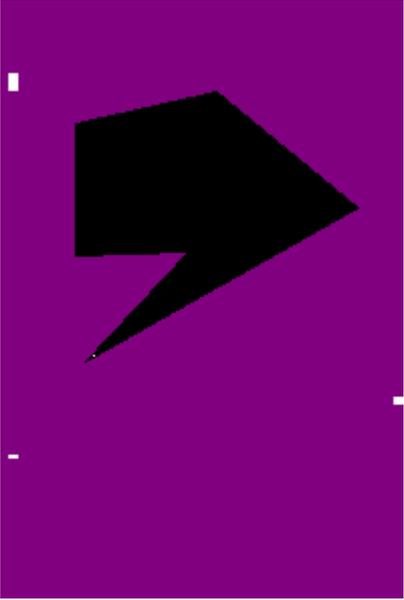
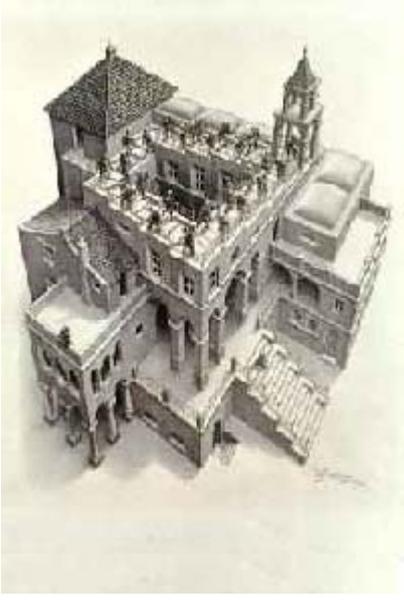
Muestra		Comparación correcta	
A2		B2	
A3		B3	

Tabla 14: Experimento piloto 2. Estímulos asignados a los sujetos 09 (G1) y 13 (G2).

Muestra		Comparación correcta	
A1		B1	
A2		B2	

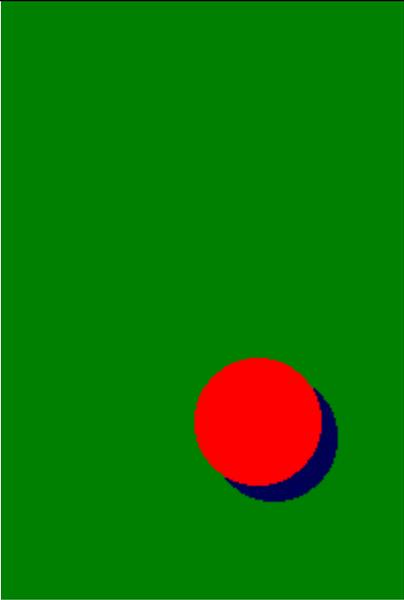
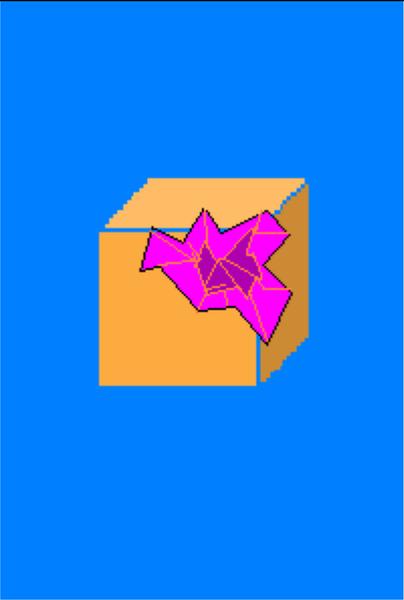
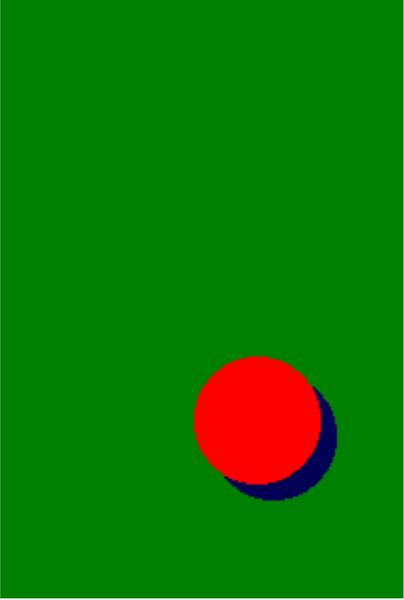
Muestra		Comparación correcta	
A3		B3	

Tabla 15: Experimento piloto 2. Estímulos asignados a los sujetos 10 (G1) y 14 (G2).

Muestra		Comparación correcta	
A1		B1	

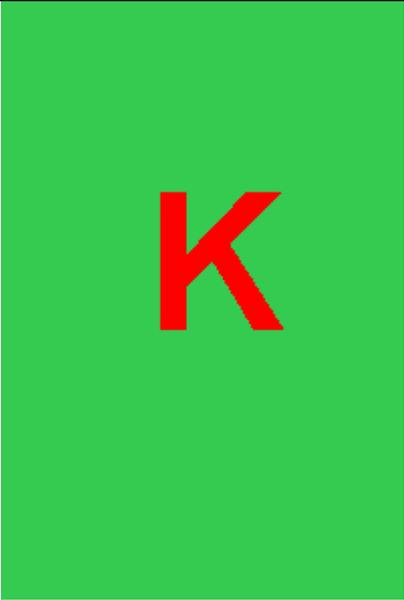
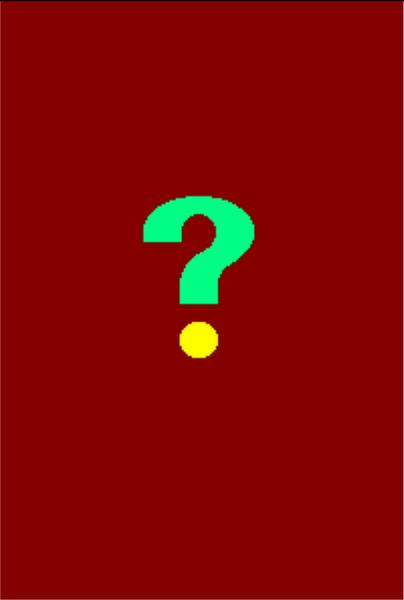
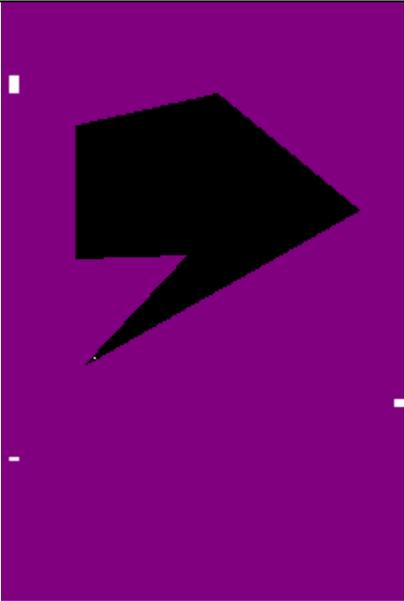
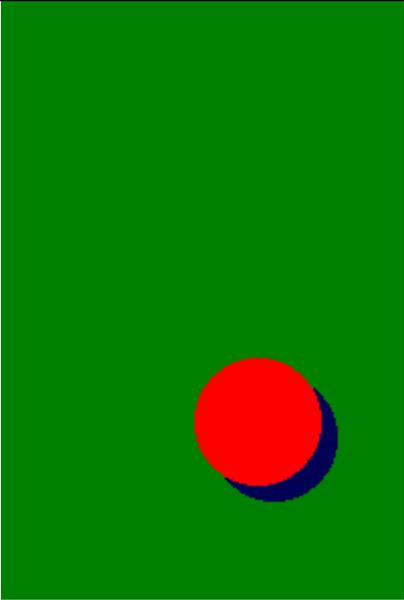
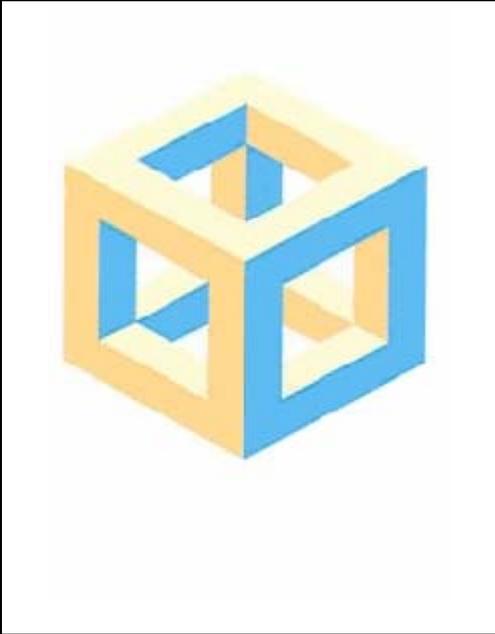
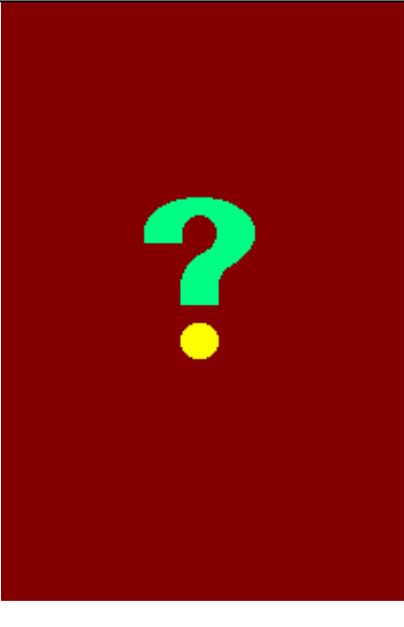
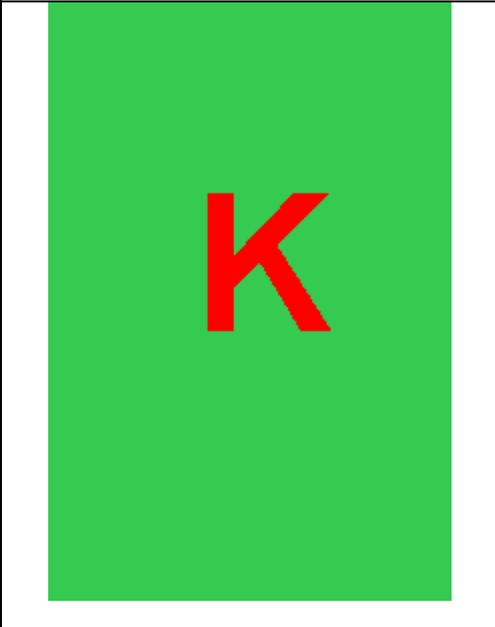
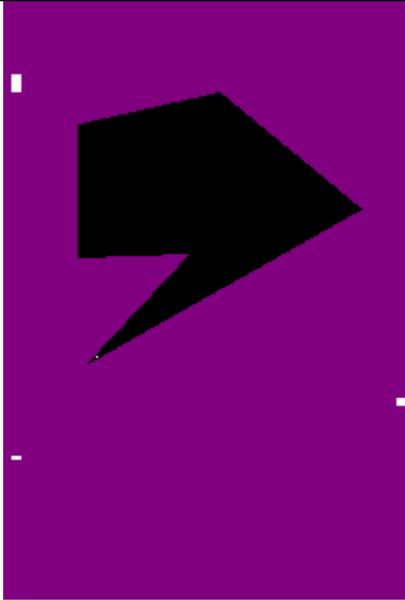
Muestra		Comparación correcta	
A2		B2	
A3		B3	

Tabla 16: Experimento piloto 2. Estímulos asignados a los sujetos 11 (G1) y 15 (G2).

Muestra		Comparación correcta	
A1		B1	
A2		B2	

Muestra		Comparación correcta	
A3		B3	

**Tabla 17: Experimento piloto 2. Estímulos asignados a los sujetos 12 (G1) y 16 (G2).**

Independientemente de la asignación de los estímulos a los sujetos, nos referiremos a la primera discriminación condicional como entrenamiento AB: En esta fase se entrenó a las palomas a elegir B1 en presencia de A1, B2 en presencia de A2 y B3 en presencia de A3. Los ensayos de igualación arbitraria a la muestra comenzaban con un ITI de 12 segundos. Si la paloma respondía en alguna parte de la pantalla, el tiempo del ITI comenzaba de nuevo. Al terminar el ITI se encendía el estímulo de muestra, y no se apagaba hasta que el sujeto emitía las respuestas de observación requeridas en cada momento (ver más adelante). La pantalla permanecía entonces apagada durante el ISI, y transcurrido un segundo, se encendían los estímulos de comparación. La posición de la comparación correcta fue determinada al azar ensayo a ensayo. También se situaron aleatoriamente las comparaciones incorrectas, apareciendo en negro las 5 posiciones restantes. Si el animal emitía las respuestas requeridas para completar el programa de razón de manera consecutiva en la

comparación correcta, era reforzado con 4 segundos de acceso al comedero, y el ciclo comenzaba de nuevo.

Si, en cambio, el animal daba una sola respuesta a una de las comparaciones incorrectas, se introducía una contingencia de castigo negativo (tiempo fuera) en el que todas las luces de la cámara se apagaban durante un periodo de 15 segundos, que se reiniciaba si el animal picaba en cualquier lugar de la pantalla. Al terminar el periodo de tiempo fuera, se presentaba al sujeto la misma situación estimular que le había llevado allí. Si entonces satisfacía el criterio respondiendo a la comparación correcta, era reforzado con comida. En caso contrario, volvía a la situación de tiempo fuera. Estos ensayos de corrección no se tomaron en cuenta al contabilizar los resultados.

Las sesiones de igualación a la muestra así descritas fueron incrementando simultáneamente el número de respuestas requeridas tanto a la muestra como a la comparación. El entrenamiento progresó en cuatro pasos: RF1, RF2, RF5 y RF10. Si este criterio no se cumplía en dos sesiones consecutivas, en la sesión siguiente se volvía al paso anterior. Todos los sujetos comenzaron el entrenamiento definitivo el mismo día, independientemente del momento en que hubieran superado el preentrenamiento.

Una vez alcanzado el criterio final de emitir 10 respuestas a la muestra y 10 a la comparación, las palomas continuaron realizando sesiones hasta alcanzar un criterio de aprendizaje de más del 80% de aciertos en tres sesiones consecutivas. Una vez cumplido el criterio, estaba previsto comenzar la siguiente sesión con la relación contraria a la aprendida (p. ej. B1 – A1).

### 3.2.5 Resultados

Los sujetos superaron la fase previa a la discriminación condicional (PREMTS) en una media de 16 sesiones, siendo el mínimo necesario para superarla de 10. Los resultados pueden verse en la siguiente tabla:

Sujeto / Procedimiento	S09	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16
PREMTS	16	16	15	15	16	18	16	16

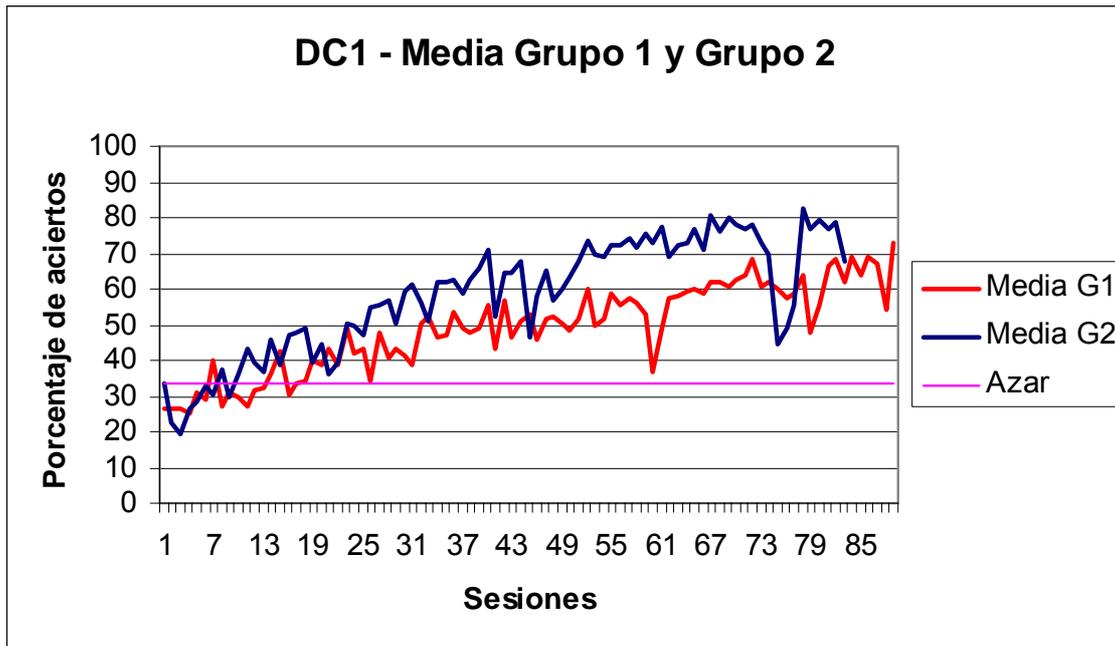
**Tabla 18: Experimento piloto 2. Número de sesiones necesarias para superar el entrenamiento previo a la discriminación condicional (PREMTS) sobre un mínimo de 10 sesiones.**

Los sujetos del Grupo 1 lo superaron en una media de 15,5 sesiones (rango 15 a 16). Por su parte, los sujetos del Grupo 2 tardaron algo más que los del grupo 1 en superar el entrenamiento (16,5 en promedio, rango 16 – 18). Estas diferencias no fueron estadísticamente significativas según la prueba U de Mann-Whitney ( $U = 3,00$ ;  $Sig = 0,096$ ).

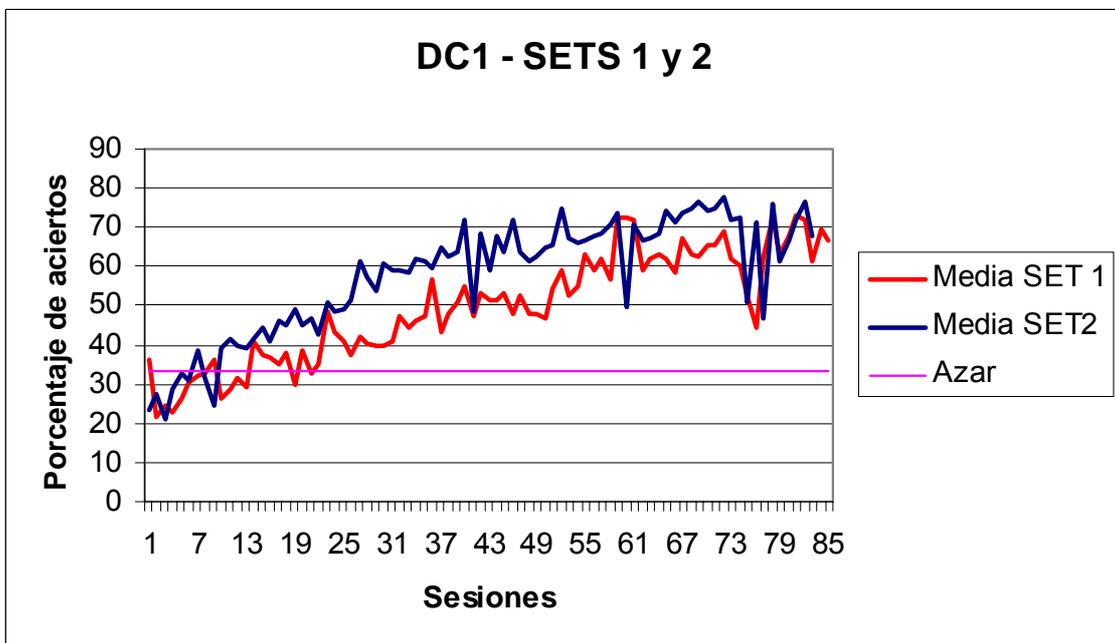
#### - Discriminación condicional

Los datos de aprendizaje de la primera discriminación condicional (DC1) en este segundo experimento piloto se pueden ver a continuación de la Gráfica 2 a la Gráfica 8. El experimento se extendió por 90 sesiones, momento en el cual se decidió dar por terminada esta fase.

Las Gráfica 2 y la Gráfica 3 muestran las actuaciones de los sujetos divididos por grupo experimental y por set de estímulos, respectivamente.



Gráfica 2: Experimento piloto 2. Resultados promedio de los Grupos 1 (muestras en posición aleatoria) y 2 (muestras en posición fija) en la primera discriminación



condicional.

Gráfica 3: Experimento piloto 2. Resultados promedio de los sujetos en el SET 1 y el SET

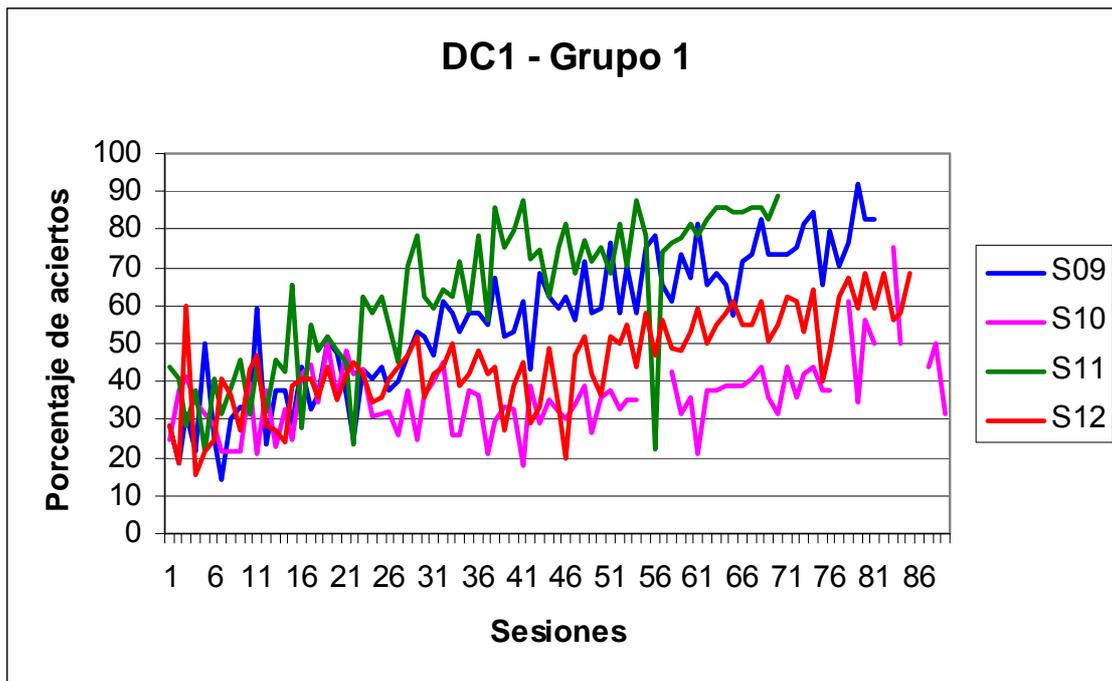
2.

Como se puede observar en los resultados, la actuación comienza por debajo de los niveles de azar, que en un procedimiento con tres comparaciones se sitúa en el 33,33%. Este efecto puede deberse a que los sujetos, después de elegir la comparación correcta, cambiaban su elección antes de haber completado las respuestas requeridas, con lo que el ensayo era contabilizado como erróneo.

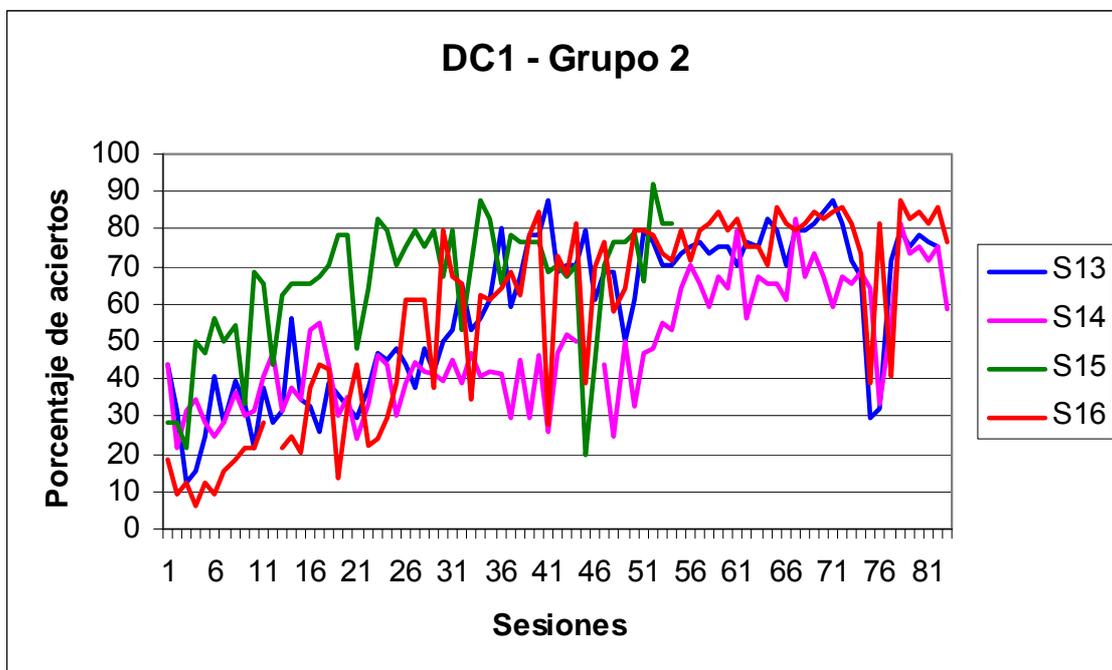
Si comparamos a los sujetos por grupo, vemos que tras entre 20 y 25 sesiones de entrenamiento no se observan grandes diferencias en el porcentaje de aciertos. A partir de ese momento, el grupo dos comienza a separarse ligeramente del grupo 1, manteniendo hasta aproximadamente las sesiones 70 y 75 una diferencia de entre 10 y 20 puntos porcentuales.

Comparando las curvas de adquisición por set de estímulos, vemos que los sujetos del SET 2 avanzan a una velocidad ligeramente superior a los del SET 1. Hasta aproximadamente las primeras 10 sesiones no existe diferencia entre ambos. A partir de ahí se establece una diferencia de unos 15 puntos porcentuales que se mantiene hasta las 70 sesiones, momento a partir del cual los resultados de ambos grupos se igualan de nuevo.

Si observamos a continuación las gráficas de las ejecuciones individuales de cada sujeto (Gráfica 4 y Gráfica 5), podemos ver como entre las sesiones 10 y 15 el sujeto 15, del Grupo 2, es el primero en despegarse de los niveles esperables por azar. A partir de las sesiones 25 y 35 los sujetos 9 y 11 (Grupo 1) y 13 y 16 (Grupo dos) comienzan a aumentar sensiblemente su porcentaje de aciertos. El sujeto 14 (Grupo 2) no se les une hasta el intervalo entre las sesiones 50 y 60. El sujeto 10 (Grupo 1) permanece en niveles cercanos al azar hasta las últimas sesiones.

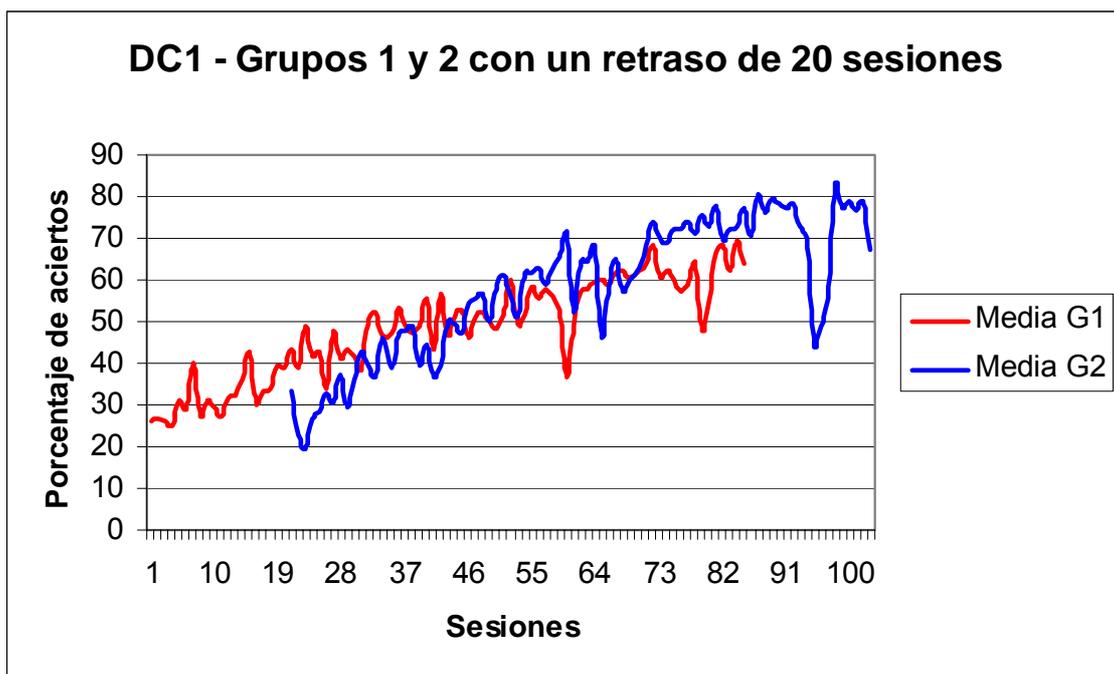


Gráfica 4: Experimento piloto 2. Resultados de la primera discriminación condicional por sujeto. Grupo 1. Muestras en posiciones aleatorias.



Gráfica 5: Experimento piloto 2. Resultados de la primera discriminación condicional por sujeto. Grupo 2. Muestras en una posición fija.

Como se puede observar, después de 90 sesiones de entrenamiento, sólo dos sujetos (uno del grupo 1 y otro del grupo 2) consiguieron superar el criterio de aprendizaje del 80% de aciertos durante tres sesiones consecutivas. El sujeto 15 fue el primero en cumplir el criterio, después de 54 sesiones. El sujeto 11, por su parte, tardó 74 sesiones en hacerlo. Si tomamos este dato como un indicador aproximado de la velocidad relativa de adquisición de una discriminación sobre la otra vemos que, con una demora aproximada de unas veinte sesiones, ambos grupos siguen una tendencia similar, que se aprecia con más claridad realizando las transformaciones pertinentes en los datos:



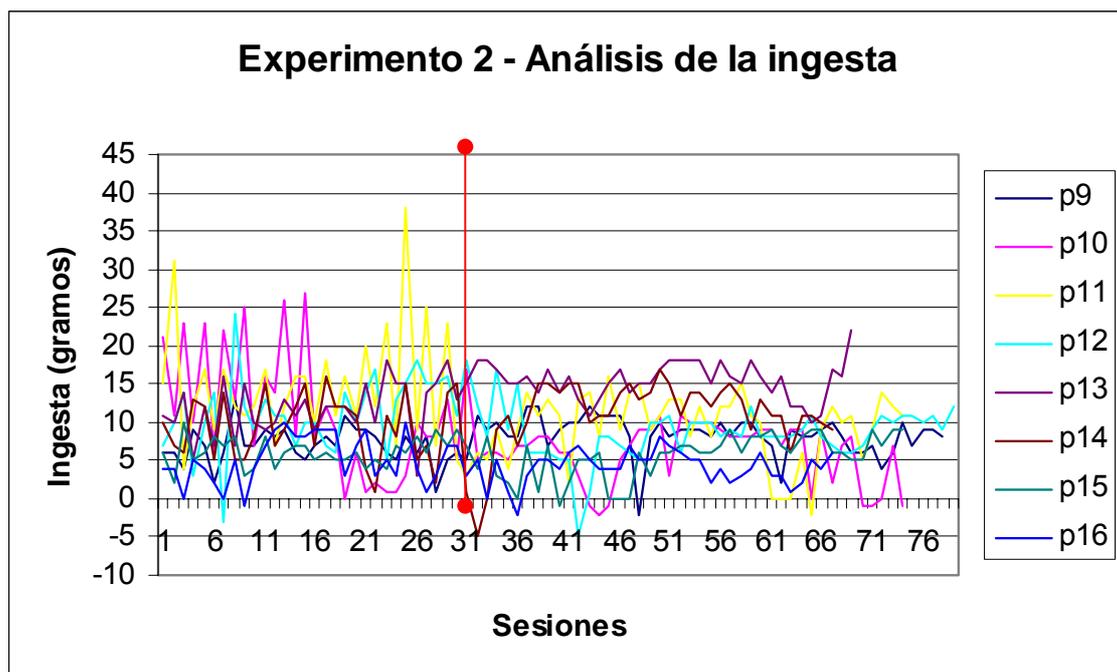
**Gráfica 6: Experimento piloto 2. Comparación de la velocidad relativa de adquisición de los Grupos 1 y 2. El Grupo 2 aparece con un retraso de 20 sesiones respecto al grupo 1.**

Tomando como referencia los valores centrales, la Gráfica 6 muestra que las líneas de aciertos promedio de cada grupo siguen un camino muy similar, si el resultado del

Grupo 2 se representa con 20 sesiones de retraso con respecto al grupo 1, si bien el trazado del Grupo 2 sigue una pendiente ligeramente más pronunciada.

- Análisis de la ingesta

En la siguiente gráfica (Gráfica 7) se ha representado la diferencia entre el peso preexperimental y el peso postexperimental de todos los sujetos durante la discriminación condicional. Se han eliminando las 10 primeras de sesiones debido al cambio de tarea, ya que en este periodo los sujetos no completaban todos los ensayos. Esto hacía que los datos no fueran fiables, ya que la ingesta depende en gran parte del número de ensayos realizados.

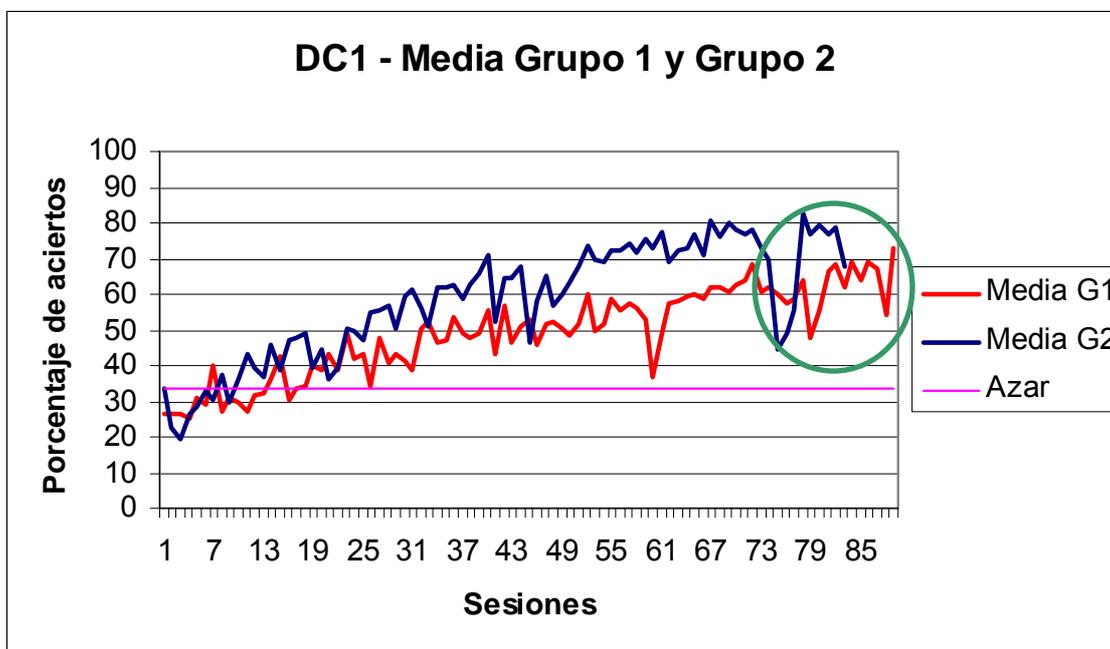


Gráfica 7: Experimento piloto 2. Análisis de la ingesta.

Aunque la diferencia de peso pre-post experimental no refleja con exactitud la ingesta de los sujetos en la cámara experimental (ya que no tiene en cuenta la defecación o los errores de medida), es un indicador aproximado de la cantidad de grano que los sujetos obtienen por su trabajo en la tarea de discriminación condicional. Durante las

primeras 30 sesiones aproximadamente se observa una variabilidad muy alta en el incremento de peso, sobre todo teniendo en cuenta que la dieta de mantenimiento de estas palomas se situaba entre los 10 y los 12 gramos por día. El análisis más detallado de los datos indicó que determinadas palomas sistemáticamente aumentaban de peso más en unas cámaras experimentales que en otras. Sin embargo, este efecto no se producía siempre en la misma cámara, sino que variaba de unas a otras dependiendo del sujeto. La barra de color rojo situada encima de la sesión 30 indica el momento en que se suprimió el contrabalanceo y se asignó a los sujetos a una única cámara experimental donde los niveles medios de ingesta estimada eran más adecuados.

Por último, cabe mencionar el efecto de la introducción de nuevos experimentadores encargados de las sesiones en las últimas semanas del experimento (Gráfica 8). El círculo verde señala las sesiones en las que estuvieron presentes.



Gráfica 8: Experimento piloto 2. Promedio de los grupos 1 y 2 con indicación del momento de introducción de nuevos experimentadores.

A partir de la sesión número 73 y hasta que se decidió detener el experimento, se incorporaron estos nuevos experimentadores, cuya presencia se hizo notar en la actuación de los sujetos. El cambio es marcadamente más acusado en el Grupo 2, que presenta una bajada inicial de casi 30 puntos para después recuperarse en unas cinco sesiones. En el Grupo 1 la bajada es menos brusca (entre 10 y 15 puntos porcentuales), pero se prolonga durante unas 10 sesiones.

### **3.2.6 Discusión**

En primer lugar, los resultados de este segundo experimento piloto muestran una mejora en cuanto a las condiciones de los aparatos. Al tener que presentar sólo tres estímulos simultáneamente no se detectaron demoras indeseadas que interfiriesen en los parámetros establecidos. Otra mejora significativa fue la realizada con respecto a los comederos, que presentaron una cantidad más estable de comida a los sujetos con arreglo a los requerimientos del experimento.

Por otra parte, el procedimiento de entrenamiento previo resultó adecuado para amortiguar la brusquedad del cambio que habíamos observado en el experimento anterior. Aunque en este caso la transición requirió un promedio de 16 sesiones, todos los sujetos se adaptaron sin problemas al procedimiento de discriminación condicional.

En cuanto a la discriminación condicional, cabe destacar cuatro resultados importantes:

- 1.- Fue posible entrenar una tarea de discriminación condicional con tres estímulos de comparación arbitrarios tanto en el grupo de muestras fijas como en el grupo de muestras en posiciones aleatorias. Un sujeto de cada grupo llegó a cumplir el criterio de aprendizaje establecido, y todos los demás, excepto uno (S10) aumentaron progresivamente su porcentaje de aciertos.

2.- No se encontraron grandes diferencias en el aprendizaje en los dos conjuntos de estímulos utilizados, por lo que los sujetos parecen discriminar bien entre las imágenes extraídas aleatoriamente de nuestro banco de estímulos.

3.- Aunque se encontraron diferencias entre los grupos experimentales (que podemos situar alrededor de las 20 sesiones de entrenamiento), éstas no fueron de la magnitud esperada. Si analizamos los resultados teniendo en cuenta de forma literal la hipótesis de las reglas específicas defendida por Carter y Werner (1978), y los resultados de Lionello y Urcuioli (1998) y Lionello-DeNolf y Urcuioli (2000), que indican que los sujetos tratan a cada estímulos de manera diferente en cada una de las posiciones espaciales en que aparece, deberíamos esperar que el grupo de posición fija necesitase aprender nueve reglas discriminativas para resolver la tarea: (A1 en la posición 1) – (B1 en la posición 1); (A1 en la posición 1) – (B1 en la posición 2), etc. y así hasta completar las 9 combinaciones posibles. Por su parte, se esperaría que el grupo de muestras y posiciones aleatorias necesitase aprender muchas más reglas: (p. ej. (A1 posición 1) – (B1 posición 1) ... (A1 posición 1) – (B1 posición 6, etc.). En total serían 108 reglas, teniendo en cuenta todas las posibles combinaciones; o lo que es lo mismo, el Grupo 1 debería aprender doce veces más reglas que el Grupo 2. Sin embargo, aunque los datos muestran que la tarea con las muestras en posiciones aleatorias se aprende más lentamente, la diferencia no es tan grande como sugeriría una interpretación literal de esta hipótesis. Aunque con todas las reservas que merece un estudio preliminar, estamos ante un primer indicio de que nuestro diseño es efectivo en paliar el efecto del control por la posición en la discriminación condicional de nuestras palomas.

A pesar de que el procedimiento daba muestras de ser viable para entrenar a los sujetos en múltiples ejemplares de discriminaciones condicionales y sus inversas, el experimento se detuvo a las 90 sesiones, como se indicó anteriormente. El motivo principal fue que los parámetros de velocidad en el aprendizaje no satisfacían las necesidades de nuestro experimento. Después de 90 sesiones de entrenamiento (aproximadamente seis meses) se hizo patente que con los parámetros del entrenamiento utilizados apenas se podría completar una reversión por año incluso en el grupo que mostró más rapidez en el aprendizaje.

Por otra parte, esta baja velocidad de aprendizaje repercutió negativamente en la sensibilidad de nuestra variable dependiente. Como se puede observar en los dos sujetos que llegaron a completar el entrenamiento, en ambos casos nos encontramos un periodo prolongado de estabilización cercano al cumplimiento del criterio pero sin llegar a superarlo. En el caso de la paloma 15, entre las sesiones 20 y 35 se mantiene en niveles muy cercanos al 80% de aciertos, pero sin llegar a superar el criterio hasta la sesión 54; en el caso de la paloma 11, a partir de la sesión número 40 se mantiene también en valores cercanos al 80%, pero sin cumplir el criterio hasta la sesión 74. Otro tanto les sucede a las palomas 9, 13 y 16, que se mantienen durante un elevado número de sesiones cerca del criterio pero sin llegar a superarlo. Estos valores nos llevaron a pensar que, con los parámetros del entrenamiento especificados, probablemente el nivel asintótico de la discriminación para nuestros sujetos se situaba en torno al 80% de aciertos. De esta forma encontrábamos un periodo muy prolongado en el que el porcentaje de aciertos se situaba cercano al criterio establecido, aumentando las posibilidades de que variables extraexperimentales pudiesen influir en los resultados, disminuyendo así la precisión de nuestra variable dependiente.

Pero al margen de esta y otras consideraciones, la baja velocidad de aprendizaje representaba un importante problema práctico, debido a las limitaciones de la media

de vida de las palomas. Se estima que las palomas de esta especie pueden vivir entre tres y cinco años en libertad (Gibbs, Barnes y Cox, 2001), con lo que a la velocidad de aprendizaje del experimento actual, podíamos encontrarnos con serios problemas de mortalidad experimental (en el sentido más literal) tras sólo tres o cuatro inversiones de cada discriminación condicional.

Por desgracia, aunque conocemos muchos factores que influyen en el ritmo de aprendizaje de una discriminación condicional, la duración de la adquisición no se puede establecer de antemano, ya que depende de parámetros del entrenamiento como la discriminabilidad o la configuración particular de la situación experimental. En nuestro caso, estos valores no podían ser establecidos a priori, dado que tanto los aparatos experimentales como los estímulos se estaban utilizando por primera vez. Por ese motivo, en el diseño del experimento definitivo tuvimos en cuenta los parámetros de la discriminación que sí podíamos controlar, y realizamos algunos cambios que permitieran un aprendizaje más rápido de las discriminaciones condicionales y sus inversiones.

### **3.3 Experimento final**

El experimento final fue el más prolongado, y en su diseño se tuvieron en cuenta todos los resultados relevantes que se habían encontrado en los experimentos piloto anteriores. En el segundo experimento piloto vimos que la lenta velocidad de adquisición de la tarea podía influir negativamente en nuestros resultados, por lo que el objetivo de las modificaciones incluidas en este nuevo experimento fue tratar de aumentar la tasa de aprendizaje manipulando los parámetros de la discriminación condicional que estaban bajo nuestro control. Después de valorar nuestras alternativas, se plantearon dos posibilidades: por una parte, tratamos de disminuir el intervalo entre estímulos (ISI), ya que su longitud correlaciona negativamente con la velocidad de adquisición de la discriminación condicional. Sin embargo, las pruebas preliminares mostraron que los aparatos no se comportaban de manera fiable con valores menores a un segundo a la hora de presentar los estímulos simultáneamente, con lo que esa posibilidad tuvo que ser descartada. Nuestra siguiente opción fue la de disminuir el número de comparaciones de tres a dos, ya que de esa manera reduciríamos en un tercio el número de reglas discriminativas que los sujetos deberían aprender, y por lo tanto acortaríamos la duración de cada discriminación. Al mismo tiempo, esta posibilidad nos permitiría disminuir el periodo de cumplimiento del criterio de aprendizaje, con lo que el resultado debería ser más fiable que con los anteriores parámetros. Asimismo, varios experimentadores comenzaron a pasar las sesiones desde el inicio del experimento, de manera que su posible efecto estuviera controlado desde el principio. El resto de las modificaciones se detallan a continuación.

Por otra parte, gracias a la experiencia acumulada durante en experimento anterior, desarrollamos un protocolo sistemático de identificación de posibles errores experimentales con objeto de depurar los datos obtenidos. Se identificaron una serie

de errores comunes y de variables indicadoras que sirvieron para filtrar los datos de los inevitables errores que un estudio prolongado implica.

El criterio de finalización del experimento no se fijó de antemano, sino que fue dirigido por los datos. En primer lugar, porque la teoría de los ejemplares no proporciona un criterio *a priori* para determinar cuántos ejemplares son necesarios para que se establezca la operante de orden superior (de la misma forma que las teorías del reforzamiento no predicen cuántos refuerzos serán necesarios para establecer una operante en una situación concreta); y en segundo lugar, por que el carácter pionero del estudio hacía que la velocidad de aprendizaje de los sujetos estuviese sometida a distintos parámetros cuya exploración era parte del objetivo. La decisión de finalizar el experimento se tomó primero para el Grupo 1, a raíz de los problemas encontrados en algunos sujetos (muerte experimental, enfermedad, etc., que se detallan más adelante). El fin de las sesiones coincidió con uno de los paros programados en la navidad de 2007. En el caso del Grupo 2, las sesiones continuaron hasta valorar la velocidad de aprendizaje de los distintos sujetos y obtener una secuencia de discriminaciones suficiente como para evaluar los resultados hasta el momento. Las sesiones finalizaron cuando el sujeto con una mayor secuencia de discriminaciones realizó la duodécima inversión (es decir, tras aprender 24 discriminaciones condicionales).

### **3.3.1 Sujetos**

Los mismos que en el experimento anterior

### **3.3.2 Aparatos**

Los mismos que en el experimento anterior

### 3.3.3 Diseño

La principal modificación que se introdujo en el experimento final fue la de reducir a dos el número de comparaciones en ambos grupos, lo que llevó a realizar algunos ajustes en el procedimiento. La asignación de los sujetos a los grupos experimentales, conjunto de estímulos y orden de entrenamiento fue la misma que en el experimento anterior (ver Tabla 13: Experimento piloto 2. Resumen de la asignación de los sujetos a los grupos, set de estímulos y orden de entrenamiento.).

En el Grupo 1, la localización de la muestra se cambió de manera aleatoria ensayo a ensayo, al igual que en el experimento anterior. Las comparaciones aparecieron también en una posición aleatoria ensayo a ensayo. En el Grupo 2 la posición del estímulo de muestra no cambiaba de ensayo a ensayo, sino que aparecía en una posición fija de la parte superior de la pantalla. Los estímulos de comparación aparecían también de forma fija en las posiciones inferiores, asignándose de manera aleatoria en cada ensayo la posición de la comparación correcta. Las posiciones restantes se presentaban en negro.

El criterio de aprendizaje fue adaptado al procedimiento con dos estímulos de comparación. En una elección entre dos elementos el nivel de azar se sitúa al 50%, lo que disminuye el rango de la variable dependiente. Sin embargo, los resultados del experimento anterior indicaban que aumentar el porcentaje de aciertos requerido para compensar podría volver a colocarnos cerca del límite asintótico de discriminación de los sujetos. Por lo tanto, se decidió mantener el criterio en el 80% de respuestas correctas durante tres sesiones consecutivas pero con la restricción de que esta actuación debería darse en ambas discriminaciones a la vez (es decir, tanto en los ensayos con A1 como con A2 como estímulo de muestra).

Cada vez que un sujeto superaba el criterio de aprendizaje así adaptado en una discriminación condicional, al día siguiente comenzaba a aprender la inversa; al terminar ésta, comenzaba una nueva discriminación con estímulos diferentes. El experimento final se prolongó durante 46 meses.

### **3.3.4 Procedimiento**

Dado que los sujetos ya estaban familiarizados con la situación experimental, no se consideró necesaria ninguna adaptación al nuevo diseño. Los sujetos comenzaron el entrenamiento en el momento en el que los cambios en la programación estuvieron listos.

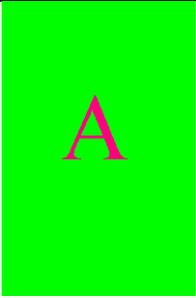
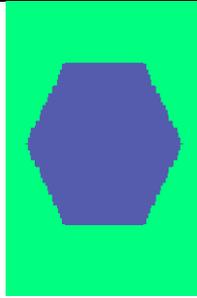
El entrenamiento comenzó solicitando 10 respuestas a muestra y comparación desde la primera sesión. El procedimiento consistió en una igualación demorada arbitraria a la muestra, con un estímulo de muestra y dos estímulos de comparación. La luz general estuvo encendida a lo largo de toda la sesión, excepto al encenderse el comedero o en los períodos de tiempo fuera. Las sesiones constaban de 64 ensayos y tuvieron una duración máxima de una hora.

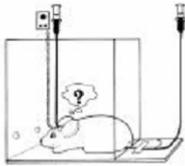
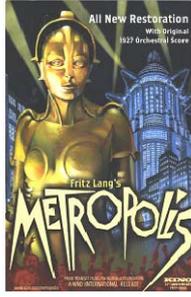
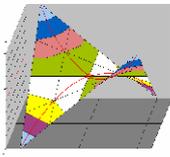
Para el Grupo 1, el estímulo de muestra (A1 o A2) era aleatorizado ensayo a ensayo, al igual que su posición. Las comparaciones, por su parte (B1 y B2) fueron también aleatorizadas pudiendo aparecer en cualquiera de las seis posiciones más alejadas del comedero, a excepción de la posición que en ese mismo ensayo había ocupado la muestra.

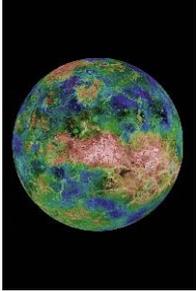
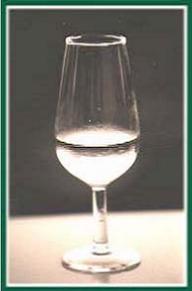
En el Grupo 2, el estímulo de muestra (A1 o A2) era aleatorizado ensayo a ensayo, pero su posición se mantenía siempre fija en el rectángulo 6 (parte central superior).

La posición de las comparaciones (B1 y B2) fue también aleatorizada, aunque sólo podían aparecer en las dos posiciones inferiores centrales (posiciones 2 y 3).

Los nuevos estímulos fueron extraídos de manera aleatoria del banco de imágenes para cada uno de los dos conjuntos utilizados. La asignación de los estímulos para cada sujeto se puede ver en la Tabla 19. Los estímulos están representados aproximadamente a la mitad de su tamaño original.

	Set 1		Set 2	
	Muestra	Comparación	Muestra	Comparación
1 – 2 (AB-BA)				
				
3 – 4 (CD-DC)				

	Set 1		Set 2	
	Muestra	Comparación	Muestra	Comparación
				
5 – 6 (EF-FE)				
				
7 – 8 (GH-HG)				

	Set 1		Set 2	
	Muestra	Comparación	Muestra	Comparación
				
9 – 10 (IJ-JI)				
				
11 – 12 (KL-LK)				

	Set 1		Set 2	
	Muestra	Comparación	Muestra	Comparación
				
13 – 14 (MN-NM)				
				
15 – 16 (OP-PO)				

	Set 1		Set 2	
	Muestra	Comparación	Muestra	Comparación
				
17 – 18 (QR-RQ)				
				
19 – 20 (ST – TS)				

	Set 1		Set 2	
	Muestra	Comparación	Muestra	Comparación
				
21 – 22  (UV – VU)				
				
23 – 24  (WX – XW)				

	Set 1		Set 2	
	Muestra	Comparación	Muestra	Comparación
				

**Tabla 19: Experimento final. Asignación de los estímulos utilizados.**

En la primera discriminación condicional se entrenó a las palomas a elegir B1 como comparación en presencia de A1 como muestra y B2 en presencia de A2; la segunda discriminación consistió en una inversión de esta tarea (es decir, elegir A1 como comparación en presencia de B1 como muestra). El resto del procedimiento fue el mismo que en el experimento anterior, con 12 segundos de ITI, un segundo de ISI. El reforzamiento consistió igualmente en dos segundos de acceso al comedero y el tiempo fuera tras un error duró 15 segundos. Los detalles del procedimiento se pueden consultar en la pagina 219.

Una vez superado el criterio de aprendizaje en una discriminación, en la siguiente sesión el sujeto pasaba a aprender la inversa; una vez superaba ésta, se seleccionaban nuevos estímulos aleatorios y comenzaba a aprender una nueva discriminación, hasta el final del experimento.

Por otra parte, basándonos en la experiencia del estudio anterior, clasificamos los errores experimentales más comunes que suelen comprometer la validez de los datos obtenidos en cada sesión experimental. De las diversas medidas sistemáticas que se toman en cada sesión experimental, algunas de ellas pueden funcionar como

indicadores de una posible anomalía en la realización de la sesión. Estos indicadores se utilizaron para filtrar los datos obtenidos de manera que, utilizando un mismo criterio, se eliminasen del análisis de los resultados los datos poco fiables o potencialmente comprometidos.

Los indicadores utilizados fueron los siguientes:

- Alejamiento del peso experimental (“peso”): Se consideró que las sesiones no serían consideradas válidas si el peso preexperimental del animal superaba el 95% de su peso *ad-libitum* o bien si era inferior al 70%. Este último criterio no fue necesario utilizarlo.
- Incremento de peso durante la sesión experimental (“comedero”). Se eliminaron las sesiones en las que había menos de un gramo de diferencia entre el peso preexperimental y el postexperimental, así como aquellas en las que la diferencia era superior a 25 gramos.
- Bajo número de ensayos realizados (“ensayos”). Se eliminaron las sesiones en las que los sujetos realizaron menos del 10% de los ensayos programados (es decir, 6 ensayos o menos).
- Errores diversos observados al realizar la sesión (“anotados”). Se eliminaron aquellas sesiones en las que los experimentadores habían anotado algún otro tipo de error, como ordenadores bloqueados, fallos en el programa, etc.

Estas categorías no son completamente excluyentes; la primera categoría (peso) se relaciona con la motivación; la segunda (comederos) por lo general se relaciona con algún tipo de fallo en los comederos; sin embargo, la tercera y cuarta categorías (ensayos y anotado) son más genéricas y pueden ser redundantes. Por este motivo, a la hora de eliminar las sesiones bastó con que alguna de las cuatro estuviera presente para considerar la sesión como no válida. Sin embargo, en el análisis de los datos se

registraron por separado con objeto de comprobar si cada uno de estos tipos de error era aleatorio con respecto a la variable dependiente.

Por último, aunque este experimento no estaba en un principio diseñado para analizar la discriminabilidad de los estímulos, los resultados obtenidos nos llevaron a realizar *a posteriori* un estudio sencillo de la discriminabilidad de los estímulos de muestra y comparación utilizados. Dado que el diseño inicial del experimento no contaba con controles explícitos de esta variable, no pretendemos ofrecer un análisis pormenorizado de este factor, aunque sí una primera aproximación que nos informe de su influencia. Como vimos en el punto 1.3.1.9, el concepto discriminabilidad engloba dos acepciones diferentes: la discriminabilidad “nominal” de los estímulos, que hace referencia a sus características físicas y la discriminabilidad global, que incluye al concepto anterior y es un parámetro medido a posteriori. En la prueba que describimos a continuación, trataremos de identificar el componente de discriminabilidad nominal de cada configuración de estímulos utilizada para estudiar su contribución a la discriminabilidad global de cada discriminación. El objetivo es doble: por una parte, comprobar de manera independiente su influencia en los resultados obtenidos, y por otra, avanzar un posible control de esta variable en futuros experimentos. En esta prueba sólo los sujetos del Grupo 2 fueron incluidos, ya que los resultados del Grupo 1 (ver punto 3.3.5.3) no permitían un análisis comparable. Los índices de dificultad de la discriminación fueron calculados para todas las discriminaciones que habían realizado tanto en orden directo como inverso al menos dos sujetos de este grupo.

El diseño de la prueba fue el siguiente:

Variable independiente: Discriminabilidad nominal de los estímulos. Se realizó una categorización dicotómica, según el criterio de los experimentadores, de dos aspectos de los estímulos utilizados como muestra y como comparación: figura y fondo. La única dimensión del estímulo a la que se atendió para realizar esta clasificación fue el

color, por ser la característica más relevante para las palomas (ver punto 1.3.1.8). Para cada pareja de muestras y de comparaciones, estas categorías podían tomar el valor 1 (semejantes), si el color de la figura o el fondo de cada par de estímulos era semejante o 2 (diferentes) si la figura o el fondo de cada par de estímulos era diferente. Los resultados fueron sumados, obteniéndose así un índice global de discriminabilidad para cada pareja de muestras y para cada pareja de comparaciones, según el criterio de los experimentadores. Por lo tanto, el diseño quedó conformado por dos factores (discriminabilidad de las muestras y discriminabilidad de las comparaciones) con tres niveles cada uno (bajo = 2, medio = 3 y alto = 4). Los resultados de la asignación para las parejas de estímulos utilizadas se pueden ver en la Tabla 20<sup>15</sup>.

			Discriminabilidad Muestras (nominal)			Discriminabilidad Comparaciones (nominal)		
M	C	Orden	Fon.	Fig.	TOTAL	Fon.	Fig.	TOTAL
		DIR	2	2	4	1	2	3
		INV	1	2	3	2	2	4
		DIR	2	1	3	1	2	3
		INV	1	2	3	2	1	3
		DIR	2	2	4	2	2	4
		INV	2	2	4	2	2	4
		DIR	1	2	3	2	2	4
		INV	2	2	4	1	2	3

<sup>15</sup> Los estímulos utilizados para este análisis pueden verse a mayor tamaño en la Tabla 19: Experimento final. Asignación de los estímulos utilizados.

			Discriminabilidad Muestras (nominal)			Discriminabilidad Comparaciones (nominal)		
M	C	Orden	Fon.	Fig.	TOTAL	Fon.	Fig.	TOTAL
		DIR	2	2	4	1	2	3
		INV	1	2	3	2	2	4
		DIR	2	2	4	2	1	3
		INV	2	1	3	2	2	4
		DIR	2	1	3	2	2	4
		INV	2	2	4	2	1	3
		DIR	1	1	2	2	2	4
		INV	2	2	4	1	1	2

**Tabla 20: Experimento final. Discriminabilidad nominal de los estímulos de muestra y comparación utilizados.**

Variable dependiente: Discriminabilidad global de los estímulos o dificultad de la discriminación. El índice para cada discriminación fue calculado a partir de la suma de las puntuaciones de dos sujetos que realizaron la misma discriminación, ya fuese de forma directa o inversa. De esta manera se controlaba, al menos parcialmente, la variabilidad individual y el orden del entrenamiento. Se utilizó para estimar este índice la suma del número de sesiones hasta los criterios de aprendizaje en cada discriminación (ver punto 3.3.5.5), para obtener un índice global de dificultad de la discriminación a lo largo de las sesiones.

### 3.3.5 Resultados

#### 3.3.5.1 Sesiones válidas

Para realizar el análisis de los datos obtenidos comenzamos por aplicar el protocolo de eliminación errores las sesiones en las que se ha detectado algún tipo de anomalía, con objeto de establecer el número de sesiones válidas que había requerido cada discriminación condicional.

En la siguiente tabla (Tabla 21) se pueden observar las sesiones válidas computadas para cada uno de los sujetos tras eliminar los fallos debidos a las categorías de error descritas, así como el total de sesiones válidas para cada paloma en cada una de las discriminaciones.

Sujeto	Caja	DC	Ensayos totales	Sesiones totales	Tras eliminar fallos anotados	Tras eliminar fallos comedero	Tras eliminar fallos ensayos	Tras eliminar fallos sobrepeso	Total sesiones válidas
9	4	1	1583	27	27	25	25	27	25
9	4	2	8028	130	130	122	128	116	113
9	4	3	7296	114	114	112	114	112	110
9	4	4	3264	51	51	48	51	51	48
9	4	5	9343	167	161	128	161	165	127
<b>totales P09</b>			<b>29514</b>	<b>489</b>	<b>483</b>	<b>435</b>	<b>479</b>	<b>471</b>	<b>423</b>
10	6	1	18982	337	334	309	323	339	307
10	6	2	2199	41	41	39	41	41	39
10	6	3	6124	105	105	96	100	105	91
<b>totales P10</b>			<b>27305</b>	<b>483</b>	<b>480</b>	<b>444</b>	<b>464</b>	<b>485</b>	<b>437</b>
11	8	1	1795	32	31	26	29	30	26
11	8	2	1728	27	27	25	27	27	25
11	8	3	3079	48	48	46	48	48	46
11	8	4	9603	153	153	144	152	153	144
11	8	5	6854	114	109	100	113	113	95
<b>totales P11</b>			<b>23059</b>	<b>374</b>	<b>368</b>	<b>341</b>	<b>369</b>	<b>371</b>	<b>336</b>
12	2	1	6222	101	99	98	100	101	96
12	2	2	17347	280	279	277	276	279	272
12	2	3	9684	159	156	153	155	159	151
<b>totales P12</b>			<b>33253</b>	<b>540</b>	<b>534</b>	<b>528</b>	<b>531</b>	<b>539</b>	<b>519</b>
13	4	1	1024	16	16	16	16	16	16
13	4	2	1651	28	28	26	27	28	26
13	4	3	6434	105	102	102	102	105	98
13	6	4	10424	169	168	159	165	145	138

Sujeto	Caja	DC	Ensayos totales	Sesiones totales	Tras eliminar fallos anotados	Tras eliminar fallos comedero	Tras eliminar fallos ensayos	Tras eliminar fallos sobrepeso	Total sesiones válidas
13	6	5	15746	253	246	250	248	252	239
13	6	6	3552	63	63	63	62	63	62
<b>totales P13</b>			<b>38831</b>	<b>634</b>	<b>623</b>	<b>616</b>	<b>620</b>	<b>609</b>	<b>579</b>
14	6	1	3307	53	53	53	53	53	53
14	6	2	2767	47	46	44	45	47	43
14	6	3	3880	67	67	56	63	67	55
14	4	4	6866	109	109	106	109	107	104
14	4	5	2560	40	40	40	40	40	40
14	4	6	2048	31	31	31	31	31	31
14	4	7	3450	55	55	53	54	55	53
14	4	8	13011	220	220	207	215	220	204
<b>totales P14</b>			<b>37889</b>	<b>622</b>	<b>621</b>	<b>590</b>	<b>610</b>	<b>620</b>	<b>583</b>
15	8	1	882	14	13	14	14	14	13
15	8	2	704	11	11	11	11	11	11
15	8	3	512	8	7	8	8	8	7
15	8	4	1472	23	23	22	23	23	22
15	8	5	640	10	10	10	10	10	10
15	8	6	2116	34	33	29	33	34	29
15	8	7	2946	58	57	46	56	58	45
15	8	8	1515	26	26	25	26	26	25
15	8	9	2196	36	36	30	36	36	30
15	8	10	1856	29	29	29	29	29	29
15	8	11	1984	31	31	31	31	31	31
15	8	12	576	9	9	9	9	9	9
15	8	13	1024	16	16	16	16	16	16
15	8	14	1088	17	17	17	17	17	17
15	8	15	640	10	10	10	10	10	10
15	8	16	2624	41	41	41	41	41	41
15	8	17	1022	16	15	16	16	16	15
15	8	18	1236	21	20	18	20	21	18
15	8	19	2240	36	35	35	35	36	33
15	8	20	896	15	15	15	14	15	14
15	8	21	1920	28	28	27	28	28	27
15	8	22	1024	16	16	16	16	16	16
15	8	23	2375	40	38	32	40	51	31
15	8	24	3412	55	53	53	55	55	51
15	8	25	2042	33	33	29	33	33	29
<b>totales P15</b>			<b>38942</b>	<b>633</b>	<b>622</b>	<b>589</b>	<b>627</b>	<b>644</b>	<b>579</b>
16	2	1	1216	19	19	17	19	19	17
16	2	2	1642	26	26	26	26	26	26
16	2	3	3223	52	50	48	51	52	47
16	2	4	1813	38	35	26	31	38	26
16	2	5	6348	100	100	94	100	100	94
16	2	6	2539	41	41	39	40	41	38
16	2	7	1650	26	26	26	26	26	26
16	2	8	4915	82	82	76	77	81	72
16	2	9	4293	66	66	66	64	66	64
16	2	10	4616	75	75	73	74	73	71
16	2	11	701	11	11	11	11	11	11
16	2	12	2320	36	36	29	36	36	35

Sujeto	Caja	DC	Ensayos totales	Sesiones totales	Tras eliminar fallos anotados	Tras eliminar fallos comedero	Tras eliminar fallos ensayos	Tras eliminar fallos sobrepeso	Total sesiones válidas
16	2	13	1746	28	28	28	28	27	27
16	2	14	960	16	16	16	15	16	15
<b>totales P16</b>			<b>37982</b>	<b>616</b>	<b>611</b>	<b>575</b>	<b>598</b>	<b>612</b>	<b>569</b>
<b>TOTAL SUJETOS</b>			<b>266.775</b>	<b>4391</b>	<b>4342</b>	<b>4118</b>	<b>4298</b>	<b>4351</b>	<b>4025</b>

Tabla 21: Experimento final. Número de sesiones totales y sesiones válidas para cada sujeto por tipo de error.

En la Tabla 22 se pueden observar los porcentajes de fallos correspondientes a cada tipo de error. La última columna muestra además el promedio de días que pasó entre una sesión y la siguiente, siendo el mínimo uno y el promedio de una semana con cinco días laborables y dos festivos 1,4).

Sujeto	Caja	DC	% sesiones válidas	% fallos anotados	% fallos comedero	% fallos ensayos	% fallos sobrepeso	media días entre sesiones
9	4	1	92,59	0,00	7,41	7,41	7,41	1,21
9	4	2	86,92	0,00	6,15	1,54	1,54	1,49
9	4	3	96,49	0,00	1,75	0,00	0,00	1,74
9	4	4	94,12	0,00	5,88	0,00	0,00	1,51
9	4	5	76,05	3,59	23,35	3,73	3,59	2,20
<b>totales P09</b>			<b>86,50</b>	<b>1,23</b>	<b>11,04</b>	<b>2,07</b>	<b>2,04</b>	<b>1,63</b>
10	6	1	91,10	0,89	8,31	4,19	4,15	2,07
10	6	2	95,12	0,00	4,88	0,00	0,00	2,32
10	6	3	86,67	0,00	8,57	4,76	4,76	3,78
<b>totales P10</b>			<b>90,48</b>	<b>0,62</b>	<b>8,07</b>	<b>3,96</b>	<b>3,93</b>	<b>2,72</b>
11	8	1	81,25	3,13	18,75	9,68	9,38	1,30
11	8	2	92,59	0,00	7,41	0,00	0,00	1,08
11	8	3	95,83	0,00	4,17	0,00	0,00	1,20
11	8	4	94,12	0,00	5,88	0,65	0,65	1,85
11	8	5	83,33	4,39	12,28	0,92	0,88	1,51
<b>totales P11</b>			<b>89,84</b>	<b>1,60</b>	<b>8,82</b>	<b>1,36</b>	<b>1,34</b>	<b>1,39</b>
12	2	1	95,05	1,98	2,97	1,01	0,99	1,18
12	2	2	97,14	0,36	1,07	1,43	1,43	2,10
12	2	3	94,97	1,89	3,77	2,56	2,52	2,81
<b>totales P12</b>			<b>96,11</b>	<b>1,11</b>	<b>2,22</b>	<b>1,69</b>	<b>1,67</b>	<b>2,03</b>
13	4	1	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20
13	4	2	92,86	0,00	7,14	3,57	3,57	1,24
13	4	3	93,33	2,86	2,86	2,94	2,86	1,59
13	6	4	81,66	0,59	5,92	2,38	2,37	2,48

Sujeto	Caja	DC	% sesiones válidas	% fallos anotados	% fallos comedero	% fallos ensayos	% fallos sobrepeso	media días entre sesiones
13	6	5	94,47	2,77	1,19	2,03	1,98	2,38
13	6	6	98,41	0,00	0,00	1,59	1,59	1,66
<b>totales P13</b>			<b>91,32</b>	<b>1,74</b>	<b>2,84</b>	<b>2,25</b>	<b>2,21</b>	<b>1,76</b>
14	6	1	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,21
14	6	2	91,49	2,13	6,38	4,35	4,26	1,74
14	6	3	82,09	0,00	16,42	5,97	5,97	4,15
14	4	4	95,41	0,00	2,75	0,00	0,00	1,85
14	4	5	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,54
14	4	6	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,47
14	4	7	96,36	0,00	3,64	1,82	1,82	2,35
14	4	8	92,73	0,00	5,91	2,27	2,27	2,11
<b>totales P14</b>			<b>93,73</b>	<b>0,16</b>	<b>5,14</b>	<b>1,93</b>	<b>1,93</b>	<b>2,05</b>
15	8	1	92,86	7,14	0,00	0,00	0,00	1,50
15	8	2	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20
15	8	3	87,50	12,50	0,00	0,00	0,00	1,17
15	8	4	95,65	0,00	4,35	0,00	0,00	1,10
15	8	5	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
15	8	6	85,29	2,94	14,71	3,03	2,94	1,21
15	8	7	77,59	1,72	20,69	3,51	3,45	1,89
15	8	8	96,15	0,00	3,85	0,00	0,00	1,79
15	8	9	83,33	0,00	16,67	0,00	0,00	1,62
15	8	10	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,36
15	8	11	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50
15	8	12	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,63
15	8	13	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,87
15	8	14	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,44
15	8	15	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,22
15	8	16	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,45
15	8	17	93,75	6,25	0,00	0,00	0,00	4,36
15	8	18	85,71	4,76	14,29	5,00	4,76	1,71
15	8	19	91,67	2,78	2,78	2,86	2,78	2,69
15	8	20	93,33	0,00	0,00	6,67	6,67	1,33
15	8	21	96,43	0,00	3,57	0,00	0,00	1,81
15	8	22	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67
15	8	23	77,50	5,00	20,00	0,00	0,00	5,23
15	8	24	92,73	3,64	3,64	0,00	0,00	1,74
15	8	25	87,88	0,00	12,12	0,00	0,00	1,71
<b>totales P15</b>			<b>91,47</b>	<b>1,74</b>	<b>6,95</b>	<b>0,96</b>	<b>0,95</b>	<b>1,85</b>
16	2	1	89,47	0,00	10,53	0,00	0,00	1,18
16	2	2	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20
16	2	3	90,38	3,85	7,69	2,00	1,92	1,26
16	2	4	68,42	7,89	31,58	20,00	18,42	3,58
16	2	5	94,00	0,00	6,00	0,00	0,00	3,00
16	2	6	92,68	0,00	4,88	2,44	2,44	1,68
16	2	7	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,52
16	2	8	87,80	0,00	7,32	6,10	6,10	2,10
16	2	9	96,97	0,00	0,00	3,03	3,03	2,27
16	2	10	94,67	0,00	2,67	1,33	1,33	3,23
16	2	11	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
16	2	12	97,22	0,00	19,44	0,00	0,00	1,15
16	2	13	96,43	0,00	0,00	0,00	0,00	1,77

Sujeto	Caja	DC	% sesiones válidas	% fallos anotados	% fallos comedero	% fallos ensayos	% fallos sobrepeso	media días entre sesiones
16	2	14	93,75	0,00	0,00	6,25	6,25	1,64
totales P16			92,37	0,81	6,66	2,95	2,92	1,90
TOTAL SUJETOS			91,66	1,12	6,22	2,14	2,12	1,69

**Tabla 22: Experimento final. Porcentaje de sesiones válidas tras descartar diversos tipos de fallos y promedio de días transcurridos entre sesiones experimentales.**

Sobre un total de 4391 sesiones para el conjunto de los sujetos, se registran un total de 4025 sesiones válidas, lo que representa un 91,66% de todas las sesiones realizadas. Se llevaron a cabo distintas pruebas para confirmar que los errores seguían una distribución aleatoria, independientemente del sujeto o la cámara experimental utilizada. Un análisis de la varianza (ANOVA) confirmó que el global de los errores no mantenían ninguna relación sistemática con las variables mencionadas ( $F(9, 59) = 0,636$ ; Sig. = 0,762). Esta conclusión también es válida para las distintas categorías de error ( $F(9, 59) = 0,469$ ; Sig = 0,889). Asimismo, se comprobó que la caja experimental a la que estaban asignados los sujetos no influía en la proporción de errores encontrados en el conjunto de las discriminaciones ( $F(3, 54) = 0,839$ ; Sig. = 0,478

Sin embargo, por categorías sí encontramos que los distintos errores covarían entre sí, debido, como comentamos anteriormente, a que no representan categorías excluyentes sino parcialmente solapadas. Por ejemplo, los fallos por sobrepeso correlacionan con los fallos por ensayos, ya que una baja motivación hace más probable que el animal no trabaje; sin embargo, otras muchas causas pueden explicar un bajo número de ensayos, como por ejemplo el bloqueo de un ordenador durante la sesión, que a su vez puede haber sido registrado como error anotado. En la siguiente tabla se puede observar la matriz de correlaciones entre los distintos errores observados:

Errores		comedero	ensayos	peso
anotado	Coeficiente	<b>,305**</b>	<b>,281*</b>	<b>,267*</b>
	Sig. (bilateral)	,007	,013	,019
comedero	Coeficiente		<b>,568**</b>	<b>,550**</b>
	Sig. (bilateral)		,000	,000
ensayos	Coeficiente			<b>,998**</b>
	Sig. (bilateral)			,000

\*\* . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

\* . La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

**Tabla 23: Experimento final. Matriz de correlaciones de Pearson entre las categorías de error.**

Por otra parte, aplicamos el coeficiente de correlación de Pearson para determinar si el número de días entre las sesiones de entrenamiento covariaba con el número de sesiones necesarias para alcanzar el criterio. Aunque existe una cierta relación positiva, la correlación no resulta estadísticamente significativa con un margen de error de 0.05 ( $R = 0,202$ ;  $Sig = 0,88$ ).

En general, el porcentaje del total de los errores ha sido moderado (8,44% de las sesiones) y no parece que haya influido específicamente en ninguna de las variables consideradas, sino que su distribución ha sido aleatoria.

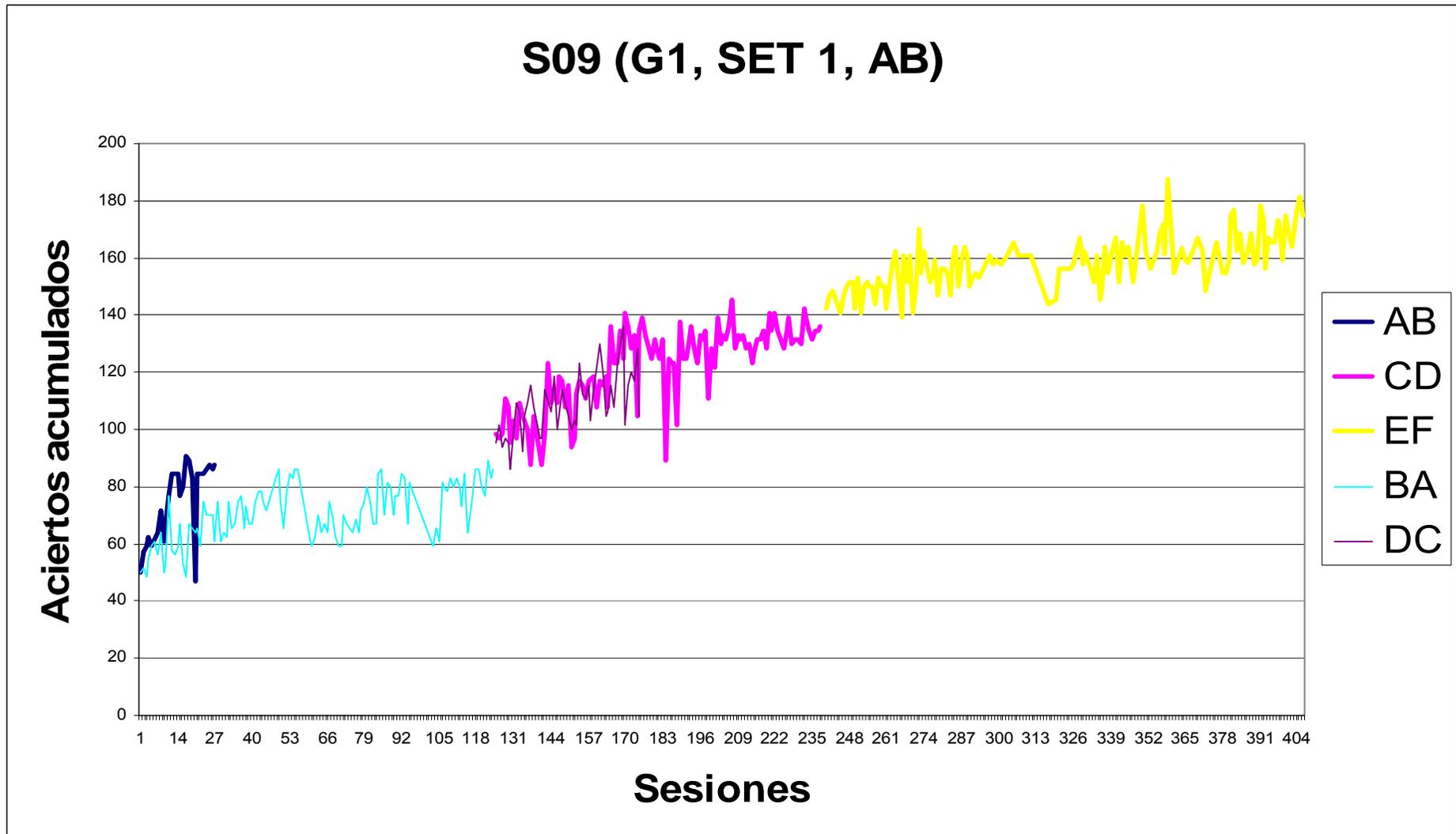
### 3.3.5.2 Resultados individuales

A continuación se presentan, para cada sujeto, los datos de las discriminaciones condicionales realizadas, considerando únicamente las sesiones definidas como

válidas según los criterios anteriores. En cada gráfica se representa la adquisición de cada discriminación condicional directa en líneas de trazo grueso (p. ej. A – B) comparada con la adquisición de su inversa (p. ej. B – A) en líneas de trazo fino. A continuación, y partiendo del nivel de la discriminación anterior, se representa la adquisición de la siguiente relación (p. ej. C – D; D – C).

En el eje de abscisas se representan las sesiones realizadas, mientras que en el eje de ordenadas se indica el porcentaje de aciertos. Cada nueva pareja de discriminaciones comienza en el nivel en que termina la anterior, lo que permite comparar la velocidad relativa de aprendizaje de unas parejas respecto a otras a la misma escala y de un solo vistazo. Además, si el gráfico se observa como si de un registro acumulativo se tratara, permite comparar la tasa de aprendizaje de unas discriminaciones frente a otras, si observamos la inclinación relativa de unas curvas de aprendizaje frente a otras.

Las sesiones no válidas han sido contabilizadas, pero sus resultados no se muestran. Por último, es necesario mencionar que el eje de abscisas no muestra el número total de sesiones, ya que cada pareja de discriminaciones directas e inversas se muestra a la vez para facilitar su comparación. Los análisis relacionados con el número de sesiones se realizan más adelante.



Gráfica 9: Experimento final. Resultados individuales - Sujeto 09.

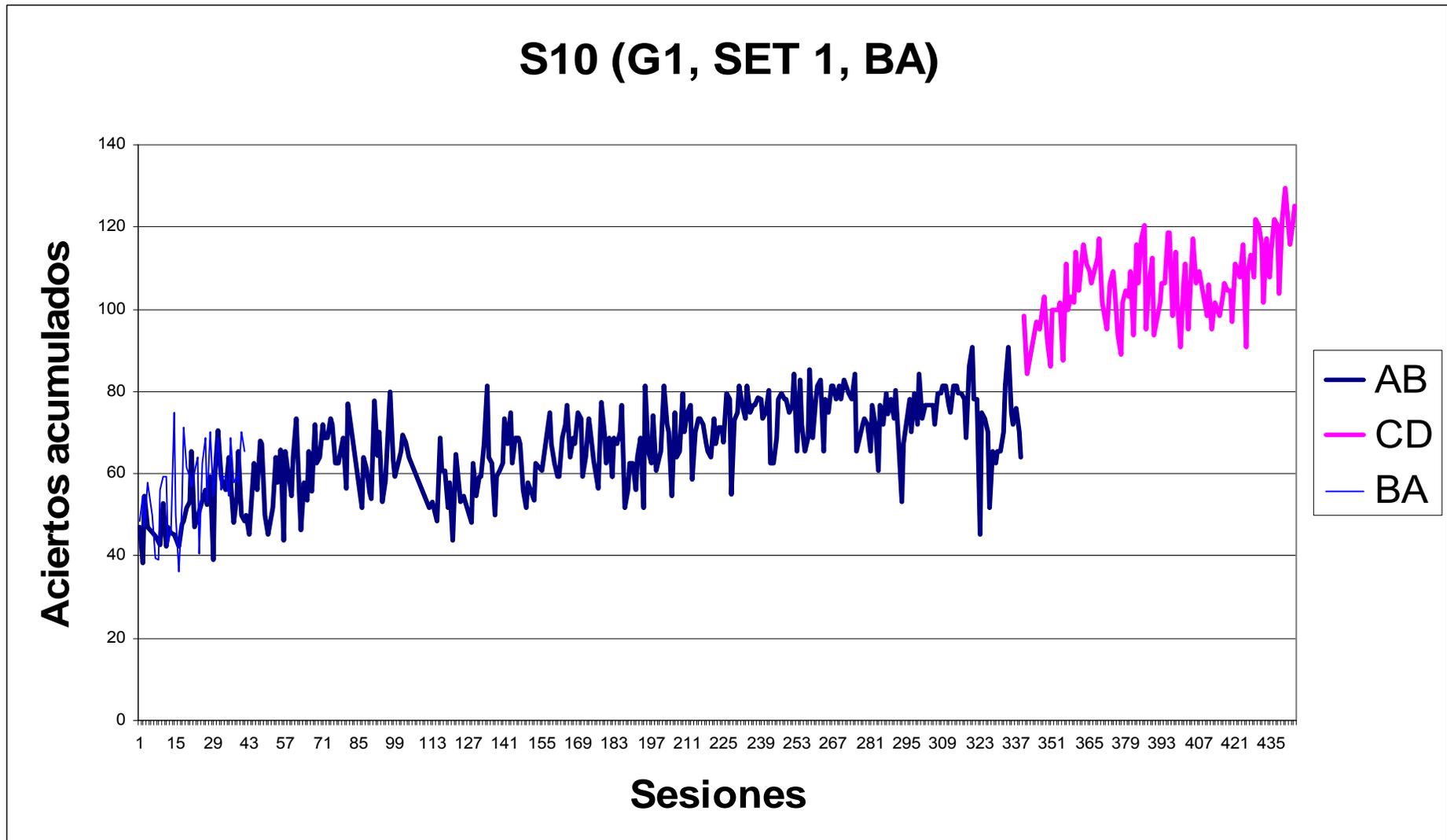
El sujeto 09 (Gráfica 9) llegó a completar tres discriminaciones directas (A – B, C – D y E – F) y dos discriminaciones inversas (B – A y D – C) tras un total de 423 sesiones válidas. Sus resultados individuales se reproducen en la Tabla 24.

Sujeto 09	Discriminación	Ensayos totales	Sesiones totales	Total sesiones válidas
	AB	1583	27	25
	BA	8028	130	113
	CD	7296	114	110
	DC	3264	51	48*
	EF	9343	167	127
<b>totales P09</b>		<b>29514</b>	<b>489</b>	<b>423</b>

**Tabla 24: Experimento final. Resultados individuales - Sujeto 09.**

Como se puede observar, la adquisición de la primera inversión (25/113) es más lenta que la segunda (110/127). La primera discriminación A – B se aprende en un total de 25 sesiones, con una rápida pendiente ascendente. La inversión B – A presenta una brusca caída de unos veinte puntos porcentuales alrededor de las 50 sesiones. No obstante, su pendiente es en todo momento menos pronunciada que la de la discriminación directa. Un efecto similar se observa entre las sesiones 50 y 60 de la siguiente discriminación directa, C – D. En ambos casos el descenso en el porcentaje de aciertos se produjo tras varias sesiones no válidas. La discriminación inversa D – C se aprende más rápidamente, aunque ambas pendientes son muy similares. En el caso de la discriminación E – F, su tasa de adquisición es más lenta y uniforme.

\* Es necesario destacar que en la discriminación D – C este sujeto fue avanzado por error a una nueva discriminación a las 48 sesiones sin haber alcanzado el criterio, por lo que este dato no se tendrá en cuenta en posteriores análisis.



Gráfica 10: Experimento final. Resultados individuales - Sujeto 10.

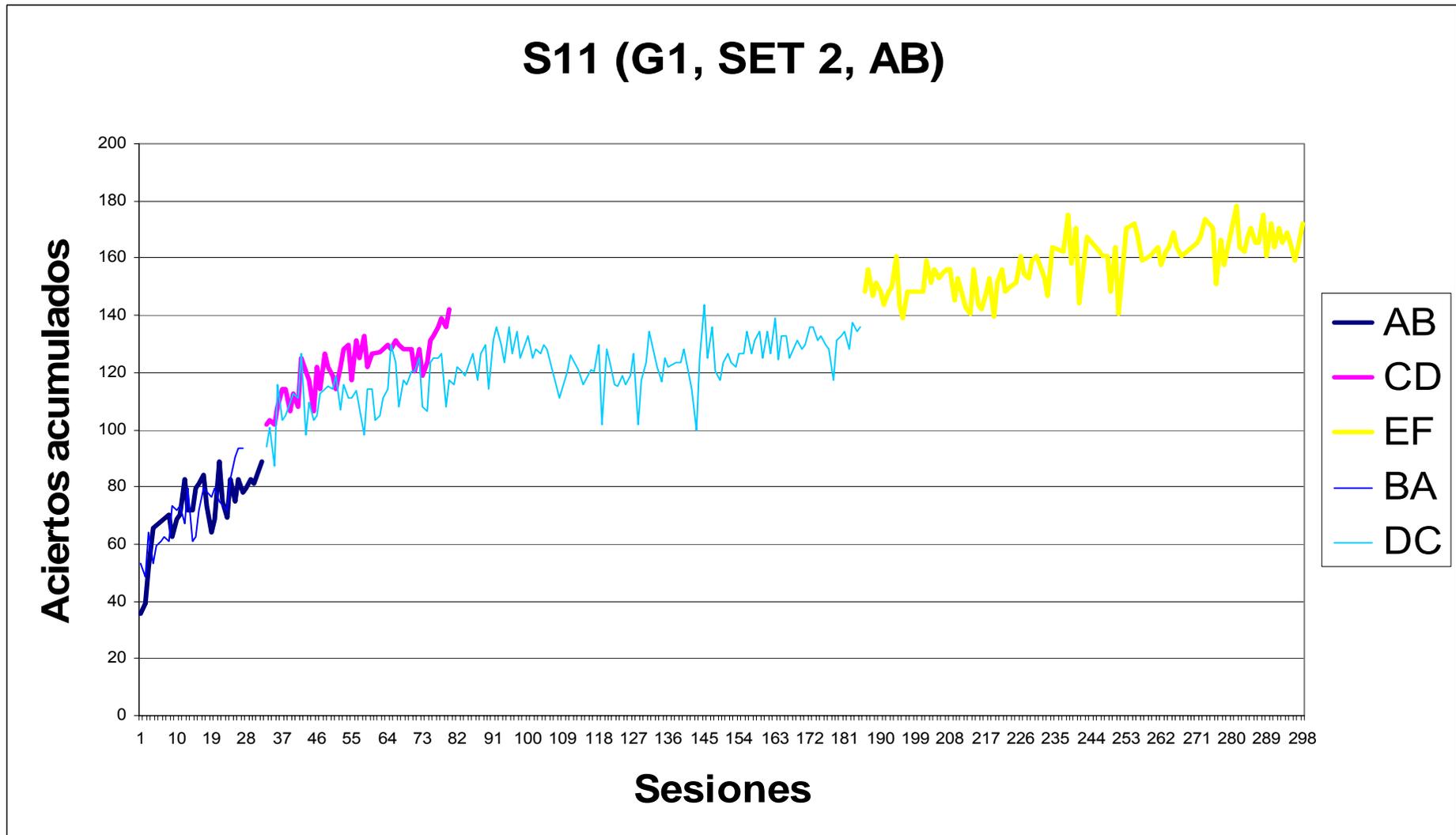
El sujeto 10 (Gráfica 10) sólo llegó a completar dos discriminaciones directas (A – B y C – D) y una inversas (B – A) tras un total de 437 sesiones válidas. Sus resultados individuales se reproducen en la Tabla 25.

Sujeto 10	Discriminación	Ensayos totales	Sesiones totales	Total sesiones válidas
	AB	18982	337	307
	BA	2199	41	39
	CD	6124	105	91
<b>totales P10</b>		<b>27305</b>	<b>483</b>	<b>437</b>

**Tabla 25: Experimento final. Resultados individuales - Sujeto 10.**

La adquisición de la primera discriminación condicional resulta muy lenta (307 ensayos), con gran cantidad de altos y bajos porcentajes intercalados. Lo mismo ocurre en el resto de las discriminaciones.

Este sujeto mostró a lo largo del entrenamiento signos de enfermedad (temblores, rigidez en las alas, etc.) que aumentaban y disminuían en intensidad, pero que nunca remitieron por completo. Sus resultados probablemente están comprometidos por este motivo. De hecho, aunque el sujeto llegó a alcanzar altos niveles de discriminación de forma puntual, su actuación en ningún momento fue lo suficientemente estable como para llegar a cumplir el criterio de aprendizaje fijado. Sin embargo, fue cambiado de discriminación para descartar que este efecto se debiera a algún aspecto insospechado de la configuración particular de estímulos.



Gráfica 11: Experimento final. Resultados individuales - Sujeto 11

El sujeto 11 (Gráfica 11) completó tres discriminaciones directas (A – B, C – D y E – F) y dos discriminaciones inversas (B – A y D – C) al igual que el sujeto 09, tras un total de 336 sesiones válidas. Sus resultados individuales se reproducen en la Tabla 26.

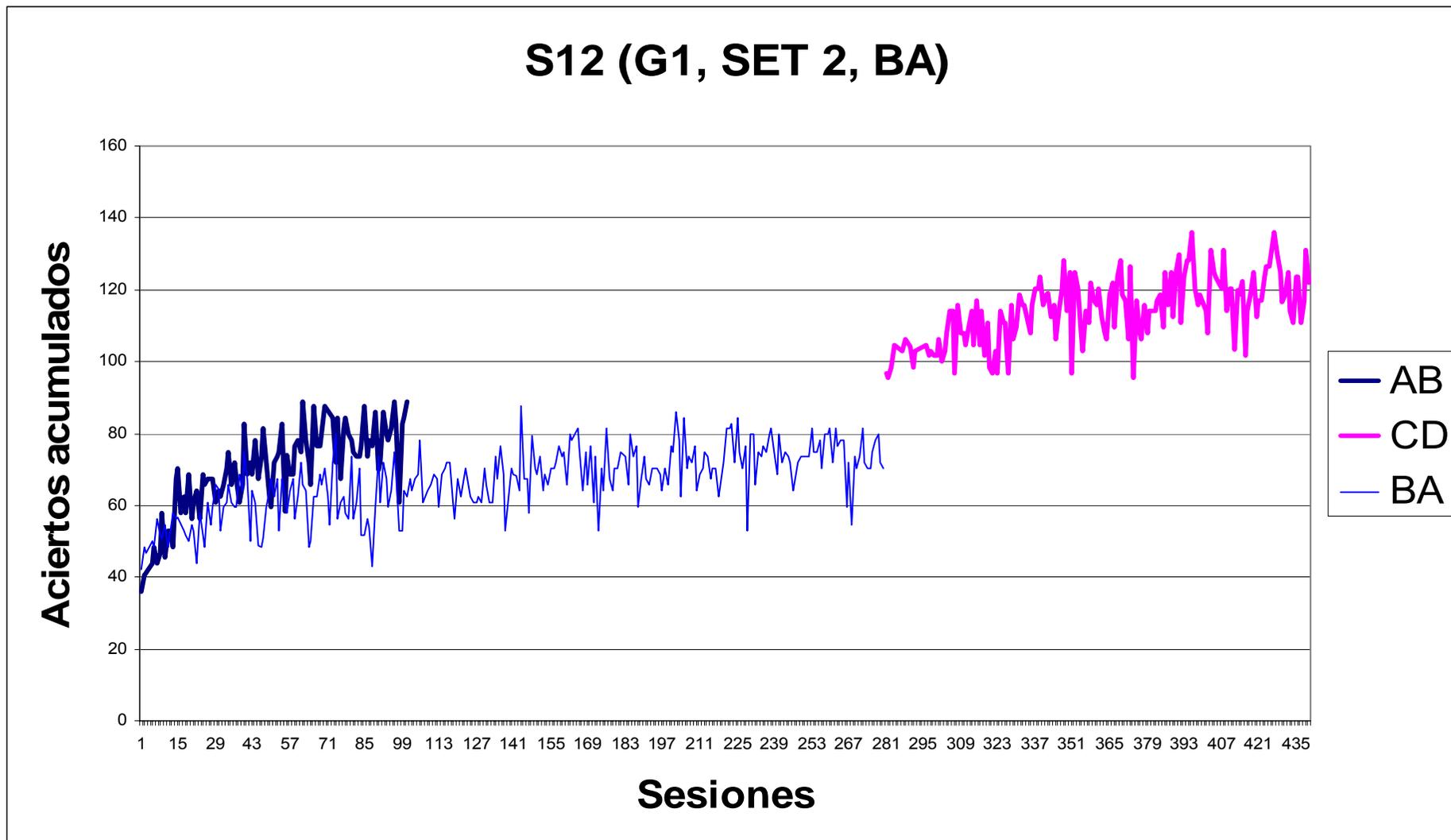
Sujeto 11	Discriminación	Ensayos totales	Sesiones totales	Total sesiones válidas
	<b>AB</b>	1795	<b>32</b>	<b>26</b>
	<b>BA</b>	1728	<b>27</b>	<b>25</b>
	<b>CD</b>	3079	<b>48</b>	<b>46</b>
	<b>DC</b>	9603	<b>153</b>	<b>144</b>
	<b>EF</b>	6854	<b>114</b>	<b>95</b>
<b>totales P11</b>		<b>23059</b>	<b>374</b>	<b>336</b>

**Tabla 26: Experimento final. Resultados individuales - Sujeto 11.**

En este caso, la adquisición de la primera discriminación y su inversa (A – B, B – A) se realiza prácticamente en el mismo número de sesiones (26 y 25, respectivamente), siendo sus pendientes también muy similares. Sin embargo, con las siguientes parejas de estímulos el aprendizaje es más lento. En particular, la segunda inversión (D – C) tarda en aprenderse aproximadamente tres veces más que la discriminación directa (C – D). De nuevo encontramos que la discriminación no sigue una curva de aprendizaje uniforme, sino que, a pesar de comenzar con una fuerte aceleración positiva, la pendiente se suaviza notablemente a partir de las 10 sesiones aproximadamente. La última discriminación directa, E – F, muestra asimismo una tasa de adquisición más lenta y uniforme que las anteriores. También los descensos en el porcentaje de aciertos se producen inmediatamente después de sesiones contabilizadas como no válidas (p. ej. discriminación A – B, sesión 19; C – D, sesión 60; D – C, sesión 105).

Por desgracia, esta paloma murió repentinamente y no llegó a concluir el experimento.

## S12 (G1, SET 2, BA)



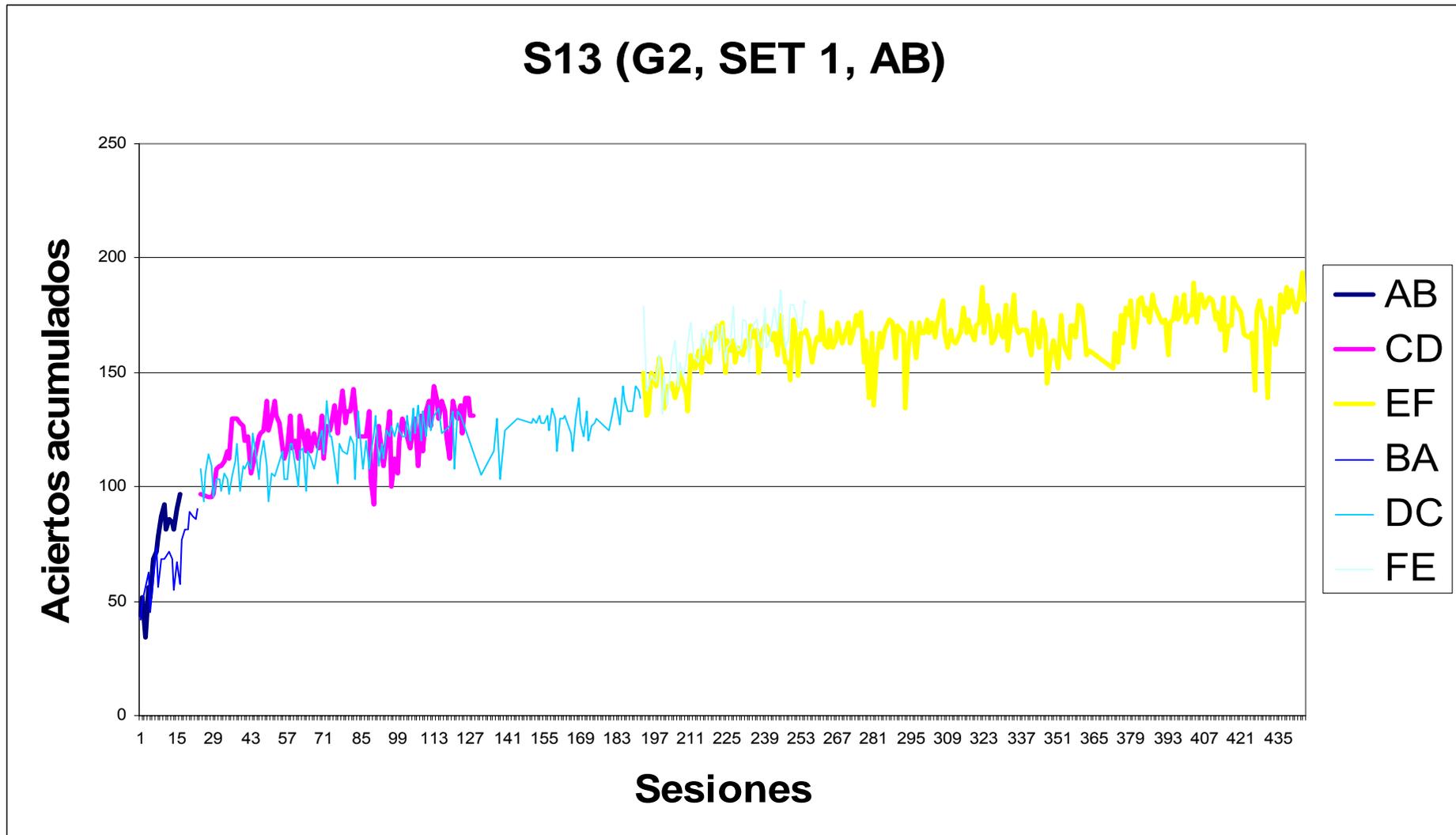
Gráfica 12: Experimento final. Resultados individuales - Sujeto 12

El sujeto 12 (Gráfica 12) sólo llegó a completar dos discriminaciones directas (A – B y C – D) y una inversas (B – A) tras un total de 519 sesiones válidas. Sus resultados individuales se reproducen en la Tabla 27.

Sujeto 12	Discriminación	Ensayos totales	Sesiones totales	Total sesiones válidas
	AB	6222	101	96
	BA	17347	280	272
	CD	9684	159	151
<b>totales P12</b>		<b>33253</b>	<b>540</b>	<b>519</b>

**Tabla 27: Experimento final. Resultados individuales - Sujeto 12.**

La adquisición de la primera discriminación condicional (A – B) resulta lenta (96 ensayos), aunque se desarrolla con el perfil característico de curva negativamente acelerada. Sin embargo, la primera inversión (B – A) resulta casi tres veces más lenta (272 ensayos) y no llega a conseguir superar el criterio, aunque sus niveles de acierto se situaron estables cerca del mismo durante gran número de sesiones. Al igual que en el caso del S10, esta paloma comenzó una nueva discriminación (C – D) para descartar que la primera configuración de estímulos pudiera tener alguna particularidad que influyera en el resultado. Sin embargo, en la nueva discriminación tampoco llegó a cumplir el criterio del 80% de aciertos en ambas discriminaciones simultáneamente tras más de 150 sesiones. Ambos datos no se tendrán en cuenta en los análisis posteriores que implican este criterio.



Gráfica 13: Experimento final. Resultados individuales - Sujeto 13.

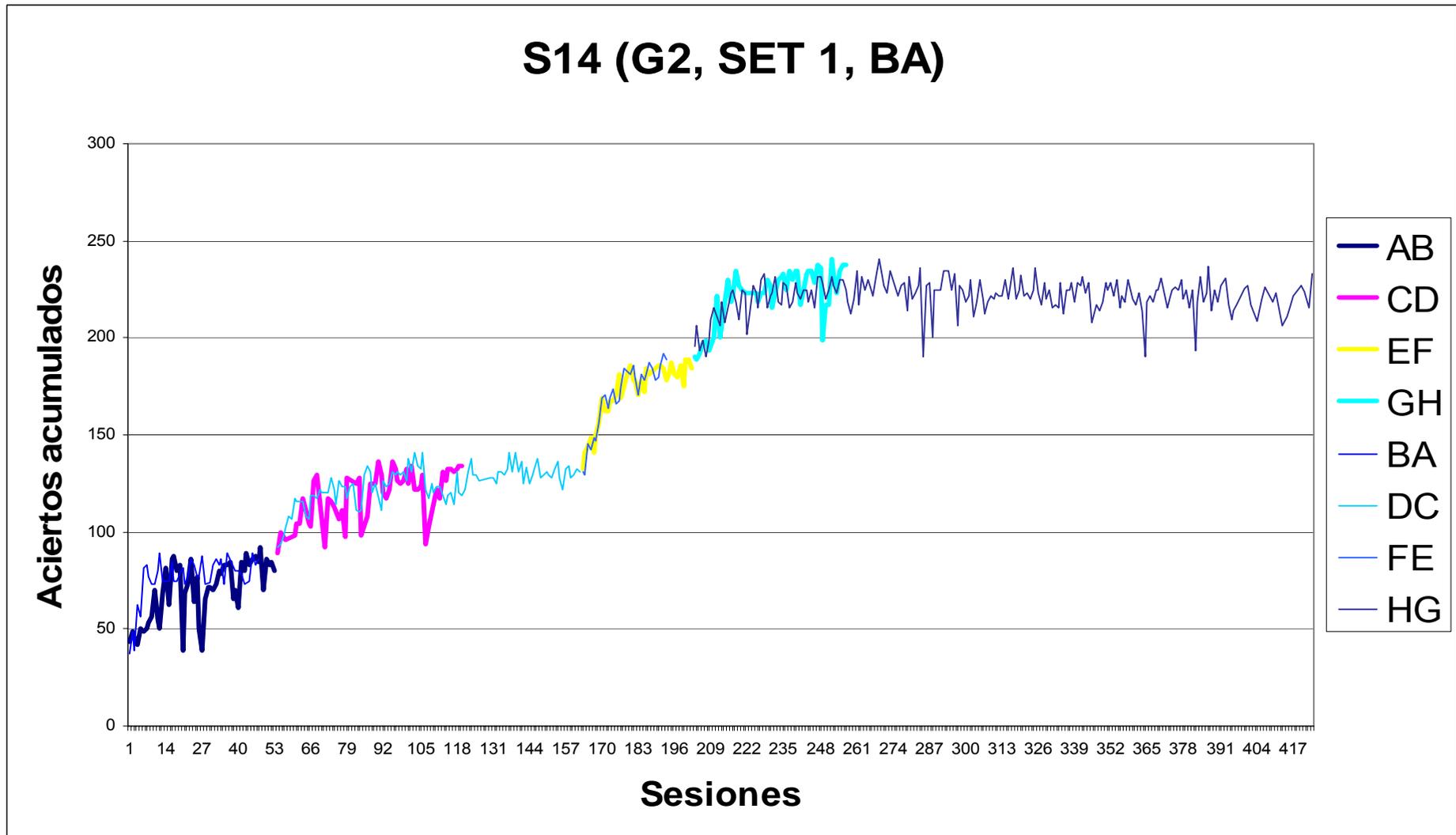
El sujeto 13 (Gráfica 13) llega a completar tres discriminaciones directas (A – B, C – D y F – E) y sus respectivas inversiones (B – A, D – C y F – E) tras un total de 579 sesiones válidas. Sus resultados individuales se reproducen en la Tabla 28.

Sujeto 13	Discriminación	Ensayos totales	Sesiones totales	Total sesiones válidas
	<b>AB</b>	1024	<b>16</b>	<b>16</b>
	<b>BA</b>	1651	<b>28</b>	<b>26</b>
	<b>CD</b>	6434	<b>105</b>	<b>98</b>
	<b>DC</b>	10424	<b>169</b>	<b>138</b>
	<b>EF</b>	15746	<b>253</b>	<b>239</b>
	<b>FE</b>	3552	<b>63</b>	<b>62</b>
<b>totales P13</b>		<b>38831</b>	<b>634</b>	<b>579</b>

**Tabla 28: Experimento final. Resultados individuales - Sujeto 13.**

Este sujeto aprende rápidamente la primera discriminación y su inversa (16 y 26 sesiones, respectivamente), pero se demora mucho más en las siguientes. En el segundo conjunto de estímulos, la primera discriminación, aunque lenta (98 sesiones) es aprendida más rápidamente que la segunda (138). Sin embargo, en el caso de la tercera discriminación, la inversión se aprende en aproximadamente la cuarta parte de tiempo que la directa (62 sesiones frente a 239). No obstante, aunque sus valores en esta última discriminación se acercaban al criterio, no llegó a superarlo.

De nuevo encontramos bajadas bruscas en el nivel de aciertos tras sesiones no válidas (p. ej. discriminación C – D, sesión 43; D – C, sesión 133; E – F, sesión 365).



Gráfica 14: Experimento final. Resultados individuales - Sujeto 14.

El sujeto 14 (Gráfica 14) completó cuatro discriminaciones directas (A – B, C – D, F – E y G – H) y sus respectivas inversiones (B – A, D – C, F – E y H – G) tras un total de 583 sesiones válidas. Sus resultados individuales se reproducen en la Tabla 29.

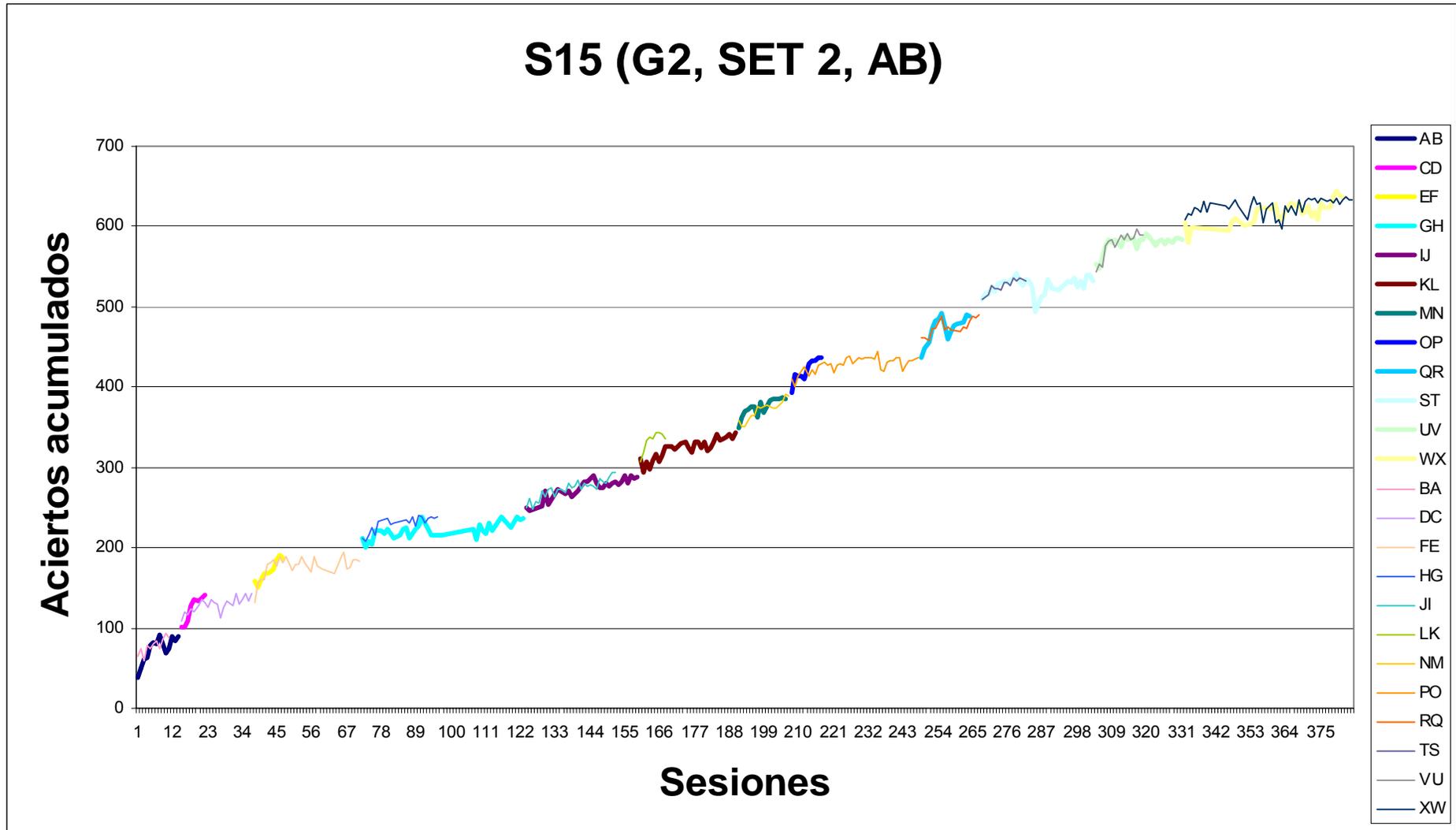
Sujeto 14	Discriminación	Ensayos totales	Sesiones totales	Total sesiones válidas
	AB	3307	53	53
	BA	2767	47	43
	CD	3880	67	55
	DC	6866	109	104
	EF	2560	40	40
	FE	2048	31	31
	GH	3450	55	53
	HG	13011	220	204
<b>totales P14</b>		<b>37889</b>	<b>622</b>	<b>583</b>

**Tabla 29: Experimento final. Resultados individuales - Sujeto 14.**

En el caso de la paloma 14, la velocidad de adquisición fue ligeramente más lenta en la primera discriminación (A – B) que en su inversa (53 frente a 43 sesiones). La segunda inversión (D – C), en cambio, se aprendió más lentamente (104 sesiones) que la discriminación directa (C – D), que tomó aproximadamente la mitad de las sesiones (55). En la tercera discriminación, el sujeto aprende aproximadamente un 25% más rápido la inversión F – E que la discriminación inicial E – F (31 sesiones la inversa por 40 la directa). Sin embargo, en el cuarto conjunto de estímulos no se replica este resultado, ya que, tras aprender la discriminación directa G – H en 53 sesiones, la paloma no llega a superar el criterio de aprendizaje tras 204 sesiones de entrenamiento en la inversión H – G.

Como en sujetos anteriores, también encontramos caídas en el grado de discriminación seguidas de sesiones no válidas (p. ej. discriminación A – B, sesiones 19 y 25; C – D, sesiones 71 y 104, etc.).

## S15 (G2, SET 2, AB)



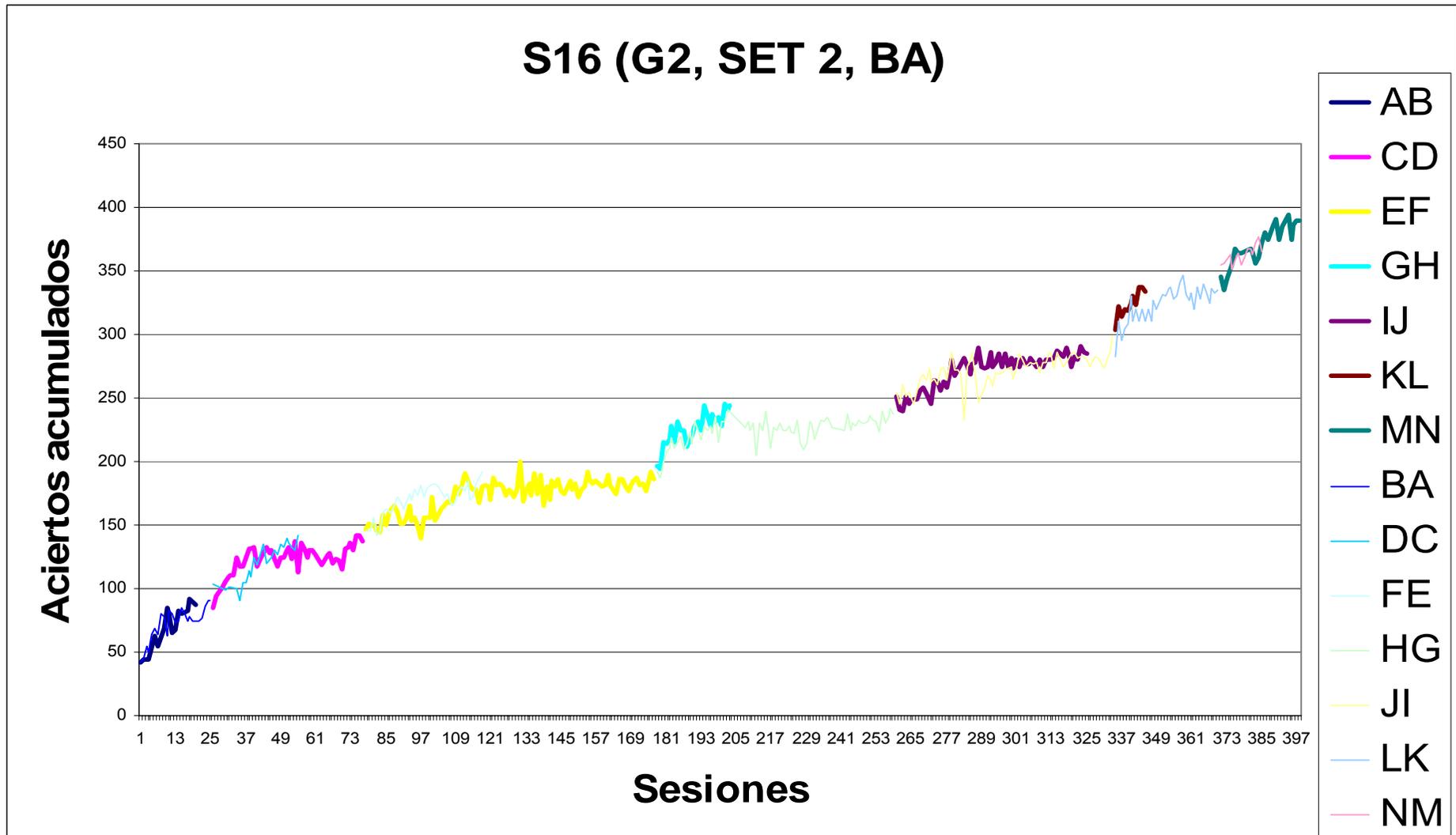
Gráfica 15: Experimento final. Resultados individuales - Sujeto 15.

El sujeto 15 (Gráfica 15) aprendió hasta 12 discriminaciones condicionales y sus respectivas inversiones en un total de 550 sesiones válidas. Sus resultados individuales se reproducen en la Tabla 30.

Sujeto 15	Discriminación	Ensayos totales	Sesiones totales	Total sesiones válidas
	AB	882	14	13
	BA	704	11	11
	CD	512	8	7
	DC	1472	23	22
	EF	640	10	10
	FE	2116	34	29
	GH	2946	58	45
	HG	1515	26	25
	IJ	2196	36	30
	JI	1856	29	29
	KL	1984	31	31
	LK	576	9	9
	MN	1024	16	16
	NM	1088	17	17
	OP	640	10	10
	PO	2624	41	41
	QR	1022	16	15
	RQ	1236	21	18
	ST	2240	36	33
	TS	896	15	14
	UV	1920	28	27
	VU	1024	16	16
	WX	2375	40	31
	XW	3412	55	51
<b>totales P15</b>		<b>36900</b>	<b>600,00</b>	<b>550</b>

**Tabla 30: Experimento final. Resultados individuales - Sujeto 15.**

En las doce inversiones que aprendió el sujeto 15 se alternan las inversiones más rápidas y más lentas que sus respectivas discriminaciones inversas. En promedio, la velocidad de adquisición de unas y otras se mantiene relativamente constante, mostrando una pendiente continua con un aprendizaje ligeramente más rápido en las dos primeras (A – B y B – A) y algo más lento en las dos últimas (W – X y X – W). El promedio es de 22,91 sesiones por discriminación, en un rango entre 7 y 51. En total, este sujeto empleó 283 sesiones en aprender las inversiones y 269 para las directas.



Gráfica 16: Experimento final. Resultados individuales - Sujeto 16.

El sujeto 16 (Gráfica 16) aprendió en total 7 discriminaciones condicionales y sus respectivas inversiones en un total de 569 sesiones válidas. Sus resultados individuales se reproducen en la Tabla 31.

Sujeto 16	Discriminación	Ensayos totales	Sesiones totales	Total sesiones válidas
	AB	1216	19	17
	BA	1642	26	26
	CD	3223	52	47
	DC	1813	38	26
	EF	6348	100	94
	FE	2539	41	38
	GH	1650	26	26
	HG	4915	82	72
	IJ	4293	66	64
	JI	4616	75	71
	KL	701	11	11
	LK	2320	36	35
	MN	1746	28	27
	NM	960	16	15
<b>totales P16</b>		<b>37982</b>	<b>616</b>	<b>569</b>

**Tabla 31: Experimento final. Resultados individuales - Sujeto 16.**

Al igual que en el caso anterior, las discriminaciones más rápidas y más lentas se alternan entre el entrenamiento directo y las inversiones sin que resulte evidente ninguna tendencia a aumentar la velocidad de adquisición de las discriminaciones inversas conforme avanzan las discriminaciones. Comenzando con un inicio más acelerado, las discriminaciones intermedias (desde C – D hasta J – I) presentan, en general, una pendiente menor y se adquieren más lentamente, para después volver a aumentar en velocidad en K – L, L – K y M – N, N – M. El promedio es de 40.64 sesiones por discriminación, en un rango entre 11 y 94. En total, este sujeto empleó 283 sesiones en aprender las inversiones y 286 para las directas

### 3.3.5.3 Resultados grupales

En la Tabla 32 y la Tabla 33 se resumen los resultados obtenidos por los sujetos del Grupo 1 y 2 respectivamente en cada una de las discriminaciones condicionales.

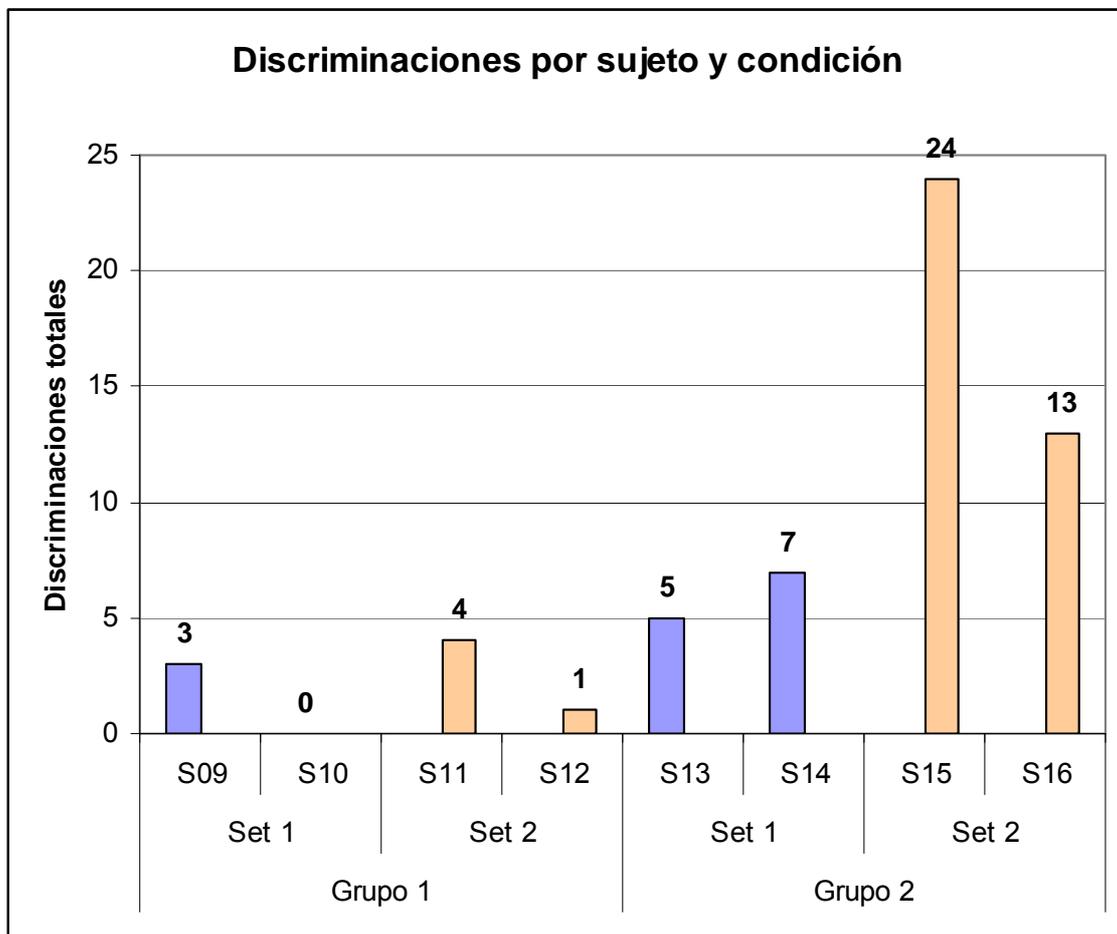
Grupo 1 (posición aleatoria)					
Set 1 (A-B)			Set 2 (A-B)		
S09	DIR	INV	S11	DIR	INV
A - B, B - A	25	113	A - B, B - A	26	25
C - D, D - C	110	48	C - D, D - C	46	144
E - F	127		E - F	95	
Set 1 (B-A)			Set 2 (B-A)		
S10	DIR	INV	S12	DIR	INV
A - B, B - A	307	39	A - B, B - A	96	272
C - D, D - C	91		C - D, D - C	151	

Tabla 32: Experimento Final - Grupo 1 resumen de resultados.

Grupo 2 (posición fija)					
Set 1 (A-B)			Set 2 (A-B)		
S13	DIR	INV	S15	DIR	INV
A - B, B - A	16	26	A - B, B - A	13	11
C - D, D - C	98	138	C - D, D - C	7	22
E - F, F - E	239	62	E - F, F - E	10	29
G - H, H - G			G - H, H - G	45	25
I - J, J - I			I - J, J - I	30	30
K - L, L - K			K - L, L - K	31	9
M - N, N - M			M - N, N - M	16	17
O - P, P - O			O - P, P - O	10	41
Q - R, R - Q			Q - R, R - Q	15	18
S - T, T - S			S - T, T - S	33	14
U - V, V - U			U - V, V - U	27	16
W - X, X - W			W - X, X - W	31	51
Set 1 (B-A)			Set 2 (B-A)		
S14	DIR	INV	S16	DIR	INV
A - B, B - A	53	43	1	17	26
C - D, D - C	55	104	2	47	26
E - F, F - E	40	31	3	94	38
G - H, H - G	53	204	4	26	71
I - J, J - I			5	64	72
K - L, L - K			6	11	35
M - N, N - M			7	27	15

Tabla 33: Experimento Final - Grupo 2 resumen de resultados.

Los resultados marcados en negrita indican las discriminaciones que, por los motivos indicados anteriormente, no se llegaron a completar hasta el criterio de aprendizaje marcado, y que no serán tenidas en cuenta en los siguientes análisis. Al ser eliminados el sujeto 10 (Grupo 1, Set 1), este grupo queda formado por sólo tres sujetos. De ellos, el sujeto 12 aprende sólo una discriminación completa, y tampoco podrá ser incluido en la mayoría de las comparaciones. En la Gráfica 17 podemos ver un resumen más general de los resultados:



**Gráfica 17: Experimento final. Discriminaciones totales por condición experimental.**

Dejando a un lado por el momento la influencia del entrenamiento en simetría, nos centraremos en analizar la influencia de los factores entresujetos en el número de sesiones necesarias para llegar al criterio de aprendizaje. Para ello, vamos a tratar

cada discriminación condicional de cada sujeto como un caso diferente, independientemente de su orden de entrenamiento o su posición en la secuencia de entrenamiento. Sin embargo, el número de discriminaciones es sólo un indicador aproximado de la actuación de los sujetos, ya que no todos realizaron el mismo número de sesiones de entrenamiento, y por lo tanto no es una variable dependiente adecuada. Los sujetos del Grupo 1 terminaron el experimento aproximadamente 6 meses antes que los del Grupo 2, y consecuentemente realizaron menos sesiones de entrenamiento. Un indicador más preciso de la velocidad de aprendizaje de cada sujeto nos lo proporciona el número de sesiones hasta llegar al criterio de aprendizaje por cada discriminación.

Los tres sujetos en el Grupo 1, con muestras y comparaciones en posiciones aleatorias, aprendieron un total de 8 discriminaciones completas, tres en el Set 1 y cinco los sujetos del Set 2. En conjunto, las palomas del primer grupo emplearon un total de 680 sesiones válidas para aprender las 8 discriminaciones completas hasta el criterio del 80% de aciertos en ambas discriminaciones, con un promedio general de 76 sesiones por discriminación. Muchos datos de este grupo se perdieron por distintos motivos, que se mencionan en el análisis individual de la actuación de cada sujeto (ver punto 3.3.5.2). Esta circunstancia, unida al bajo número de discriminaciones aprendidas por los sujetos, va a limitar en gran medida nuestra capacidad de análisis estadístico grupal.

Pero podemos tomar ventaja del control experimental para superar las limitaciones estadísticas. Si ceñimos la comparación a los sujetos que han realizado más discriminaciones condicionales en el Grupo 1 (S09 y S11) y a sus respectivos controles en el Grupo 2 (ver Tabla 32, Tabla 33 y Gráfica 17), una primera aproximación sí sugiere diferencias entre el Grupo 1 y el Grupo 2 respecto al número de discriminaciones aprendidas. Mientras que el S09 completa 3 discriminaciones

válidas y 2 no válidas en 423 sesiones, el S13, con la misma configuración de estímulos en el Grupo 2 completa 5 discriminaciones válidas y una no válida en 579 sesiones. Su control en orden inverso, S14, completa 7 discriminaciones válidas y una no válida en 583 sesiones. Respecto al S11, logra aprender 4 discriminaciones válidas y una no válida en 336 sesiones. Su control en el Grupo 2, S15, aprende 24 sesiones válidas en 550 sesiones. Y su control en orden inverso, S16, aprende 13 discriminaciones válidas y una no válida en 569 sesiones. En grandes números, esto nos da una media de 108,43 sesiones por discriminación en el Grupo 1 y menos de la mitad, 46,55 en el Grupo 2.

Volviendo a los resultados globales, los sujetos del Grupo 2 (con muestras en posiciones fijas) completaron hasta 49 discriminaciones (12 los sujetos del Set 1 y 37 los sujetos del Set 2). La suma total de sesiones válidas para este grupo asciende a 2001, con una media de 41,68 sesiones por discriminación. En este grupo cabe destacar la gran variabilidad de discriminaciones que completan los distintos sujetos (rango de 6 a 24).

En la Tabla 34 se puede ver un resumen de los estadísticos descriptivos de las sesiones hasta el criterio final realizadas según el Grupo:

<b>Grupo</b>	<b>Discriminaciones</b>	<b>Sesiones</b>	<b>Media sesiones</b>	<b>Desviación típica</b>
<b>1</b>	8	680	76	47,93
<b>2</b>	49	2001	41,68	42,74

**Tabla 34: Experimento final. Análisis descriptivo de los resultados por Grupo.**

Respecto al conjunto de estímulos utilizados, los sujetos asignados al Set 1 aprenden un total de 15 discriminaciones completas, en un total de 1144 sesiones válidas (lo que

da un promedio de 76,27 sesiones por discriminación. En el caso del Set 2, el total de discriminaciones aprendidas asciende a 42, lo que da un promedio de 35,17 sesiones por discriminación.

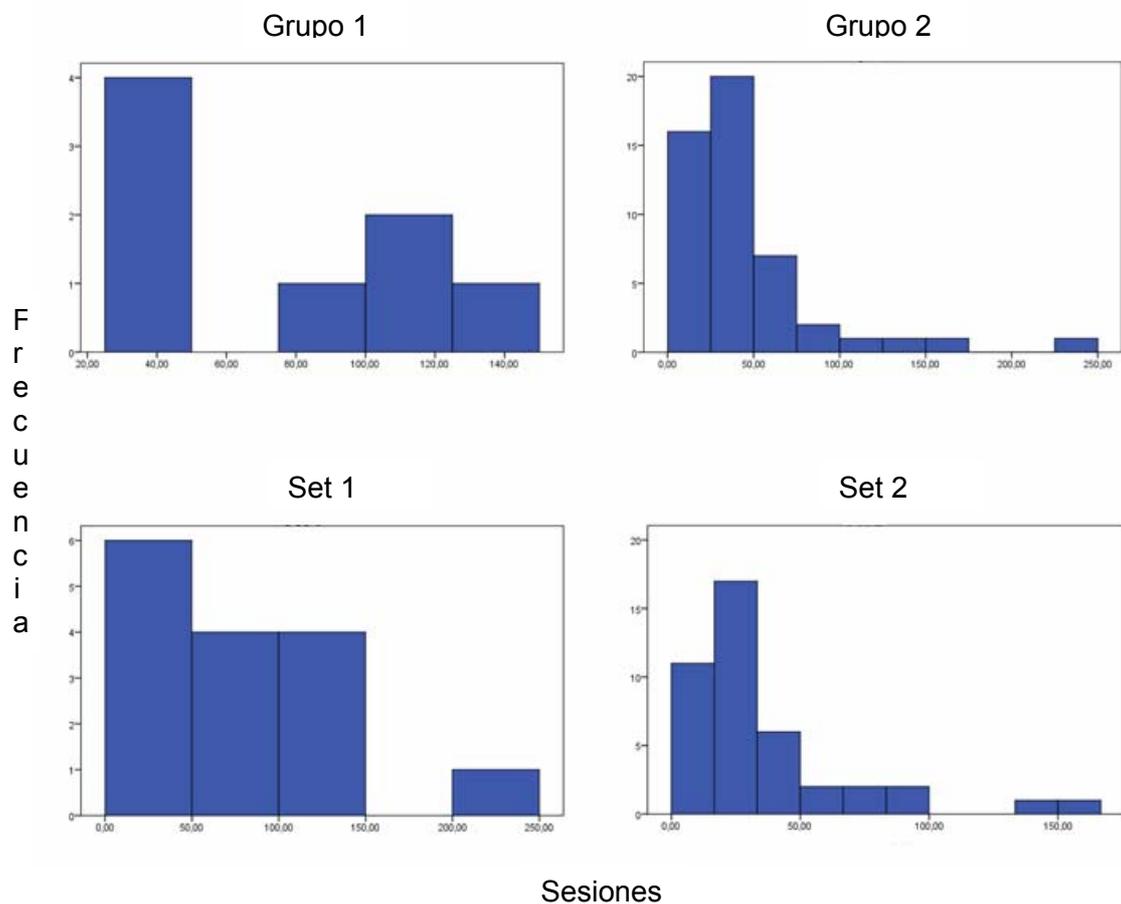
En la Tabla 35 se puede ver un resumen de los estadísticos descriptivos de las sesiones hasta el criterio final realizadas según el Set de estímulos:

Set	Discriminaciones	Sesiones	Media sesiones	Desviación típica
1	15	1144	76,27	59,05
2	42	1442	35,17	32,84

**Tabla 35: Experimento final. Análisis descriptivo de los resultados por Set.**

Aparte de las diferencias globales, las diferencias por Set de estímulos parecen más marcadas en el Grupo 2 que en el Grupo 1 (ver Tabla 32, Tabla 33 y Gráfica 17). En el Grupo 1 es difícil arriesgar una conclusión, pero en el Grupo 2 parece que las diferencias son claras en función del Set de estímulos: mientras que los dos sujetos del Set 1 aprenden una media de 7 discriminaciones, los sujetos del Set 2 aprenden en promedio 19. Más adelante nos detendremos en estas diferencias con mayor detalle.

Además de esta primera aproximación descriptiva, utilizamos la estadística inferencial para tratar de extraer más información de nuestros datos. En primer lugar, realizamos un análisis exploratorio de esta variable dependiente. En este punto, encontramos que la distribución de la variable no cumplía las pruebas de normalidad (Z de Kolmogorov – Smirnov = 1,559; Sig = 0,015), que son condición necesaria para la correcta aplicación del ANOVA. En la Gráfica 18 y la Tabla 36 e pueden ver la distribución de la variable en los distintos niveles de los factores y las pruebas de normalidad, respectivamente.



**Gráfica 18: Experimento final. Distribución de frecuencias de la variable dependiente en función del Grupo y el Set de estímulos.**

Prueba de Kolmogorov-Smirnov de normalidad. Número de sesiones hasta el criterio				
Factores		Estadístico Z	Grados de libertad	Significación
Grupo	1	,214	8	,200
	2	,209	48	,000
Set	1	,241	15	,019
	2	,218	41	,000

**Tabla 36: Experimento final. Pruebas de normalidad de la variable dependiente.**

Por otra parte, se detectó también que la variable tampoco cumplía con el requisito de homogeneidad de varianzas en los distintos niveles de los factores, ya que como se puede advertir en la Tabla 34 y en la Tabla 35, la desviación típica (y, por tanto, la varianza del error) no son homogéneas en los factores. Para comprobar este requisito se utilizó la prueba de Levene (Diseño: Grupo, Set, Grupo x Set), cuyos resultados no permitan aceptar la hipótesis nula de igualdad de varianzas con un margen de error alfa de 0,05 ( $F(3, 53) = 4,380$ ; Sig = 0,008).

Como se puede observar en los histogramas de la Gráfica 18, las distribuciones de frecuencias de la variable dependiente en el Grupo 2 y en los Sets 1 y 2 no se ajustan a la curva normal, sino que su distribución es notablemente asimétrica, mostrando además varios valores atípicos que incrementan su desviación estándar de forma diferente en cada uno de los niveles de los factores. Esto se refleja en que en ninguno de estos casos se cumple la hipótesis nula de normalidad (ver Tabla 36). En el Grupo 1, el histograma también refleja cierto alejamiento de la distribución normal, aunque la hipótesis nula de normalidad no puede ser rechazada, probablemente debido a que el bajo número de casos ( $n = 8$ ) limita el análisis.

Ante la imposibilidad de realizar pruebas paramétricas estándar, se decidió realizar la prueba de Kruskal-Wallis para tratar de establecer si existen diferencias en cuanto a los factores considerados por separado. Esta prueba, al ser no paramétrica, no

depende de las condiciones de normalidad, aunque al partir de la hipótesis nula de que los datos provienen de la misma distribución, necesita asumir la igualdad de varianzas. Esta condición sí se cumple si sólo se consideran los dos niveles del factor Grupo ( $F(1, 55) = 1,559$ , Sig. = 0,211), pero sigue sin cumplirse en el caso del factor Set ( $F(1, 55) = 8,256$ ; Sig. = 0,006).

Respecto al primer factor, la prueba de Kruskal-Wallis no arroja diferencias significativas ( $\chi^2(1) = 2,894$ ; Sig. = 0,089). En el caso del Set de estímulos, comprobamos que la homogeneidad de varianzas sí se cumplía ( $F(1, 21) = 2,558$ ; Sig. = 0,128) cuando nos limitábamos a comparar las discriminaciones que involucraban los mismos estímulos para todos los sujetos (es decir, discriminaciones 1 a 4: A – B, B – A y C – D, D – C), excluyendo por tanto las configuraciones de estímulos a las que los sujetos del Grupo 1 no se vieron expuestos. En estas condiciones, la prueba de Kruskal-Wallis sí encontró diferencias significativas entre ambos conjuntos de estímulos ( $\chi^2(1) = 4,936$ ; Sig. = 0,026). Para el resto de las discriminaciones, al no cumplirse las condiciones necesarias para realizar las pruebas estadísticas pertinentes, deberemos recurrir a otra aproximación más adelante.

#### **3.3.5.4 Comparación de discriminaciones directas e inversas**

Si nos centramos ahora en la secuencia de discriminaciones directas e inversas, ignorando los factores entresujetos por el momento, podemos valorar de forma grupal la influencia de la secuencia de discriminaciones y el entrenamiento en simetría en el número de sesiones necesarias para llegar al criterio.

Sin embargo, como se puede apreciar en la Tabla 34 y la Tabla 35, los datos directos en cuanto a número de sesiones hasta alcanzar el criterio a nivel grupal no muestran ninguna tendencia evidente en función del número de discriminaciones aprendidas. Es decir, no se aprecia que el número de sesiones necesarias aumente o disminuya

sistemáticamente conforme los sujetos aprenden más discriminaciones condicionales. Este resultado se encuentra tanto en el global de las discriminaciones como cuando se consideran las relaciones directas o inversas por separado. En la Tabla 37 se pueden observar los coeficientes de correlación de Spearman<sup>16</sup> entre ambas variables (sesiones hasta el criterio y número de discriminaciones) para cada grupo experimental:

<b>Coeficientes de correlación (Spearman)</b>		<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>
<b>Discriminaciones Directas</b>	Coeficiente	0,515	-0,284
	Sig. (bilateral)	0,296	0,160
	N	6	26
<b>Discriminaciones Inversas</b>	Coeficiente	0,701	-0,224
	Sig. (bilateral)	0,505	0,305
	N	3	23
<b>Global discriminaciones</b>	Coeficiente	0,541	-0,256
	Sig. (bilateral)	0,133	0,076
	N	9	49

**Tabla 37: Experimento final. Correlaciones entre el número de discriminaciones y el número de sesiones hasta el criterio.**

Como se puede observar, en el Grupo 1 se manifiesta cierta tendencia a aumentar el número de sesiones necesarias conforme los sujetos aprenden más discriminaciones. No obstante, esta tendencia no es estadísticamente significativa. Más adelante nos aproximaremos al problema desde otra perspectiva.

---

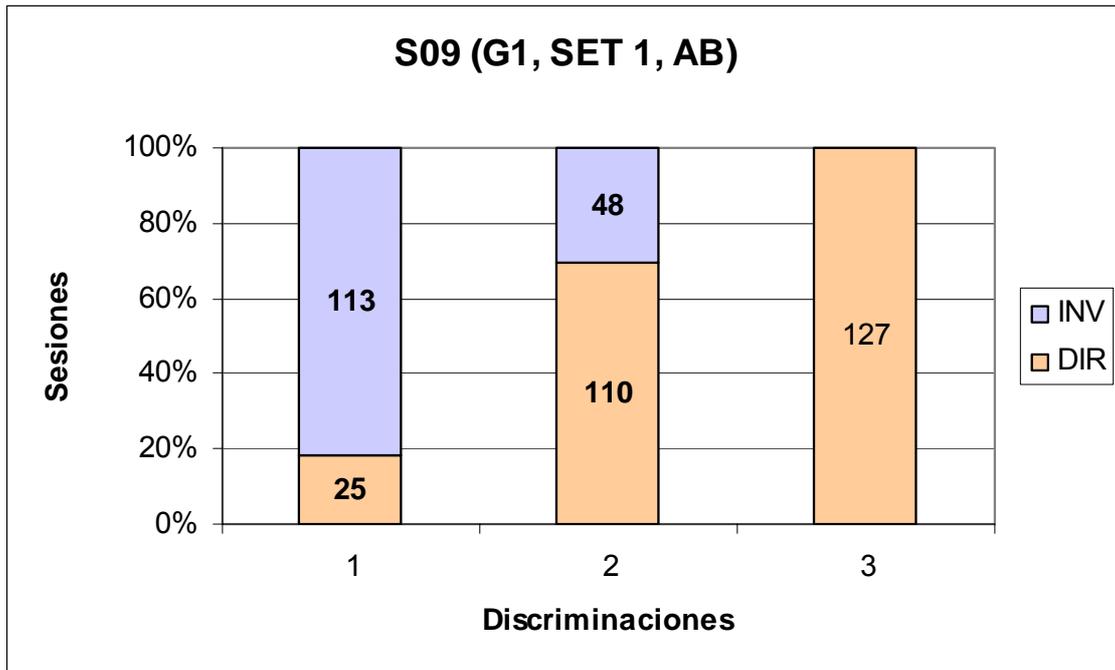
<sup>16</sup> Se utilizaron correlaciones de Spearman, no paramétricas, al no cumplirse las pruebas de normalidad para la variable “número de sesiones hasta el criterio”. Por otra parte, el requisito de homogeneidad de varianzas para las discriminaciones directas e inversas sí se cumple ( $F(1, 53) = 2,263$ ; Sig. = 0,138).

En el Grupo 2 se muestra la tendencia contraria: aparece una correlación negativa entre el número de discriminaciones aprendidas y el número de sesiones requeridas para el criterio. A pesar de que en el global de los casos la correlación está al filo de resultar estadísticamente significativa ( $R = -0,256$ ;  $Sig. = 0,076$ ), los datos grupales están probablemente sesgados, ya que conforme aumenta el número de discriminaciones sólo los datos de los sujetos 15 y 16 son tenidos en cuenta, debido a que son estos sujetos (en especial el S15) los que más discriminaciones realizan.

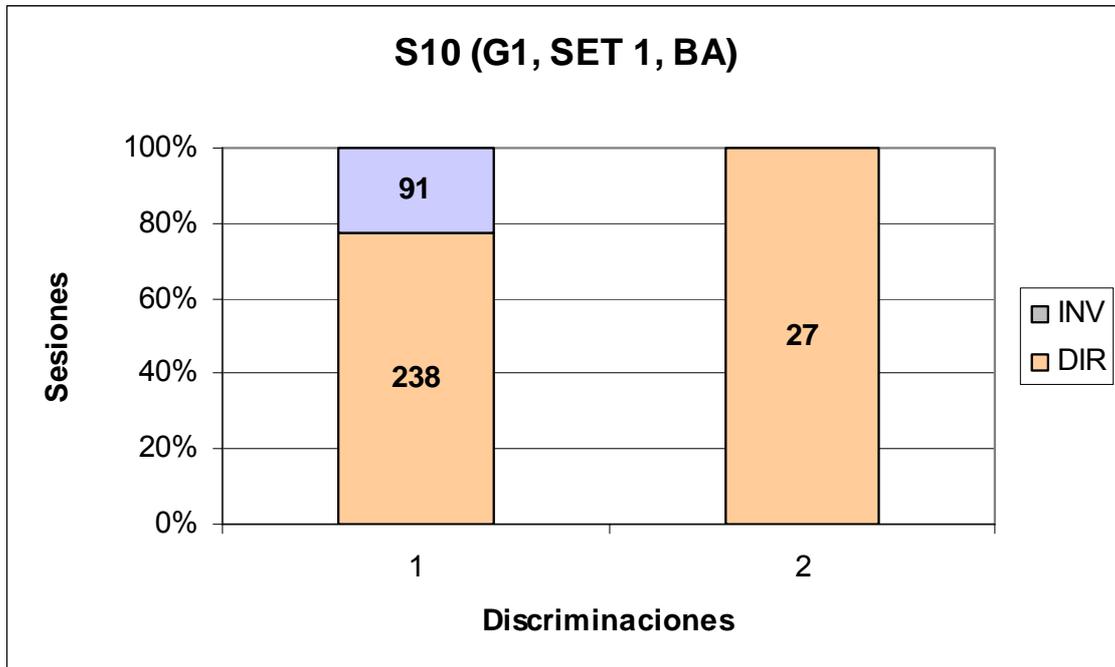
Para tratar de sortear las limitaciones del análisis grupal, a continuación se presentan los resultados para cada sujeto en función de las variables del diseño experimental: Grupo, Set de estímulos y orden de entrenamiento. En las siguientes gráficas se pueden ver los resultados de los sujetos en función del porcentaje de ensayos necesarios para alcanzar el criterio de aprendizaje en la discriminación condicional directa (DIR) comparado con el porcentaje necesario para aprender la discriminación inversa (INV). En el eje de Ordenadas se muestran las sesiones, representando el 100% el aprendizaje de una discriminación y su inversa. En el eje de abscisas aparecen las discriminaciones aprendidas con distintos pares de estímulos. Los números indican el orden de las discriminaciones con cada doble pareja de estímulos. Así, por ejemplo la discriminación 1 se refiere al par A1 – B1, A2 – B2 y B1 – A1, B2 – A2, independientemente del orden de aprendizaje de muestras y comparaciones o el conjunto de estímulos utilizado.

En primer lugar se presentan los resultados del Grupo 1 (Gráfica 19, Gráfica 20, Gráfica 21 y Gráfica 22) y a continuación los resultados del Grupo 2 (Gráfica 23, Gráfica 24, Gráfica 25 y Gráfica 26). En cada página se pueden ver dos gráficas, que corresponden a los sujetos que comparten Grupo y Set de estímulos, diferenciándose únicamente en el orden de adquisición de las discriminaciones: las discriminaciones

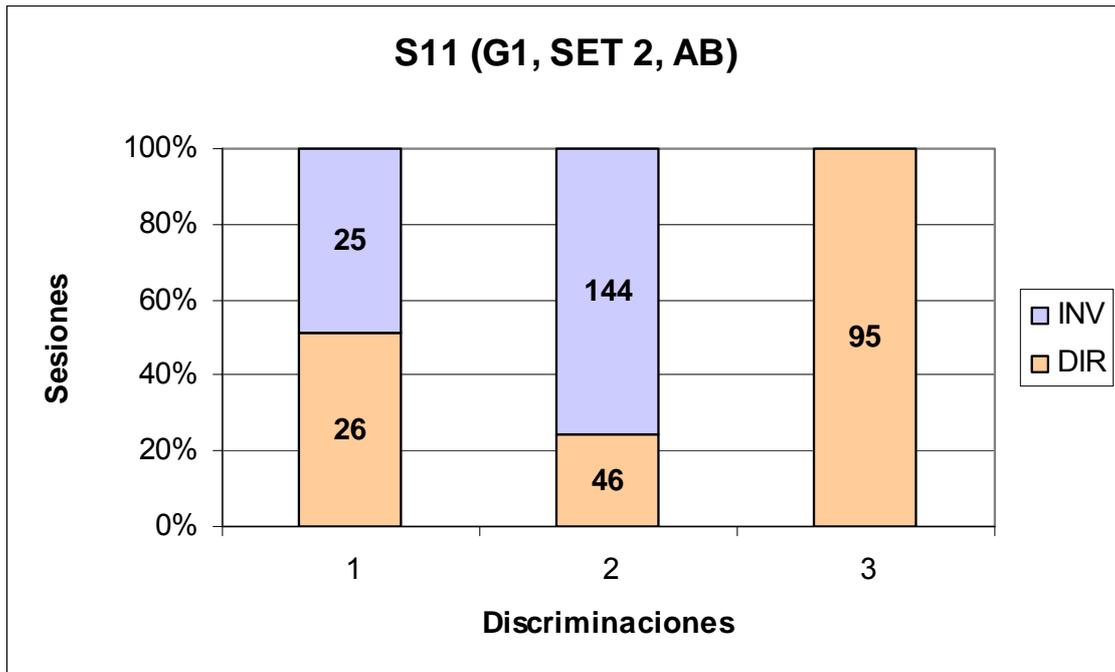
que son directas para un sujeto son las inversas para el otro, y viceversa. Por lo tanto, cada sujeto es control del otro respecto a la variable orden de entrenamiento.



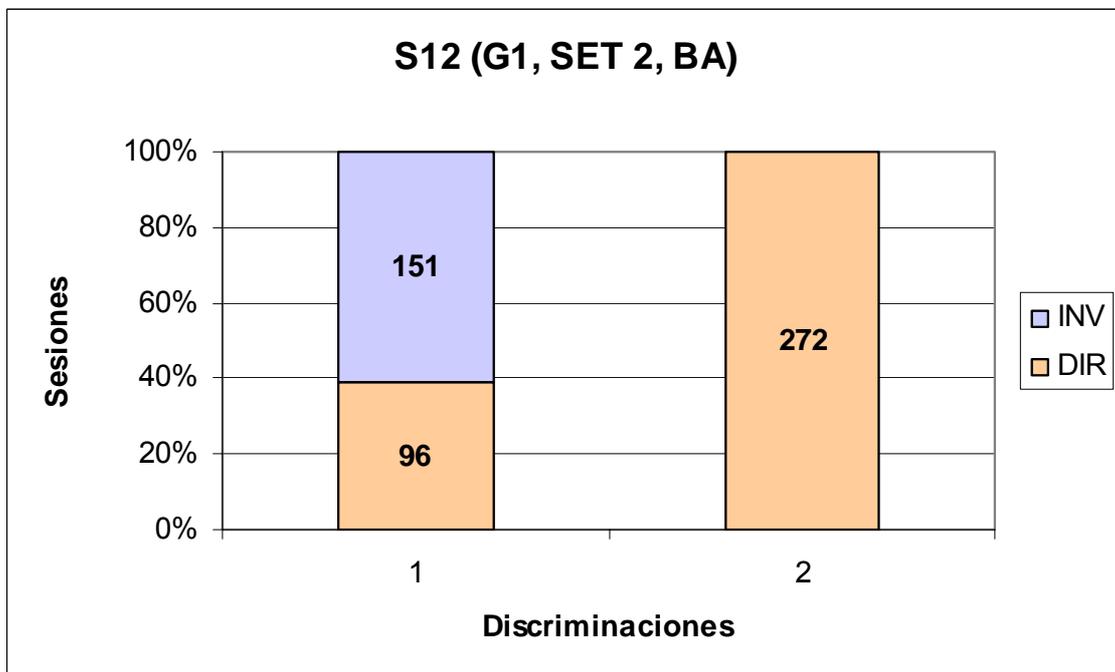
**Gráfica 19: Experimento final. Comparación de discriminaciones directas e inversas - Sujeto 09.** El sujeto no llegó al criterio en la discriminación 2-INV.



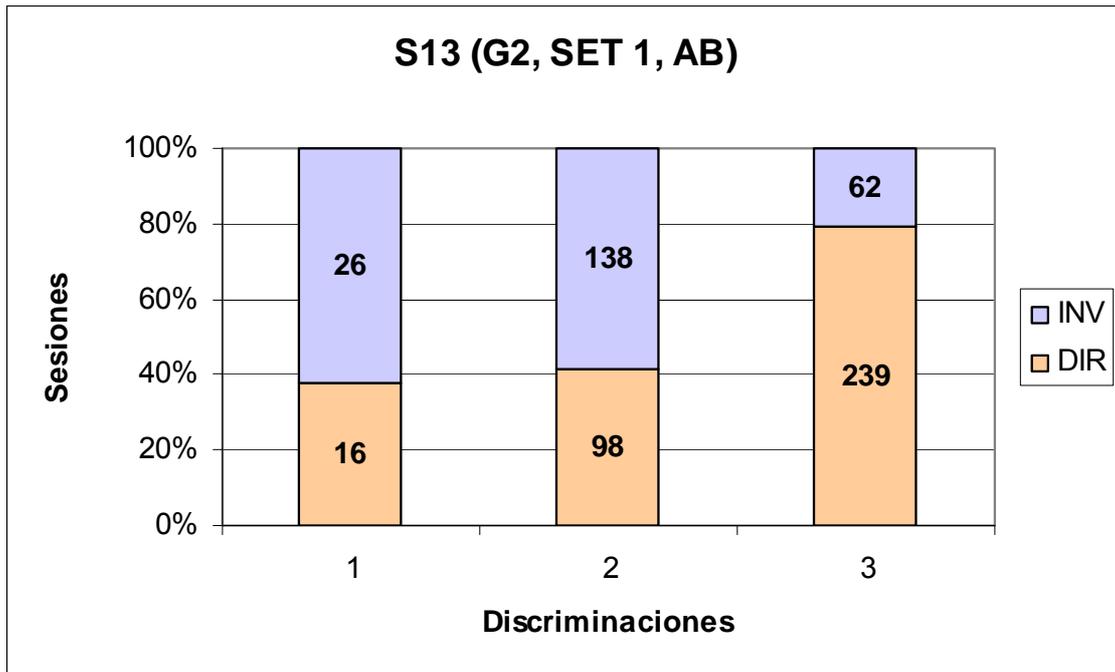
**Gráfica 20: Experimento final. Comparación de discriminaciones directas e inversas - Sujeto 10.** En el caso de este sujeto los resultados se refieren a ensayos realizados, y no a sesiones hasta cumplir el criterio.



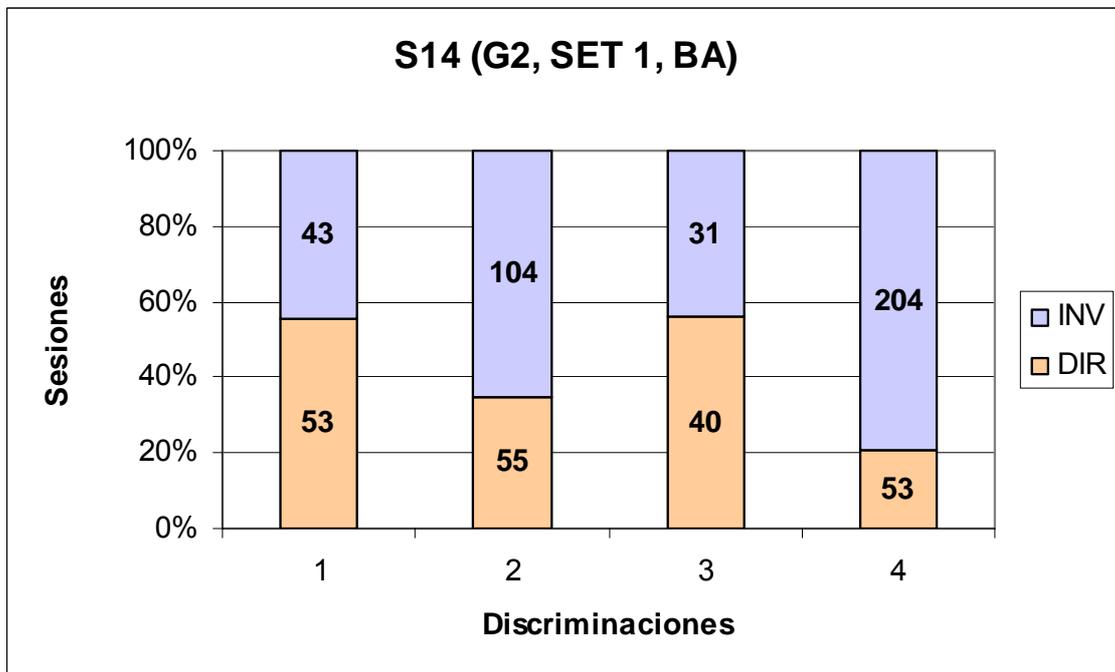
**Gráfica 21: Experimento final. Comparación de discriminaciones directas e inversas - Sujeto 11.** El sujeto no llegó al criterio en la discriminación 3-DIR.



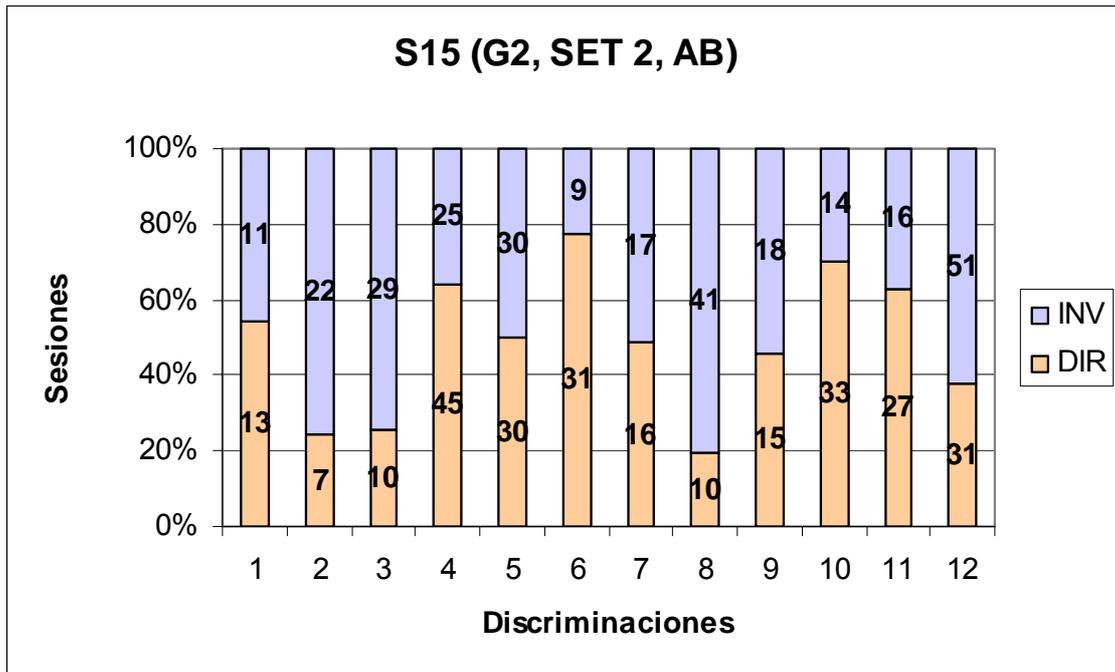
**Gráfica 22: Experimento final. Comparación de discriminaciones directas e inversas - Sujeto 12.** En el caso de este sujeto los resultados se refieren a ensayos realizados, y no a sesiones hasta cumplir el criterio (excepto en la discriminación A-B).



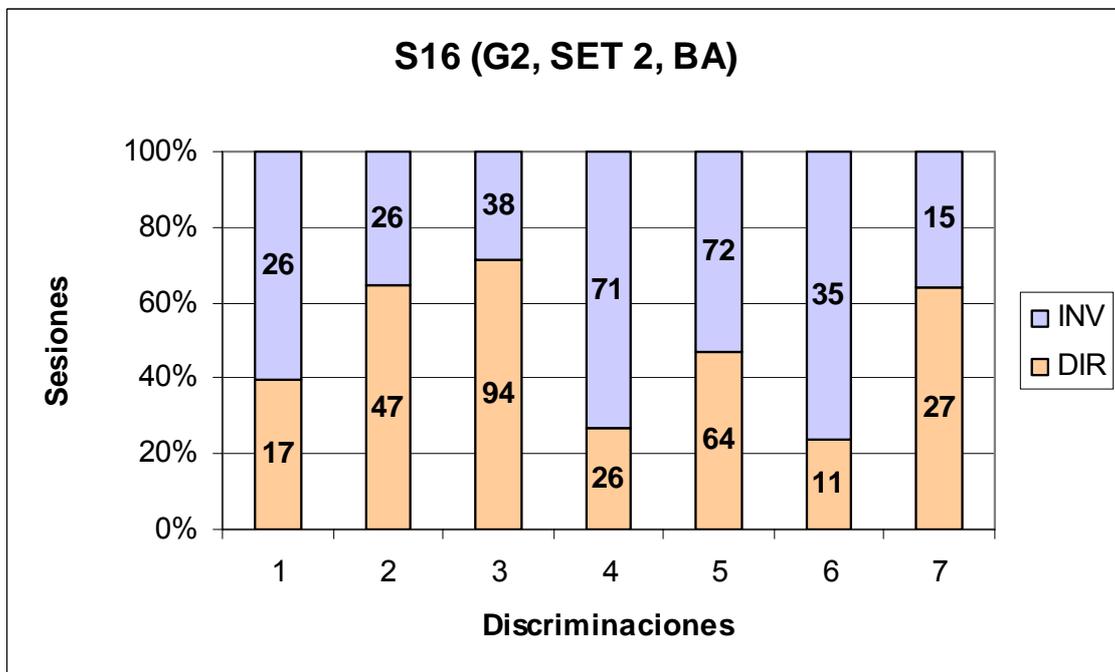
**Gráfica 23: Experimento final. Comparación de discriminaciones directas e inversas - Sujeto 13.** El sujeto no llegó al criterio en la discriminación 3-INV.



**Gráfica 24: Experimento final. Comparación de discriminaciones directas e inversas - Sujeto 14.** El sujeto no llegó al criterio en la discriminación 4-INV.



Gráfica 25: Experimento final. Comparación de discriminaciones directas e inversas - Sujeto 15.



Gráfica 26: Experimento final. Comparación de discriminaciones directas e inversas - Sujeto 16. El sujeto no llegó al criterio en la discriminación 7-INV.

Al igual que en el caso de los análisis grupales, el análisis visual de la actuación individual en proporción de sesiones en lugar de en puntuaciones directas tampoco muestra tendencias evidentes en los datos.

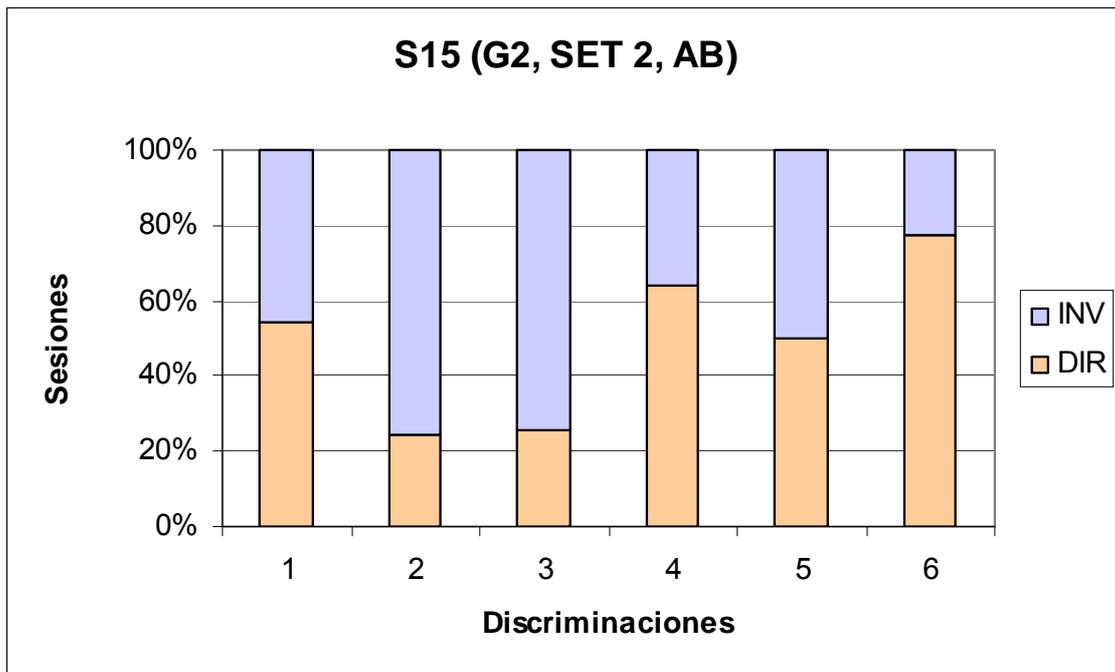
En el Grupo 1 hay pocos datos con los que trabajar. Los sujetos 10 y 12 no realizan ninguna inversión completa. Los datos de la segunda inversión del S09 tampoco pueden ser tenidos en cuenta, ya que ésta finalizó antes de llegar al criterio estipulado. El S11 realiza dos inversiones completas (A – B, B – A y C – D, D – C). En la primera de ellas, el entrenamiento directo e inverso se reparten aproximadamente la mitad de las sesiones. Sin embargo, la segunda inversión ocupa casi tres cuartas partes del entrenamiento. No obstante, teniendo sólo dos inversiones como referencia, parece aventurado inferir una tendencia.

En el Grupo 2, donde hay más datos disponibles, tampoco se observa una tendencia grupal clara. Los dos sujetos asignados al Set 1 (S13 y S14) sólo pueden ser comparados en las dos primeras discriminaciones, ya que el sujeto 13 no llega a cumplir el criterio en la tercera discriminación inversa. En las dos primeras discriminaciones (A – B y B – A) el sujeto 13 emplea aproximadamente el 38% de las sesiones para aprender las discriminaciones directas, y aproximadamente el 62% para las inversas. Con el siguiente par de estímulos (C – D y D – C) la proporción directas – inversas es similar (41% frente a 59%). Por su parte el sujeto 14 emplea el 55% de los ensayos en la primera discriminación directa (frente a un 45% para la inversa). En la segunda discriminación la proporción baja a favor de las discriminaciones directas, con una proporción de 36% para C – D y 64% para la inversa D – C. En términos absolutos (número de ensayos) encontramos una notable variabilidad. Mientras que el S13 tarda 42 ensayos en aprender la primera discriminación (A – B) y su inversa (B – A), el S14 emplea 96, más del doble, en aprender ambas. En el siguiente conjunto de estímulos (C – D, D – C), ambas palomas se demoran mucho más, pero es ahora el sujeto 13 el

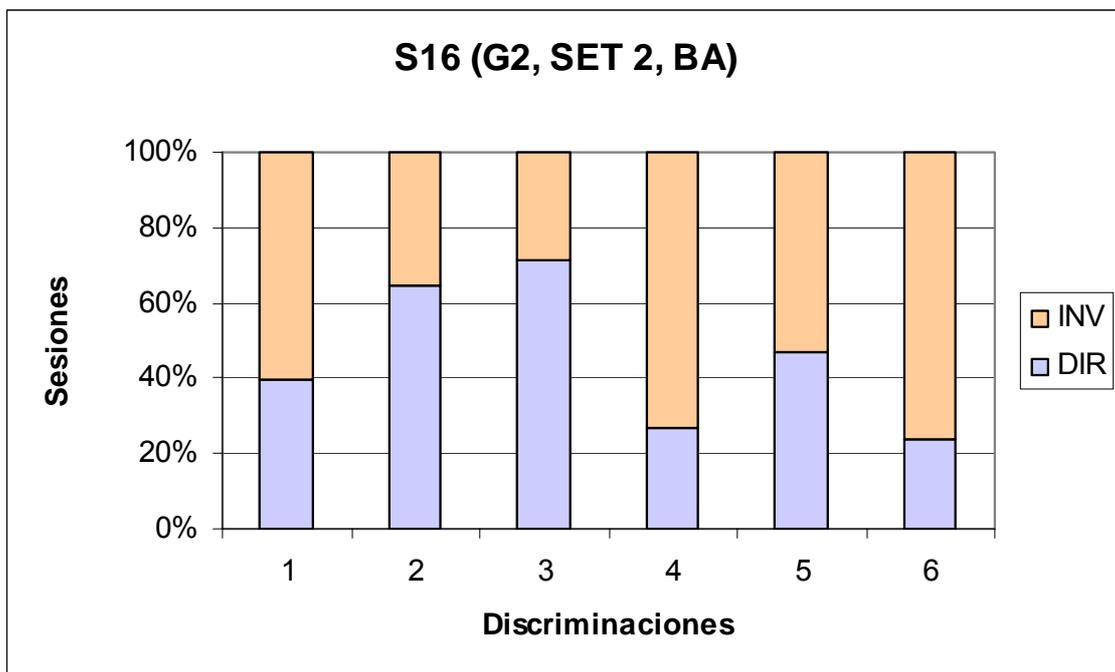
que emplea más sesiones en total (236) que el 14 (159). Ambos sujetos tardan menos en superar el entrenamiento directo (A – B para S13 y B – A para S14) que el inverso, con una proporción de 41% - 59% y 36% - 64%, respectivamente. Es asimismo llamativa la diferencia encontrada en la última discriminación que comparten con los mismos estímulos como muestras y comparaciones (E – F para S13 y F – E para S14): donde el S13 tarda 239 sesiones en alcanzar el criterio, el S14 lo cumple en 31.

En el caso de los sujetos 15 y 16, del Set 2, existe un mayor número de discriminaciones para comparar. En concreto, comparten seis reversiones completas con las mismas dobles parejas de estímulos; ver Tabla 19: Experimento final. Asignación de los estímulos utilizados. En términos aproximados, la paloma 15 necesita aproximadamente la mitad de las sesiones que la paloma 16 para alcanzar el criterio (doce reversiones en 550 sesiones, frente a seis reversiones en 569 sesiones).

Al margen de las diferencias que encontramos en términos absolutos, es interesante comparar la evolución de las discriminaciones que estos sujetos comparten. En las siguientes gráficas se pueden observar los resultados de las seis primeras discriminaciones, y sus respectivas inversiones, para las palomas 15 (Gráfica 27) y 16 (Gráfica 28). Las discriminaciones inversas del S16 se muestran del mismo color que las discriminaciones directas del S15, y viceversa, para poder apreciar con más facilidad que representan el mismo orden muestra – comparación.



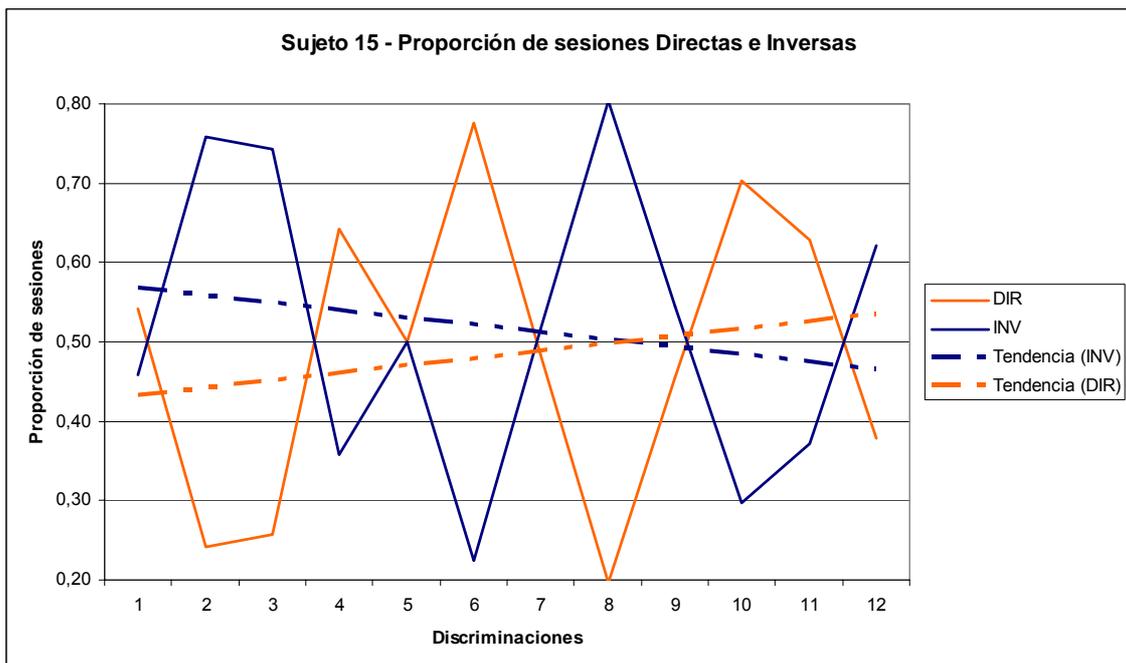
Gráfica 27: Experimento final. Seis primeras discriminaciones e inversiones - Sujeto 15.



Gráfica 28: Experimento final. Seis primeras discriminaciones e inversiones - Sujeto 16.

En estas seis primeras reversiones se aprecia una tendencia inversa para ambos sujetos. En el caso del S15 las primeras inversiones toman más proporción que ensayos que las directas, en las últimas, las discriminaciones inversas se aprenden, proporcionalmente, en menos sesiones. La paloma 16 muestra la tendencia contraria. En las tres primeras inversiones, las discriminaciones inversas se aprenden en cada vez menos sesiones, para volver a tomar el mismo tiempo o más que las directas en las tres últimas.

En el caso del S16 no disponemos de datos para analizar una posible tendencia más allá de la sexta inversión; sin embargo, sí podemos continuar analizando los datos de proporción de ensayos del sujeto 15 hasta su última inversión (ver Gráfica 29).



**Gráfica 29: Experimento final. Evolución de la proporción de sesiones directas e inversas. Sujeto 15.**

La gráfica muestra una ligera tendencia a la disminución de la proporción de sesiones inversas necesarias para superar el criterio conforme avanzan las sesiones de entrenamiento, y consecuentemente, un aumento proporcional en las discriminaciones directas. Aproximadamente durante las primeras seis sesiones, al igual que en el caso del S16, la proporción de sesiones necesarias para alcanzar el criterio varía de forma aparentemente azarosa, o al menos no relacionada con las discriminaciones aprendidas. En las seis últimas discriminaciones e inversiones, la evolución posterior muestra una leve tendencia a la baja para la proporción de sesiones en las discriminaciones inversas y al aumento para las directas.

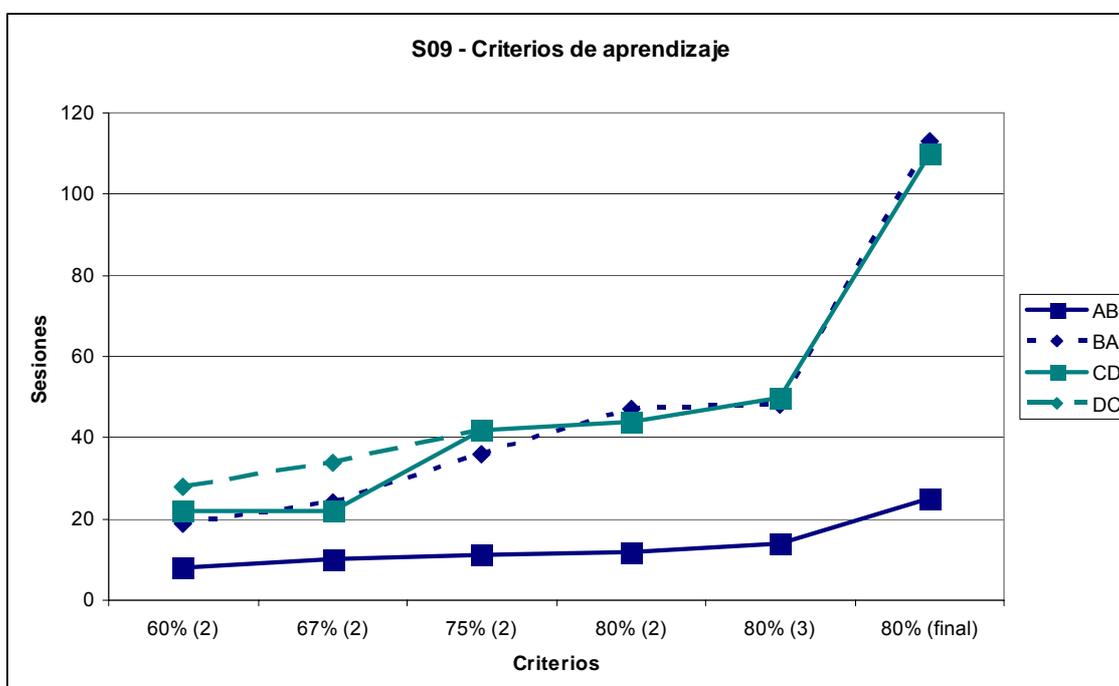
### **3.3.5.5 Otros criterios de aprendizaje**

Con el objetivo de obtener una perspectiva más amplia de la actuación de los sujetos en cada una de las discriminaciones, se realizó un análisis de sus curvas de adquisición. Para ello, se definieron cinco criterios de aprendizaje intermedios, en función del número de sesiones necesarias para alcanzar niveles de acierto progresivamente más elevados: los criterios fueron obtener en dos sesiones consecutivas el 60, 67, 75 y 80 de aciertos, y adicionalmente, el 80% de aciertos en tres sesiones consecutivas, aunque no necesariamente en ambas clases de estímulos.

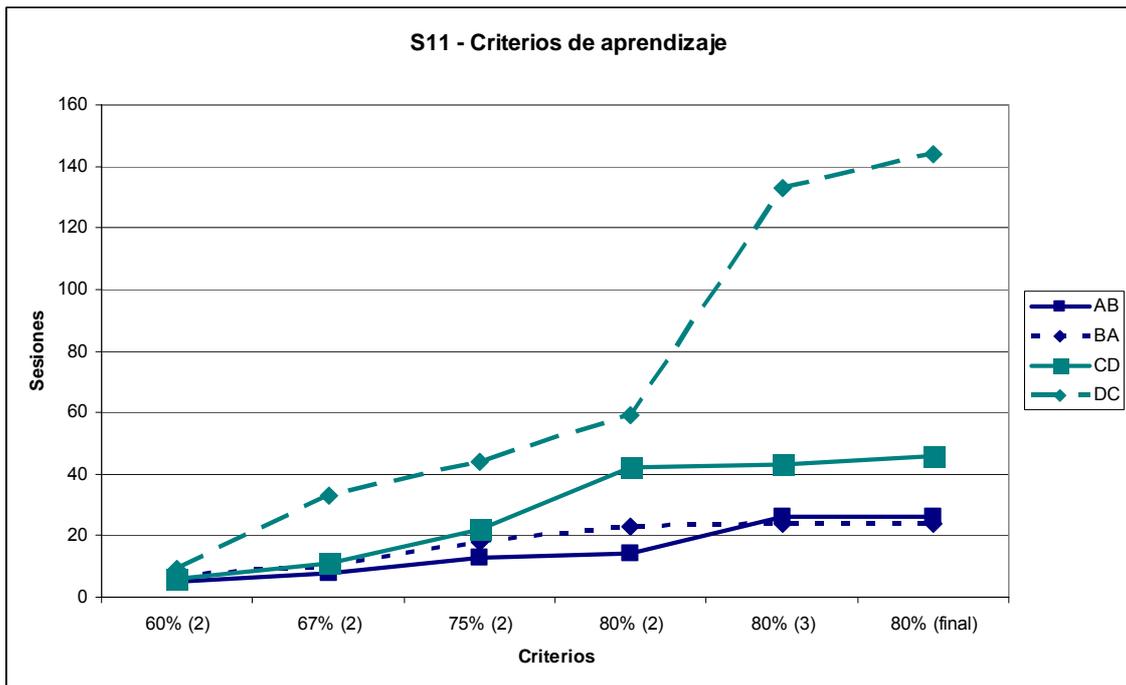
A continuación se presentan los resultados obtenidos para cada uno de los sujetos en los cinco criterios intermedios, más el criterio final de tres sesiones consecutivas en ambas clases con el 80% de aciertos o más (Gráfica 30 a Gráfica 44). Las líneas del mismo color representan una discriminación condicional (línea sólida con marcador cuadrado) y su inversa (línea discontinua con marcador romboidal). Los datos del Sujeto 10 han sido excluidos del análisis. Para el resto de los sujetos, se muestra un máximo de tres discriminaciones e inversiones en la misma gráfica, por motivos de

claridad. En adelante, los criterios se denominarán 60, 67, 75, 80(2), 80(3) y 80(final) respectivamente.

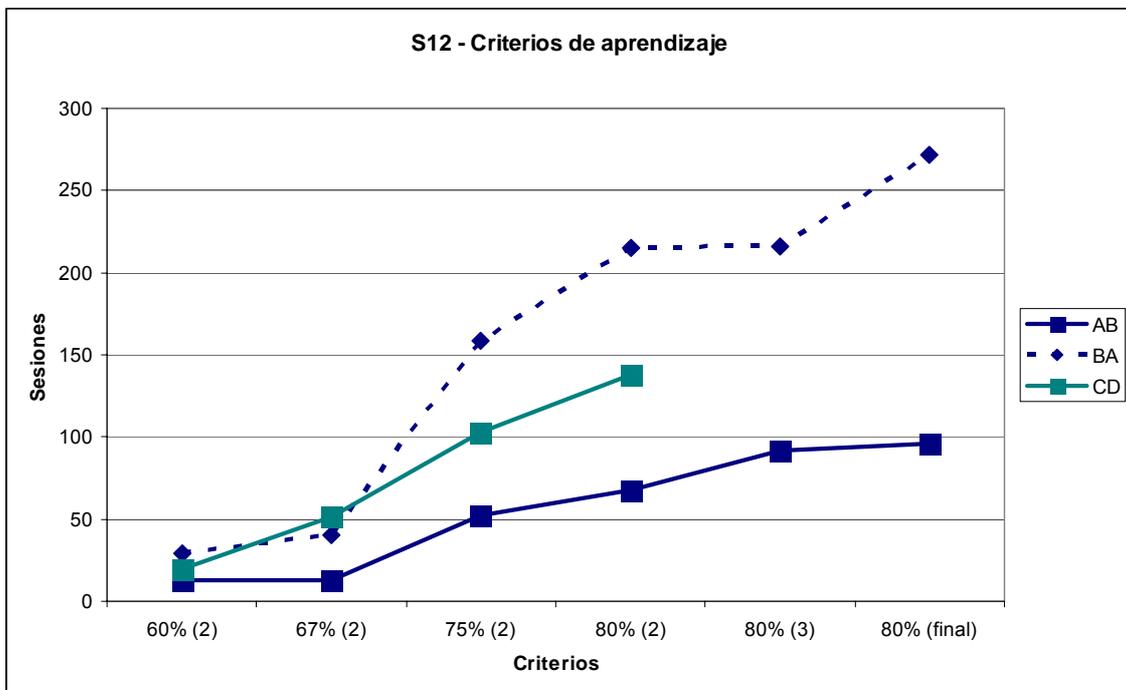
El dato más relevante en estas representaciones de los resultados es la inclinación relativa de la curva que une unos criterios con otros. Una línea cercana a la horizontal indica una transición suave entre criterios, con pocas sesiones de diferencia entre uno y otro; una línea inclinada indica una dificultad progresiva para alcanzar el criterio, necesitando más sesiones de entrenamiento para llegar. Los cambios bruscos de menor a mayor inclinación en la línea en los criterios finales serán especialmente relevantes, pues nos indicarán la presencia de una asíntota. En términos generales, se pueden describir dos grandes fases en base a estos criterios: adquisición (desde el azar hasta el 75%) y nivel asíntótico (entre el 80% y el criterio final). Las líneas que no llegan al final indican discriminaciones en las que el sujeto no cumplió todos los criterios.



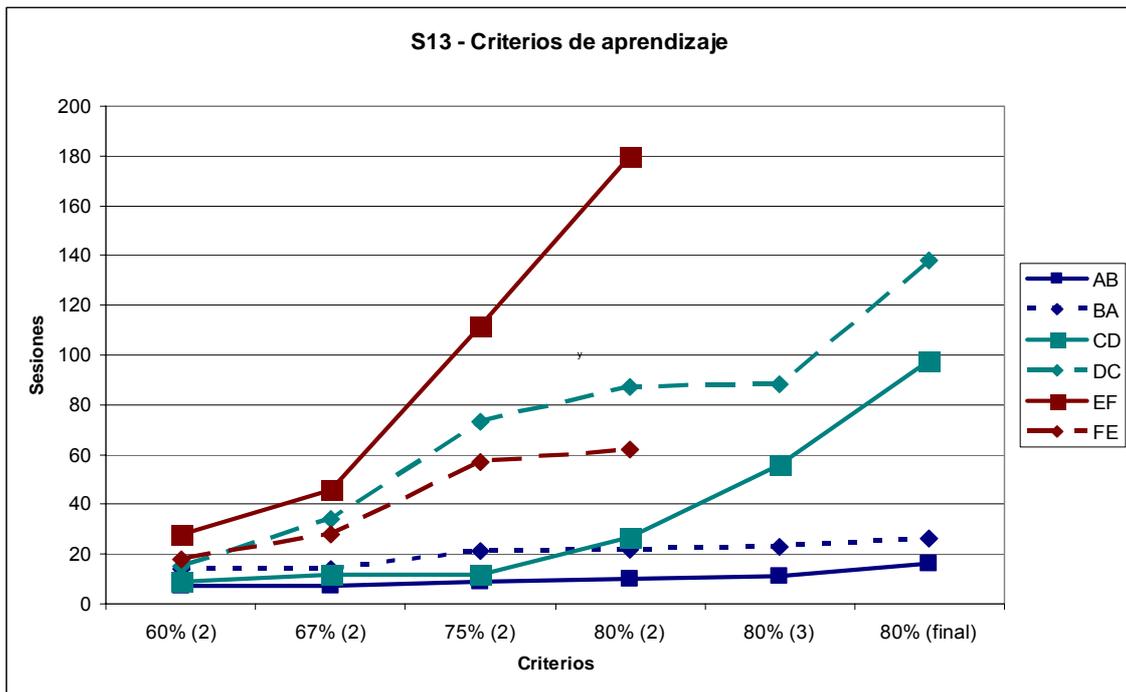
Gráfica 30: Experimento final. Criterios de aprendizaje, Sujeto 09.



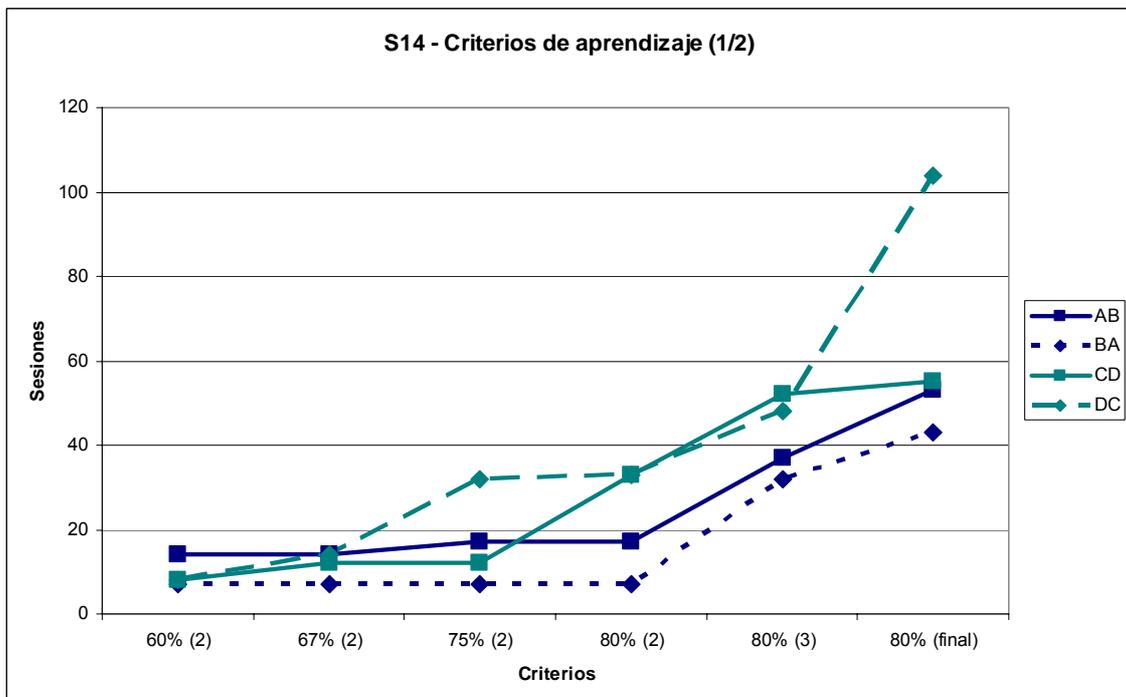
Gráfica 31: Experimento final. Criterios de aprendizaje, Sujeto 11.



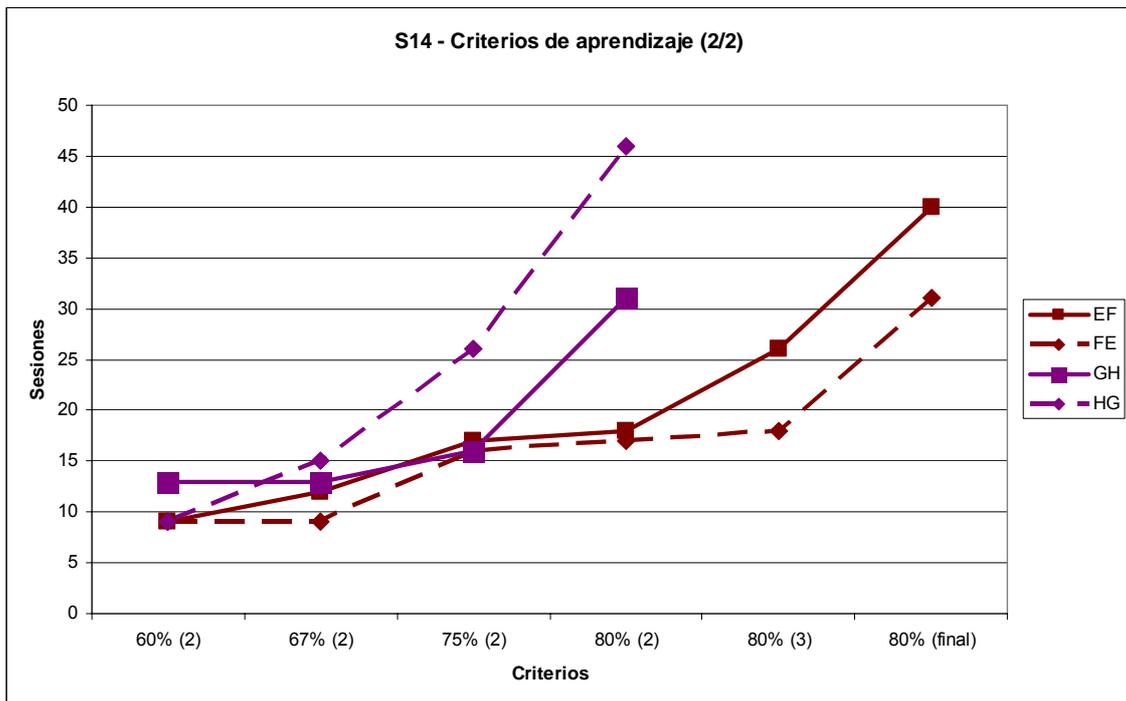
Gráfica 32: Experimento final. Criterios de aprendizaje, Sujeto 12.



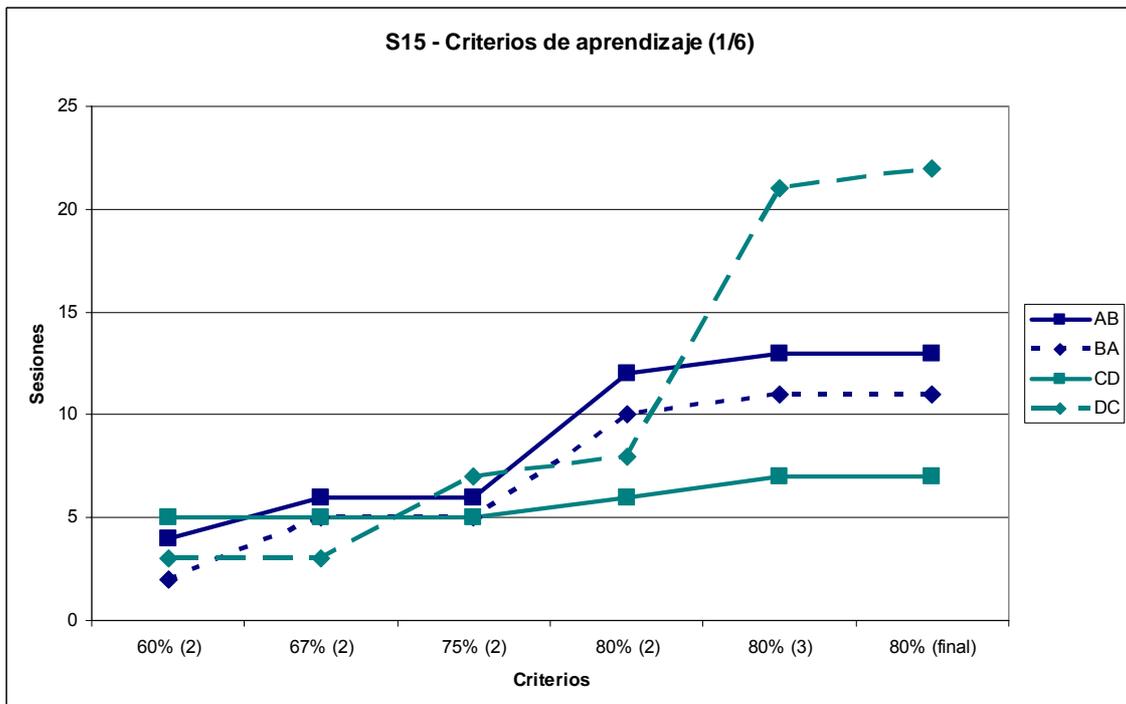
Gráfica 33: Experimento final. Criterios de aprendizaje, Sujeto 13.



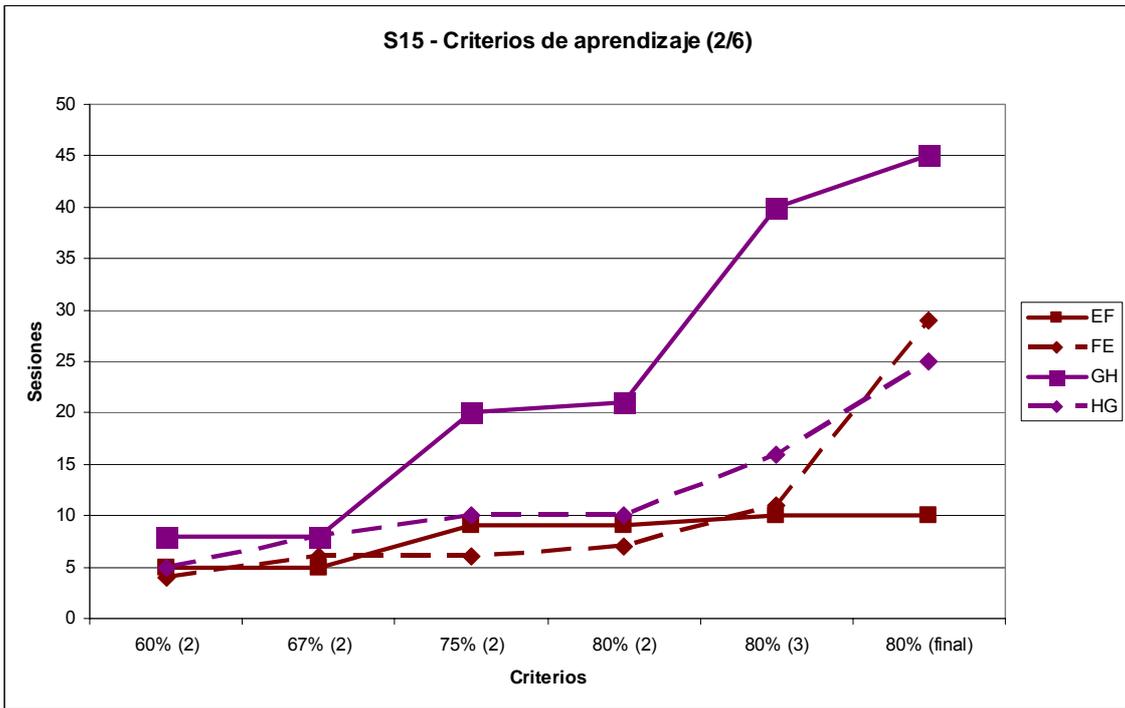
Gráfica 34: Experimento final. Criterios de aprendizaje, Sujeto 14 (1/2).



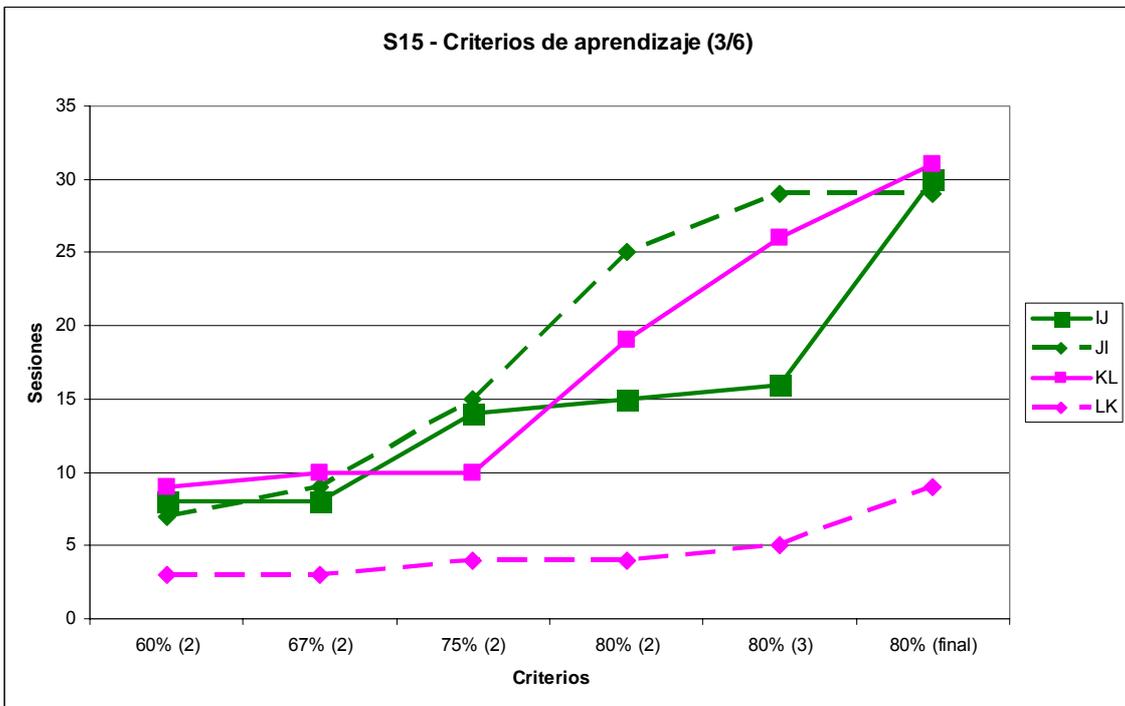
Gráfica 35: Experimento final. Criterios de aprendizaje, Sujeto 14 (2/2).



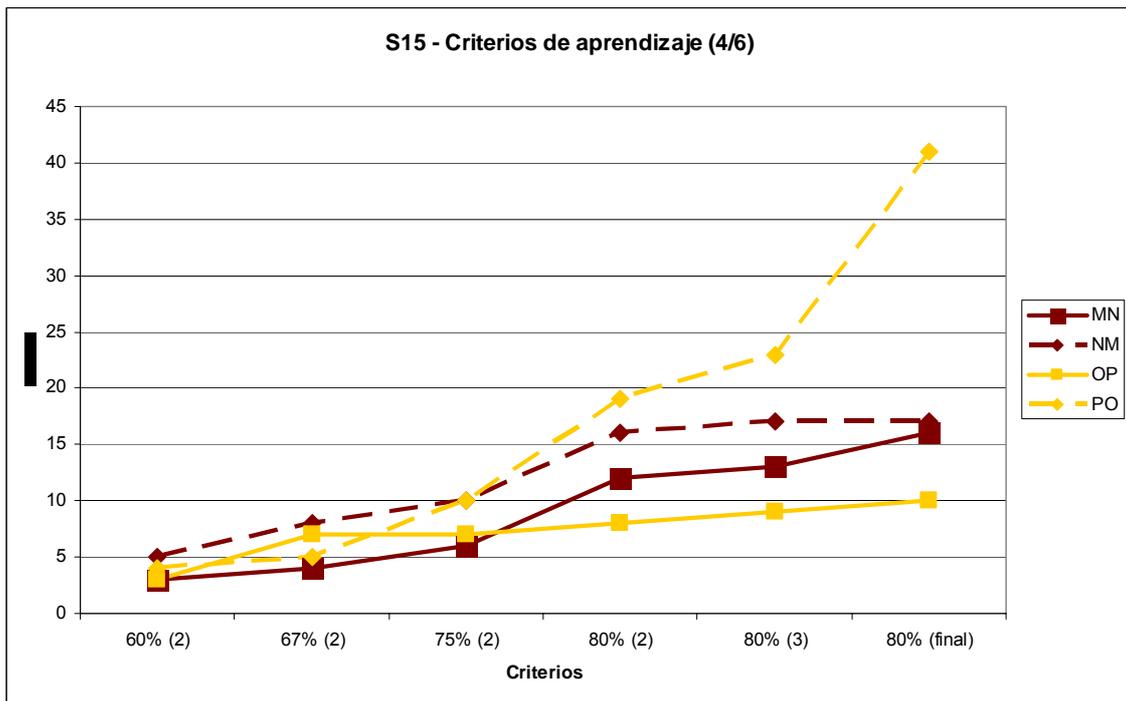
Gráfica 36: Experimento final. Criterios de aprendizaje, Sujeto 15 (1/6).



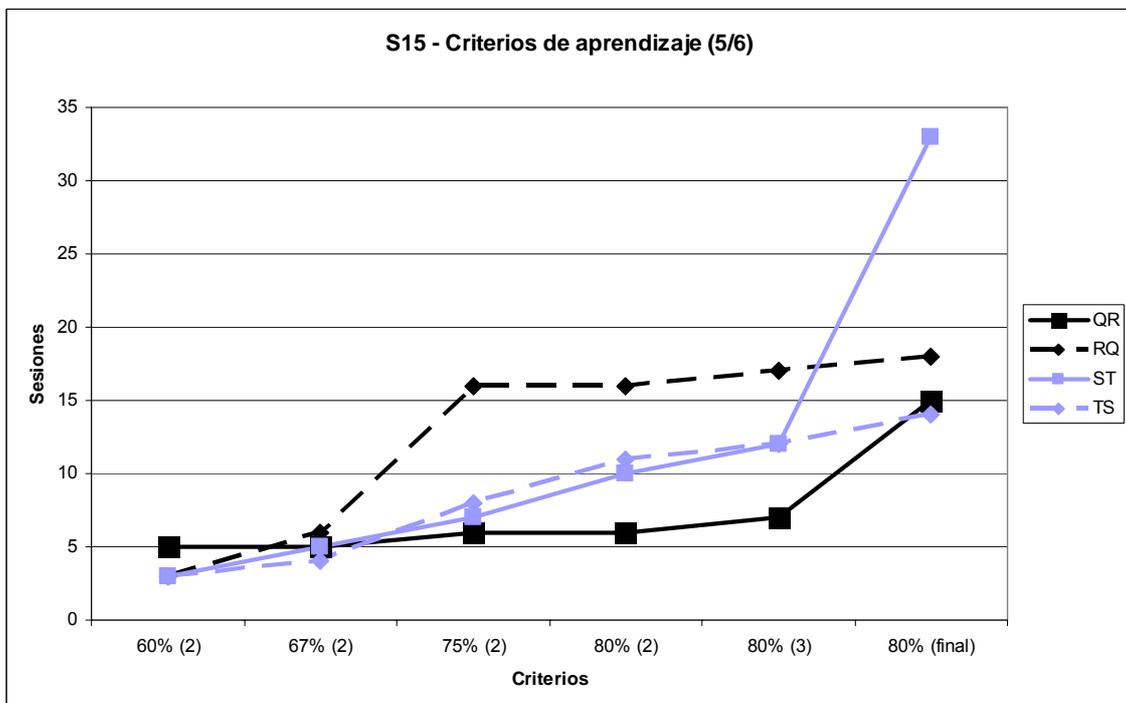
Gráfica 37: Experimento final. Criterios de aprendizaje, Sujeto 15 (2/6).



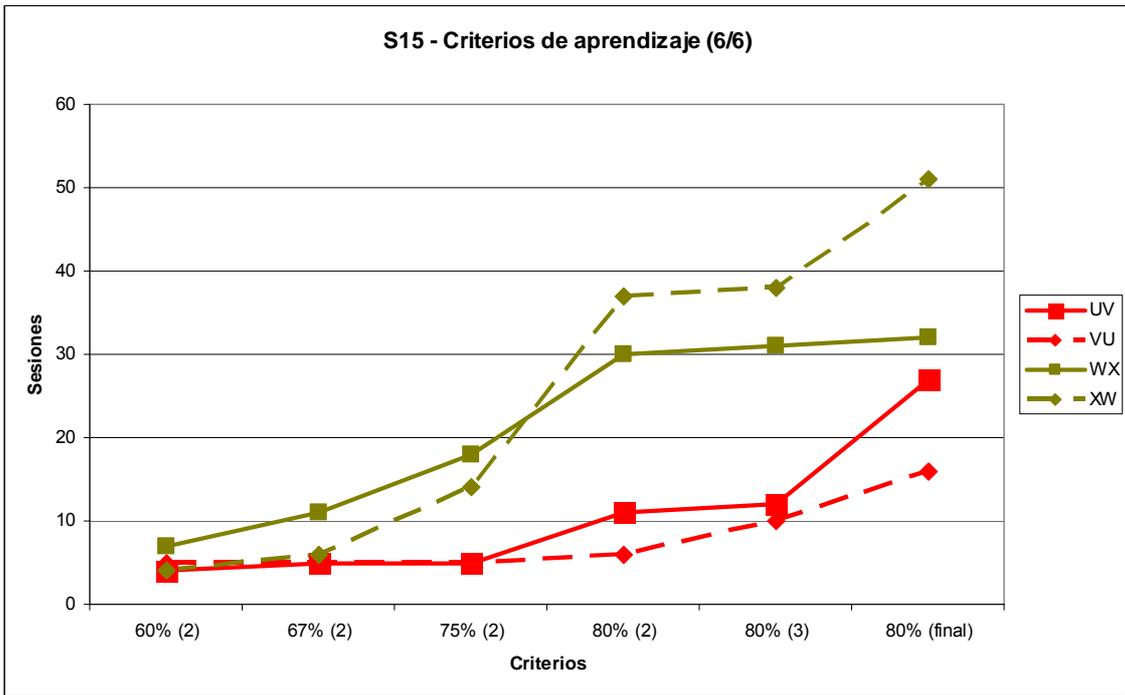
Gráfica 38: Experimento final. Criterios de aprendizaje, Sujeto 15 (3/6).



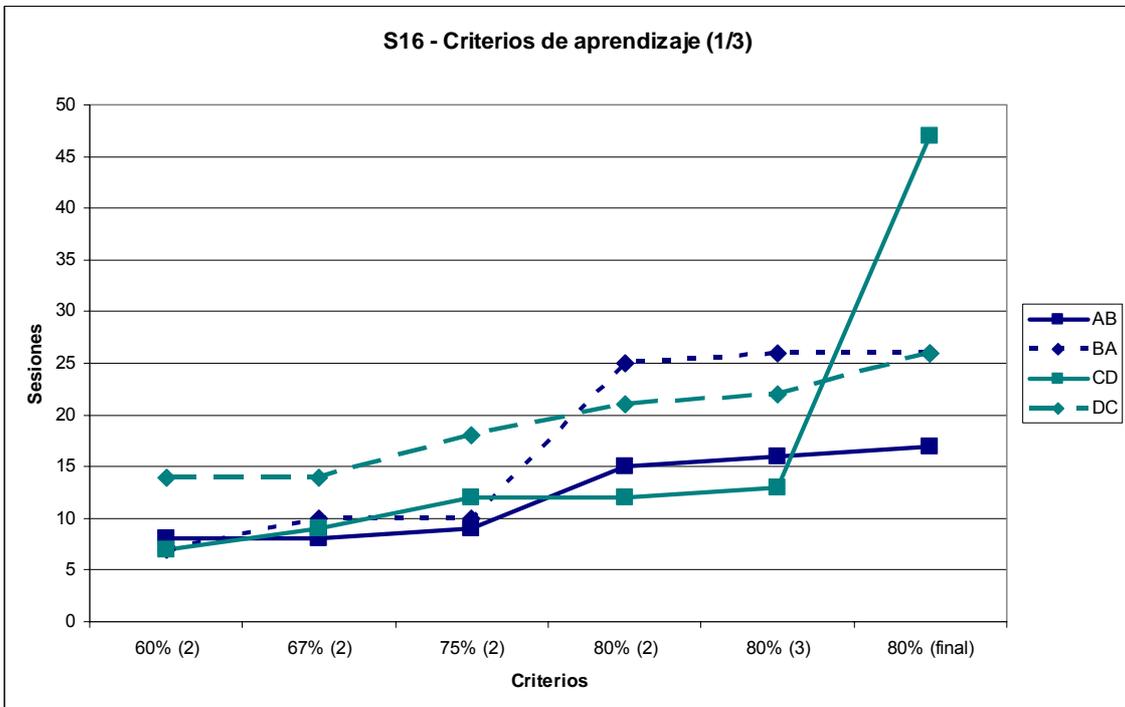
Gráfica 39: Experimento final. Criterios de aprendizaje, Sujeto 15 (4/6).



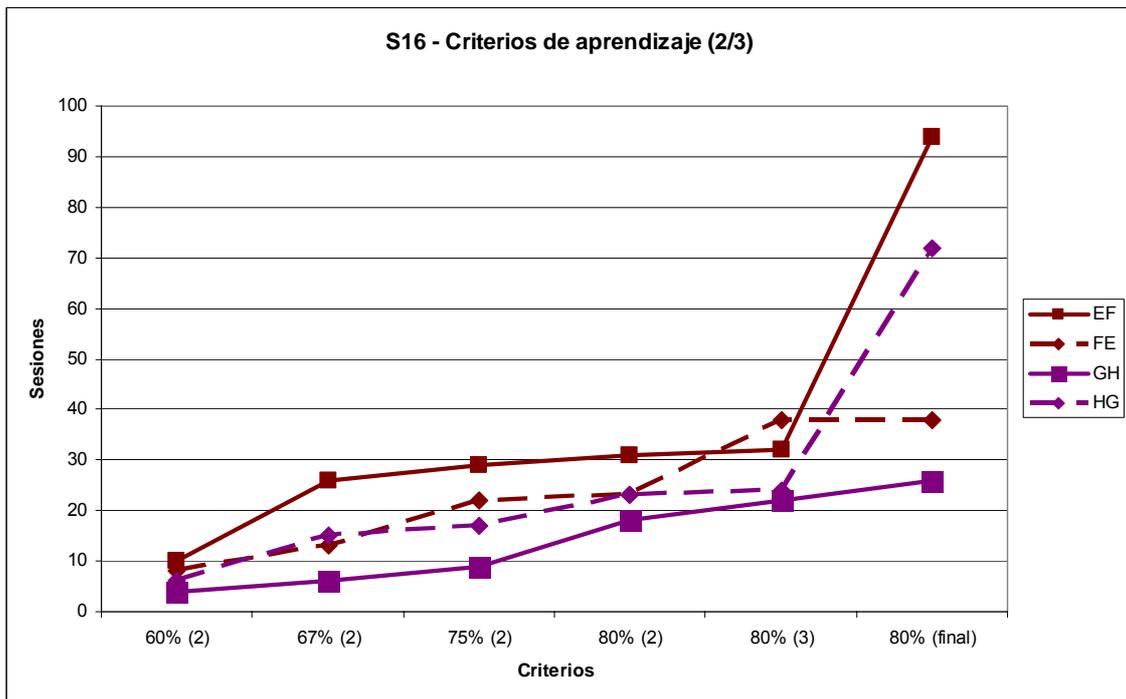
Gráfica 40: Experimento final. Criterios de aprendizaje, Sujeto 15 (5/6).



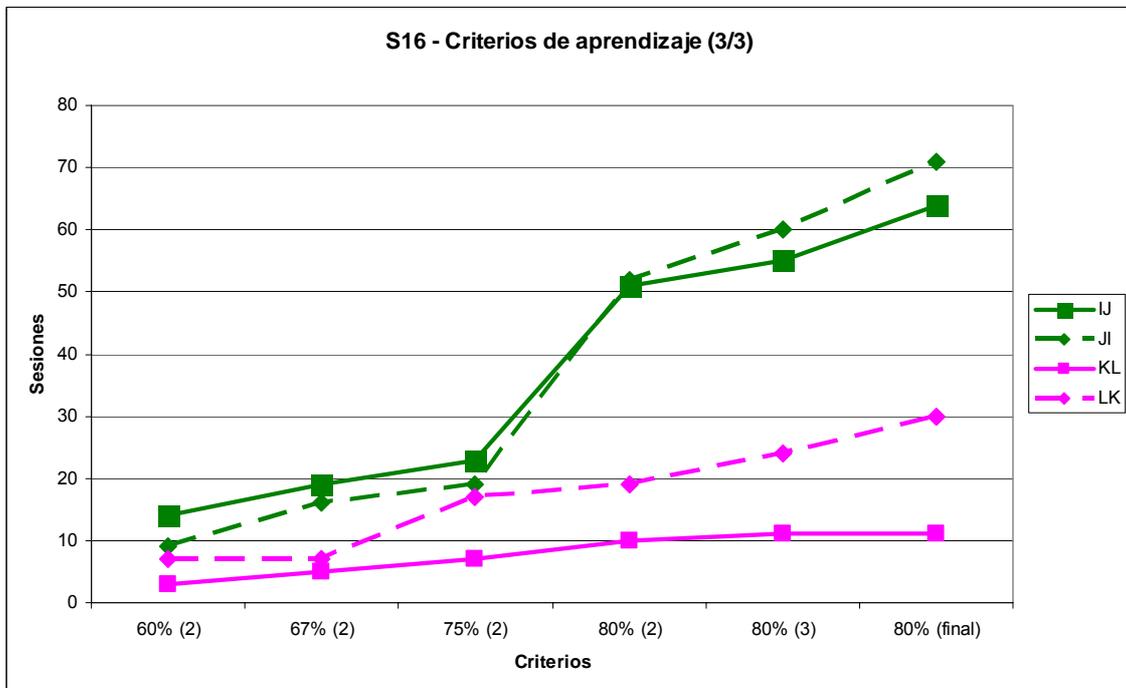
Gráfica 41: Experimento final. Criterios de aprendizaje, Sujeto 15 (6/6).



Gráfica 42: Experimento final. Criterios de aprendizaje, Sujeto 16 (1/3).



Gráfica 43: Experimento final. Criterios de aprendizaje, Sujeto 16 (2/3).



Gráfica 44: Experimento final. Criterios de aprendizaje, Sujeto 16 (3/3).

La inclinación de la curva puede además cuantificarse calculando la proporción de incremento (P) que supone el paso de un criterio a otro respecto del incremento total, según la fórmula:

$$P = | \text{Diferencia entre criterios adyacentes}^{17} | / \text{Número de sesiones totales}$$

Esta fórmula ofrece una medida de la proporción de ensayos empleada en pasar de un criterio a otro respecto al total de la discriminación, representada por la unidad. Los índices calculados de esta manera muestran la inclinación de las curvas de la misma manera que las líneas del gráfico, excepto que su comparación es más precisa, al tratarse de una medida libre de escala. En la Tabla 38 se presenta un análisis numérico de las proporciones de sesiones requeridas hasta alcanzar los seis criterios definidos. Cada columna representa la proporción de sesiones P necesarias según la fórmula especificada. En las últimas columnas se puede ver en negrita la proporción total de sesiones empleada en las fases definidas como adquisición y asíntota. En negro aparecen las proporciones entre 0 y 0,20; en verde, entre 0,21 y 0,40; en naranja entre 0,41 y 0,60, y en rojo las proporciones superiores a 0,61.

Sujeto	Discriminación	60	67	75	80(2)	80(3)	80 (final)	Total adquis.	Total asíntota
9	AB	0,32	0,08	0,04	0,04	0,08	0,44	0,44	0,56
9	BA	0,17	0,04	0,11	0,10	0,01	0,58	0,32	0,68
9	CD	0,20	0,00	0,18	0,02	0,05	0,55	0,38	0,62
11	AB	0,19	0,12	0,19	0,04	0,46	0,00	0,50	0,50
11	BA	0,29	0,13	0,33	0,21	0,04	0,00	0,75	0,25
11	CD	0,13	0,11	0,24	0,43	0,02	0,07	0,48	0,52
12	AB	0,14	0,00	0,41	0,17	0,25	0,04	0,54	0,46
12	BA	0,11	0,04	0,44	0,21	0,00	0,21	0,58	0,42
13	AB	0,44	0,00	0,13	0,06	0,06	0,31	0,56	0,44

<sup>17</sup> En el caso del primer criterio, se divide el número de ensayos entre el número de ensayos totales, obteniéndose la proporción de ensayos desde el inicio de la discriminación donde el índice de aciertos se sitúa en el azar (es decir, el 50%).

Sujeto	Discriminación	60	67	75	80(2)	80(3)	80 (final)	Total adquis.	Total asintota
13	BA	0,54	0,00	0,27	0,04	0,04	0,12	0,81	0,19
13	CD	0,09	0,03	0,00	0,15	0,30	0,43	0,12	0,88
13	DC	0,11	0,14	0,28	0,10	0,01	0,36	0,53	0,47
14	AB	0,26	0,00	0,06	0,00	0,38	0,30	0,32	0,68
14	BA	0,16	0,00	0,00	0,00	0,58	0,26	0,16	0,84
14	CD	0,15	0,07	0,00	0,38	0,35	0,05	0,22	0,78
14	DC	0,08	0,06	0,17	0,01	0,14	0,54	0,31	0,69
14	EF	0,23	0,08	0,13	0,03	0,20	0,35	0,42	0,58
14	FE	0,29	0,00	0,23	0,03	0,03	0,42	0,52	0,48
15	AB	0,31	0,15	0,00	0,46	0,08	0,00	0,46	0,54
15	BA	0,18	0,27	0,00	0,45	0,09	0,00	0,45	0,55
15	CD	0,71	0,00	0,00	0,14	0,14	0,00	0,71	0,29
15	DC	0,14	0,00	0,18	0,05	0,59	0,05	0,32	0,68
15	EF	0,50	0,00	0,40	0,00	0,10	0,00	0,90	0,10
15	FE	0,14	0,07	0,00	0,03	0,14	0,62	0,21	0,79
15	GH	0,18	0,00	0,27	0,02	0,42	0,11	0,44	0,56
15	HG	0,20	0,12	0,08	0,00	0,24	0,36	0,40	0,60
15	IJ	0,27	0,00	0,20	0,03	0,03	0,47	0,47	0,53
15	JI	0,24	0,07	0,21	0,34	0,14	0,00	0,52	0,48
15	KL	0,29	0,03	0,00	0,29	0,23	0,16	0,32	0,68
15	LK	0,33	0,00	0,11	0,00	0,11	0,44	0,44	0,56
15	MN	0,19	0,06	0,13	0,38	0,06	0,19	0,37	0,63
15	NM	0,29	0,18	0,12	0,35	0,06	0,00	0,59	0,41
15	OP	0,30	0,40	0,00	0,10	0,10	0,10	0,70	0,30
15	PO	0,10	0,02	0,12	0,22	0,10	0,44	0,24	0,76
15	QR	0,33	0,00	0,07	0,00	0,07	0,53	0,40	0,60
15	RQ	0,17	0,17	0,56	0,00	0,06	0,06	0,89	0,11
15	ST	0,09	0,06	0,06	0,09	0,06	0,64	0,21	0,79
15	TS	0,21	0,07	0,29	0,21	0,07	0,14	0,57	0,43
15	UV	0,15	0,04	0,00	0,22	0,04	0,56	0,19	0,81
15	VU	0,31	0,00	0,00	0,06	0,25	0,38	0,31	0,69
15	WX	0,22	0,13	0,22	0,38	0,03	0,03	0,56	0,44
15	XW	0,08	0,04	0,16	0,45	0,02	0,25	0,27	0,73
16	AB	0,47	0,00	0,06	0,35	0,06	0,06	0,53	0,47
16	BA	0,27	0,12	0,00	0,58	0,04	0,00	0,38	0,62
16	CD	0,15	0,04	0,06	0,00	0,02	0,72	0,26	0,74
16	DC	0,54	0,00	0,15	0,12	0,04	0,15	0,69	0,31
16	EF	0,11	0,17	0,03	0,02	0,01	0,66	0,31	0,69
16	FE	0,21	0,13	0,24	0,03	0,39	0,00	0,58	0,42
16	GH	0,15	0,08	0,12	0,35	0,15	0,15	0,35	0,65
16	HG	0,08	0,13	0,03	0,08	0,01	0,67	0,24	0,76
16	IJ	0,22	0,08	0,06	0,44	0,06	0,14	0,36	0,64
16	JI	0,13	0,10	0,04	0,46	0,11	0,15	0,27	0,73
16	KL	0,27	0,18	0,18	0,27	0,09	0,00	0,64	0,36
16	LK	0,23	0,00	0,33	0,07	0,17	0,20	0,57	0,43
<b>PROMEDIO</b>								<b>0,55</b>	<b>0,45</b>

Tabla 38: Experimento final. Análisis de las curvas de adquisición.

De forma muy general, se aprecia que los sujetos emplean de media un 55% de las sesiones en llegar al 75% de aciertos, y el resto, un 45% de las sesiones, se dedica a alcanzar el 5% restante hasta el criterio final de aprendizaje del 80%.

No obstante, existen sensibles variaciones a este respecto entre las discriminaciones (de hecho, la desviación típica tanto para la fase de adquisición como para la asíntota es de 0,18). Si comparamos los datos de las gráficas anteriores para los sujetos que mantienen la misma configuración de estímulos, ya sea en distinto grupo o en distinto orden de entrenamiento, podemos encontrar algunas relaciones sistemáticas en numerosas ocasiones.

Como se puede observar, en el caso del sujeto 9 se encuentra un gran incremento del número de ensayos en la fase asintótica, entre el criterio 80(3) y el criterio final en las tres discriminaciones que completa, lo que supone el 56% de las sesiones para A – B, el 68% para B – A. Este efecto se replica parcialmente en el S13, que comparte la misma asignación de estímulos en el Grupo 2. En el caso de la discriminación A – B la inclinación es muy similar (44%), aunque no tanto en la discriminación B – A (19%). El sujeto 14, que recibe el entrenamiento en el orden inverso a los anteriores, obtiene un resultado similar al del sujeto 09 en las discriminaciones A – B y B – A (68 y 84%, respectivamente), aunque de forma menos acusada en la primera (al igual que el sujeto 13, pero a la inversa).

En C – D de nuevo encontramos el mismo efecto, ya que el S09 emplea el 62% de las sesiones en la fase asintótica y el S13 un 88%. Entre las palomas 13 y 14, la discriminación C – D (D – C para la 14) también sigue la misma forma, con la inclinación más importante entre los dos últimos criterios. La discriminación inversa (D – C y C – D, respectivamente) también sigue una curva similar en ambas, con un

incremento importante en el criterio 75 y un último aumento significativo en el criterio final (36% para S13 y 54% para S14).

En cuanto a las palomas del Set de estímulos 2, los sujetos 11 y 12 presentan un incremento sostenido en la discriminación B – A (A – B para S12), aunque la relación contraria es diferente en ambos, presentando un perfil más horizontal en el S11 y un incremento más acusado en S12, tanto en la adquisición como en la asíntota. El mismo perfil de la paloma 11 se replica en la 15 y la 16: las tres emplean aproximadamente el 50% de las sesiones en cada una de las fases, tanto para A – B como para B – A.

La relación C – D es también sigue un curso muy similar en los sujetos 11, 15 y 16 (para esta última, D – C), con un incremento moderado repartido entre los distintos criterios. El patrón de la relación contraria también se replica en ambas, con gran incremento en el criterio 80(3) para S11 y S15 y en el criterio final para S16.

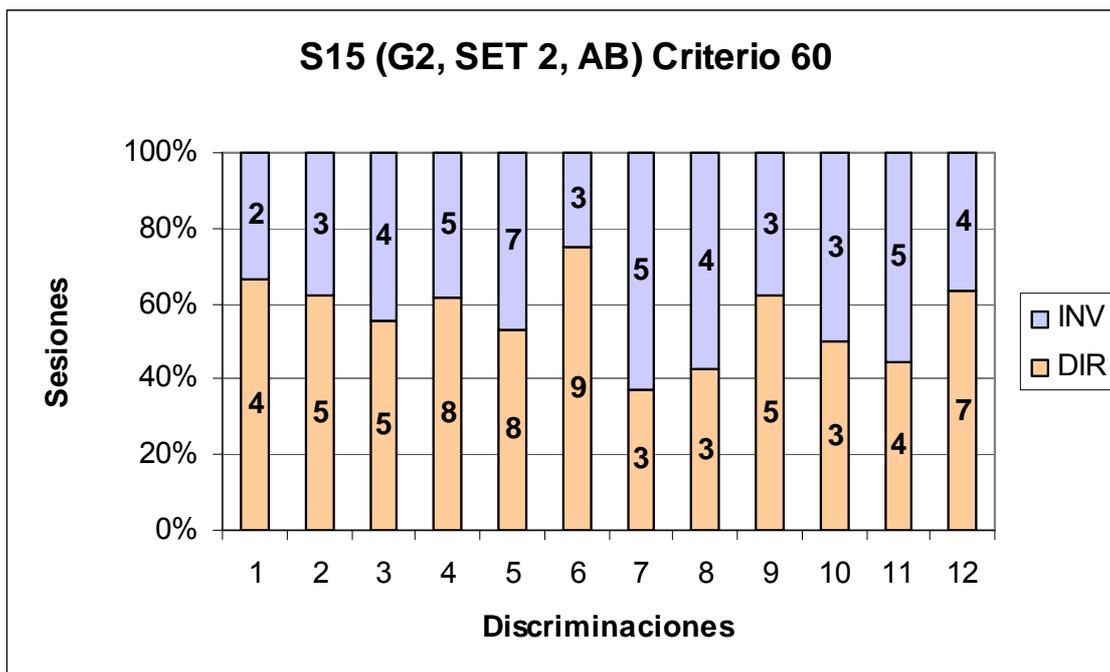
En la relación E – F (S15, F – E para S16) se encuentra un patrón similar, aunque más horizontal en el caso de S15. La relación inversa muestra también la misma forma, con una inclinación pronunciada en la fase asíntótica, en el criterio final, tanto para S15 (62%) como para S16 (0,66). A partir de aquí sólo podemos comparar datos de estas dos palomas, que en numerosas ocasiones reflejan el mismo patrón en las discriminaciones que comparten los mismos estímulos con la misma función. No obstante, es necesario recordar que los patrones de las gráficas deben ser matizados por los datos numéricos, ya que el S15 necesita aproximadamente la mitad de los ensayos que el S16 para alcanzar el criterio en la mayoría de las discriminaciones, y por lo tanto las escalas de las gráficas son diferentes.

En particular destacan las coincidencias en la discriminación G – H para S15 (H – G para S16), donde encontramos también un crecimiento más acelerado en la asíntota, que se produce antes en S15 (criterio 89(3), 42%) que en S16 (criterio final, 67%). En la discriminación I – J para S15 (J – I para S16) se produce también una adquisición relativamente gradual para ambas y un periodo proporcionalmente más prolongado de asíntota, que comienza en el criterio final para S15 (47%) y en el criterio 80(2) para S16 (44%). Asimismo, la discriminación inversa presenta aproximadamente la misma forma para ambas, aunque en este caso el incremento está repartido para S15 en los criterios 80(2) y 80(3) (34% y 14%) respectivamente y concentrado en el criterio 80(2) para S16 (44%). La última discriminación que ambas comparten, K – L para S15 (L – K para S16), presenta de nuevo similitudes en la forma de las curvas, una vez acomodada la escala, con un incremento moderado en los criterios 80(2) y 80(3) para S15 (29% y 23% respectivamente) y también para S16, aunque más horizontal: (27% y 9%, respectivamente). La inversión de esta discriminación presenta para ambos sujetos un perfil más bien horizontal, con los incrementos repartidos entre los sucesivos criterios.

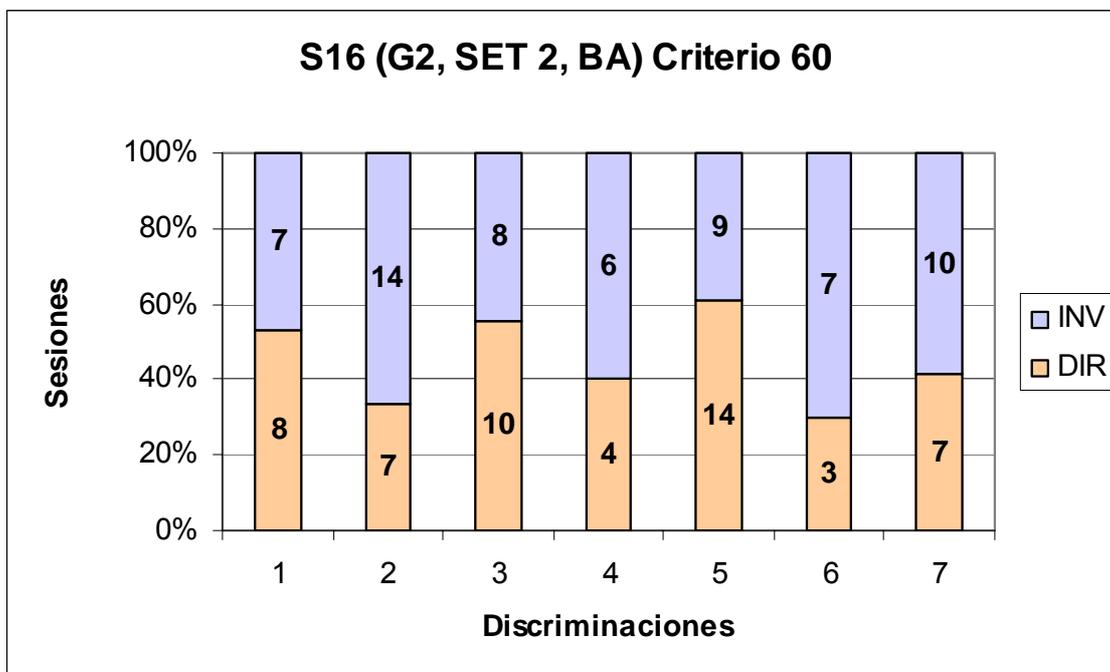
El siguiente paso del análisis será comprobar si otros criterios de aprendizaje muestran alguna tendencia en función del orden de entrenamiento de las discriminaciones directas e inversas. No obstante, los análisis visuales de los gráficos de adquisición (ver Gráfica 30 a Gráfica 44) no parecen confirmar esta posibilidad. En general, se puede observar que existe una gran coherencia entre los distintos criterios de aprendizaje, lo que se traduce en que las líneas de una discriminación directa y su inversión no se cruzan con frecuencia (un total de 10 ocasiones de 24 pares de discriminaciones). Por otra parte, cuando lo hacen, o bien se trata de una discriminación que se ha demorado gran número de sesiones en la fase de asíntota (S14, discriminaciones C – D, D – C, Gráfica 34; S15, E – F, F – E, Gráfica 37; S – T, T – S, Gráfica 40; W – X, X – W, Gráfica 41; S16, C – D, D – C, Gráfica 42) o bien se

trata de diferencias de unas pocas sesiones en los criterios más bajos, que difícilmente pueden distinguirse del azar (S14, discriminaciones G – H, H – G, Gráfica 35; S15, C – D, D – C, Gráfica 36; J – I, I – J, Gráfica 38; R – Q, Q – R, Gráfica 40; S16, A – B, B – A, Gráfica 42) . En general, estos cambios no modifican los resultados, ya que aparecen en ambos sentidos. En ocasiones, hacen que una inversión se aprenda más rápidamente que la discriminación directa, pero en otras veces sucede lo contrario.

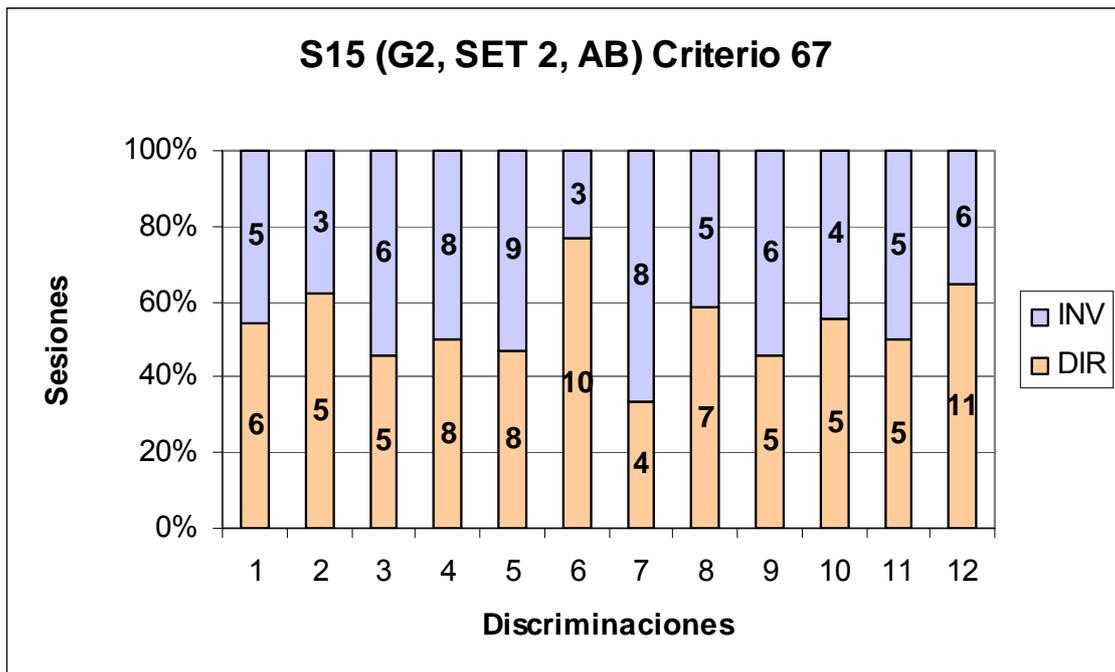
Con objeto de comprobar más claramente si se podía detectar algún tipo efecto debido al entrenamiento en simetría, realizamos una representación gráfica de los dos sujetos en los que se puede apreciar una mayor secuencia de discriminaciones (palomas 15 y 16). Para representar la proporción de sesiones asociada a las discriminaciones directas e inversas, utilizamos el mismo tipo de gráfico que se empleó anteriormente para analizar el criterio final (ver Gráfica 19 a Gráfica 26). En las siguientes gráficas se puede ver la proporción de sesiones directas e inversas para las palomas 15 y 16 en el criterio 60 (Gráfica 45 y Gráfica 46, respectivamente) y en el criterio 67 (Gráfica 47 y Gráfica 48, respectivamente).



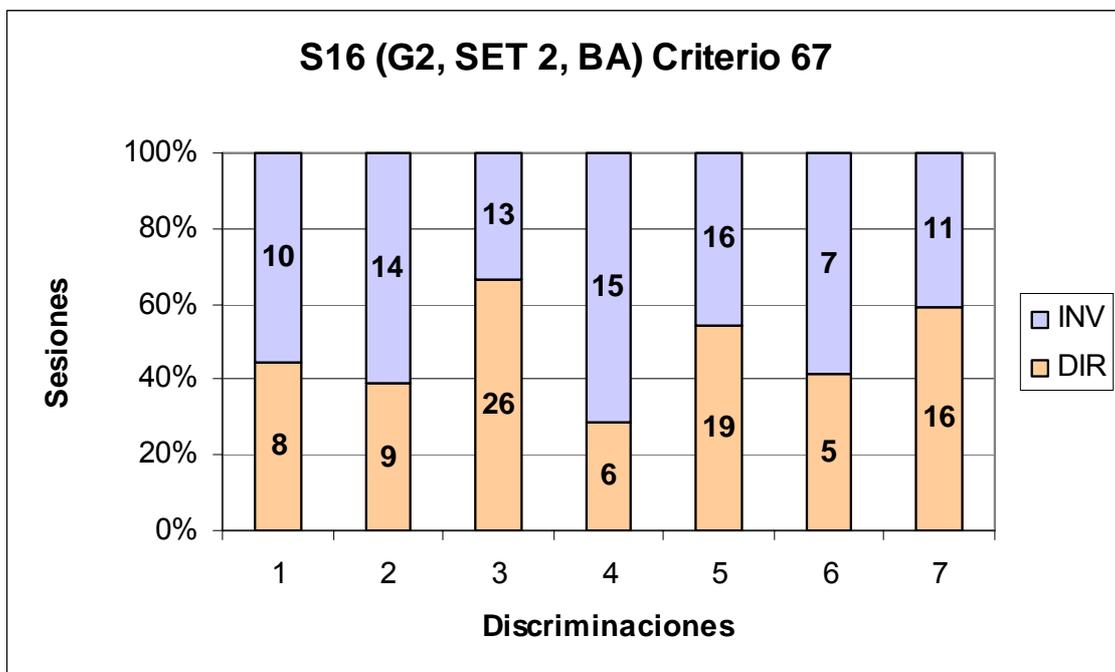
Gráfica 45: Experimento final. Comparación de discriminaciones directas e inversas - Sujeto 15. Criterio 60.



Gráfica 46: Experimento final. Comparación de discriminaciones directas e inversas - Sujeto 16. Criterio 60.



Gráfica 47: Experimento final. Comparación de discriminaciones directas e inversas - Sujeto 15. Criterio 67.



Gráfica 48: Experimento final. Comparación de discriminaciones directas e inversas - Sujeto 16. Criterio 67.

Como se puede apreciar, en ninguna de las secuencias se puede encontrar una tendencia sistemática con el paso de las discriminaciones, en la misma línea de los resultados obtenidos tras el análisis visual de las gráficas de evolución de los criterios (ver Gráfica 30 a Gráfica 44).

No obstante, un resultado que merece la pena destacar del análisis de los criterios de aprendizaje es la coherencia que han mostrado dentro de una misma serie. Para tratar de establecer esta relación de forma más sistemática, calculamos el coeficiente de correlación de Spearman<sup>18</sup> entre ellos, obteniendo los resultados que se pueden ver en la Tabla 39.

<b>Criterios</b>		<b>67</b>	<b>75</b>	<b>80(2)</b>	<b>80(3)</b>	<b>80(final)</b>
<b>60</b>	Coeficiente	<b>,825**</b>	<b>,808**</b>	<b>,781**</b>	<b>,541**</b>	<b>,792**</b>
	Sig.	,000	,000	,000	,000	,000
	N	57	57	57	55	55
<b>67</b>	Coeficiente		<b>,930**</b>	<b>,901**</b>	<b>,788**</b>	<b>,901**</b>
	Sig.		,000	,000	,000	,000
	N		57	57	55	55
<b>75</b>	Coeficiente			<b>,961**</b>	<b>,809**</b>	<b>,897**</b>
	Sig.			,000	,000	,000
	N			57	55	55
<b>80(2)</b>	Coeficiente				<b>,885**</b>	<b>,894**</b>
	Sig.				,000	,000
	N				55	55
<b>80(3)</b>	Coeficiente					<b>,865**</b>
	Sig.					,000
	N					55

\*\* . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

**Tabla 39: Experimento final. Coeficientes de correlación de Spearman entre los distintos criterios de aprendizaje.**

<sup>18</sup> Sólo el criterio 80(3) cumplió la condición de normalidad para la realización de pruebas paramétricas, pero no el resto. Por este motivo optamos por aplicar una prueba no paramétrica.

Globalmente, todos los criterios, incluso los más alejados entre sí, mantienen fuertes correlaciones positivas, todas ellas significativas con un error alfa de 0,01.

### 3.3.5.6 Discriminabilidad de los estímulos

Los resultados de la discriminabilidad global (*a posteriori*), junto con la categorización de discriminabilidad nominal de los estímulos de muestra y comparación se pueden ver en la Tabla 40 a continuación<sup>19</sup>:

			Discriminabilidad Muestras (nominal)			Discriminabilidad Comparaciones (nominal)			Discriminabilidad global (medida <i>a posteriori</i> )
M	C	Orden	Fon.	Fig.	TOTAL	Fon.	Fig.	TOTAL	
		DIR	2	2	4	1	2	3	163
		INV	1	2	3	2	2	4	272
		DIR	2	1	3	1	2	3	453
		INV	1	2	3	2	1	3	607
		DIR	2	2	4	2	2	4	158
		INV	2	2	4	2	2	4	117
		DIR	2	2	4	2	2	4	150
		INV	2	2	4	2	2	4	164
		DIR	2	2	4	1	2	3	190
		INV	1	2	3	2	2	4	285
		DIR	2	2	4	2	1	3	299
		INV	2	1	3	2	2	4	159

<sup>19</sup> Los estímulos utilizados para este análisis pueden verse a mayor tamaño en la Tabla 19: Experimento final. Asignación de los estímulos utilizados.

			Discriminabilidad Muestras (nominal)			Discriminabilidad Comparaciones (nominal)			Discriminabilidad global (medida a posteriori)
M	C	Orden	Fon.	Fig.	TOTAL	Fon.	Fig.	TOTAL	
		DIR	2	1	3	2	2	4	318
		INV	2	2	4	2	1	3	340
		DIR	1	1	2	2	2	4	209
		INV	2	2	4	1	1	2	75

**Tabla 40: Experimento final. Discriminabilidad de los estímulos y dificultad de la discriminación.**

Con los datos de discriminabilidad nominal de las muestras y las comparaciones como variables independientes, y la dificultad de la discriminación como variable dependiente, se realizó un análisis de la varianza, tras comprobar que la variable dependiente cumplía con las pruebas de normalidad y homocedasticidad.

El modelo planteado resulta estadísticamente significativo:  $F(5, 10) = 5,608$ ; Sig. = 0,010), explicando casi tres cuartas partes de la varianza de la variable dependiente ( $R^2 = 0,737$ ). Ambos factores, discriminabilidad nominal de las muestras y discriminabilidad nominal de las comparaciones influyen significativamente en los resultados ( $F(2, 10) = 5,395$ ; Sig. = 0,026 y  $F(2, 10) = 4,522$ ; Sig. = 0,040, respectivamente). El factor interacción no es significativo.

Otro dato a tener en cuenta es que las dos primeras combinaciones de estímulos, que pertenecen al Set 1 y las dos siguientes, que pertenecen al Set 2, se diferencian en cuanto a discriminabilidad nominal. Las configuraciones de estímulos del Set 1 obtienen unos índices de discriminabilidad muestra/comparación menores que los del Set 2 (4/3 y 3/3 frente a 4/4 y 4/4, respectivamente).

Se realizaron también varios análisis para tratar de esclarecer el papel de la discriminabilidad de los estímulos en la dificultad de alcanzar los distintos criterios de aprendizaje. En primer lugar, se realizó un estudio correlacional de la influencia de la discriminabilidad nominal de los estímulos en el número de sesiones necesarias para alcanzar los distintos criterios de aprendizaje. Los resultados pueden verse en la Tabla 41. Se utilizaron pruebas de correlación no paramétricas. Los sujetos y parejas de estímulos incluidos en esta prueba fueron los mismos que en la anterior.

Discriminabilidad / Criterios		60	67	75	80(2)	80(3)	80(final)
Discriminabilidad Nominal (Muestras)	Coefficiente de correlación	-,392*	-,345	-,348	-,348	-,379*	-,460*
	Sig. (bilateral)	,026	,053	,051	,051	,032	,008
	N	32	32	32	32	32	32
Discriminabilidad Nominal (comparaciones)	Coefficiente de correlación	,035	-,015	-,096	-,123	-,186	-,148
	Sig. (bilateral)	,847	,935	,600	,504	,308	,418
	N	32	32	32	32	32	32

\* La correlación es significativa con un error alfa de 0,05

**Tabla 41: Experimento final. Correlación entre la discriminabilidad nominal de los estímulos y los distintos criterios de aprendizaje.**

Como se puede ver, la discriminabilidad nominal atribuida a las muestras fue el factor más significativo a la hora de determinar el número de ensayos necesarios para alcanzar los sucesivos criterios de aprendizaje delimitados. A mayor discriminabilidad nominal de las muestras, se observa en general un menor número menor número de sesiones necesarias para alcanzar el criterio de aprendizaje. Esta relación es estadísticamente significativa en el caso de los criterios 60, 80(3) y 80(final), aunque en el resto de los casos está al borde de la significación.

La discriminación nominal de las comparaciones no correlacionó significativamente con las sesiones necesarias para alcanzar los criterios de aprendizaje.

Adicionalmente, se realizó un análisis multivariante para tratar de establecer más claramente la influencia de la discriminabilidad nominal de los estímulos en la superación de los criterios de aprendizaje. El análisis incluyó también a los sujetos del Grupo 1 que completaron alguna discriminación con los mismos estímulos que aparecen en la Tabla 20: Experimento final. Discriminabilidad nominal de los estímulos de muestra y comparación utilizados. Se planteó un modelo en el que la discriminabilidad nominal de los estímulos era la variable independiente y la proporción de sesiones necesarias para alcanzar cada criterio era la variable dependiente (ver Tabla 38: Experimento final. Análisis de las curvas de adquisición. ). El análisis de la varianza indicó que el modelo era significativo sólo para el último criterio ( $F(6, 33) = 9,899$ ; Sig. = 0,000). De los factores considerados, sólo la discriminabilidad nominal de las muestras fue relevante ( $F(2, 33) = 4,612$ ; Sig. = 0,017). Ni la discriminabilidad nominal de las comparaciones ni la interacción fueron estadísticamente significativos. El modelo explicó de dos tercios de la varianza de la variable dependiente ( $R^2 = 0,643$ ).

### **3.3.6 Discusión**

Los resultados del experimento final pueden resumirse en dos conclusiones principales. En primer lugar, con este diseño no se ha detectado la aparición progresiva de simetría, como propone la hipótesis de los ejemplares. En segundo lugar, las configuraciones particulares de estímulos han sido el principal factor a la hora de determinar la velocidad de adquisición de las discriminaciones condicionales.

Otro de los resultados más destacables ha sido el bajo número de discriminaciones aprendido por algunos de los sujetos, algo que probablemente está relacionado con ambas cuestiones. A continuación pasamos a analizar con más detenimiento las variables que apoyan estas conclusiones y explican los resultados.

#### **3.3.6.1 Análisis de las sesiones válidas**

Como se puede comprobar en el punto 3.3.5.1, el porcentaje global de los errores ha sido moderado, ascendiendo a un 8,44% del total de las 4391 sesiones realizadas. Como pudimos observar en los estudios piloto previos, en unos experimentos tan prolongados como los que exige la hipótesis de los ejemplares, la presencia de distintos errores va a ser prácticamente inevitable, tanto por limitaciones de los aparatos como por el propio componente humano. Asumiendo que los errores experimentales no pueden ser erradicados en un procedimiento como este, al categorizarlos e identificarlos hemos podido al menos descartar su influencia diferencial en distintas variables del experimento. Así, se ha demostrado que la distribución de errores ha sido homogénea respecto a la cámara experimental, los sujetos y el número de sesiones hasta el criterio. Asimismo, también se comprobó que otra posible fuente de error, el número de días en que se pasaba sesión, no influyó significativamente en esta última variable.

Sin embargo, el hecho de que los errores experimentales no muestren un efecto diferencial en las variables consideradas no significa que no afecten al resultado. Como hemos visto en el análisis individual, las sesiones no válidas van seguidas en muchas ocasiones por caídas bruscas en el índice de aciertos de la discriminación. Aunque no tenemos una referencia externa para cuantificar la magnitud del efecto de los errores, por su naturaleza probablemente han contribuido a disminuir la velocidad de aprendizaje global de los sujetos. Por ejemplo, los fallos del comedero, que son el tipo de error más relevante por su frecuencia (un 6,22% de las sesiones), funcionan como ensayos en extinción. Intercalados con una distribución aleatoria en un programa de reforzamiento continuo de cada ensayo de discriminación, su efecto es disminuir la tasa de respuesta y el valor de los estímulos como discriminativos (Skinner, 1938; Ferster y Skinner, 1957). En este sentido, es de esperar que los errores también contribuyan a disminuir el porcentaje de aciertos y el nivel asintótico de la discriminación. Respecto a este último aspecto, es probable que hayan contribuido a alargar artificialmente el periodo de aprendizaje de las discriminaciones.

### **3.3.6.2 Análisis de resultados individuales**

En su conjunto, los resultados individuales nos informan en primer lugar de una importante variabilidad en el número de sesiones que necesita un mismo sujeto para aprender las discriminaciones condicionales. Otro tipo de variabilidad es la que se da entre los sujetos, donde el rango de sesiones hasta el criterio oscila entre las 7 y las 239. Otro aspecto destacable de estos resultados es que varias de las curvas de aprendizaje que se han presentado anteriormente (ver punto 3.3.5.2, Gráfica 9 a Gráfica 16) muestran pautas de adquisición que en ocasiones se alejan del patrón estándar de aprendizaje de una discriminación condicional. En algunos casos se observan caídas bruscas en el porcentaje de acierto, como hemos visto en el punto anterior, pero también se pueden encontrar periodos prolongados en los que el

porcentaje de aciertos oscila en torno a un valor sin que aumente durante un considerable número de sesiones (p. ej. S11, discriminación D – C. Ver Gráfica 11). Dentro de la variabilidad que se ha mencionado, en algunas discriminaciones la adquisición resulta lenta comparada con experimentos revisados anteriormente; especialmente si tenemos en cuenta que el criterio de aprendizaje utilizado es menos estricto que en otros estudios de discriminación condicional arbitraria, donde es frecuente delimitar criterios del 85% o 90% de respuestas correctas (p. ej. Carter y Eckerman, 1975; Mackay, 1991). La existencia de estas fluctuaciones nos lleva a considerar que, al igual que ocurrió en el Experimento piloto 2, el criterio de aprendizaje resultase demasiado estricto, es decir, que estuviera demasiado cerca o incluso sobrepasase el nivel asintótico de discriminación que permitía nuestra configuración experimental, al menos en el caso de las parejas de estímulos más difíciles de discriminar. Por ejemplo, en el mismo experimento de Carter y Eckerman (1975) la mitad de los sujetos con las parejas de estímulos menos discriminables (líneas) no llegaron al criterio marcado. Este hecho, unido a la existencia de errores detectados en las sesiones, moderados pero impredecibles, podía explicar el elevado número de sesiones que han requerido algunas discriminaciones. Resulta plausible suponer que si el criterio de aprendizaje se sitúa demasiado cerca del nivel asintótico en alguna discriminación, los datos puedan verse alterados por un error aleatorio; pero la probabilidad de que esto suceda será tanto mayor cuanto más cerca de la asíntota se sitúe el criterio, ya que conforme aumenta el número de sesiones necesarias, aumentará la probabilidad de aparición de un posible error que haga caer el porcentaje de aciertos y prolongue artificialmente el proceso de aprendizaje.

Pero de la misma forma, también es necesario destacar que un número importante de discriminaciones se aprenden de forma muy rápida. En el estudio de estos mismos autores, utilizando un procedimiento de demora cero, se obtienen unos niveles del 80% de aciertos en aproximadamente 7 – 8 sesiones con la combinación de estímulos

más discriminables (colores). En nuestro experimento, la velocidad de aprendizaje de las discriminaciones más rápidas se aproxima a ese valor, lo que resulta más llamativo teniendo en cuenta que nuestro procedimiento de discriminación condicional incluye un segundo de demora entre las muestras y las comparaciones. A ese respecto podemos concluir que el objetivo de desarrollar un procedimiento experimental que permita el uso de un gran conjunto de estímulos visuales en discriminaciones condicionales ha sido cumplido. Las modificaciones realizadas en las cámaras experimentales y las secuencias experimentales programadas ofrecen las condiciones necesarias para realizar esta tarea con éxito.

Otro aspecto relevante es la gran cantidad de datos que se han perdido por distintos motivos, y especialmente en el Grupo 1 con las muestras en posición aleatoria. Una paloma de este grupo (S10, Set 1, BA) no llegó a realizar ninguna discriminación completa. Otra sólo aprendió una (S12, Set 2, BA) y una tercera no completó el experimento (S11, Set2, AB). No obstante, dos palomas de cada set de estímulos llegaron a realizar varias discriminaciones (S09, Set 1 y S11, Set2), lo que descarta que las dificultades encontradas se deban exclusivamente al uso de muestras y comparaciones “móviles”. De hecho, las primeras discriminaciones de ambos sujetos se aprenden en 25 y 26 sesiones respectivamente, una cifra más baja que el promedio del Grupo 2 (41,8 sesiones por discriminación). Por lo tanto, el procedimiento experimental también reúne las condiciones necesarias en este grupo. Otras variables deben ser responsables del bajo número de discriminaciones que realizaron estos sujetos. Sin embargo, esclarecer cuáles son no es sencillo debido a que, por razones ajenas a nuestro estudio, las discriminaciones no válidas se han concentrado en este grupo. En el caso de la paloma 10, debido probablemente a una enfermedad de la que no se llegó a recuperar; en el caso de la paloma 11, porque murió poco después de la mitad del experimento. En el caso de la paloma 12, no tenemos ninguna explicación. Su ejecución en las fases previas del experimento fue normal, y en el segundo

experimento piloto, aunque más lentamente que S09 y S11, comenzó a aprender la discriminación. Sin embargo, al pasar al experimento final, tardó 96 sesiones aprender una discriminación que a su control sólo le tomó 25, y a partir de ahí no volvió a cumplir ningún criterio, a pesar de que su índice de aciertos llegó a ser alto en momentos puntuales. Por otra parte, este sujeto no compartía ninguna característica con el otro sujeto problemático, S10, ya que tanto el conjunto de estímulos como la cámara experimental eran distintas para ambos. Podemos hipotetizar, en base a toda esta información, que algún factor ajeno al experimento podía estar afectando su comportamiento. Quizás pueda tratarse de alguna enfermedad o un fallo de la vista, pero no tenemos ninguna evidencia independiente que lo demuestre.

La falta de datos debida a distintas causas extraexperimentales en cada uno de los sujetos dificulta en gran medida la identificación de las variables experimentales responsables de la ejecución de los sujetos restantes. Por ejemplo, ninguno de los respectivos controles de las palomas 09 y 11 respecto al orden de entrenamiento completó ninguna inversión, lo que nos priva de un control válido de este factor. De la misma forma, también impide disponer de una replicación de los resultados de sus discriminaciones, ya que la discriminación directa de un sujeto era la misma que la inversa de su control. Tampoco entre las palomas 09 y 11 se pueden establecer comparaciones sistemáticas, al estar asignado cada sujeto a un conjunto de estímulos diferentes. En el Grupo 2, no obstante, sí disponemos de un control parcial de la ejecución de ambos sujetos.

Por otra parte, en cuanto a la hipótesis de los ejemplares, el análisis visual de las discriminaciones realizadas por los sujetos individuales no permite apreciar una relación entre el entrenamiento en simetría y la velocidad de adquisición. Las discriminaciones más rápidas y más lentas alternan a lo largo del entrenamiento de

cada sujeto sin que se vislumbre un patrón claro, por lo que son necesarios análisis adicionales.

### **3.3.6.3 Análisis de los resultados grupales**

Como se ha mencionado, la pérdida de datos por distintos motivos en el Grupo 1, así como el bajo número de discriminaciones que realizan estos sujetos, limita en gran medida nuestra capacidad de análisis grupal. No sólo contamos con un número de casos menor que en el Grupo 2, sino que además carecemos de los controles establecidos para el orden de los estímulos y las replicaciones de cada discriminación (ver punto 3.3.6.3). En un principio, achacamos a esos motivos el comportamiento anómalo de la variable dependiente que encontramos en los análisis exploratorios. Como vimos, la variable número de sesiones hasta el criterio no cumple los requisitos de normalidad y homogeneidad de varianzas en los distintos niveles de los factores entresujetos del diseño (ver punto 3.3.5.3).

Centrándonos en el factor Grupo, los análisis visuales y descriptivos parecen apuntar a que existen diferencias entre el grupo con muestras en posiciones aleatorias y el grupo con muestras fijas en cuanto al número de discriminaciones aprendidas. Sin embargo, las pruebas estadísticas pertinentes no encuentran una diferencia significativa en el número de sesiones hasta el criterio entre los grupos. Desde nuestro punto de vista, este resultado es más un reflejo de la baja potencia de análisis estadístico de nuestros resultados, que de una ausencia de efecto de la variable independiente. El efecto de la posición aleatoria de los estímulos en la adquisición de la discriminación condicional es claro en la literatura revisada (ver punto 1.3.2.3) y también se ha podido constatar en el Experimento piloto número 2, utilizando un diseño muy similar al presente. Además, la comparación utilizando los controles experimentales respecto a cada discriminación que comparten los sujetos 09 y 11 con sus respectivos controles en el

Grupo 2 también indica una diferencia importante en el número de sesiones (108,43 sesiones por discriminación en el Grupo 1 frente a 46,55 en el Grupo 2).

Con todo, debemos asumir que nuestros resultados no permiten extraer conclusiones robustas acerca del efecto de la correlación posición – función entre muestras y comparaciones ni en la adquisición de múltiples discriminaciones condicionales, ni en la posible derivación de simetría. Futuros experimentos deberán volver a plantear esta cuestión (ver punto 5.4).

Respecto al conjunto o set de estímulos, las diferencias a primera vista en el número de discriminaciones aprendidas por los sujetos también parecen indicar diferencias respecto a este factor. Globalmente, los sujetos en el Set 1 necesitan más del doble de las sesiones que los del Set 2 para aprender cada discriminación condicional (76,27 sesiones de media frente a 35,17, respectivamente). Sin embargo, la variabilidad encontrada es muy grande (ver Tabla 35), y una vez más, el comportamiento estadístico de la variable es anómalo y limita las pruebas que se pueden realizar. Cuando esta variable se considera globalmente, incluyendo todas las discriminaciones de cada uno de los sets, el requisito de homogeneidad de varianzas entre los niveles no se cumple, lo que no nos permite realizar pruebas, sean paramétricas o no, para tratar de detectar posibles diferencias. Sin embargo, vimos que al reducir los casos a los conjuntos de estímulos compartidos por todos los sujetos (es decir, las dos primeras dobles parejas de estímulos de cada set) la condición de homocedasticidad se cumplía. En este punto las pruebas también confirmaron que los sujetos del Set 1 necesitaban significativamente más ensayos para llegar al criterio que los sujetos del Set 2.

Encontrar diferencias entre los dos conjuntos de estímulos, cuyos elementos se eligieron y asignaron al azar, no entraban dentro de lo previsto en el diseño original del

experimento. Este hecho hace pensar que las distintas configuraciones de estímulos ejercen un efecto mucho más importante en las discriminaciones de los sujetos de lo que en un principio se había supuesto. Es probable que el comportamiento anómalo de la variable dependiente no se deba únicamente a la pérdida de datos en el Grupo 1, sino que las distintas parejas muestra comparación que componen cada discriminación estén determinando la gran variabilidad en los resultados que encontramos. El análisis de las distribuciones de frecuencias en cada uno de los factores del diseño (ver Gráfica 18), así como las pruebas estadísticas aplicadas posteriormente, hacen plausible suponer que los datos grupales no recogen los resultados de una única variable medida con errores aleatorios. Esto significaría que la variable aglutina información con componentes de variación sistemática adicional, lo que a su vez explicaría que dichas pruebas no se cumplan. En esta misma línea, vemos que la desviación típica de la variable aumenta respecto a la media conforme aumenta el número de discriminaciones en cada grupo que consideramos (ver Tabla 34 y Tabla 35). Así, por ejemplo, en el Grupo 2, donde hay un total de 49 discriminaciones, la desviación típica es incluso mayor que la media. Complementariamente, cuando la variabilidad es reducida (al limitar el número de discriminaciones a las comunes a todos los grupos), vemos que la condición de homocedasticidad se cumple, lo que indica que los datos son también más homogéneos.

Considerada de forma global, la ausencia de normalidad y de homocedasticidad en los datos de múltiples discriminaciones nos hace suponer que existe una fuente de variabilidad sistemática en los datos. De acuerdo con el resto de los análisis realizados, suponemos que ese efecto está relacionado con los distintos conjuntos de estímulos, lo que dificulta en gran medida la posibilidad de análisis grupal a la vez que introduce una importante fuente de variación no deseada en nuestro diseño.

#### **3.3.6.4 Análisis comparativo de discriminaciones directas e inversas**

Aunque la influencia de las distintas discriminaciones pueda ser un inconveniente metodológico para poner a prueba la hipótesis de los ejemplares en la derivación de simetría, también es cierto que no hay razones teóricas para suponer que haya invalidado nuestro diseño en ese sentido.

En cualquier caso, un primer análisis general basado en las puntuaciones directas de los sujetos no encuentra relación entre el número de discriminaciones e inversiones aprendidas y el número de sesiones necesarias para alcanzar el criterio de aprendizaje (ver punto 3.3.5.4 y Tabla 37). Dado que el resultado absoluto en cuanto a número de discriminaciones hasta el criterio parece verse influenciado por el conjunto de estímulos utilizado, realizamos una transformación de los datos a la *proporción* de sesiones necesarias hasta el criterio (ver Gráfica 19 a Gráfica 26).

Si nos centramos en los sujetos del Grupo 1, encontramos pocos datos válidos como para poder aventurar una tendencia (ver Gráfica 19 a Gráfica 22). El posible efecto del entrenamiento en ejemplares con muestras en posición aleatoria en la derivación de simetría deberá ser estudiada nuevamente en otros experimentos (ver punto 5.4).

En el Grupo 2, el sujeto 13 (ver Gráfica 23) sólo completa dos inversiones con aproximadamente la misma proporción de sesiones para las discriminaciones directas (40%) que para las inversas (60%). Este sujeto no consigue completar la discriminación E – F, F – E, por lo que, al igual que en el caso de los sujetos del grupo 1, no tenemos datos suficientes. En las tres discriminaciones que completa el S14 (ver Gráfica 24) tampoco se puede encontrar una tendencia clara. Si bien en la tercera discriminación emplea algo menos del 40% de las sesiones en aprender la discriminación inversa, frente al 60% de la directa, estamos aproximadamente ante la misma proporción que en la primera discriminación. En cualquier caso, la

discriminación G – H, H – G rompería una posible tendencia favorable a la hipótesis de los ejemplares, ya que en la inversión no logra cumplir el criterio después de realizar cuatro veces más ensayos que en la discriminación directa.

La actuación de los sujetos 15 y 16, al realizar más inversiones completas, aporta algo más de información. Si analizamos las seis primeras discriminaciones del sujeto 15 (ver Gráfica 25), podría parecer que hay una progresión hacia disminuir la proporción de sesiones inversas necesarias para alcanzar el criterio respecto de las directas. Sin embargo, si se comparan una a una con las seis discriminaciones que comparte con el sujeto 16 y su respectiva inversión (ver Gráfica 27 y Gráfica 28), se puede observar que la imagen inferior es prácticamente un reflejo especular de la imagen superior (o dicho de otra forma, muestran una simetría bilateral aproximada respecto al eje horizontal). Esto nos muestra que ambos sujetos emplean aproximadamente la misma proporción de ensayos en aprender cada relación muestra comparación, independientemente de si el orden de entrenamiento es, por ejemplo, A – B, B – A o B – A, A – B. El control recíproco que ambos sujetos ejercen respecto al orden de entrenamiento nos indica que la proporción de sesiones necesaria para aprender cada discriminación la ha determinado el conjunto de estímulos entrenados como muestras o comparaciones. Aunque la discriminabilidad nominal de una pareja de estímulos sea la misma, debemos recordar que en el aprendizaje de una discriminación condicional no influye de la misma manera la discriminabilidad de las muestras que la de las comparaciones, siendo más determinante la primera (Carter y Eckerman, 1975; Carter y Werner, 1978). Por este motivo, la interpretación más plausible de los datos de ambos sujetos es que al cambiar las muestras por las comparaciones, las posibles diferencias en discriminabilidad hacen que las discriminaciones en una dirección se aprendan a una velocidad diferente que en la otra. No disponemos de una medida

independiente de la discriminabilidad nominal de los estímulos<sup>20</sup>, y por lo tanto hemos de inferirla de su actuación en el aprendizaje de la tarea. Sin embargo, estando el resto de las condiciones controladas (excepto el orden de entrenamiento, que es diferente para cada sujeto, pero no parece influir), y contando con seis replicaciones del fenómeno, esta explicación es sólida. Además, otras evidencias parecen corroborarla.

Con algunas variaciones, este mismo fenómeno se observa también en la paloma 11 del Grupo 1, que comparte el mismo Set de estímulos con los sujetos 15 y 16. En las dos inversiones completas en las que ambos sujetos se pueden comparar, observamos que las proporciones entre discriminaciones directas e inversas son aproximadamente 50% - 50% en la primera y 25% - 75% en la segunda, respectivamente. Es decir, las mismas que para la paloma 15, que comparte el mismo orden de entrenamiento. En los sujetos del otro Set de estímulos, observamos similares repartos de proporciones en la primera discriminación. La paloma 09 emplea el 20% de las sesiones en aprender la discriminación directa y el 80% restante en aprender la inversa. De forma menos acentuada, la paloma 13 también invierte una mayor proporción de sesiones en aprender la discriminación directa (40%) que la inversa (60%). Justo al contrario que la paloma 14, que se enfrenta a los estímulos en el orden inverso a las dos anteriores (60% y 40%, respectivamente), confirmando la misma proporción de sesiones ante iguales configuraciones de estímulos pero presentadas en el orden contrario. En el único caso en que esta proporción no se cumple es al comparar la segunda inversión de los sujetos 13 y 14. La paloma 13 emplea el 39% de los ensayos en aprender la discriminación directa frente al 61% en

---

<sup>20</sup> En los puntos 3.3.5.6 y 3.3.6.6 utilizamos una aproximación a la discriminabilidad nominal de los estímulos, pero no lo suficientemente sensible como para contrastar estas diferencias. Los detalles de esta medida se encuentran en el punto 3.3.4.

la inversa, y la paloma 14 una proporción similar (37% - 63%), pero con los estímulos en el orden inverso. No obstante, en la siguiente discriminación, ambos sujetos nos proporcionan otra coincidencia: Donde el S13 tarda 239 sesiones en aprender una discriminación, la paloma 14 no llega a cumplir el criterio después de 204 sesiones. Sin embargo, sí llega a aprender la discriminación contraria en aproximadamente la cuarta parte del tiempo (53 sesiones), confirmando la importancia del orden de entrenamiento, como muestra y comparación, de las mismas parejas de estímulos.

Podemos estar razonablemente seguros, por lo tanto, de que en las seis primeras inversiones del sujeto 15, la distribución a lo largo de las discriminaciones de la proporción entre sesiones directas e inversas es un resultado de la diferencia entre la discriminabilidad de las muestras y las comparaciones cuando cambian su papel. Sin embargo, al considerar globalmente las 12 inversiones que este sujeto realiza, vemos que la tendencia general era a una disminución de la proporción de entrenamiento necesario para las discriminaciones inversas, tal como sugiere la hipótesis de los ejemplares (ver Gráfica 29). Al fin y al cabo, aunque la influencia de la discriminabilidad de los estímulos no se puede negar, éstos fueron asignados al azar en las 12 inversiones, y es posible pensar que por debajo de “ruido” generado por este factor, el entrenamiento en simetría está comenzando a producir los resultados esperados.

No obstante, numerosos factores nos llaman a la prudencia en la interpretación de este dato. En primer lugar, por que el efecto es de escasa importancia (se trata de una disminución de aproximadamente el 10% en 12 inversiones); en segundo lugar, porque hasta donde hemos podido comparar con el sujeto de control, vemos que existe una gran cantidad de variabilidad que podría ser explicada por otros factores (como los estímulos utilizados), y que constituye un efecto de mucha mayor magnitud que éste; y en tercer lugar, porque el bajo número de datos disponibles ( $n = 12$ ) hace

que las pruebas estadísticas al uso, como la regresión lineal, no resulten fiables. Desde nuestro punto de vista, mientras este resultado no sea replicado con un control apropiado de la discriminabilidad de los estímulos, la interpretación más parsimoniosa es asumir que se debe a las configuraciones de estímulos utilizadas, y no a la derivación de simetría.

#### **3.3.6.5 Análisis de otros criterios de aprendizaje**

En el punto 3.3.5.5 definimos seis criterios de aprendizaje progresivos. Definimos como “fase de adquisición” el periodo desde el azar hasta el criterio del 75% de aciertos en dos sesiones consecutivas, y como “fase de asíntota” el periodo desde ese criterio hasta el criterio final del 80% en tres sesiones consecutivas en las dos clases de estímulos. En el promedio de los sujetos y las discriminaciones, la proporción de sesiones empleada en la fase de adquisición es del 55%, mientras que en la fase de asíntota se consumen el 45% de las sesiones (ver Tabla 38).

Sin embargo, esta distribución no aparece igual para todas las discriminaciones. Combinando la información visual de las gráficas (ver Gráfica 30 a Gráfica 44) con los resultados numéricos de la Tabla 38, se puede encontrar que la prolongación del periodo de aprendizaje en la fase de asíntota se replica especialmente entre los sujetos que comparten la misma configuración de estímulos. De igual modo, también las discriminaciones que no muestran este “efecto de la asíntota” y se aprenden de forma más gradual, tienden a agruparse según esta variable. Esto nos lleva a suponer que, en las discriminaciones donde encontramos una mayor dificultad para llegar al criterio fijado, éste estaba muy cerca del nivel máximo de discriminación al que podían llegar los sujetos en nuestra situación experimental. Probablemente las características físicas de cada configuración de estímulos particular son las responsables de este efecto. El orden de entrenamiento no parece haber influido en este resultado, y una

vez eliminado este factor, la configuración de estímulos es la única condición que ha variado sistemáticamente de una discriminación a otra para producir este efecto.

En los casos en que la adquisición ha sido paulatina y sin saltos bruscos entre criterios intermedios, probablemente el criterio final ha sido una medida fiable y comparable del aprendizaje de los sujetos. Pero en las discriminaciones en las que detectamos una gran desproporción de entrenamiento dedicado a aumentar un pequeño porcentaje de aciertos, estamos ante un sesgo potencial en la variable dependiente que dificulta la comparación entre la velocidad de adquisición de unas discriminaciones y otras.

Por otra parte, a través del análisis de los criterios de aprendizaje presumiblemente más libres de esta posible distorsión (dos sesiones consecutivas con el 60% o el 67% de aciertos o más), tampoco hemos encontrado indicios de simetría derivada. Las gráficas para los sujetos con una mayor secuencia de sesiones (ver Gráfica 45 y Gráfica 46 para el S1 y Gráfica 47 y Gráfica 48 para el S16) muestran aproximadamente el mismo perfil que las gráficas con el criterio de aprendizaje final (ver Gráfica 25 y Gráfica 26). La única diferencia apreciable es que en los primeros criterios las diferencias en las proporciones entre discriminaciones directas e inversas son menos marcadas.

### **3.3.6.6 Análisis de discriminabilidad de los estímulos**

Diversos elementos en los análisis anteriores confluían en señalar que las características de los estímulos estaban jugando un importante papel en la explicación de los resultados de este experimento. Como ya señalamos, éste no era un aspecto que nuestro diseño abordase *per se*, sino una variable extraña que tratamos de controlar con distintos medios (uso de un gran número de estímulos, aleatorización de su asignación, creación de dos conjuntos de estímulos, contrabalanceo del orden de entrenamiento, etc.). Sin embargo, múltiples indicios apuntaban a que el efecto era de

mayor magnitud de lo que habíamos previsto y merecía una explicación. Todas estas evidencias nos llegaban a través de medidas *a posteriori* de la actuación de los sujetos, es decir, medidas a través de un índice de discriminabilidad global, como la definimos anteriormente. Por ello creímos necesario tratar de aportar una evidencia independiente de que las características perceptivas de las muestras y las comparaciones estaban influyendo en la velocidad de adquisición de las distintas discriminaciones condicionales.

Como hemos visto en el punto 3.3.5.6, la aproximación que se ha planteado a la discriminabilidad nominal de las parejas de muestras y comparaciones explica casi dos tercios de la varianza de la variable dependiente, la discriminabilidad global o dificultad de la discriminación. Cuanto más distintos entre sí son los estímulos de muestra y comparación (es decir, cuanto mayor es su discriminabilidad nominal), más fácilmente se aprenden las discriminaciones en las que están involucrados, independientemente del orden en que son entrenados. Estas diferencias pueden asimismo explicar los distintos resultados encontrados en ambos sets de estímulos en cuanto al número de discriminaciones completadas por los sujetos y al número de sesiones hasta el criterio, ya que los estímulos utilizados en cada set obtuvieron diferentes puntuaciones en discriminabilidad nominal, más altas para el Set 2 y más bajas para el Set 1 (ver Tabla 40).

Más aún, las estimaciones de la discriminabilidad nominal de los estímulos se relacionan con la cantidad de entrenamiento necesaria para superar los distintos criterios de aprendizaje, y lo que es de particular interés, contribuyen a explicar la prolongación del entrenamiento en la última fase del periodo de asíntota. La discriminabilidad de los estímulos utilizados como muestra parece tener el papel preponderante en este resultado (ver Tabla 41), por encima de la discriminabilidad de las comparaciones y en concordancia con los resultados de Carter y Eckerman (1975)

y de Zentall, Urcuioli, Jagielo y Jackson-Smith (1989). En particular, se ha encontrado que las diferencias en discriminabilidad de las muestras fueron al menos en parte responsables de la prolongación del periodo de asíntota entre el criterio 80(3) y el criterio final.

No obstante, en este terreno quedan todavía muchos factores que analizar con más detalle. Siendo conscientes de las limitaciones de un análisis *a posteriori*, el examen que se ha realizado es más un prueba de concepto que una determinación exhaustiva de la influencia de la discriminabilidad nominal de los estímulos, lo cuál requeriría un abordaje diferente (ver punto 5.4). Dado que las imágenes utilizadas fueron aleatorizadas, no teníamos ningún control sobre su discriminabilidad, ni por separado ni como pareja de muestras o comparaciones. Por ello optamos por estimar su discriminabilidad nominal a través del juicio de los experimentadores. Debido a la complejidad de los estímulos utilizados, nos atuvimos únicamente a una variable, el color, que parece ser la dimensión del estímulo más relevante para las palomas (ver puntos 1.3.1.8 y 1.3.1.9). De esta forma tratamos de mantener el diseño simple y a la vez maximizar la cantidad de varianza explicada. Por supuesto, esto hace que nuestro análisis excluya otras características que pueden ser también relevantes, y por tanto, hace que perdamos capacidad explicativa.

Lo mismo puede decirse de la variable dependiente. Al seleccionar en la primera prueba de discriminabilidad sólo los estímulos de las discriminaciones que han completado al menos dos sujetos, y limitar nuestro índice al Grupo 2, hemos restringido nuestro análisis, que no pretende explicar todo lo ocurrido en el experimento. A cambio, hemos controlado el posible efecto del orden de la discriminación y las diferencias entre los sujetos. Esto nos ha proporcionado una medida más fiable de la dificultad global de la discriminación no sólo en su periodo asintótico, sino a lo largo del proceso de adquisición. La mayor sensibilidad de esta

variable dependiente puede explicar que encontremos efectos significativos tanto para la discriminabilidad nominal de las muestras como para las comparaciones en el análisis de la varianza. Por el contrario, en las siguientes pruebas, al utilizar variables dependientes en las que no se habían controlado esas posibles fuentes de variación (número de ensayos y proporción de ensayos hasta el criterio final) sólo observamos efectos estadísticamente significativos en el factor más destacado, la discriminabilidad de las muestras.

## 4 Discusión General

Hasta donde esta serie experimental ha podido llegar, la cantidad de entrenamiento necesario para aprender discriminaciones simétricas no disminuye conforme se entrenan más inversiones. El procedimiento de entrenamiento descrito en el experimento final no ha conseguido aportar evidencias contundentes a favor de la hipótesis de los ejemplares en ninguno de los grupos experimentales. No obstante, consideramos que el diseño que hemos presentado proporciona unas bases más sólidas de las que partir en la investigación con animales no humanos enmarcada en esta hipótesis.

Desde el punto de vista tecnológico, se ha conseguido desarrollar un procedimiento experimental que permite el uso de un conjunto de estímulos visuales virtualmente ilimitado en un procedimiento de discriminación condicional. En este sentido, el sistema de presentación de estímulos, registro de las respuestas y control de la cámara experimental instalado en el Laboratorio de Psicología Básica de la UNED, hasta donde tenemos conocimiento, es único en España, si no en Europa. El sistema que funciona en nuestro laboratorio puede adaptarse a cualquier modificación procedimental o paramétrica posible en una discriminación simple o condicional, aunque con algunas limitaciones en la resolución temporal cuando el número de estímulos es elevado. Esto abre unas enormes posibilidades de investigación, facilitando el uso de procedimientos experimentales con sujetos no humanos que se acercan cada vez más a los utilizados en la investigación con humanos, donde es usual desde hace años emplear pantallas táctiles de ordenador en las investigaciones.

En lo procedimental, esta serie experimental ha conseguido diseñar con éxito una serie de pautas y secuencias de entrenamiento que permiten el aprendizaje de un gran

número de relaciones arbitrarias entre estímulos en sujetos no humanos (ver puntos 3.1.4 y 3.2.4). El procedimiento se puede adaptar a un número muy variado de situaciones experimentales, y en particular resulta apropiado para continuar la experimentación relacionada con la teoría de ejemplares.

Otro aspecto destacable de este estudio es el énfasis en la discriminabilidad de los estímulos como factor relevante en el aprendizaje de múltiples discriminaciones condicionales, por una parte, y como elemento que puede contribuir a dificultar la derivación de simetría y otras conductas derivadas en los experimentos tradicionales de discriminación condicional en animales no humanos.

Respecto a la adquisición, varios estudios en la literatura sobre discriminaciones condicionales se han centrado en la influencia de la discriminabilidad de los estímulos como factor de destacada importancia en el aprendizaje de esta tarea (p. ej. Wright, 1974; Carter y Eckerman, 1975; Whyte y Boren, 1976; Wright, 1978; White y cols., 1985; Zentall y cols., 1989; Godfrey y Davison, 1999). Generalmente estos estudios se realizan con un número restringido de estímulos simples y cuya discriminabilidad es controlable a lo largo de una o unas pocas características físicas, como la longitud de onda en el caso del color o la inclinación de una línea en el caso de la forma. El objetivo de la mayoría de estas investigaciones ha sido hacer hincapié en la influencia de la discriminabilidad de los estímulos en distintos parámetros de la adquisición.

Por otra parte, también encontramos ejemplos de experimentos que se han realizado con múltiples ejemplares y estímulos visuales muy variados, tanto en discriminaciones simples (p. ej. Herrnstein y cols., 1976; Vaughan y Herrnstein, 1987; Vaughan, 1988; Watanabe, 2001) como condicionales (p. ej. Wright y cols., 1988; Schusterman y Kastak, 1993; Wasserman, Hugart y Kirkpatrick-Steger, 1995), pero que estaban centrados en la adquisición y/o la transferencia de la discriminación, generalmente

mediante ensayos de prueba, y no en las características de los estímulos *per se* y su influencia en el aprendizaje de las discriminaciones condicionales. Por ejemplo, en las series experimentales de Wright y sus colaboradores (ver p. ej. Katz y cols., 2008) se utilizan una serie de dibujos sobre fondo negro representados en 256 colores, pero con una gama limitada dentro de cada uno. En este contexto, es plausible suponer que el control de estímulo era ejercido primordialmente por la diferencia de color entre cada imagen.

Sin embargo, ambas líneas de investigación raramente se han cruzado. Al enfrentarnos a la tarea de entrenar múltiples discriminaciones condicionales y sus inversas con un importante número de estímulos, y especialmente por el hecho de utilizar como prueba la transferencia a nuevas discriminaciones, la discriminabilidad nominal de cada grupo de muestras y comparaciones ha resultado ser un factor especialmente relevante en nuestro estudio. Podemos separar dos consecuencias diferentes de esta variable: las diferencias en la adquisición de las distintas discriminaciones, por una parte, y las diferencias en el aprendizaje de las discriminaciones inversas, por otra. Además, la discriminabilidad de los estímulos ha influido de dos maneras: en la adquisición de las discriminaciones y en el nivel asintótico.

La influencia de la discriminabilidad de los estímulos en la curva de adquisición y su nivel asintótico es un dato muy a tener en cuenta en los experimentos en los que se mide la derivación de conductas no entrenadas a través de fases de transferencia como en nuestro caso. Un efecto así puede aumentar artificialmente en entrenamiento necesario para la adquisición de una discriminación en una magnitud muy significativa. Por ese motivo, cuando los estímulos implicados en el entrenamiento son diferentes a los de la fase de transferencia, o cuando sólo cambian su función como muestra y comparación, el número absoluto de sesiones hasta el criterio es una medida

difícilmente comparable entre distintas discriminaciones de un mismo sujeto. Del mismo modo se pueden producir dificultades cuando estas transformaciones se dan en procedimientos que utilizan ensayos de prueba discretos para medir la derivación de comportamiento novedoso.

Un aspecto de especial relevancia para la investigación sobre simetría es el efecto de la discriminabilidad de los estímulos al invertir la relación muestra – comparación. Como hemos podido comprobar en numerosas ocasiones a lo largo del último experimento de esta serie, la discriminabilidad de las parejas de muestras y de comparaciones tiene un efecto diferencial en la velocidad de adquisición de cada discriminación condicional cuando sus papeles se intercambian. El ejemplo más extremo de nuestro experimento en proporción de ensayos lo encontramos en la discriminación J – I, I – J de I Set 2 (ver Tabla 42). Cuando los estímulos A1 y A2 funcionaron como muestras (ver Tabla 40), la dificultad global de la discriminación, promediada para los dos sujetos y medida en todos los criterios de aprendizaje, fue 2,72 veces mayor que en la discriminación inversa. Estos estímulos reciben también los índices más dispares en nuestro sencillo sistema de clasificación de la discriminabilidad.

Discriminación J – I, I – J, Set 2			
A1	A2	B1	B2
			

Tabla 42: Ejemplo de diferencias en discriminabilidad en el Experimento final. Discriminación J - I, I - J, Set 2.

Las diferencias van más allá del tiempo absoluto destinado al entrenamiento, ya que se ha encontrado que la discriminabilidad nominal de los estímulos puede interactuar con el criterio de aprendizaje marcado, produciendo efectos diferenciales en la duración de la adquisición según éste se sitúe más próximo al nivel asintótico para cada configuración estimular. Por ejemplo, se han encontrado una asimetría en este “efecto de la asíntota” entre discriminaciones con los mismos estímulos en las discriminaciones de los sujetos 11, 15 y 16 (discriminación C – D, D – C. Ver Gráfica 31, Gráfica 36 y Gráfica 42). En este caso, mientras que las discriminaciones aprendidas en un orden no se demoraban un aumento significativo en la proporción de sesiones en los últimos criterios, la relación entrenada en el orden contrario requería sistemáticamente de más entrenamiento para alcanzarlos.

Además, en los experimentos con múltiples ejemplares mencionados anteriormente, como los de Wright y sus colaboradores, y Wasserman y sus colaboradores, el efecto diferencial de la discriminabilidad nominal de los estímulos en las fases de prueba inversión entre muestras y comparaciones no podían encontrarse. A pesar de ser los más semejantes al presente estudio, las pruebas de reflexividad que implican no incluyen diferencias en la discriminabilidad nominal de los conjuntos de estímulos utilizados como muestras o comparaciones. En una prueba típica de reflexividad, los estímulos de muestra, por ejemplo, A1 / A2 son los mismos que los estímulos de comparación, con lo que la discriminabilidad nominal de cada pareja es idéntica, ya funcione como muestra o como comparación; y lo mismo sucede, por lo general, con los ensayos de prueba o las pruebas de transferencia: cuando se introducen estímulos novedosos (p. ej. A3 / A4) cada pareja o grupo de estímulos mantiene la misma discriminabilidad nominal como muestra o como comparación. En el caso de la derivación de simetría en palomas, éste es un nuevo obstáculo que hay que superar, y que ha podido estar presente en los experimentos fallidos acerca de la derivación de

simetría en palomas (p. ej. Rodewald, 1974; Hogan y Zentall, 1977; Lionello-DeNolf y Urcuioli, 2002).

Probablemente las diferencias en discriminabilidad global que observamos al cambiar el papel entre muestras y comparaciones se deben en gran medida al cambio de una discriminación sucesiva en el caso de las muestras a una discriminación simultánea en el caso de las comparaciones (Carter y Eckerman, 1975). Esta es una variable más que debemos añadir a las diferencias entre la situación de entrenamiento directo (p. ej. A – B) y la situación de prueba (p. ej. B – A) a las que deben enfrentarse los sujetos. No sólo no están ante el mismo estímulo (ver punto 1.3.2.3), sino que están ante una tarea de distinta dificultad.

Los efectos en el aprendizaje asintótico no son aplicables a las situaciones de prueba con ensayos discretos, pero las propiedades distintivas de la situación estimular pueden afectar igualmente a la actuación de los sujetos. De esta forma, las situaciones experimentales que eviten este problema tendrán más posibilidades de encontrar evidencias de simetría derivada que aquellas que no lo hagan. En este sentido, es destacable que las dos únicas demostraciones hasta la fecha de simetría en palomas (Frank y Wasserman, 2005a; García y Benjumea, 2006b) eluden también este posible problema. En el primer caso (ver punto 1.3.2.3), porque se trata de una discriminación de sólo cuatro estímulos diferentes y de colores altamente discriminables (amarillo, verde, marrón y azul). Además, los mismos estímulos fueron entrenados adicionalmente en igualdad, contribuyendo a aumentar su discriminabilidad global. En el segundo caso (ver punto 1.3.2.2), porque en la situación de prueba los estímulos que se presentaban eran idénticos (dos teclas encendidas de rojo o de verde, según la prueba, ante las que el sujeto debía elegir si picar a la derecha o la izquierda). En esta situación, la paloma no debía discriminar entre las comparaciones y por tanto las

posibles diferencias en discriminabilidad entre las muestras y las comparaciones no podrían tener efecto.

Sin embargo, incluso en los procedimientos en los que se encuentra simetría derivada, la discriminabilidad de los estímulos puede ser determinante. Por ejemplo, el autor de esta tesis llevó a cabo una replicación sistemática de los experimentos de García (2000) como parte de su tesis de licenciatura (Gómez, 2001a). En ella, se pudo replicar con altos niveles de acierto el fenómeno de la derivación de simetría en palomas utilizando un entrenamiento en discriminación condicional de la propia conducta con colores como estímulos de comparación. No obstante, el mismo procedimiento no tuvo éxito cuando se utilizaron dos velocidades distintas de parpadeo como comparaciones. Las 9 palomas entrenadas de esta forma tardaron casi el doble de las sesiones en aprender la discriminación que los sujetos entrenados con los colores, aunque finalmente la aprendieron hasta el mismo criterio. Todas ellas fallaron en las pruebas de simetría. Según se desprende de las actuaciones de los sujetos durante el entrenamiento, las distintas velocidades de parpadeo demostraron ser estímulos más difícilmente discriminables; y siendo los estímulos la única modificación del experimento, es razonable pensar que su discriminabilidad, o alguna variable relacionada con ella, sean responsables de la ausencia de derivación de simetría.

Un aspecto más a destacar de esta serie experimental ha sido el entrenamiento de las discriminaciones condicionales con los estímulos en diversas posiciones. Existen muchas limitaciones en nuestros resultados para extraer conclusiones definitivas, pero tomando conjuntamente los resultados del segundo experimento piloto y los del experimento final, podemos observar indicios de que los sujetos en el Grupo 1 han ignorado, hasta cierto punto, la localización espacial de los estímulos.

En el Experimento piloto 2 vimos que las diferencias en la velocidad de adquisición entre el Grupo 1 y el Grupo 2 no se correspondían con el número de reglas discriminativas que hipotéticamente tenían que aprender (ver punto 3.2.6). Los sujetos en el grupo de estímulos en posiciones aleatorias debían aprender doce veces más reglas que los sujetos con estímulos en posiciones fijas (108 frente a 9); sin embargo, su velocidad de aprendizaje, aunque más lenta, no era en proporción tan diferente a la de este último grupo. Si tomamos como referencia a los dos sujetos que terminaron el entrenamiento en cada grupo, el primero de ellos (S15, G2) terminó en 54 sesiones y el segundo (S11, G1) en 74, es decir, 1,37 veces más en el Grupo 1 que en el Grupo 2. Como vimos, la misma diferencia entre estos sujetos es representativa de la diferencia promedio entre ambos grupos (ver Gráfica 6). Si realizamos un análisis similar con las condiciones de entrenamiento del Experimento final, vemos que la proporción es de 72 reglas para los sujetos del Grupo 1 y 4 para los sujetos del Grupo 2 (18 veces más reglas para los sujetos del Grupo 1 que para los del Grupo 2). Sin embargo, realizando los cálculos apropiados con los sujetos que compartían la misma configuración de estímulos en ambos grupos, el promedio ascendía a 108,43 sesiones por discriminación en el Grupo 1 y 46,55 en el Grupo 2, es decir, 2,33 veces más en el Grupo 1 que en el Grupo 2.

Las estimaciones indican que la diferencia de sesiones entre el Grupo 1 y el Grupo 2 no se corresponde con la diferencia en el número de reglas que hipotéticamente tendrían que aprender en cada caso. Las proporciones encontradas en las discriminaciones de los sujetos (1,37 y 2,33), aunque aproximadas, están muy lejos de las proporciones teóricas (12 y 18) que se desprenderían teniendo en cuenta de forma literal la hipótesis de las reglas específicas (Carter y Werner, 1978) aplicada a las posiciones espaciales de los estímulos como sugieren los resultados de Lionello y Urcuioli (1998) y Lionello-DeNolf y Urcuioli (2000). Con todas las cautelas, y a falta de una investigación más sistemática, estos resultados parecen indicar que los sujetos

del Grupo 1 en ambos experimentos no han seguido una estrategia de reglas específicas respecto a la posición espacial de los estímulos, sino que en gran medida han aprendido a ignorar este factor, si bien no por completo. Si esto es cierto, nuestro entrenamiento con múltiples posiciones ha conseguido que la estrategia memorística se vuelva más difícil, y que la abstracción con respecto a la posición espacial ahorre esfuerzo y tiempo al aprendizaje. En este sentido, estaríamos ante un entrenamiento análogo al de (Lionello-DeNolf y Urcuioli, 2000).

Por otra parte, la serie experimental descrita también ha presentado ciertas limitaciones que debemos destacar con objeto de mejorar futuros diseños (ver punto 5.4).

La influencia no deseada de la discriminabilidad de los estímulos ha dificultado tanto la adquisición de las discriminaciones condicionales como la contrastación de la hipótesis de los ejemplares. La presencia de numerosas combinaciones muestra – comparación con una baja discriminabilidad nominal ha incrementado significativamente el número de sesiones necesarias para alcanzar el criterio, por lo que en la mayoría de los sujetos no hubo inversiones suficientes para observar si la tendencia indicaba la facilitación en la adquisición predicha por la teoría de los ejemplares. Más aún, las diferencias en discriminabilidad encontradas al realizar la inversión muestra – comparación han dificultado en gran medida la comparación entre una discriminación directa y su inversa. Ante esta situación, algunas transformaciones en los datos como el análisis de la proporción de sesiones necesarias para llegar al criterio en lugar de las sesiones absolutas pueden ayudar a minimizar el sesgo, pero no pueden eliminarlo por completo.

Al principio del experimento, la influencia de las diferencias entre los estímulos fue considerada como una variable extraña a controlar con distintos medios como ya

hemos comentado (uso de un gran número de estímulos, aleatorización de su asignación, creación de dos conjuntos de estímulos, contrabalanceo del orden de entrenamiento, etc.). A pesar de que se tomaron medidas para detectar la posible influencia de los distintos estímulos, ni en el preentrenamiento ni en los experimentos previos se detectaron diferencias tan importantes como las que hemos constatado en el experimento final. Por ejemplo, en los dos sets del estímulos del Experimento piloto 2 no se encontraron diferencias significativas en la velocidad de adquisición de los sujetos (ver punto 3.2.5). No obstante, los resultados del Experimento final indican claramente que la discriminabilidad de los estímulos es un efecto a controlar, y que la aleatorización para asignar los estímulos no es un método adecuado.

La pérdida de datos debido a distintas causas externas en el Grupo 1 ha limitado enormemente los resultados obtenidos y, en consecuencia, las conclusiones que de ellos podemos derivar. Es en este grupo, además, es donde la dificultad de la discriminación ha tenido un efecto más acusado, traduciéndose en que los sujetos válidos (S09 y S11, hasta su muerte) hayan realizado muy pocas discriminaciones. Como se ha mencionado anteriormente, la posible influencia de la posición variable de los estímulos es una cuestión que permanece abierta y deberá ser atendida por nuevos experimentos.

Otro tipo de limitaciones provienen de la propia teoría que se estaba poniendo a prueba y la falta de datos empíricos que tomar como referencia. Como comentamos en el punto 3.3, la hipótesis de los ejemplares no proporciona un criterio *a priori* para determinar cuántos ejemplares son necesarios para establecer una determinada operante de orden superior como la simetría, o cuánto entrenamiento será necesario para comenzar a observar una tendencia en ese sentido. Por ese motivo la decisión de finalizar el experimento ha sido en gran medida arbitraria, ya que no disponíamos de un criterio externo para decidir si la hipótesis no se cumplía, o si podíamos obtener

resultados con más entrenamiento. Ateniéndonos a esa única consideración, la teoría de los ejemplares no es falsable: no podemos obtener una evidencia empírica que la refute, ya sea para la simetría o para cualquier otro comportamiento que queramos proponer como resultado del entrenamiento en ejemplares. En términos estrictos, o si se quiere, desde el “falsacionismo ingenuo” (Lakatos, 1993), ningún conjunto finito de observaciones puede demostrar que la hipótesis ha fracasado. Sin embargo, como apunta este mismo autor, las teorías e hipótesis no se evalúan en el vacío, sino que tanto las *hipótesis auxiliares* de las que dependen como las teorías en las que se engloban – y las teorías con las que compiten – nos ayudan a evaluar las hipótesis en el contexto de su programa de investigación. En nuestro caso, una de las *hipótesis auxiliares* que nos ha servido para evaluar el experimento ha sido algo tan prosaico como el promedio de vida de nuestros sujetos experimentales. Como ya apuntábamos al final del Experimento piloto 2 (ver punto 3.2.6), las palomas bravías suelen vivir entre tres y cinco años en libertad, y aunque su vida en cautividad es algo más prolongada, los animales de más edad comienzan a mostrar signos de deterioro. Entre ellos destaca la artritis, la pérdida de equilibrio o los problemas de visión (Gibbs y cols., 2001), síntomas que además de producir sufrimiento en los animales pueden interferir con las tareas de aprendizaje o incluso producir su muerte. Este fue el caso de una de nuestras palomas durante el Experimento final (la paloma 11); pero poco después de terminar las sesiones experimentales las palomas 15, 16 y 12 también fallecieron de muerte natural. Con estas consideraciones, es fácil llegar a la conclusión de que prolongar el entrenamiento con el procedimiento utilizado hubiera sido inútil.

El problema de la edad de los sujetos en sí es otra limitación que se debe superar o al menos paliar. Desconocíamos la edad de los sujetos cuando llegaron a nuestro laboratorio, pero lo cierto es que han estado con nosotros desde finales de 2001 hasta mediados de 2008 cuando terminaron las sesiones experimentales, lo que completa más de seis años, un tiempo más que considerable para una paloma. *A posteriori*

podemos suponer que los problemas de algunos sujetos (p. ej., S12) han estado relacionados con la edad, pero de haber conocido este dato desde el principio se podrían haber tomado otras medidas.

En definitiva, considerando globalmente el tiempo empleado en el Experimento final en comparación con el promedio de vida de una paloma, resulta claro que el procedimiento utilizado no constituye una solución óptima para probar la hipótesis de los ejemplares. En el mejor de los casos hemos podido realizar 12 inversiones de la relación muestra – comparación en aproximadamente cuatro años de trabajo (unas tres inversiones por año). Este ritmo de aprendizaje, además de hacer más costoso el experimento, no es comparable con las treinta discriminaciones que realizó el león marino en el experimento de Schusterman y Kastak (1993) en menos tiempo, ni mucho menos con la experiencia cotidiana de los niños cuando aprenden el lenguaje. Por todos estos motivos, es necesario encontrar una forma más eficiente de entrenar discriminaciones condicionales a las palomas si se quiere volver a poner a prueba la hipótesis de los ejemplares.

Afortunadamente, este experimento no agota todas las posibilidades de la teoría de ejemplares. Tanto la experiencia acumulada durante su ejecución como los nuevos resultados experimentales que se han publicado desde que comenzó esta serie experimental pueden contribuir a optimizar los nuevos diseños. A continuación se proponen algunas modificaciones que pueden mejorar el procedimiento de entrenamiento y la evaluación de la hipótesis de los ejemplares.

## **5 Conclusiones**

### **5.4 Futuras líneas de investigación**

Aunque las posibilidades de investigación en el marco de la teoría de ejemplares con animales no humanos son muy amplias y permiten una gran cantidad de diseños, consideramos que en el estado actual de la investigación, los esfuerzos deberían dirigirse en primer lugar a desarrollar un procedimiento de entrenamiento que maximice el número de ejemplares que los sujetos pueden aprender, teniendo en consideración además otras características relevantes de los experimentos de larga duración comunes a la teoría de ejemplares. Por este motivo, nos centraremos en primer lugar en proporcionar algunas claves, basadas en nuestra experiencia y en la revisión de la literatura, que puedan servir como guía para la realización de experimentos de larga duración con múltiples ejemplares en general. En el siguiente punto, abordaremos nuevos diseños o modificaciones en el procedimiento aplicables específicamente a la continuación de nuestra serie experimental.

#### **5.4.1 Lecciones aprendidas y recomendaciones**

##### **5.4.1.1 Mejoras generales**

Un experimento de larga duración exige un gran número de recursos tanto materiales como en términos de recursos humanos que es necesario calibrar con precisión antes de comenzar el trabajo. Algunas medidas generales pueden ser aplicadas para mejorar la validez y eficiencia de los experimentos de larga duración, como las que se destacan a continuación:

- Debido a las condiciones de un experimento de larga duración, es aconsejable contar con un amplio número de sujetos, así como con sujetos de reserva

antes de emprender un estudio de este tipo. Diversos imprevistos, como la enfermedad o muerte de los sujetos pueden ser minimizados contando con animales de reemplazo. Asimismo, asegurarse de la competencia de los sujetos en los requisitos básicos de la tarea puede evitar muchos problemas. Por ejemplo, se puede detectar mediante pruebas de aprendizaje simples si una paloma presenta problemas visuales u otro tipo de deficiencias que impidan el aprendizaje antes de comenzar el procedimiento experimental. Por otra parte, independientemente de que la metodología utilizada sea longitudinal y de caso único, conviene tener previstas al menos tres replicaciones sistemáticas de cada condición que implique el experimento.

- La introducción de varios experimentadores es un requisito casi indispensable de los experimentos de larga duración. Como hemos visto a lo largo de los experimentos presentados en esta tesis doctoral, es recomendable que todos los experimentadores se impliquen en el experimento desde su inicio, para que los sujetos se habitúen a todos ellos. De otro modo, las incorporaciones posteriores pueden traducirse en interferencias con la ejecución de los sujetos debidas a la presencia de extraños.
- La continuidad de las sesiones experimentales es un factor que puede llegar a ser importante. Aunque en el global de los datos no hemos encontrado diferencias significativas entre el promedio de días experimentales y no experimentales (ver punto 3.3.5.1), puntualmente sí que se pueden registrar caídas en la actuación tras un periodo de varios días entre sesiones experimentales. Si se cuenta con varios experimentadores, conviene establecer turnos que mantengan la cadencia de sesiones lo más homogénea posible.
- Cuando los experimentos de larga duración implican el reforzamiento con comida, y por tanto la privación, conviene tener en cuenta las variaciones estacionales en el peso, que suelen ser más altos en invierno y más bajos en

verano (Sargisson y cols., 2007). Según recomiendan estos autores, es conveniente recalcular el peso *ad limitum* dos veces al año, a ser posible en primavera y otoño, donde los valores son intermedios.

- El uso de una pantalla táctil presenta notables ventajas con respecto a otras formas de presentar los estímulos y registrar las respuestas, probablemente debido a que el aprendizaje mejora cuando el estímulo y el dispositivo de respuesta están espacialmente próximos (p. ej. Harrison, Downey, Segal y Howe, 1971; Bhatt y Wright, 1992). No obstante, su uso se puede optimizar notablemente si los estímulos se presentan en el suelo de la cámara, lo que constituye una situación más ecológica para las palomas (Wright y cols., 1988). Además, esta disposición parece reportar mejoras en la derivación de nuevos comportamientos (Katz y cols., 2008).
- Otra consideración que puede mejorar los resultados es una supervisión del control diferencial por las distintas muestras. En el presente estudio se ha considerado cada conjunto de muestras y comparaciones como un única relación a efectos de medir el criterio de aprendizaje y también la posible transferencia en las inversiones; sin embargo se ha encontrado que unos estímulos de muestra (p. ej. A1) controlan la elección con más intensidad que otros (p. ej. A2) (Tombaugh, Tombaugh y Santi, 1982). Ponderando convenientemente el control relativo de cada muestra, se pueden encontrar medidas más sensibles de la transferencia.

#### **5.4.1.2 Aceleración del aprendizaje**

Diversas modificaciones en el procedimiento pueden contribuir a aumentar la velocidad de aprendizaje de los sujetos, incrementando así el número de discriminaciones que pueden convertirse en “ejemplares” de la relación considerada. La aplicación de muchos de los parámetros descritos en el punto 1.3.1 puede resultar

beneficioso en este sentido. A continuación describimos los procedimientos más específicos que se pueden aplicar a la hipótesis que nos ocupa:

- La medida más inmediata es incrementar el número de ensayos por sesión; dado que el número de ensayos en los experimentos que trabajan con privación de comida está limitado por la saciedad de los sujetos, una estrategia comúnmente utilizada es utilizar programas de reforzamiento intermitente, reforzando una parte de las discriminaciones correctas (Ferster y Skinner, 1957; Mackay, 1991).
- Otra forma de aumentar la velocidad de aprendizaje respecto a nuestra serie experimental es cambiar el tipo de discriminación condicional entrenada respecto al intervalo entre estímulos. En nuestro experimento se utilizó un procedimiento de discriminación demorada, en parte debido a las limitaciones de resolución temporal de los aparatos; sin embargo, una igualación de demora cero, o incluso simultánea puede garantizar un aprendizaje más rápido de la relación muestra – comparación (Berryman y cols., 1963).
- Del mismo modo, el aumento del intervalo entre ensayos también puede contribuir a mejorar la ejecución. El intervalo que utilizamos en esta serie experimental, 12 segundos, ha resultado ser suficiente, aunque puede ser optimizado. Un estudio como el de Nelson y Wasserman (1978) aconseja utilizar una duración de entre 25 y 50 segundos.
- Otros estudios revisados recomiendan aumentar el número de respuestas ante la muestra y la comparación para optimizar tanto el aprendizaje como la derivación de nuevos comportamientos (p. ej. Wright, 1997).
- El uso de reforzadores diferenciales puede ser utilizado también para incrementar la velocidad de aprendizaje de los sujetos (Trapold, 1970; Urcuioli, 2005). Por ejemplo, en un sistema experimental como el nuestro, se pueden acoplar un comedero a cada lado de la cámara; ya sea utilizando distintos tipos

de comida, o sencillamente variando sistemáticamente la localización espacial del refuerzo de forma consistente con la pareja de estímulos entrenada como muestra y comparación, se puede obtener un efecto de reforzamiento diferencial.

- El uso de respuestas diferenciales ante cada pareja muestra comparación (p. ej. reforzamiento diferencial de tasas altas o bajas) puede contribuir también a mejorar el aprendizaje. Sin embargo, tanto el uso de este procedimiento como el anterior pueden resultar problemáticos a la hora de interpretar la derivación de nuevas conductas, como vimos en el punto 1.3.2.2. En ambos casos se deben establecer los controles oportunos (p. ej. realizar varias replicaciones sin estos factores) para determinar la influencia de las variables consideradas.
- Otra consideración que determina el número de sesiones necesario para adquirir las discriminaciones es el criterio de aprendizaje fijado. En primer lugar, es conveniente asegurarse de que el criterio marcado no está demasiado próximo al nivel asintótico que los sujetos pueden alcanzar en una discriminación determinada. Dado que este criterio difícilmente puede ser establecido a priori, una posible solución pasa por disminuir el criterio fijado. Como hemos visto, los criterios de aprendizaje más bajos correlacionan en gran medida con los criterios finales, pero no se ven tan afectados por las diferencias en la discriminabilidad de los estímulos. Siempre que el criterio no sea demasiado bajo (p. ej. 67% – 75% para una discriminación con dos alternativas) se puede separar claramente de lo esperable por azar y además ser una variable dependiente lo suficientemente sensible como para detectar una posible aceleración del aprendizaje debida al entrenamiento en ejemplares.

Además, como se deduce de los resultados del experimento final, uno de los métodos para acelerar el aprendizaje es optimizar la discriminabilidad de las parejas muestra – comparación. A continuación exploraremos algunas posibilidades para conseguirlo.

#### **5.4.1.3 Control de la discriminabilidad de los estímulos**

En los experimentos destinados a testar algún aspecto de la hipótesis de los ejemplares, hay que mantener un difícil compromiso entre la necesidad de usar muchos estímulos y la necesidad de homogeneizar su discriminabilidad nominal. Algunas de las estrategias que se han utilizado a lo largo de esta serie experimental han resultado efectivas, aunque en muchos casos se pueden también optimizar. Otras han mostrado deficiencias, y los resultados obtenidos aconsejan cambiarlas. Por otra parte, la experiencia también nos sugiere nuevas soluciones que pueden ser incorporadas a los futuros diseños.

- Una de las formas de control que ha resultado especialmente efectiva ha sido el control del orden de la discriminación. En nuestros experimentos, siempre que un sujeto aprendía una discriminación en un sentido (p. ej. A – B) otro la aprendía en el sentido contrario (B – A). Este control ha permitido detectar diferencias en la discriminabilidad de muestras y comparaciones y a la vez resulta útil para determinar posibles efectos debidos al orden de entrenamiento de las discriminaciones. En nuestro estudio, sin embargo, sólo contábamos con el control de un sujeto. La alta incidencia de la mortalidad experimental en los experimentos de larga duración aconseja aumentar el número de sujetos control a este respecto.
- El uso de dos conjuntos o sets de estímulos ha permitido identificar en nuestro estudio las diferencias en los resultados debidas a la discriminabilidad de las imágenes. Su uso puede ser recomendable en el caso de que no se cuente con medidas *a priori* de la discriminabilidad de los estímulos. Sin embargo, el

uso de esta estrategia aconseja también el aumento del número de sujetos para contar con varias replicaciones sistemáticas de cada configuración de estímulos.

- La selección de los estímulos por parte de los experimentadores no garantiza una discriminabilidad equivalente ni homogénea para los sujetos no humanos (ver punto 1.3.1.9). Un control humano a priori puede conseguirse a costa de limitar la variabilidad de los estímulos. Sin embargo, si las condiciones del experimento demandan un número elevado de ejemplares, una solución posible pasa por medir la discriminabilidad de los estímulos a utilizar con otros sujetos distintos de los experimentales. Las discriminaciones simples, ya sean sucesivas o simultáneas, pueden proporcionar una estimación fiable y rápida de la discriminabilidad de los estímulos como muestras y comparaciones, respectivamente (Carter y Eckerman, 1975). Las parejas de estímulos con una discriminabilidad más homogénea se pueden preseleccionar de esta manera para su posterior uso en discriminaciones condicionales.
- Por otra parte, la discriminabilidad de los estímulos puede ser aumentada a través del entrenamiento. Por ejemplo, un entrenamiento en discriminaciones simples utilizando los futuros componentes de las discriminaciones condicionales como estímulos positivos, frente a otros estímulos, facilita la adquisición de las discriminaciones condicionales en niños pequeños (Boye, Kolb, Pilgrim, Bullock y Mayer, 2008). Un procedimiento similar puede ser evaluado para comprobar si acelera la adquisición también en palomas.

#### **5.4.2 Propuesta de nuevos diseños**

Centrándonos en la aplicación de la hipótesis de los ejemplares al estudio de la simetría como operante generalizada, varios de los estudios revisados a lo largo de

nuestra exposición sugieren la consideración de nuevas variables en el diseño de los experimentos o la modificación de algunas de las características del procedimiento.

- En primer lugar, la influencia de las muestras en posiciones aleatorias debería ser comprobada en un nuevo experimento en el que ambos grupos se beneficien de las mejoras procedimentales propuestas en los puntos anteriores.
- La combinación de las discriminaciones condicionales arbitrarias con discriminaciones condicionales físicas de los mismos estímulos que se están entrenando, de modo similar al estudio de Frank y Wasserman (2005a), puede contribuir a potenciar algunos de los efectos del entrenamiento en ejemplares. En particular, puede ayudar a disminuir el control tanto por la posición espacial como por la localización temporal de los estímulos considerados, contribuyendo así a abstraer la dimensión relevante de los estímulos en la relación de simetría.
- Otra posible modificación la encontramos en el entrenamiento sucesivo que se ha utilizado en esta serie experimental, entrenando una discriminación y su inversión, pasando después al siguiente conjunto de estímulos sin mezclar los estímulos en ninguna ocasión. Si consideramos la simetría como una operante de orden superior, cada inversión sería análoga a un ensayo en el aprendizaje de una operante corriente. En este contexto, el entrenamiento realizado sería distribuido. Siguiendo este principio, un entrenamiento masivo de varias discriminaciones y sus inversiones a la vez podría ser más efectivo. El entrenamiento simultáneo de una discriminación condicional y su inversa podría contribuir a eliminar las claves temporales como fuente de control de estímulo, al presentar el mismo estímulo nominal en distintas posiciones temporales.

- Con relación al criterio de aprendizaje, se ha sugerido que en determinadas condiciones, el entrenamiento de un conjunto de estímulos hasta niveles asintóticos podría dificultar la derivación de nuevas conductas (Lombardi, Fachinelli y Delius, 1984; Pisacreta, Potter y Lefave, 1984; Pisacreta, 1990). Es posible que el entrenamiento hasta niveles asintóticos potencie el uso de una estrategia memorística, o dicho de otro modo, que favorezca el control por parte de propiedades concretas de los estímulos en lugar de un control más abstracto. Siguiendo este argumento, es posible que utilizar un criterio de aprendizaje menos exigente, pero con múltiples estímulos, favorezca la transferencia del aprendizaje a nuevos estímulos.
- Por último, cabe recordar que la hipótesis de los ejemplares no es incompatible con la hipótesis del "naming" en la formación de operantes de orden superior. Un entrenamiento combinado con múltiples ejemplares ante los que se emitan respuestas diferenciales abiertamente puede dar lugar a una simetría generalizada a través del entrenamiento explícito. Si progresivamente se va disminuyendo la intensidad de las respuestas diferenciales, o incluso si dejan de ser requeridas, se puede comprobar hasta qué punto la simetría se generaliza a nuevas relaciones entre estímulos.

## 5.5 Reflexiones finales

Se pueden separar dos formas de abordar el estudio del aprendizaje animal. El enfoque puramente básico consiste en aproximarse a los problemas del comportamiento animal *per se*, es decir, tratar de descubrir cómo funcionan y por qué determinados fenómenos del comportamiento animal por el interés intrínseco de este conocimiento. Pero también se puede estudiar el comportamiento animal por sus posibles aportaciones a la comprensión del comportamiento humano, aunque esto no implique hacerlo desde un punto de vista aplicado. Ambos enfoques, amén de ser igualmente legítimos, se suelen cruzar con frecuencia y en ocasiones son difíciles de distinguir; Más aún, las contribuciones realizadas desde una perspectiva con frecuencia contribuyen a ampliar y enriquecer a la otra, independientemente de su propósito inicial.

El análisis del aprendizaje de los animales no humanos a través de mecanismos asociativos que pueden dar lugar a diferentes clases de estímulos (p. ej. Urcuioli, 2008), puede ser un acercamiento especialmente útil en un enfoque básico. Pero posiblemente una orientación basada en aproximar a los animales no humanos a los contextos sociales y verbales humanos puede resultar mucho más útil para un análisis en profundidad de los orígenes de nuestro propio comportamiento complejo.

Por vocación, este estudio es más del segundo tipo que del primero. En ocasiones, los experimentadores con uno u otro objetivo utilizamos paradigmas experimentales concebidos inicialmente para responder al otro tipo de preguntas por diversos motivos. La discriminación condicional es un procedimiento cuyo valor está fuera de toda duda en los estudios del primer grupo, y también en la práctica clínica su utilidad ha sido demostrada con distintas poblaciones. Sin embargo, el uso de las discriminaciones condicionales como modelo de comportamiento derivado humano ha sido criticado por

ser un procedimiento poco ecológico, y por estar sus situaciones más ligadas a las contingencias experimentales que a lo que indica el análisis funcional de una interacción humana normal (p. ej. Tonneau y Sokolowski, 1997; Tonneau, 2001).

Con independencia de que las discriminaciones condicionales reflejen con mayor o menor fidelidad la conducta simbólica humana fuera del laboratorio, dentro de él nos han proporcionado una enorme cantidad de datos sistemáticos sobre el comportamiento humano complejo que bien pueden ser utilizados en estudios comparativos. Cada estudio con animales no humanos sobre algún aspecto de las llamadas clases de equivalencia, ya sea exitoso o fallido, nos informa de diferencias en la historia de aprendizaje de los sujetos con respecto a la de los humanos que se enfrentan a tareas similares en los estudios de laboratorio. En nuestro estudio, las diferencias en discriminabilidad de los estímulos son un inconveniente metodológico a la hora de determinar la derivación de simetría en palomas; pero también son parte de las diferencias con respecto a los repertorios preexperimentales con los que humanos y otros animales se enfrentan a las pruebas de simetría y otras conductas derivadas. En un experimento hipotético que replicase estos procedimientos con humanos normales y utilizando los mismos estímulos, nos costaría creer que los resultados fuesen remotamente similares. Al margen de que esperaríamos que los humanos aprendiesen más rápido y derivasen la simetría desde el principio (p. ej. Sidman y cols., 1982), sus curvas de adquisición no se parecerían probablemente a las de las palomas de este estudio. En concreto, no esperaríamos encontrar diferencias importantes en la velocidad de adquisición de las distintas discriminaciones ni mucho menos al invertir el orden de entrenamiento. La mera percepción de los estímulos experimentales es algo que los humanos y las palomas hacemos de forma diferente.

Las palomas han mostrado ser muy literales en el control que los estímulos ejercen en su comportamiento en ausencia de un entrenamiento que lo impida (Lionello y Urcuioli,

1998; Lionello-DeNolf y Urcuioli, 2000). Cuando no se impone ninguna restricción a las contingencias que regulan la discriminación, estos animales eligen una variedad de rasgos de los estímulos por los que guiar su comportamiento (Reynolds y Limpo, 1969), en ocasiones centrándose en características particulares y aspectos concretos del objeto de estímulo, incluyendo partes aisladas, así como la organización espacial de algunas de ellas (Kirkpatrick, 2001). Cuando se utilizan estímulos complejos en las discriminaciones condicionales, es difícil establecer *a priori* qué rasgos del estímulo controlarán la respuesta. Sin embargo, también existe evidencia de que las palomas puede guiarse por patrones globales si se les proporciona el entrenamiento adecuado (Herrnstein y cols., 1976; Watanabe, 2001). Por ejemplo, en el estudio de este último autor, se comparó la discriminación de palomas y humanos de obras de arte de distinta tendencia: Van Gogh (impresionismo) y Chagall (modernismo). Las palomas fueron primero entrenadas a discriminar varios ejemplares de cada autor. Más tarde, tanto unas como otros respondieron de manera similar ante nuevas obras de ambos pintores, y también ante pruebas como la oclusión parcial o la distorsión, cuyos resultados sólo pueden explicarse si ambos tipos de sujetos realizaban una percepción global de los estímulos.

En general, el que los sujetos respondan a características particulares o globales de los estímulos depende del entrenamiento proporcionado. El entrenamiento con múltiples ejemplares respecto a una dimensión global de los estímulos (p. ej. la figura humana en el experimento de Herrnstein y cols., 1976) facilita la abstracción de esa característica, y complementariamente, la pérdida de control de estímulo por parte de otros aspectos definidas como irrelevantes por el entrenamiento. En contraste, es posible que los procedimientos típicos de discriminación condicional hasta niveles asintóticos potencien el aprendizaje de características particulares (incluyendo la posición espacial y temporal de los estímulos), algo que los humanos hemos aprendido a ignorar debido a nuestras historias de aprendizaje preexperimentales.

Incluso un niño preverbal, como señalan Horne y Lowe, (1996), aprende a emitir conducta de oyente ante *clases de estímulos*, y no sólo ante instancias particulares de éstos. Aún en este momento tan temprano, los niños aprenden mediante un proceso de abstracción a responder ante objetos globales (p. ej. “silla” “coche”, etc.), que a través del moldeamiento por parte de la comunidad verbal excluyen de su definición características consideradas irrelevantes por los adultos. Este tipo de entrenamiento no solamente aumenta la discriminabilidad de los estímulos a través del aprendizaje, sino que además se potencia mutuamente con el uso de etiquetas diferenciales (*naming*) en momentos posteriores del desarrollo.

Estas diferencias en la percepción de los estímulos ayudan también a explicar las dificultades de los sujetos no humanos en la derivación “espontánea” de comportamientos. A excepción quizás de la conducta de los mamíferos gregarios (p. ej. Schusterman y Kastak, 1998), sólo en los procedimientos de laboratorio podemos encontrar que los animales no humanos responden a características abstractas de los estímulos:

*“No existen contingencias “naturales” en las que se refuerce una respuesta en presencia de una sola propiedad respecto de otras propiedades. Aparentemente, las contingencias necesarias requieren la mediación de otros organismos. La abstracción, por lo tanto, parece haberse hecho posible sólo con el desarrollo de la conducta verbal”* (Skinner, 1953, pp. 135 - 136).

Lo que se observa en los estudios con animales no humanos a los que se expone a una situación de aprendizaje típicamente humana es que en muchas ocasiones los resultados son convergentes (García y Benjumea, 2001). Tal vez para encontrar resultados convergentes también en la conducta derivada en las discriminaciones

condicionales debamos retroceder aún más en el análisis de los prerequisites conductuales de esta tarea.

Si comparamos los intentos experimentales que se han realizado hasta el momento con otras especies animales para derivar comportamiento novedoso y complejo con la experiencia cotidiana de los niños durante el aprendizaje del comportamiento verbal, la cantidad y variedad de los aprendizajes que unos y otros realizan es una de las diferencias que más saltan a la vista. Sin duda, el número de ejemplares de distintas clases de estímulos que los humanos aprendemos durante nuestro desarrollo es muy elevado en comparación, y atendiendo a lo que hasta ahora conocemos sobre la formación de las distintas clases de estímulos y su papel en la derivación de comportamiento novedoso, ésta característica debe jugar un importante papel en las habilidades cognitivas humanas, comenzando desde las etapas más tempranas del desarrollo. Un análisis detallado de la influencia de éstos procesos, tanto en humanos como en otras especies, sin duda puede arrojar mucha luz sobre la construcción ontogenéticas de nuestras capacidades así como de su origen filogenético a través de la evolución de los mecanismos de aprendizaje.

El estudio de la teoría de los ejemplares en el marco del programa de investigación del AEC sobre el comportamiento complejo ya ha proporcionado algunas claves acerca de la importancia de este factor tanto en el desarrollo de operantes simples como de orden superior o generalizadas. En la vida cotidiana, amén de en los estudios de laboratorio o en la práctica clínica, se pueden encontrar ejemplos de las primeras: cuando los niños aprenden los verbos regulares, tienden a la “sobregeneralización” cuando conjugan verbos irregulares que no conocen (p. ej. “rompido” por “roto”). En el caso de las operantes complejas, la línea de investigación sobre conducta gobernada por reglas también se puede complementar con las aportaciones de la teoría de los ejemplares. Las primeras reglas verbales que manejamos adquieren su función en

primer lugar como discriminativos comunes, cuando aprendemos a seguir los mandos de otras personas y más tarde los nuestros propios; pero probablemente la generalización en el seguimiento y generación de reglas tiene mucho que ver con el aprendizaje de un número suficiente de ejemplos durante el desarrollo.

Lo mismo se puede decir del análisis de la formación de diversas categorías y su interacción con el comportamiento verbal. Los estímulos verbales, tal como defienden los teóricos del “naming” por una parte y los teóricos de los marcos relacionales por otra, se convierten en “símbolos” a través de un proceso de abstracción de sus propiedades, que como hemos visto, se realiza primeramente a través de un entrenamiento formal o informal con multitud de ejemplares.

Un estudio sistemático y comparado de los procesos que posibilitan la generalización de comportamientos novedosos y adaptados a través del aprendizaje de distintas clases de estímulos y de las llamadas operantes de orden superior, puede sin duda aportar valiosos conocimientos tanto básicos como aplicados que nos proporcionen una explicación coherente, parsimoniosa y útil acerca del funcionamiento de nuestro propio comportamiento complejo. Desde esta perspectiva, la teoría de los ejemplares es un vínculo más de la estrecha relación entre el AEC y el evolucionismo, al explicar la aparición de las capacidades cognitivas gradualmente, como vislumbró el propio Charles Darwin.

## 6 Bibliografía

The American Heritage Dictionary of the English Language. (2000). (fourth ed.):  
Houghton Mifflin Company.

Arias, M. F., Benjumea, S., y Fernández, F. (1997). Control de estímulos. En P.  
Ferrándiz (Ed.), *Psicología del Aprendizaje*. Madrid: Síntesis.

Arias, M. F., Fernández, F., y Benjumea, S. (1998). La Ley del Efecto y el origen de la  
conducta. *Apuntes de Psicología*, 16(3), 259-282.

Balch, W. R. (1981). The role of symmetry in the good continuation ratings of two-part  
tonal melodies. *Perception & Psychophysics*, 29(1), 47-55.

Barnes-Holmes, D., Barnes-Holmes, Y., Smeets, P. M., Cullinan, V., y Leader, G.  
(2004). Relational Frame Theory and Stimulus Equivalence: Conceptual and  
Procedural Issues. *International Journal of Psychology & Psychological  
Therapy*, 4(2), 181-214.

Barnes-Holmes, D., Regan, D., Barnes-Holmes, Y., Commins, S., Walsh, D., Stewart,  
I., Smeets, P. M., Whelan, R., y Dymond, S. (2005). Relating derived relations  
as a model of analogical reasoning: Reaction times and event-related  
potentials. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 84(3), 435-451.

Barnes-Holmes, D., Staunton, C., Whelan, R., Barnes-Holmes, Y., Commins, S., Walsh, D., Stewart, I., Smeets, P. M., y Dymond, S. (2005). Derived stimulus relations, semantic priming, and event-related potentials: Testing a behavioral theory of semantic networks. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 84(3), 417-433.

Barnes-Holmes, Y., Barnes-Holmes, D., Roche, B., y Smeets, P. M. (2001a). Exemplar training and a derived transformation of function in accordance with symmetry. *Psychological Record*, 51(2), 287-308.

Barnes-Holmes, Y., Barnes-Holmes, D., Roche, B., y Smeets, P. M. (2001b). Exemplar training and a derived transformation of function in accordance with symmetry: II. *Psychological Record*, 51(4), 589-603.

Barnes-Holmes, Y., Barnes-Holmes, D., Smeets, P. M., y Luciano, C. (2004). A Derived Transfer of Mood Functions Through Equivalence Relations. *Psychological Record*, 54(1), 95-113.

Barnes, D., Hegarty, N., y Smeets, P. M. (1997). Relating equivalence relations to equivalence relations: A relational framing model of complex human functioning. *Analysis of Verbal Behavior*, 14, 57-83.

Baum, W. M. (1974). On two types of deviation from the matching law: Bias and undermatching. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 22(1), 231-242.

- Beninger, R. J., Kendall, S. B., y Vanderwolf, C. H. (1974). The ability of rats to discriminate their own behaviours. *Canadian Journal of Psychology/Revue canadienne de psychologie*, 28(1), 79-91.
- Benjumea, S. (1986). El conductismo: un intento de definición de Psicología. En *La psicología hoy: de la teoría a la intervención* (pp. 30-61). Sevilla: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Benjumea, S., y Arias, M. F. (1993). Pigeons' novel behavior governed by multiple controlling stimuli. *Psychological Record*, 43(3), 455-470.
- Benjumea, S., Márquez, R., y Martínez, I. (2003). *Atención selectiva y competencia asociativa entre claves exteroceptivas y propioceptivas en una tarea de discriminación condicional en palomas*. Comunicación presentada en el XV Congreso de la Sociedad Española de Psicología Comparada.
- Benjumea, S., y Pérez-Acosta, A. M. (2004). De la conciencia animal y la conciencia humana: un análisis conductual. En R. Pellón y A. Huidobro (Eds.), *Inteligencia y aprendizaje* (pp. 441-468). Barcelona: Ariel.
- Berryman, R., Cumming, W. W., Cohen, L. R., y Johnson, D. F. (1965). Acquisition and transfer of simultaneous oddity. *Psychological Reports*, 17(3), 767-775.
- Berryman, R., Cumming, W. W., y Nevin, J. A. (1963). Acquisition of delayed matching in the pigeon. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 6(1), 101-107.

- Bhatt, R. S., y Wright, A. A. (1992). Concept learning by monkeys with video picture images and a touch screen. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 57(2), 219-225.
- Blaisdell, A. P., y Cook, R. G. (2005). Two-item same-different concept learning in pigeons. *Learning & Behavior*, 33(1), 67-77.
- Blough, D. S. (1959). Delayed matching in the pigeon. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 2, 151-160.
- Bodily, K. D., Katz, J. S., y Wright, A. A. (2008). Matching-to-sample abstract-concept learning by pigeons. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 34(1), 178-184.
- Boelens, H. (1994). A traditional account of stimulus equivalence. *Psychological Record*, 44(4), 587-605.
- Boelens, H. (1996). Accounting for stimulus equivalence: Reply to Hayes and Wilson. *Psychological Record*, 46(2), 237-242.
- Boelens, H., y Van Den Broek, M. (2000). Influencing children's symmetric responding in matching-to-sample tasks. *Psychological Record*, 50(4), 655-669.
- Boelens, H., van den Broek, M., y Calmeyn, S. (2003). Is Children's Symmetric Matching To Sample The Product Of Symmetric Experiences With Spoken Names? *Psychological Record*, 53(4), 593-615.

- Boelens, H., van den Broek, M., y van Klarenbosch, T. (2000). Symmetric matching to sample in 2-year-old children. *Psychological Record*, 50(2), 293-304.
- Bohórquez, C. (2007). *Relaciones de equivalencia – equivalencia: análisis de algunas variables implicadas en su desarrollo y aplicaciones*. Tesis doctoral sin publicar, Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid.
- Boye, J., Kolb, R., Pilgrim, C., Bullock, S., y Mayer, G. (2008). *Does Simple Discrimination Training Facilitate the Acquisition of Conditional Discriminations in Young Children?* Comunicación presentada en el 34th ABAI Annual Convention.
- Branding, K., y Castellani, E. (2003). *Symmetries in Physics: Philosophical Reflections*: Cambridge University Press.
- Breen, W. E., y Kashdan, T. B. (2007). The role of acceptance and commitment therapy in contemporary clinical intervention: A review of Eifert and Forsyth's (2005) Clinical manual for anxiety-related conditions. *Cognitive and Behavioral Practice*, 14(4), 415-416.
- Brooks, D. I., y Wasserman, E. A. (2008). Same/different discrimination learning with trial-unique stimuli. *Psychonomic Bulletin Review*, 15(3), 644-650.
- Brown, P. L., y Jenkins, H. M. (1968). Auto-shaping of the pigeon's key-peck. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 11(1), 1-8.
- Bunge, M. (1960). *La ciencia, su método y su filosofía*. Buenos Aires: Eudeba.

- Bunge, M., y Ardila, R. (1988). *Filosofía de la Psicología*. Barcelona: Ariel.
- Burgos, J. E. (2003). Laudable Goals, Interesting Experiments, Unintelligible Theorizing: A Critical Review of Relational Frame Theory. *Behavior and Philosophy*, 31, 19-45.
- Burgos, J. E. (2004). Es la teoría del marco relacional inteligible? *Acta Comportamental*, 12(1), 53-73.
- Bush, K. M., Sidman, M., y de Rose, T. (1989). Contextual control of emergent equivalence relations. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 51(1), 29-45.
- Byrne, J. H., Crow, T., Martinez, J. L., Jr., y Kesner, R. P. (1991). Examples of mechanistic analyses of learning and memory in invertebrates. En *Learning and memory: A biological view (2nd ed.)*. (pp. 329-358). San Diego, CA US: Academic Press.
- Caracuel, J. C., y Pérez-Córdoba, E. (1993). Aprendizaje y procesos cognitivos: un análisis conceptual. En J. I. Navarro (Ed.), *Aprendizaje y Memoria Humana*. Madrid: McGraw-Hill.
- Carlson, J. G., y Wielkiewicz, R. M. (1976). Mediators of the effects of magnitude of reinforcement. *Learning and Motivation*, 7(2), 184-196.
- Carpentier, F., Smeets, P. M., y Barnes-Holmes, D. (2003). Equivalence-equivalence as a model of analogy: Further analyses. *Psychological Record*, 53(3), 349-371.

- Carpentier, F., Smeets, P. M., y Barnes-Holmes, D. (2004). Equivalence-Equivalence: Matching Stimuli with Same Discriminative Functions. *Psychological Record*, 54(1), 145-162.
- Carr, D., Wilkinson, K. M., Blackman, D., y McIlvane, W. J. (2000). Equivalence classes in individuals with minimal verbal repertoires. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 74(1), 101-114.
- Carrascoso, F. J. (2003). Eventos privados: Una reconstrucción conceptual. *Apuntes de Psicología*, 21(1), 157-176.
- Carter, D. E. (1971). *Acquisition of a conditional discrimination: A comparison of matching-to-sample and symbolic matching*. Tesis doctoral sin publicar, Columbia University, Columbia, US.
- Carter, D. E., y Eckerman, D. A. (1975). Symbolic matching by pigeons: Rate of learning complex discriminations predicted from simple discriminations. *Science*, 187(4177), 662-664.
- Carter, D. E., y 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.
- Catania, A. C. (1978). The psychology of learning: Some lessons from the Darwinian revolution. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 309, 18-28.
- Catania, A. C. (1995). Selection in biology and behavior. En J. T. Todd y E. K. Morris (Eds.), *Modern perspectives on B. F. Skinner and contemporary behaviorism*.

(pp. 185-194). Westport, CT US: Greenwood Press/Greenwood Publishing Group.

Catania, A. C. (1999). Thorndike's legacy: Learning, selection, and the Law of Effect. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 72(3), 425-428.

Catania, A. C., y Harnad, S. (1988). *The selection of behavior: The operant behaviorism of B. F. Skinner: Comments and consequences*. New York, NY US: Cambridge University Press.

Catania, A. C., Matthews, B. A., y Shimoff, E. H. (1990). Properties of rule-governed behaviour and their implications. En D. E. Blackman y H. Lejeune (Eds.), *Behaviour analysis in theory and practice: Contributions and controversies*. (pp. 215-230). Hillsdale, NJ England: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Cerella, J. (1977). Absence of perspective processing in the pigeon. *Pattern Recognition*, 9, 65-68.

Cerella, J. (1986). Pigeons and perceptrons. *Pattern Recognition*, 19, 431-438.

Cerutti, D. T., y Catania, A. C. (1986). Rapid determinations of preference in multiple concurrent-chain schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 46(2), 211-218.

Cofer, C. N., y Foley, J. P., Jr. (1942). Mediated generalization and the interpretation of verbal behavior: I. Prolegomena. *Psychological Review*, 49(6), 513-540.

- Cohen, D., y Cohen, J. (1999). Symmetry in Music: A Historical. Perspective. *Symmetry: Culture and Science*, 10(1-2), 89-126.
- Cohen, L. R., Looney, T. A., Brady, J. H., y Aucella, A. F. (1976). Differential sample response schedules in the acquisition of conditional discriminations by pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 26(2), 301-314.
- Cook, R. G. (2002). The structure of pigeon multiple-class same-different learning. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 78(3), 345-364.
- Couvillon, P. A., y Bitterman, M. E. (1992). A conventional conditioning analysis of 'transitive inference' in pigeons. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 18(3), 308-310.
- Cumming, W. W., y Berryman, R. (1961). Some data on matching behavior in the pigeon. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 4, 281-284.
- Cumming, W. W., y Berryman, R. (1965). The complex discriminated operant: studies of matching-to-sample and related problems. En D. I. Mostofsky (Ed.), *Stimulus generalization* (pp. 284-330). Stanford: Stanford University Press.
- Chiesa, M. (1994). *Radical behaviorism: The philosophy and the science*. Boston, MA US: Authors Cooperative.
- Chomsky, N. (1964). A Review of B. F. Skinner's Verbal Behavior. En J. A. Fodor y J. J. Katz (Eds.), *The Structure of Language: Readings in the Philosophy of Language* (pp. 547-578). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

D'Amato, M. R., Salmon, D. P., Loukas, E., y 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(1), 35-47.

D'Amato, M. R., Salmon, D. P., Loukas, E., y Tomie, A. (1986). Processing of identity and conditional relations in monkeys (*Cebus apella*) and pigeons (*Columba livia*). *Animal Learning & Behavior*, 14(4), 365-373.

Darwin, C. (1859 / 1979). *El Origen de Las Especies*. Madrid: EDAF.

Darwin, C. (1880). *Descent of man, and selection in relation to sex: New edition, revised and augmented*. New York, NY US: D Appleton & Company.

Davis, H. (1992). Transitive inference in rats (*Rattus norvegicus*). *Journal of Comparative Psychology*, 106(4), 342-349.

Davison, M., y Nevin, J. A. (1999). Stimuli, reinforcers, and behavior: An integration. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 71(3), 439-482.

De Brugada, I., y González, F. (2003). Mecanismos implicados en el efecto de preexposición al EI en aprendizaje de aversión al sabor. En J. Vila, J. Nieto y J. M. Rosas (Eds.), *Investigación contemporánea en aprendizaje asociativo. La aproximación España-México*. Jaén: del Lunar.

de Rose, J. C., y Bortoloti, R. (2007). A equivalencia de estímulos como modelo de significado. *Acta Comportamentalia*, 15, 83-102.

de Souza Barba, L., y Hunziker, e. M. H. L. (2002). Variabilidade comportamental produzida por dois esquemas de reforçamento. *Acta Comportamentalia*, 10(1), 5-22.

Delius, J. D., y Habers, G. (1978). Symmetry: Can pigeons conceptualize it? *Behavioral & Neural Biology*, 22(3), 336-342.

Delius, J. D., y Siemann, M. (1998). Transitive responding in animals and humans: Exaptation rather than adaptation? *Behavioural Processes*, 42(2), 107-137.

Delprato, D. J., y Midgley, B. D. (1992). Some fundamentals of B.F. Skinner's behaviorism. *American Psychologist*, 47(11), 1507.

Dennett, D. C. (1987). *The intentional stance*. Cambridge, MA US: The MIT Press.

Dennett, D. C., Roitblat, H. L., y Meyer, J.-A. (1995). Do animals have beliefs? En *Comparative approaches to cognitive science*. (pp. 111-118). Cambridge, MA US: The MIT Press.

Devany, J. M., Hayes, S. C., y Nelson, R. O. (1986). Equivalence class formation in language-able and language-disabled children. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 46(3), 243-257.

Dewitte, S., y Verguts, T. (1999). Behavioral variation: A neglected aspect in selectionist thinking. *Behavior and Philosophy*, 27(2), 127-145.

Diccionario de la lengua española. (2008) (22nd ed.). Real Academia Española.

- Dollard, J., y Miller, N. E. (1950). *Personality and psychotherapy; an analysis in terms of learning, thinking, and culture*. New York, NY US: McGraw-Hill.
- Donahoe, J. W., Burgos, J. E., y Palmer, D. C. (1993). A selectionist approach to reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 60(1), 17-40.
- Donahoe, J. W., y Palmer, D. C. (1994). *Learning and complex behavior*. Needham Heights, MA US: Allyn & Bacon.
- Donahoe, J. W., Palmer, D. C., y Burgos, J. E. (1997). The unit of selection: What do reinforcers reinforce? *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 67(2), 259-273.
- Dougher, M. J., y Markham, M. R. (1994). Stimulus equivalence, functional equivalence and the transfer of function. En S. C. Hayes, L. J. Hayes, M. Sato y K. Ono (Eds.), *Behavior analysis of language and cognition*. (pp. 71-90). Reno, NV US: Context Press.
- Doughty, A. H., da Silva, S. P., y Lattal, K. A. (2007). Differential resurgence and response elimination. *Behavioural Processes*, 75(2), 115-128.
- Dube, W. V., McIlvane, W. J., Callahan, T. D., y Stoddard, L. T. (1993). The search for stimulus equivalence in nonverbal organisms. *Psychological Record*, 43(4), 761-778.
- Dugdale, N., y Lowe, C. F. (1990). Naming and stimulus equivalence. En *Behaviour analysis in theory and practice: Contributions and controversies*. (pp. 115-138). Hillsdale, NJ England: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

- Dugdale, N., y Lowe, C. F. (2000). Testing for symmetry in the conditional discriminations of language-trained chimpanzees. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 73(1), 5-22.
- Dymond, S., y Barnes, D. (1994). A transfer of self-discrimination response functions through equivalence relations. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 62(2), 251-267.
- Dymond, S., y Barnes, D. (1995). A transformation of self-discrimination response functions in accordance with the arbitrarily applicable relations of sameness, more than, and less than. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 64(2), 163-184.
- Eckerman, D. A. (1970). Generalization and response mediation of a conditional discrimination. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 13(3), 301-316.
- Eckerman, D. A., Lanson, R. N., y Cumming, W. W. (1968). Acquisition and maintenance of matching without a required observing response. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 11(4), 435-441.
- Edwards, C. A., Jagielo, J. A., Zentall, T. R., y Hogan, D. E. (1982). Acquired equivalence and distinctiveness in matching to sample by pigeons: Mediation by reinforcer-specific expectancies. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 8(3), 244-259.

- Eikeseth, S., y Smith, T. (1992). The development of functional and equivalence classes in high-functioning autistic children: The role of naming. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 58(1), 123-133.
- Enquist, M., y Arak, A. (1994). Symmetry, beauty and evolution. *Nature*, 372(6502), 169-172.
- Epstein, R. (1983). Resurgence of previously reinforced behavior during extinction. *Behaviour Analysis Letters*, 3(6), 391-397.
- Epstein, R. (1984). Simulation research in the analysis of behavior. *Behaviorism*, 12(2), 41-59.
- Epstein, R. (1985). Extinction-induced resurgence: Preliminary investigations and possible applications. *Psychological Record*, 35(2), 143-153.
- Epstein, R., Kirshnit, C. E., Lanza, R. P., y Rubin, L. C. (1984). 'Insight' in the pigeon: Antecedents and determinants of an intelligent performance. *Nature*, 308(5954), 61-62.
- Epstein, R., Runco, M. A., y Albert, R. S. (1990). Generativity theory and creativity. En *Theories of creativity*. (pp. 116-140). Thousand Oaks, CA US: Sage Publications, Inc.
- Euclides. (1956). The thirteen books of Euclid's Elements (2 ed.). New York: Dover.
- Ferster, C. B., y Skinner, B. F. (1957). *Schedules of reinforcement*. East Norwalk, CT US: Appleton-Century-Crofts.

- Fields, L., y Verhave, T. (1987). The structure of equivalence classes. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 48(2), 317-332.
- Fields, P. E. (1932). Studies in concept formation. I. The development of the concept of triangularity by the white rat. *Comparative Psychology Monographs*, 9, 1-70.
- Fiorile, C. A., y Greer, R. D. (2007). The induction of naming in children with no prior tact responses as a function of multiple exemplar histories of instruction. *Analysis of Verbal Behavior*, 23, 71-87.
- Frank, A. J. (2007). *An examination of the temporal and spatial stimulus control in emergent symmetry in pigeons*. Tesis doctoral sin publicar, Iowa University, Iowa, US.
- Frank, A. J., y Wasserman, E. A. (2005a). Associative symmetry in the pigeon after successive matching-to-sample training. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 84(2), 147-165.
- Frank, A. J., y Wasserman, E. A. (2005b). Response rate is not an effective mediator of learned stimulus equivalence in pigeons. *Learning & Behavior*, 33(3), 287-295.
- Galizio, M. (2003). The abstracted operant: A review of Relational frame theory: A post-Skinnerian account of human language and cognition. *Behavior Analyst*, 26(1), 159-169.
- Gallister, C. R. (1990). *The organization of learning*. Cambridge, MA: MIT Press.

- García, A. (2000). *Discriminación de la propia conducta y simetría en palomas*. Tesis doctoral sin publicar, Universidad de Sevilla, Sevilla.
- García, A. (2002). Antecedentes históricos del uso de discriminaciones condicionales en el estudio de la simetría. *Revista de Historia de la Psicología*, 23(2), 123-130.
- García, A., y Benjumea, S. (2001). Pre-requisitos ontogenéticos para la emergencia de relaciones simétricas. *International Journal of Psychology and Psychological Therapy*, 1(1), 115-135.
- García, A., y Benjumea, S. (2002a). Orígenes, ampliación y aplicaciones de la equivalencia de estímulos. *Apuntes de Psicología*, 20(2), 171-186.
- García, A., y Benjumea, S. (2002b). Relaciones bidireccionales en no-humanos. *Summa Psicológica*, 9(2), 193-214.
- García, A., y Benjumea, S. (2006a). Discriminación condicional de la propia conducta en palomas: El papel de la longitud de la conducta-muestra. *International Journal of Psychology & Psychological Therapy*, 6(3), 331-342.
- García, A., y Benjumea, S. (2006b). 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(1), 65-80.
- García, A., Bohórquez, C., Gómez, J., Gutiérrez, M. T., y Pérez, V. (2001a). Ensombrecimiento entre relaciones arbitrarias y no arbitrarias en el paradigma de equivalencia-equivalencia. *Summa Psicológica*, 8(2), 251-270.

- García, A., Gómez, J., Gutiérrez, M. T., y Puche, A. (2001b). Formación y ampliación de clases de equivalencia aplicadas al tratamiento de un niño autista. *Análisis y Modificación de Conducta*, 27(114), 649-669.
- García, A., Gutiérrez, M. T., Bohórquez, C., Gómez, J., y Pérez, V. (2002). Competencia entre relaciones arbitrarias y relaciones no arbitrarias en el paradigma de equivalencia-equivalencia. *Apuntes de Psicología*, 20(2), 205-224.
- García, A., Pérez, V., y Escuer, E. (2007). La conducta de anticipación y la simetría estimular. *Summa Psicológica*, 4(2), 107-115.
- Gibbs, D., Barnes, E., y Cox, J. (2001). *Pigeons and Doves, A Guide to Pigeons and Doves of the World*. Sussex: Pica Press.
- Gillan, D. J. (1981). Reasoning in the chimpanzee: II. Transitive inference. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 7(2), 150-164.
- Godfrey, R., y Davison, M. (1999). The effects of number of sample stimuli and number of choices in a detection task on measures of discriminability. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 72(1), 33-55.
- Goldiamond, I. (1964). A research and demonstration procedure in stimulus control, abstraction, and environmental programming. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 7(3), 216-216.

- Goldman, M., y Shapiro, S. (1979). Matching-to-sample and oddity-from-sample in goldfish. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 31(2), 259-266.
- Gómez, J. (2001a). Discriminación de la propia conducta y clases de equivalencia en la paloma. Sin publicar Tesis de Licenciatura. Universidad de Sevilla.
- Gómez, J., García, A., Pérez, V., Bohórquez, C., y Gutiérrez, M. T. (2002). Los hechos internos en una ciencia natural: Conductismo radical y eventos privados. *Apuntes de Psicología*, 20(1), 119-134.
- Gómez, J., García, A., Pérez, V., Gutiérrez, M. T., y Bohórquez, C. (2003). Valoración del conductismo radical en estudiantes de psicología de la Universidad de Sevilla. *Iber Psicología*, 8(1).
- Gómez, J., García, A., Pérez, V., Gutiérrez, M. T., y Bohórquez, C. (2004). Aportaciones del análisis conductual al estudio de la conducta emergente: algunos fenómenos experimentales. *Revista Internacional de Psicología y Terapia Psicológica*, 4(1), 161-191.
- Gómez, S. (2001b). Derivación de relaciones de estímulo y comportamiento verbal. Algunos ejemplos de aplicación al contexto clínico. *Análisis y Modificación de Conducta*, 27(1), 111-136.
- Gould, S. J. (1998). The Allure of Equal Halves. *Science*, 38(6), 32.
- Gould, S. J. (2004). The evolution of life on earth. *Scientific American Special Edition*, 14(2), 92-100.

- Grammer, K., y Thornhill, R. (1994). Human (*Homo sapiens*) facial attractiveness and sexual selection: The role of symmetry and averageness. *Journal of Comparative Psychology*, 108(3), 233-242.
- Grant, D. S., y Kelly, R. (2001). Many-to-one matching with temporal and hedonic samples in pigeons. *Learning and Motivation*, 32(4), 477-498.
- Grattan-Guinness, I. (2000). *The Search for Mathematical Roots, 1870-1940: Logics, Set Theories, and the Foundations of Mathematics from Cantor through Russell to Gödel*: Princeton U. Pr.
- Gray, L. (1966). Backward association in pigeons. *Psychonomic Science*, 4(9), 333-334.
- Green, D. M., y Swets, J. A. (1966). *Signal detection theory and psychophysics*. Oxford England: Wiley.
- Green, G. (1990). Differences in development of visual and auditory-visual equivalence relations. *American Journal on Mental Retardation*, 95(3), 260-270.
- Greer, R. D., Stolfi, L., Chavez-Brown, M., y Rivera-Valdes, C. (2005). The emergence of the listener to speaker component of naming in children as a function of multiple exemplar instruction. *Analysis of Verbal Behavior*, 21, 123-134.
- Greer, R. D., y Yuan, L. (2008). How kids learn to say the darnedest things: The effect of multiple exemplar instruction on the emergence of novel verb usage. *Analysis of Verbal Behavior*, 24, 103-121.

- Griffee, K., y Doughier, M. J. (2002). Contextual control of stimulus generalization and stimulus equivalence in hierarchical categorization. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 78(3), 433-447.
- Grilly, D. M., y Ferraro, D. P. (1973). Effects of D9-tetrahydrocannabinol on delayed matching-to-sample choice speeds in chimpanzees. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 2, 413-415.
- Grosenick, L., Clement, T. S., y Fernald, R. D. (2007). Fish can infer social rank by observation alone. *Nature*, 445(7126), 429-432.
- Grosholz, E. (2005). The Uses of Periodicity in English Verse. En *Hudson Review* (Vol. 58, pp. 259-274): Hudson Review Inc.
- Gulliksen, H., y Wolfle, D. L. (1938a). A theory of learning and transfer: I. *Psychometrika*, 3, 127-149.
- Gulliksen, H., y Wolfle, D. L. (1938b). A theory of learning and transfer: II. *Psychometrika*, 3, 225-251.
- Gutiérrez, M. T., y Benjumea, S. (2003). Formación de clases funcionales utilizando un entrenamiento de condicionamiento clásico. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 35(2), 165-174.
- Guttman, N. (1963). Laws of behavior and facts of perception. En S. Koch (Ed.), *Psychology: A study of a science* New York: McGraw-Hill.

- Guttman, N., y Kalish, H. I. (1956). Discriminability and stimulus generalization. *Journal of Experimental Psychology*, 51(1), 79-88.
- Hall, J. F. (1984). Backward conditioning in Pavlovian type studies: Reevaluation and present status. *Pavlovian Journal of Biological Science*, 19(4), 163-168.
- Hamilton, W. F., y Coleman, T. B. (1933). Trichromatic vision in the pigeon as illustrated by the spectral hue discrimination curve. *Journal of Comparative Psychology*, 15(1), 183-191.
- Harrison, J. M., Downey, P., Segal, M., y Howe, M. (1971). Control of responding by location of auditory stimuli: Rapid acquisition in monkey and rat. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 15(3), 379-386.
- Hashiya, K., y Kojima, S. (2001). Acquisition of auditory-visual intermodal matching-to-sample by a chimpanzee (*Pan troglodytes*): Comparison with visual-visual intramodal matching. *Animal Cognition*, 4(3), 231-239.
- Hausdorf, B. (2000). Early Evolution of the Bilateria. *Systematic Biology*, 49(1), 130.
- Hayes, S. C. (1989). *Rule-governed behavior: Cognition, contingencies, and instructional control*. New York, NY US: Plenum Press.
- Hayes, S. C., Barnes-Holmes, D., y Roche, B. (2001). *Relational frame theory: A post-Skinnerian account of human language and cognition*. New York, NY US: Kluwer Academic/Plenum Publishers.

- Hayes, S. C., y Barnes, D. (1997). Analyzing derived stimulus relations requires more than the concept of stimulus class. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 68(2), 235-244.
- Hayes, S. C., y Hayes, L. J. (1989). The verbal action of the listener as a basis for rule-governance. En *Rule-governed behavior: Cognition, contingencies, and instructional control*. (pp. 153-190). New York, NY US: Plenum Press.
- Hayes, S. C., Hayes, L. J., y Chase, P. N. (1991). A relational control theory of stimulus equivalence. En *Dialogues on verbal behavior: The First International Institute on Verbal Relations*. (pp. 19-40). Reno, NV US: Context Press.
- Hayes, S. C., y Strosahl, K. D. (2005). *A practical guide to acceptance and commitment therapy*. New York, NY US: Springer Science + Business Media.
- Hayes, S. C., Strosahl, K. D., y Wilson, K. G. (1999). *Acceptance and commitment therapy: An experiential approach to behavior change*. New York, NY US: Guilford Press.
- Hayes, S. C., y Wilson, K. G. (1996). Criticisms of relational frame theory: Implications for a behavior analytic account of derived stimulus relations. *Psychological Record*, 46(2), 221-236.
- 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.

- Herman, L. M., y Gordon, J. A. (1974). Auditory delayed matching in the bottlenose dolphin. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 21(1), 19-26.
- Herrera, A. (2007). ¿Es melodiosa la simetría? El paso del cangrejo de Mozart, *Revista electrónica Episteme* (Vol. 10).
- Herrnstein, R. J. (1970). On the law of effect. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 13(2), 243-266.
- Herrnstein, R. J., Loveland, D. H., y Cable, C. (1976). Natural concepts in pigeons. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 2(4), 285-302.
- Hogan, D. E., y Zentall, T. R. (1977). Backward associations in the pigeon. *American Journal of Psychology*, 90(1), 3-15.
- Holt, G. L. (1973). Function of time-out and intertrial interval in acquisition of simultaneous matching to sample. *Proceedings of the Annual Convention of the American Psychological Association*, 865-866.
- Holt, G. L., y Shafer, J. N. (1973). Function of intertrial interval in matching-to-sample. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 19(1), 181-186.
- Hon, G., y Goldstein, B. R. (2005a). From proportion to balance: the background to symmetry in science. *Studies in History & Philosophy of Science Part A*, 36(1), 1-21.

- Hon, G., y Goldstein, B. R. (2005b). Legendre's Revolution (1794): The Definition of Symmetry in Solid Geometry. *Archive for History of Exact Sciences*, 59(2), 107-155.
- Hon, G., y Goldstein, B. R. (2008). *From Summetria To Symmetry The Making Of A Revolutionary Scientific Concept*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers Group
- Honey, R. C., y Hall, G. (1989). Acquired equivalence and distinctiveness of cues. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 15(4), 338-346.
- Honig, W. K., y Urcuioli, P. J. (1981). The legacy of Guttman and Kalish (1956): 25 years of research on stimulus generalization. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 36(3), 405-445.
- Horne, P. J., Hughes, J. C., y Lowe, C. F. (2006). Naming and categorization in young children: IV: Listener behavior training and transfer of function. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 85(2), 247-273.
- Horne, P. J., y Lowe, C. F. (1996). On the origins of naming and other symbolic behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 65(1), 185.
- Horne, P. J., y Lowe, C. F. (1997). Toward a theory of verbal behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 68(2), 271-296.

- Horne, P. J., Lowe, C. F., y Harris, F. D. A. (2007). Naming and categorization in young children: V. Manual sign training. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 87(3), 367-381.
- Horne, P. J., Lowe, C. F., Leslie, J. C., y Blackman, D. (2000). Putting the naming account to the test: Preview of an experimental program. En *Experimental and applied analysis of human behavior*. (pp. 127-148). Reno, NV US: Context Press.
- Horne, P. J., Lowe, C. F., y Randle, V. R. L. (2004). Naming and Categorization in Young Children: II. Listener Behavior Training. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 81(3), 267-288.
- Hull, C. L. (1939). The problem of stimulus equivalence in behavior theory. *Psychological Review*, 46(1), 9-30.
- Hunt, M., Parr, W. V., y Smith, P. (1999). Local and global sources of control in pigeon delayed matching-to-sample performance. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology B: Comparative and Physiological Psychology*(3), 203-233.
- Hunziker, M. H. L., Saldana, L., y Neuringer, A. (1996). Behavioral variability in SHR and WKY rats as a function of rearing environment and reinforcement contingency. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 65(1), 129-144.
- Husband, S., y Shimizu, T. (2001). Evolution of the avian visual system. En R. G. Cook (Ed.), *Avian visual cognition* Tufts University. [On-line]. Available: [www.pigeon.psy.tufts.edu/avc/husband/](http://www.pigeon.psy.tufts.edu/avc/husband/).

- Itard, J.-M. G. (1962). *The wild boy of Aveyron*. East Norwalk, CT US: Appleton-Century-Crofts.
- Iversen, I. H. (1997). Matching-to-sample performance in rats: A case of mistaken identity? *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 68(1), 27-45.
- Iversen, I. H., Sidman, M., y Carrigan, P. (1986). Stimulus definition in conditional discriminations. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 45(3), 297-304.
- Jarrard, L. E., y Moise, S. L. (1971). Short-term memory in the monkey. En L. E. Jarrard (Ed.), *Cognitive processes of non-human primates* (pp. 1-24). New York: Academic Press.
- Katz, J. S., Bodily, K. D., y Wright, A. A. (2008). Learning strategies in matching to sample: If-then and configural learning by pigeons. *Behavioural Processes*, 77(2), 223-230.
- Keller, F. S., y Schoenfeld, W. N. (1950). *Principles of psychology: A systematic text in the science of behavior*. East Norwalk, CT US: Appleton-Century-Crofts.
- Kendall, S. B. (1983). Tests for mediated transfer in pigeons. *Psychological Record*, 33(2), 245-256.
- Kirkpatrick, K. (2001). Object recognition. En R. G. Cook (Ed.), *Avian visual cognition* Tufts University. [On-line]. Available: [www.pigeon.psy.tufts.edu/avc/kirkpatrick/](http://www.pigeon.psy.tufts.edu/avc/kirkpatrick/).

- Köhler, W. (1947). *Gestalt psychology: an introduction to new concepts in modern psychology (rev. ed.)*. Oxford England: Liveright.
- Köhler, W. (1949). Problem Solving by Chimpanzees. En W. Dennis (Ed.), *Readings in general psychology*. (pp. 306-314). New York, NY US: Prentice-Hall, Inc.
- Kuhn, T. S. (1962). *The structure of scientific revolutions*: University of Chicago Press: Chicago.
- Kuno, H., Kitadate, T., y Iwamoto, T. (1994). Formation of transitivity in conditional matching to sample by pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 62(3), 399-408.
- Lakatos, I. (1993). *La metodología de los Programas de investigación científica*. Madrid: Alianza.
- Lamarre, J., y Holland, J. G. (1985). The functional independence of mands and tacts. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 43(1), 5-19.
- Lashley, K. S. (1938). Conditional reactions in the rat. *Journal of Psychology: Interdisciplinary and Applied*, 6, 311-324.
- Lashley, K. S., y Wade, M. (1946). The Pavlovian theory of generalization. *Psychological Review*, 53(2), 72-87.
- Lattal, K. A., y Doepke, K. J. (2001). Correspondence as conditional stimulus control: Insights from experiments with pigeons. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 34(2), 127-144.

- Lazareva, O. F., Miner, M., Wasserman, E. A., y Young, M. E. (2008). Multiple-pair training enhances transposition in pigeons. *Learning & Behavior*, 36(3), 174-187.
- Leader, G., Barnes, D., y Smeets, P. M. (1996). Establishing equivalence relations using a respondent-type training procedure. *Psychological Record*, 46(4), 685-706.
- Leahey, T. H. (1994). *A history of modern psychology (2nd ed.)*. Englewood Cliffs, NJ US: Prentice-Hall, Inc.
- Lionello-DeNolf, K. M., y Urcuioli, P. J. (2000). Transfer of pigeons' matching to sample to novel sample locations. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 73(2), 141-161.
- Lionello-DeNolf, K. M., y Urcuioli, P. J. (2002). Stimulus control topographies and test of symmetry in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 78(3), 467-495.
- Lionello, K. M., y Urcuioli, P. J. (1998). Control by sample location in pigeons' matching to sample. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 70(3), 235-251.
- Lipkens, R., Hayes, S. C., y Hayes, L. J. (1993). Longitudinal study of the development of derived relations in an infant. *Journal of Experimental Child Psychology*, 56(2), 201-239.

- Lipkens, R., Kop, P. F., y Matthijs, W. (1988). A test of symmetry and transitivity in the conditional discrimination performances of pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 49(3), 395-409.
- Lombardi, C. M. (2008). Matching and oddity relational learning by pigeons (Columba livia): Transfer from color to shape. *Animal Cognition*, 11(1), 67-74.
- Lombardi, C. M., Fachinelli, C. C., y Delius, J. D. (1984). Oddity of visual patterns conceptualized by pigeons. *Animal Learning & Behavior*, 12(1), 2-6.
- Lowe, C. F., y Beasty, A. (1987). Language and the emergence of equivalence relations: A developmental study. *Bulletin of the British Psychological Society*, 40(A42).
- Lowe, C. F., Horne, P. J., Harris, F. D. A., y Randle, V. R. L. (2002). Naming and categorization in young children: Vocal tact training. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 78(3), 527-549.
- Lowe, C. F., Horne, P. J., y Hughes, J. C. (2005). Naming and categorization in young children: III. Vocal tact training and transfer of function. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 83(1), 47-65.
- Lubinski, D., y Thompson, T. (1987). An animal model of the interpersonal communication of interoceptive (private) states. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 48(1), 1-15.

- Lubinski, D., y Thompson, T. (1993). Species and individual differences in communication based on private states. *Behavioral and Brain Sciences*, 16(4), 627-680.
- Luciano, C., Becerra, I. G., y Valverde, M. R. (2007). The role of multiple-exemplar training and naming in establishing derived equivalence in an infant. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 87(3), 349-365.
- Luciano, M. C. (1991). Problem solving behavior: an experimental example. *Psicothema*, 3(2), 297-317.
- Luciano, M. C. (1999). Terapia de aceptación y compromiso (ACT) y psicoterapia analítica funcional (FAP): Fundamentos, características y precauciones. *Análisis y Modificación de Conducta*, 25(102), 497-584.
- Luciano, M. C., y Barnes-Holmes, D. (2001). Early verbal developmental history and equivalence relations. *International Journal of Psychology and Psychological Therapy*, 1(1), 137-149.
- Luciano, M. C., Herruzo, J., y Barnes-Holmes, D. (2001). Generalization of say-do correspondence. *Psychological Record*, 51(1), 111-130.
- MacCorquodale, K., y Meehl, P. E. (1948). On a distinction between hypothetical constructs and intervening variables. *Psychological Review*, 55(2), 95-107.
- Mackay, H. A. (1991). Conditional stimulus control. En I. H. Iversen y K. A. Lattal (Eds.), *Experimental analysis of behavior, Parts 1 & 2*. (pp. 301-350). New York, NY US: Elsevier Science.

- Maki, W. S., Moe, J. C., y Bierley, C. M. (1977). Short-term memory for stimuli, responses, and reinforcers. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 3(2), 156-177.
- Manabe, K., Kawashima, T., y Staddon, J. E. R. (1995). Differential vocalization in budgerigars: Towards an experimental analysis of naming. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 63(1), 111-126.
- Markham, M. R., y Dougher, M. J. (1993). Compound stimuli in emergent stimulus relations: Extending the scope of stimulus equivalence. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 60(3), 529-542.
- Marr, M. J. (2003). The stitching and the unstitching: What can behavior analysis have to say about creativity? *Behavior Analyst*, 26(1), 15-27.
- Martin, J. A., Lope, J. d., y Maravall, D. (2008). Adaptation, Anticipation and Rationality in Natural and Artificial Systems: Computational Paradigms Mimicking Nature. *Natural Computing*, DOI: 10.1007/s11047-008-9096-6.
- Masia, C. L., y Chase, P. N. (1997). Vicarious learning revisited: A contemporary behavior analytic interpretation. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 28(1), 41-51.
- McIlvane, W. J. (2003). A stimulus in need of a response: A review of Relational frame theory: a post-Skinnerian account of human language and cognition: Comment. *Analysis of Verbal Behavior*, 19, 29-37.

- McIntire, K. D., Cleary, J. P., y Thompson, T. (1987). Conditional relations by monkeys: Reflexivity, symmetry, and transitivity. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 47(3), 279-285.
- McKinney, F. (1932). Identical sensory elements versus functional equivalents in visual transfer reactions. *Journal of Genetic Psychology*, 41, 483-489.
- Meehan, E. F. (1999). Class-consistent differential reinforcement and stimulus class formation in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 72(1), 97-115.
- Meehan, E. F., y Fields, L. (1995). Contextual control of new equivalence classes. *Psychological Record*, 45(2), 165-182.
- Millenson, J. R. (1967). *Principios de análisis conductual*. México: Trillas.
- Moller, A. P., y Thornhill, R. (1998). Bilateral symmetry and sexual selection: A meta-analysis. *American Naturalist*, 151(2), 174.
- Morimura, N., y Matsuzawa, T. (2001). Memory of movies by chimpanzees (Pan troglodytes). *Journal of Comparative Psychology*, 115(2), 152-158.
- Morris, E. K. (1998). Tendencias actuales en el análisis conceptual del comportamiento. En R. Ardila (Ed.), *Manual de análisis experimental del comportamiento*. Madrid: Biblioteca Nueva

- Murayama, T., y Tobayama, T. (1997). Preliminary study on stimulus equivalence in beluga (Delphinapterus leucas). *Japanese Journal of Animal Psychology*, 47(2), 79-89.
- Nelson, K. R., y Wasserman, E. A. (1978). Temporal factors influencing the pigeon's successive matching-to-sample performance: Sample duration, intertrial interval, and retention interval. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 30(2), 153-162.
- Nevin, J. A., Davison, M., Odum, A. L., y Shahan, T. A. (2007). A theory of attending, remembering, and reinforcement in delayed matching to sample. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 88(2), 285-317.
- Nevin, J. A., Davison, M., y Shahan, T. A. (2005). A theory of attending and reinforcement in conditional discriminations. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 84(2), 281-303.
- Nevin, J. A., y Davison, M. C. (1991). *Signal detection: Mechanisms, models, and applications*. Hillsdale, NJ England: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Nissen, H. W., Blum, J. S., y Blum, R. A. (1948). Analysis of matching behavior in chimpanzee. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 41(1), 62-74.
- Nissen, H. W., Blum, J. S., y Blum, R. A. (1949). Conditional matching behavior in chimpanzee; implications for the comparative study of intelligence. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 42(5), 339-356.

- Nuzzolo-Gomez, R., y Greer, R. D. (2004). Emergence of Untaught Mands or Tacts of Novel Adjective-Object Pairs as a Function of Instructional History. *Analysis of Verbal Behavior*, 20, 63-76.
- Oden, D. L., Thompson, R. K., y Premack, D. (1988). Spontaneous transfer of matching by infant chimpanzees (Pan troglodytes). *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 14(2), 140-145.
- Osborne, J. G. (2003). Beyond Skinner? A review of Relational frame theory: A post-Skinnerian account of human language and cognition: Comment. *Analysis of Verbal Behavior*, 19, 19-27.
- Overmier, J. B., Bull, J. A., y Trapold, M. A. (1971). Discriminative cue properties of different fears and their role in response selection in dogs. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 76(3), 478-482.
- Pack, A. A., Herman, L. M., y Roitblat, H. L. (1991). Generalization of visual matching and delayed matching by a California sea lion (*Zalophus californianus*). *Animal Learning & Behavior*, 19(1), 37-48.
- Page, S., y Neuringer, A. (1985). Variability is an operant. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 11(3), 429-452.
- Palmer, D. C. (2004). Data in Search of a Principle: A Review of Relational Frame Theory: A Post-Skinnerian Account of Human Language and Cognition. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 81(2), 189-204.

Pavlov, I. P. (1928). The psychical secretion of the salivary glands (complex nervous phenomena in the work of the salivary glands). En *Lectures on conditioned reflexes: Twenty-five years of objective study of the higher nervous activity (behaviour) of animals*. (pp. 61-75). New York, NY US: Liverwright Publishing Corporation.

Pavlov, I. P. (1963). *Lectures on conditioned reflexes: I*. Oxford England: International.

Penn, D. C., Holyoak, K. J., y Povinelli, D. J. (2008). Darwin's mistake: Explaining the discontinuity between human and nonhuman minds. *Behavioral and Brain Sciences*, 31(2), 109-130.

Peña, T., Pitts, R. C., y Galizio, M. (2006). Identity matching-to-sample with olfactory stimuli in rats. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 85(2), 203-221.

Pérez-Acosta, A. M., Benjumea, S., y Navarro, J. I. (2001). Autoconciencia animal: estudios sobre la autodiscriminación condicional en varias especies. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 33(3), 311-327.

Pérez-González, L. A. (1994). Transfer of relational stimulus control in conditional discriminations. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 61(3), 487-503.

Pérez, V. (2007). *Generalización de la respuesta controlada por relaciones arbitrarias entre estímulos*. Tesis doctoral sin publicar, Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid.

- Pérez, V., Domínguez, M. T., García, A., y Gómez, J. (2005). *Procesos Psicológicos Básicos: Un Análisis Funcional*: Pearson Educación.
- Pérez, V., García, A., Gómez, J., Bohórquez, C., y Gutiérrez, M. T. (2004). Facilitación de la respuesta de equivalencia-equivalencia en niños. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 30(1), 93-107.
- Petursdottir, A. I., Carr, J. E., y Michael, J. (2005). Emergence of mands and tacts of novel objects among preschool children. *Analysis of Verbal Behavior*, 21, 59-74.
- Pinker, S. (2002). *The blank slate: The modern denial of human nature*. New York, NY US: Viking.
- Pisacreta, R. (1990). Symbolic matching-to-sample employing pictorial stimulus classes. *Psychological Record*, 40(3), 411-428.
- Pisacreta, R. (1996). Transfer of oddity-from-compound samples in the pigeon: Some assembly required. *Behavioural Processes*, 37(2), 103-124.
- Pisacreta, R., Potter, C., y Lefave, P. (1984). Matching of varying-size form stimuli in the pigeon. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 22(6), 591-593.
- Premack, D. (1983). The codes of man and beasts. *Behavioral and Brain Sciences*, 6(1), 125-167.

- Randell, T., y Remington, B. (1999). Equivalence relations between visual stimuli: The functional role of naming. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 71(3), 395-415.
- Rehfeldt, R. A., Clayton, M., y Hayes, L. J. (1998). Blocking the formation of 5-member equivalence classes using complex samples. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 24(3), 279-292.
- Rehfeldt, R. A., Dixon, M. R., Hayes, L. J., y Steele, A. (1998). Stimulus equivalence and the blocking effect. *Psychological Record*, 48(4), 647-664.
- Reichmuth Kastak, C., y Schusterman, R. J. (2002). Long-term memory for concepts in a California sea lion (*Zalophus californianus*). *Animal Cognition*, 5(4), 225-232.
- Reynolds, G. S., y Limpo, A. J. (1969). Attention and generalization during a conditional discrimination. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 12(6), 911-916.
- Ribes, E. (1990). *Problemas conceptuales en el Análisis del Comportamiento Humano*. México: Trillas.
- Richards, R. W. (1988). The question of bidirectional associations in pigeons' learning of conditional discrimination tasks. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 26(6), 577-579.
- Richelle, M. (1992). La analogía evolucionista en el pensamiento de B. F. Skinner. En J. Gil-Roales, M. C. Luciano y M. P. Álvarez (Eds.), *Vigencia de la obra de Skinner* Granada: Servicio de publicaciones de la Universidad de Granada.

Roberts, W. A. (1974). Spaced repetition facilitates short-term retention in the rat. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 86(1), 164-171.

Roberts, W. A., y Kraemer, P. J. (1982). Some observations of the effects of intertrial interval and delay on delayed matching to sample in pigeons. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 8(4), 342-353.

Rodewald, H. K. (1974). Symbolic matching-to-sample by pigeons. *Psychological Reports*, 34(3), 987-990.

Roitblat, H. L. (1980). Codes and coding processes in pigeon short-term memory. *Animal Learning & Behavior*, 8(3), 341-351.

Ryle, G. (1949). *The concept of mind*. Oxford England: Barnes & Noble.

Sacks, R. A., Kamil, A. C., y Mack, R. (1972). The effects of fixed-ratio sample requirements on matching to sample in the pigeon. *Psychonomic Science*, 26(5), 291-293.

Santi, A. (1978). The role of physical identity of the sample and correct comparison stimulus in matching-to-sample paradigms. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 29(3), 511-516.

Santiago, H. C., y Wright, A. A. (1984). Pigeon memory: Same/different concept learning, serial probe recognition acquisition, and probe delay effects on the serial-position function. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 10(4), 498-512.

- Sargisson, R. J., McLean, I. G., Brown, G. S., y White, K. G. (2007). Seasonal variation in pigeon body weight and delayed matching-to-sample performance. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 88(3), 395-404.
- Saunders, K. J. (1989). Naming in conditional discrimination and stimulus equivalence. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 51(3), 379-384.
- Saunders, K. J., y Williams, D. C. (1998). Do parakeets exhibit derived stimulus control? Some thoughts on experimental control procedures. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 70(3), 321-324.
- Saunders, R. R. (1996). From review to commentary on Roche and Barnes: Toward a better understanding of equivalence in the context of relational frame theory. *Psychological Record*, 46(3), 477-487.
- Saunders, R. R., y Green, G. (1992). The nonequivalence of behavioral and mathematical equivalence. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 57(2), 227-241.
- Saunders, R. R., y Green, G. (1999). A discrimination analysis of training-structure effects on stimulus equivalence outcomes. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 72(1), 117-137.
- Savage-Rumbaugh, E. S. (1986). *Ape language: From conditioned response to symbol*. New York, NY US: Columbia University Press.

- Savage-Rumbaugh, E. S., y Rumbaugh, D. M. (1978). Symbolization, language, and chimpanzees: A theoretical reevaluation based on initial language acquisition processes in four young Pan troglodytes. *Brain and Language*, 6(3), 265-300.
- Schrier, A. M., y Thompson, C. R. (1980). Conditional discrimination learning: a critique and amplification. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 33(2), 291-298.
- Schusterman, R. J., y Kastak, D. (1993). A California sea lion (*Zalophus californianus*) is capable of forming equivalence relations. *Psychological Record*, 43(4), 823-839.
- Schusterman, R. J., y Kastak, D. (1998). Functional equivalence in a California sea lion: Relevance to animal social and communicative interactions. *Animal Behaviour*, 55(5), 1087-1095.
- Segal, E. F. (1972). Induction and the provenance of operants. En R. M. Gillbert y J. L. Millenson (Eds.), *Reinforcement: behavioral analogy* (pp. 1-34). New York: Academic Press.
- Shahan, T. A., y Chase, P. N. (2002). Novelty, stimulus control, and operant variability. *Behavior Analyst*, 25(2), 175-190.
- Shannon, C. E., y Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. Illinois: University of Illinois Press.

- Sherburne, L. M., y Zentall, T. R. (1995). Pigeons transfer between conditional discriminations with differential outcomes in the absence of differential-sample-responding cues. *Animal Learning & Behavior*, 23(3), 273-279.
- Shimp, C. P. (1969). The concurrent reinforcement of two interresponse times: The relative frequency of an interresponse time equals its relative harmonic length. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 12(3), 403-411.
- Sidman, M. (1971). Reading and auditory-visual equivalences. *Journal of Speech & Hearing Research*, 14(1), 5-13.
- Sidman, M. (1990). Equivalence relations: Where do they come from? En *Behaviour analysis in theory and practice: Contributions and controversies*. (pp. 93-114). Hillsdale, NJ England: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Sidman, M. (1992). Adventitious control by the location of comparison stimuli in conditional discriminations. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 58(1), 173-182.
- Sidman, M. (1994). *Equivalence relations and behavior: A research story*. Boston, MA US: Authors Cooperative.
- Sidman, M. (1997). Equivalence relations. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 68(2), 258-266.
- Sidman, M. (2000). Equivalence relations and the reinforcement contingency. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 74(1), 127-146.

- Sidman, M., Rauzin, R., Lazar, R., Cunningham, S., Tailby, W., y 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(1), 23-44.
- Sidman, M., y 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.
- Sidman, M., Willson-Morris, M., y Kirk, B. (1986). Matching-to-sample procedures and the development of equivalence relations: The role of naming. *Analysis & Intervention in Developmental Disabilities*, 6(1), 1-19.
- Skinner, B. F. (1935). Two types of conditioned reflex and a pseudo-type. *Journal of General Psychology*, 12, 66-77.
- Skinner, B. F. (1938). *The behavior of organisms: an experimental analysis*. Oxford England: Appleton-Century.
- Skinner, B. F. (1945). The operational analysis of psychological terms. *Psychological Review*, 52(5), 270-277.
- Skinner, B. F. (1948). Superstition in the pigeon. *Journal of Experimental Psychology*, 38(2), 168-172.
- Skinner, B. F. (1950). Are theories of learning necessary? *Psychological Review*, 57(4), 193-216.

- Skinner, B. F. (1953). *Science and Human Behavior*. New York: Free Press.
- Skinner, B. F. (1957). *Verbal behavior*. East Norwalk, CT US: Appleton-Century-Crofts.
- Skinner, B. F. (1969). *Contingencies of reinforcement*. East Norwalk, CT US: Appleton-Century-Crofts.
- Skinner, B. F. (1974). *About Behaviorism*. New York: Knopf.
- Skinner, B. F. (1981). Selection by consequences. *Science*, 213(4507), 501-504.
- Smeets, P. M., Barnes, D., y Roche, B. (1997). Functional equivalence in children: Derived stimulus-response and stimulus-stimulus relations. *Journal of Experimental Child Psychology*, 66(1), 1-17.
- Spence, K. W. (1952). The nature of the response in discrimination learning. *Psychological Review*, 59(1), 89-93.
- Spradlin, J. E., y Saunders, R. R. (1986). The development of stimulus classes using match-to-sample procedures: Sample classification versus comparison classification. *Analysis & Intervention in Developmental Disabilities*, 6(1), 41-58.
- Squire, L. R. (1987). *Memory and brain*. New York, NY US: Oxford University Press.
- Staddon, J. E., y Simmelhag, V. L. (1971). The 'supersitition' experiment: A reexamination of its implications for the principles of adaptive behavior. *Psychological Review*, 78(1), 3-43.

- Steele, D., y Hayes, S. C. (1991). Stimulus equivalence and arbitrarily applicable relational responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 56(3), 519-555.
- Steirn, J. N., Jackson-Smith, P., y Zentall, T. R. (1991). Mediation use of internal representations of food and no-food events by pigeons. *Learning and Motivation*, 22(4), 353-365.
- Stewart, I., Barnes-Holmes, D., Roche, B., y Smeets, P. M. (2002). A functional-analytic model of analogy: A relational frame analysis. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 78(3), 375-396.
- Stromer, R., y Mackay, H. A. (1996). Naming and the formation of stimulus classes. En *Stimulus class formation in humans and animals*. (pp. 221-252). New York, NY US: Elsevier Science.
- Stromer, R., MacKay, H. A., y Remington, B. (1996). Naming, the formation of stimulus classes, and applied behavior analysis. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 29(3), 409-431.
- Stromer, R., y Stromer, J. B. (1990a). The formation of arbitrary stimulus classes in matching to complex samples. *Psychological Record*, 40(1), 51-66.
- Stromer, R., y Stromer, J. B. (1990b). Matching to complex samples: Further study of arbitrary stimulus classes. *Psychological Record*, 40(4), 505-516.
- Tamez, E., Myerson, J., y Hale, S. (2008). Learning, working memory, and intelligence revisited. *Behavioural Processes*, 78(2), 240-245.

Tanner, W. P., Jr., y Swets, J. A. (1954). A decision-making theory of visual detection. *Psychological Review*, 61(6), 401-409.

Thorndike, E. L. (1911). *Animal intelligence: Experimental studies*. Lewiston, NY US: Macmillan Press.

Tolman, E. C. (1932). *Purposive Behavior in Animals and Men*. Oxford England: Appleton-Century.

Tombaugh, J. W., Tombaugh, T. N., y Santi, A. (1982). Relative sample control: A quantitative procedure for assessing transfer effects in conditional discrimination problems. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 19(4), 245-248.

Tomonaga, M., y Fushimi, T. (2002). Conditional discrimination using 3-dimensional objects by a chimpanzee (*Pan troglodytes*): Tests for derived stimulus relations. *Japanese Journal of Psychology*, 73(2), 111-120.

Tomonaga, M., Matsuzawa, T., Fujita, K., y Yamamoto, J. (1991). Emergence of symmetry in a visual conditional discrimination by chimpanzees (*Pan Troglodytes*). *Psychological Reports*, 68(1), 51-60.

Tonneau, F. (2001). Equivalence Relations: A Critical Analysis. *European Journal of Behavior Analysis*, 2(1), 1-33.

Tonneau, F. (2004). Book Review: Relational frame theory: A post-Skinnerian account of human language and cognition. *British Journal of Psychology*, 95(2), 265-268.

- Tonneau, F. o., y Sokolowski, M. B. C. (1997). Standard principles, nonstandard data, and unsolved issues. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 68(2), 266-270.
- Tourlakis, G. J. (2003). *Lectures in Logic and Set Theory*: Cambridge University Press.
- Trapold, M. A. (1970). Are expectancies based upon different positive reinforcing events discriminably different? *Learning and Motivation*, 1(2), 129-140.
- Treichler, F. R., y Van Tilburg, D. (1996). Concurrent conditional discrimination tests of transitive inference by macaque monkeys: List linking. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 22(1), 105-117.
- Urcuioli, P. (2008). Associative symmetry, "anti-symmetry", and a theory of pigeons' equivalence-class formation. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 90, 257-282.
- Urcuioli, P. J. (1984). Overshadowing in matching-to-sample: Reduction in sample-stimulus control by differential sample behaviors. *Animal Learning & Behavior*, 12(3), 256-264.
- Urcuioli, P. J. (1990). Differential outcomes and many-to-one matching: Effects of correlation with correct choice. *Animal Learning & Behavior*, 18(4), 410-422.
- Urcuioli, P. J. (1996). Acquired equivalences and mediated generalization in pigeon's matching-to-sample. En T. R. Zentall y P. M. Smeets (Eds.), *Stimulus class*

*formation in humans and animals*. (pp. 55-70). New York, NY US: Elsevier Science.

Urcuioli, P. J. (2005). Behavioral and associative effects of differential outcomes in discrimination learning. *Learning & Behavior*, 33(1), 1-21.

Urcuioli, P. J. (2006). Responses and Acquired Equivalence Classes. En E. A. Wasserman y T. R. Zentall (Eds.), *Comparative cognition: Experimental explorations of animal intelligence*. (pp. 405-421). New York, NY US: Oxford University Press.

Urcuioli, P. J., y DeMarse, T. (1994). On the relationship between differential outcomes and differential sample responding in matching-to-sample. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 20(3), 249-263.

Urcuioli, P. J., y Honig, W. K. (1980). Control of choice in conditional discriminations by sample-specific behaviors. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 6(3), 251-277.

Urcuioli, P. J., Lionello-DeNolf, K., Michalek, S., y Vasconcelos, M. (2006). Some tests of response membership in acquired equivalence classes. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 86(1), 81-107.

Urcuioli, P. J., y Nevin, J. A. (1975). Transfer of hue matching in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 24(2), 149-155.

- Urcuioli, P. J., Pierce, J. N., Lionello-DeNolf, K. M., Friedrich, A., Fetterman, J. G., y Green, C. (2002). The development of emergent differential sample behavior in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 78(3), 409-432.
- Urcuioli, P. J., y Vasconcelos, M. (2008a). Effects of within-class differences in sample responding on acquired sample equivalence. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 89(3), 341-358.
- Urcuioli, P. J., y Vasconcelos, M. (2008b). On the origins of emergent differential sample behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 90(1), 61-80.
- Urcuioli, P. J., Zentall, T. R., y DeMarse, T. (1995). Transfer to derived sample-comparison relations by pigeons following many-to-one versus one-to-many matching with identical training relations. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology B: Comparative and Physiological Psychology*(2), 158-178.
- Urcuioli, P. J., Zentall, T. R., Jackson-Smith, P., y Steirn, J. N. (1989). Evidence for common coding in many-to-one matching: Retention, intertrial interference, and transfer. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 15(3), 264-273.
- Valero, L., y 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. (2008). Transitive inference in non-human animals: An empirical and theoretical analysis. *Behavioural Processes*, 78(3), 313-334.

- Vaughan, W. (1988). Formation of equivalence sets in pigeons. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 14(1), 36-42.
- Vaughan, W., y Herrnstein, R. J. (1987). Choosing among natural stimuli. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 47(1), 5-16.
- von Fersen, L., Wynne, C. D., Delius, J. D., y Staddon, J. E. (1991). Transitive inference formation in pigeons. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 17(3), 334-341.
- Vonk, J. (2002). Can Orangutans and Gorillas Acquire Concepts for Social Relationships? *International Journal of Comparative Psychology*, 15(4), 257-277.
- Wasserman, E. A., DeVolder, C. L., y Coppage, D. J. (1992). Non-similarity-based conceptualization in pigeons via secondary or mediated generalization. *Psychological Science*, 3(6), 374-378.
- Wasserman, E. A., Hugart, J. A., y Kirkpatrick-Steger, K. (1995). Pigeons show same-different conceptualization after training with complex visual stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 21(3), 248-252.
- Watanabe, S. (2001). Van Gogh, Chagall and pigeons: Picture discrimination in pigeons and humans. *Animal Cognition*, 4(3), 147-151.
- White, K. G., Pipe, M.-E., y McLean, A. P. (1985). A note on the measurement of stimulus discriminability in conditional discriminations. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 23(2), 153-155.

Whyte, A. A., y Boren, J. J. (1976). Discriminability of stimuli in matching to sample. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 7(5), 468-470.

Wilson, K., G. (2001). Some notes on theoretical constructs: Types and validation from a contextual-behavioral perspective. *International Journal of Psychology and Psychological Therapy*, 1, 205-215.

Williams, B. A., Myerson, J., y Hale, S. (2008). Individual differences, intelligence and behavior analysis. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 90(2), 219-231.

Williams, B. A., y Pearlberg, S. L. (2006). Learning of three-term contingencies correlates with Raven scores, but not with measures of cognitive processing. *Intelligence*, 34(2), 177-191.

Wixted, J. T. (1989). Nonhuman short-term memory: A quantitative reanalysis of selected findings. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 52(3), 409-426.

Worsham, R. W., y D'Amato, M. R. (1973). Ambient light, white noise, and monkey vocalization as sources of interference in visual short-term memory of monkeys. *Journal of Experimental Psychology*, 99(1), 99-105.

Wright, A. A. (1974). Psychometric and psychophysical theory within a framework of response bias. *Psychological Review*, 81(4), 322-347.

- Wright, A. A. (1978). Construction of equal-hue discriminability scales for the pigeon. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 29(2), 261-266.
- Wright, A. A. (1997). Concept learning and learning strategies. *Psychological Science*, 8(2), 119-123.
- Wright, A. A., Cook, R. G., Rivera, J. J., y Sands, S. F. (1988). Concept learning by pigeons: Matching-to-sample with trial-unique video picture stimuli. *Animal Learning & Behavior*, 16(4), 436-444.
- Wright, A. A., y Cumming, W. W. (1971). Color-naming functions for the pigeon. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 15(1), 7-17.
- Wright, A. A., y Delius, J. D. (1994). Scratch and match: Pigeons learn matching and oddity with gravel stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 20(1), 108-112.
- Wright, A. A., y Katz, J. S. (2007). Generalization hypothesis of abstract-concept learning: Learning strategies and related issues in *Macaca mulatta*, *Cebus apella*, and *Columba livia*. *Journal of Comparative Psychology*, 121(4), 387-397.
- Wulfert, E., Dougher, M. J., y Greenway, D. E. (1991). Protocol analysis of the correspondence of verbal behavior and equivalence class formation. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 56(3), 489-504.
- Wyckoff, L. B., Jr. (1952). The role of observing responses in discrimination learning. Part I. *Psychological Review*, 59(6), 431-442.

- Wynn, T. (2002). Archaeology and cognitive evolution. *Behavioral and Brain Sciences*, 25(3), 389-438.
- Yamamoto, J. i., y Asano, T. (1995). Stimulus equivalence in a chimpanzee (*Pan troglodytes*). *Psychological Record*, 45(1), 3-21.
- Yamazaki, Y. (2004). Logical and illogical behavior in animals. *Japanese Psychological Research*, 46(3), 195-206.
- Young, M. E., y Wasserman, E. A. (1997). Entropy detection by pigeons: Response to mixed visual displays after same-different discrimination training. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 23(2), 157-170.
- Young, M. E., Wasserman, E. A., y Garner, K. L. (1997). Effects of number of items on the pigeon's discrimination of same from different visual displays. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 23(4), 491-501.
- Zentall, T., y Hogan, D. (1974). Abstract concept learning in the pigeon. *Journal of Experimental Psychology*, 102(3), 393-398.
- Zentall, T. R. (1998). Stimulus class formation in animals. En K. H. Pribram (Ed.), *Brain and values: Is a biological science of values possible?* (pp. 77-107). Mahwah, NJ US: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Zentall, T. R., y Hogan, D. E. (1976a). Pigeons Can Learn Identity or Difference, or Both. *Science*, 191(4225), 408-409.

Zentall, T. R., y Hogan, E. (1976b). Pigeons can learn identity, difference, or both. *Science*, 191, 408-409.

Zentall, T. R., y Hogan, E. (1978). Same/different concept learning in the pigeon: the effect of negative instances and prior adaptation to transfer stimuli. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 30(2), 177-186.

Zentall, T. R., Jagielo, J. A., Jackson-Smith, P., y Urcuioli, P. J. (1987). Memory codes in pigeon short-term memory: Effects of varying the number of sample and comparison stimuli. *Learning and Motivation*, 18(1), 21-33.

Zentall, T. R., Sherburne, L. M., y 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(3), 199-206.

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

Zentall, T. R., Steirn, J. N., Sherburne, L. M., y Urcuioli, P. J. (1991). Common coding in pigeons assessed through partial versus total reversals of many-to-one conditional and simple discriminations. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 17(2), 194-201.

Zentall, T. R., y Urcuioli, P. J. (1993). Emergent relations in the formation of stimulus classes by pigeons. *Psychological Record*, 43(4), 795-810.

Zentall, T. R., Urcuioli, P. J., Jagielo, J. A., y Jackson-Smith, P. (1989). Interaction of sample dimension and sample-comparison mapping on pigeons' performance of delayed conditional discriminations. *Animal Learning & Behavior*, 17(2), 172-178.

