

UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA

EL EFECTO DE  
SIMILITUD EN LA  
MEMORIA DE  
TRABAJO VISUAL  
MEDIANTE  
TAREAS DE  
RECONOCIMIENTO

DEPARTAMENT DE PSICOLOGIA BÀSICA, EVOLUTIVA I DE L'EDUCACIÓ

AUTORA:  
JUDIT MATE CASTELLÀ

TESIS DOCTORAL DIRIGIDA POR:  
JOSEP BAQUÉS CARDONA

ENERO DE 2010



*It is because of the ability of organisms like ourselves to make positive use of similarity that the past is relevant to the present. Estes (1996)*

*Dedicada a tots aquells i aquelles que estimo,  
estiguin o no físicament amb mi.  
A la mama i especialment al Jaume,  
perquè dubto molt que hagués arribat fins aquí  
sense la motivació que em va donar, molts anys enrere.*



### Otras consideraciones

La presente Tesis Doctoral se ha desarrollado en el marco de una beca predoctoral FPU (Formación de Profesorado Universitario), concedida por el MEC (resolución publicada en el BOE nº25, 21 de abril de 2006).

Buena parte de este trabajo de investigación ha sido elaborada durante estancias de investigación financiadas por el MiCINN en la Universidad de Bristol (2007) y la Universidad de York (2008 y 2009).

Los resultados de un experimento previo, basado en el Experimento 1 incluido en esta Tesis fueron publicados en julio de 2009 [Mate, J. y Baqués, J. (2009). Visual similarity at encoding and retrieval in an item recognition task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62(7), 1277-1284].



## Resumen

La presente tesis doctoral tiene como objetivo principal explorar las propiedades de la memoria de trabajo visual a partir del estudio del efecto de similitud en tareas de reconocimiento. El efecto de similitud cuenta con una gran tradición en la investigación sobre memoria de trabajo verbal y, básicamente, se define como el empeoramiento que se produce en el recuerdo, especialmente del orden, cuando se presentan ítems fonológicamente similares (Conrad y Hull, 1964). Aunque en menor medida, se ha estudiado también la influencia de la similitud en la memoria para el ítem independientemente del orden de presentación y, a menudo, se ha observado un efecto inverso (para una revisión véase Gupta, Lipinski y Aktunc, 2005). Sin embargo, en el ámbito visual, la mayoría de investigaciones se han centrado en estudiar el efecto de similitud en su forma clásica, es decir, su influencia sobre el recuerdo del orden (Hitch, Halliday, Schaafstal y Schraagen, 1988; Hue y Erickson, 1988; Logie, Della Sala, Wynn y Baddeley, 2000; Walker, Hitch y Duroe, 1993) y su estudio a nivel de ítem es prácticamente inexistente en la literatura sobre memoria de trabajo (Lin y Luck, 2009). Es en este punto concreto donde radica la novedad del presente trabajo, en el que partir de la exploración de este fenómeno mediante dos tipos distintos de tarea (elección forzada entre alternativas y de respuesta Sí/No) y material visual sin significado que difiere en el grado de complejidad (letras chinas y polígonos), se examinan los procesos de codificación y recuperación de la información visual a nivel de ítem. Para ello, resulta ventajoso el uso de tareas de reconocimiento, ámbito menos explorado pero que posibilita el estudio del efecto independientemente del orden. En la parte empírica se presenta una serie de cuatro experimentos en los que se manipula la similitud de los estímulos a recordar tanto en la codificación como en la recuperación. Los resultados muestran que, en las tareas utilizadas y con el uso de material no figurativo, la similitud de los ítems durante la codificación no solamente no se traduce en una peor ejecución sino que puede resultar incluso positiva para el reconocimiento, mostrando una inversión del clásico efecto de similitud visual. Este hallazgo se puede explicar principalmente mediante procesos relacionales e ítem-específicos (Einstein y Hunt, 1980; Hunt y Einstein, 1981). Cuando los estímulos son similares, la presencia de características comunes facilita la emergencia de un patrón general que simplifica la representación global de los ítems. Este procesamiento relacional reduce la carga de memoria permitiendo a su vez la puesta en marcha de un procesamiento de tipo ítem-específico centrado en los rasgos diferenciadores. En la misma línea que la sugerida por Hunt y colaboradores, parece ser que la combinación entre ambos mecanismos resulta ser especialmente ventajosa para la memoria. Además, los resultados muestran que estos procesos están influidos por el número de ítems que se presenta durante la codificación y por el tipo de recuperación empleada. Las conclusiones de este trabajo contribuyen a la comprensión del funcionamiento de la memoria de trabajo visual y especialmente a cómo se representa la información visual.

*Palabras clave:* Efecto de similitud; Memoria de trabajo visual; Reconocimiento

## Abstract

The aim of this thesis is to explore the properties of visual working memory through the study of the visual similarity effect on recognition tasks. The effect of phonological similarity in working memory has been widely investigated and can be defined as the robust, replicated finding that similar-sounding items are less accurately recalled in immediate serial recall tasks than dissimilar-sounding items (Conrad & Hull, 1964). However, when item memory is assessed as opposed to order an inverse pattern has been found, that is, similarity seems to improve performance under some circumstances (for a review, see Gupta, Lipinski & Aktunc, 2005). Within the visual domain, studies have mainly focused on how similarity affects order memory (Hitch, Halliday, Schaafstal, & Schraagen, 1988; Hue & Erickson, 1988; Logie, Della Sala, Wynn, & Baddeley, 2000; Walker, Hitch, & Duroe; 1993) whereas investigations of its effect on item memory are almost non-existent (Lin & Luck, 2009). The present study sought to determine the influence of similarity in visual working memory by manipulating this factor at encoding and at retrieval in two recognition tasks (6-alternative forced-choice and single probe tasks), that allowed item memory to be assessed regardless of order. Moreover, two types of non-figurative visual material that differed in complexity were employed (Chinese characters and polygons). Four experiments were conducted and results revealed that similarity at encoding did not impair performance. Instead, it even seemed to be positive, thus showing a reversal of the classical visual similarity effect in order memory. The findings are interpreted in terms of relational and item-specific processing (Einstein & Hunt, 1980; Hunt & Einstein, 1981): Similarity at encoding simplifies the global representation of the display and reduces memory load, thus allowing to focus on distinctive details. As suggested by Hunt and colleagues, performance seems to be particularly facilitated by the combination of both types of processing, which are affected by the number of items shown at encoding and by the type of retrieval task used. Results contribute to the general understanding of how visual working memory operates and how visual information is represented.

*Keywords:* Similarity effects, Visual working memory, Recognition

# ÍNDICE

---

## INTRODUCCIÓN

### CAPÍTULO 1: LA MEMORIA DE TRABAJO

<b>1.1 INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>5</b>
<b>1.2. LA CONCEPTUALIZACIÓN DE LA MEMORIA A CORTO PLAZO COMO MEMORIA DE TRABAJO Y SUS MODELOS TEÓRICOS</b> .....	<b>8</b>
1.2.1. EL MODELO DE BADDELEY Y HITCH (1974).....	10
1.2.1.1. <i>El ejecutivo central</i> .....	11
1.2.1.2 <i>El bucle fonológico</i> .....	12
1.2.1.3. <i>La agenda viso-espacial</i> .....	15
1.2.2. REDEFINICIÓN ACTUAL DEL MODELO MULTICOMPONENTE .....	16
1.2.3. MODELO DE COWAN (1988, 2001).....	17
1.2.4. MODELO DE ERICSSON Y KINTSCH (1995).....	18
1.2.5. MODELO DE ENGLE, KANE Y TUHOLSKI (1999).....	19
1.2.6. MODELO DE OBERAUER (2002).....	19
1.2.7. MODELO DE BARROUILLET, BERNARDIN Y CAMOS (2004) .....	20
<b>1.3. LÍMITES ENTRE ATENCIÓN Y MEMORIA DE TRABAJO</b> .....	<b>21</b>
<b>1.4. TAREAS Y MEDIDAS DE MEMORIA DE TRABAJO</b> .....	<b>22</b>
<b>1.5. CONCLUSIONES</b> .....	<b>23</b>

### CAPÍTULO 2: LA MEMORIA DE TRABAJO VISUAL

<b>2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO DE LA MEMORIA VISUAL</b> .....	<b>25</b>
<b>2.2. EL ESTUDIO DE LA IMAGINACIÓN VISUAL</b> .....	<b>27</b>
<b>2.3. DEFINICIÓN DE MEMORIA VISUAL A CORTO PLAZO</b> .....	<b>28</b>
<b>2.4. FRACCIONAMIENTO DE LA MEMORIA DE TRABAJO VISUAL: COMPONENTES ESPACIAL Y VISUAL</b> .....	<b>31</b>
<b>2.5. MODELOS SOBRE LA MEMORIA DE TRABAJO VISUAL</b> .....	<b>32</b>
2.5.1 LA AGENDA VISO-ESPACIAL EN EL MODELO DE BADDELEY Y HITCH (1974).....	32
2.5.2. MODELO DE LOGIE (1995) .....	34
2.5.3. REVISIONES DEL MODELO DE LOGIE: PEARSON (2001) Y QUINN (2008) .....	35
2.5.4. MODELO DE SCHNEIDER (1999).....	37
2.5.5. MODELO DE VOGEL, WOODMAN Y LUCK (2001) .....	38
<b>2.6. CONTRIBUCIÓN DE CÓDIGOS VERBALES EN LA MEMORIA DE TRABAJO VISUAL</b> .....	<b>39</b>
<b>2.7. EL PAPEL DE LA ATENCIÓN</b> .....	<b>42</b>
<b>2.8. REPRESENTACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA INFORMACIÓN VISUAL</b> .....	<b>43</b>
<b>2.9. LAS LIMITACIONES EN LA CAPACIDAD DE LA MEMORIA DE TRABAJO VISUAL</b> ..	<b>48</b>
2.9.1. CAPACIDAD BASADA EN EL NÚMERO DE OBJETOS .....	50
2.9.2. CAPACIDAD BASADA EN LA COMPLEJIDAD.....	53

<b>2.10. CONCLUSIONES .....</b>	<b>54</b>
---------------------------------	-----------

## **CAPÍTULO 3: LA MEMORIA EN TAREAS DE RECONOCIMIENTO**

<b>3.1. INTRODUCCIÓN A LA MEMORIA DE RECONOCIMIENTO .....</b>	<b>57</b>
<b>3.2. DIFERENCIAS ENTRE RECONOCIMIENTO Y RECUERDO .....</b>	<b>58</b>
<b>3.3. TIPOS DE TAREAS DE RECONOCIMIENTO .....</b>	<b>61</b>
<b>3.4. MODELOS DE RECONOCIMIENTO .....</b>	<b>62</b>
3.4.1 MODELOS DE UN SOLO PROCESO (SINGLE-PROCESS MODELS).....	62
3.4.1.1 Modelos basados en la Teoría de Detección de Señales (TDS).....	62
3.4.1.2. Modelos de Umbral (Threshold models) .....	65
3.4.2. MODELOS DE DOBLE PROCESO (DUAL-PROCESS MODELS) .....	66
<b>3.5. IMPLICACIÓN DE LA FAMILIARIDAD Y LA RECOLECCIÓN EN FUNCIÓN DEL FORMATO DE RECUPERACIÓN.....</b>	<b>68</b>
<b>3.6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>71</b>

## **CAPÍTULO 4: EFECTOS DE SIMILITUD EN LA MEMORIA DE TRABAJO**

<b>4.1. SIMILITUD Y DISTINTIVIDAD .....</b>	<b>73</b>
<b>4.2. ORGANIZACIÓN DEL MATERIAL VISUAL: PROCESAMIENTO RELACIONAL E ÍTEM-ESPECÍFICO .....</b>	<b>76</b>
<b>4.3. EL EFECTO DE SIMILITUD FONOLÓGICA .....</b>	<b>79</b>
4.3.1. MODELOS EXPLICATIVOS .....	80
4.3.2. ESTUDIOS CON PSEUDOPALABRAS .....	83
4.3.3. RECUERDO DEL ORDEN VERSUS RECUERDO DEL ÍTEM EN EL DOMINIO VERBAL .....	85
<b>4.4. EFECTO DE SIMILITUD EN LA MEMORIA DE TRABAJO VISUAL .....</b>	<b>88</b>
4.4.1. ESTUDIOS SOBRE SIMILITUD VISUAL EN TAREAS DE RECUERDO INMEDIATO.....	89
4.4.2. ESTUDIOS SOBRE SIMILITUD VISUAL EN TAREAS DE RECONOCIMIENTO .....	92
4.4.3. RECUERDO DEL ORDEN VERSUS RECUERDO DEL ÍTEM EN EL DOMINIO VISUAL .....	95
<b>4.5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>97</b>

## **CAPÍTULO 5: BLOQUE EXPERIMENTAL**

<b>5.1. CONSIDERACIONES GENERALES .....</b>	<b>101</b>
<b>5.2. EXPERIMENTO 1: RECONOCIMIENTO DE ELECCIÓN FORZADA ENTRE VARIAS ALTERNATIVAS (LETRAS CHINAS) .....</b>	<b>103</b>
5.2.1. INTRODUCCIÓN .....	103
5.2.2. MÉTODO.....	105
5.2.2.1. Participantes.....	105
5.2.2.2. Materiales.....	105
5.2.2.3. Diseño.....	106

5.2.2.4. Procedimiento .....	107
5.2.3. RESULTADOS .....	108
5.2.3.1. Análisis de los datos de reconocimiento.....	108
5.2.3.2. Análisis del tiempo de respuesta .....	111
5.2.3.3. Análisis del grado de seguridad.....	113
5.2.4. DISCUSIÓN .....	114
<b>5.3. EXPERIMENTO 2: RECONOCIMIENTO DE ELECCIÓN FORZADA ENTRE VARIAS ALTERNATIVAS (POLÍGONOS) .....</b>	<b>120</b>
5.3.1. INTRODUCCIÓN .....	120
5.3.2. MÉTODO .....	121
5.3.2.1. Participantes .....	121
5.3.2.2. Materiales.....	121
5.3.2.3. Diseño .....	122
5.3.2.4. Procedimiento .....	122
5.3.3. RESULTADOS .....	123
5.3.3.1. Análisis de los datos de reconocimiento.....	123
5.3.3.2. Análisis del tiempo de respuesta .....	126
5.3.3.3. Análisis del grado de seguridad.....	127
5.3.4. DISCUSIÓN .....	128
<b>5.4. EXPERIMENTO 3: RECONOCIMIENTO SÍ/NO (LETRAS CHINAS) .....</b>	<b>132</b>
5.4.1. INTRODUCCIÓN .....	132
5.4.2. MÉTODO .....	133
5.4.2.1. Participantes .....	133
5.4.2.2. Materiales.....	133
5.4.2.3. Diseño .....	133
5.4.2.4. Procedimiento .....	134
5.4.3. RESULTADOS .....	135
5.4.3.1. Análisis de los datos de reconocimiento.....	135
5.4.3.2. Análisis de los Aciertos y las Falsas Alarmas .....	138
5.4.3.3. Análisis del tiempo de respuesta .....	139
5.4.3.4. Análisis del grado de seguridad.....	140
5.4.3.5. Análisis de las curvas ROC y z-ROC.....	140
5.4.4. DISCUSIÓN .....	144
<b>5.5. EXPERIMENTO 4: RECONOCIMIENTO SÍ/NO (POLÍGONOS) .....</b>	<b>150</b>
5.5.1. INTRODUCCIÓN .....	150
5.5.2. MÉTODO .....	150
5.5.2.1. Participantes .....	150
5.5.2.2. Materiales.....	150
5.5.2.3. Diseño y procedimiento.....	151
5.5.3. RESULTADOS .....	152
5.5.3.1. Análisis de los datos de reconocimiento.....	152
5.5.3.2. Análisis de los Aciertos y de las Falsas Alarmas .....	153
5.5.3.3. Análisis del tiempo de respuesta .....	154
5.5.3.4. Análisis del grado de seguridad.....	155
5.5.3.5. Análisis de las curvas ROC y z-ROC.....	156
5.5.4. DISCUSIÓN .....	158

## CAPÍTULO 6: DISCUSIÓN GENERAL Y CONCLUSIONES

### REFERENCIAS

## **ANEXOS**

<b>ANEXO A. ENGLISH VERSION (REDUCED).....</b>	<b>203</b>
<b>ANEXO B. EVALUACIÓN DEL MATERIAL POR PARTE DE JUECES EXTERNOS .....</b>	<b>230</b>
<b>ANEXO C. EJEMPLOS DE MATERIALES EMPLEADOS EN LOS EXPERIMENTOS 1 Y 3..</b>	<b>231</b>
<b>ANEXO D. INSTRUCCIONES DADAS A LOS PARTICIPANTES.....</b>	<b>232</b>
<b>ANEXO E. COMPARACIÓN DE LAS PUNTUACIONES RESPECTO AL NIVEL DE AZAR..</b>	<b>233</b>
<b>ANEXO F. EJEMPLOS DE MATERIALES EMPLEADOS EN LOS EXPERIMENTOS 2 Y 4..</b>	<b>234</b>
<b>ANEXO G. PARÁMETROS RELATIVOS A LA TDS.....</b>	<b>235</b>
<b>ANEXO H. PARÁMETROS RELATIVOS A LAS CURVAS ROC Y Z-ROC .....</b>	<b>237</b>

# INTRODUCCIÓN

---

Nuestra habilidad para interactuar con los elementos visuales que nos rodean, partiendo de la base de que la relación del ser humano con el entorno es esencialmente visual, depende en gran parte de los mecanismos encargados de retener temporalmente y manipular la información visual relevante a medida que aparece y desaparece de nuestro alrededor. Esto hace que estudiar las propiedades de la memoria visual cobre importancia, ya que este tipo de memoria está involucrado en multitud de tareas en las que nos implicamos diariamente en nuestra vida cotidiana y se relaciona con una gran variedad de habilidades como la orientación, la percepción o la imaginación. Entre muchas otras cosas, la memoria visual posibilita la clasificación de los objetos en distintas categorías o la identificación y reconocimiento de objetos en función de sus características. El papel de la memoria visual a corto plazo en el procesamiento de la información es el punto de partida de este trabajo, mediante el cual nos proponemos obtener datos empíricos con los cuales disponer de herramientas que permitan comprender los procesos subyacentes y las funciones cognitivas de este tipo de memoria.

Como veremos en apartados posteriores, hasta aproximadamente la década de los 60, la investigación en memoria a corto plazo priorizaba claramente el papel del almacenamiento temporal en tareas simples, pero a medida que aumentaba la obtención de datos empíricos y la comprensión de los mecanismos subyacentes, también incrementaba el interés por las funciones de la memoria a corto plazo en habilidades cognitivas superiores. Fue en este contexto en el que apareció un concepto más elaborado, el de *memoria de trabajo* propuesto por Baddeley y Hitch (1974) que es precisamente el objeto de estudio de la presente Tesis y que se desarrolla en profundidad en el **Capítulo 1**. En dicho capítulo ofrecemos una contextualización teórica general sobre el surgimiento del concepto de memoria de trabajo así como su definición, modelos explicativos y medidas.

Sin embargo, lo que nos interesa especialmente es la memoria de trabajo visual. A este respecto, del mismo modo que ocurrió con el estudio del recuerdo para el material de carácter verbal, no fue hasta finales de la década de los 60 y principios de los 70 cuando surgieron paradigmas para caracterizar un sistema específico capaz de almacenar información visual más allá de la persistencia sensorial. En esta época se empezaron a llevar a cabo experimentos que sugerían la existencia de una memoria visual post-icónica, conocida generalmente como memoria visual a corto plazo, que permite almacenar información visual más allá del primer

estadio de retención sensorial y que no decae con tanta rapidez. Entre estos estudios, destacan los de Posner y colaboradores (Posner, Boies, Eichelman y Taylor, 1969; Posner y Keele, 1967) y el de Phillips (1974), que mostraron que efectivamente había diferencias entre la memoria icónica y la memoria a corto plazo, de capacidad limitada. A lo largo del **Capítulo 2**, presentamos un extenso repaso a éstas y otras investigaciones dedicadas a explorar las propiedades y el funcionamiento de la memoria de trabajo visual, desde los inicios, de la mano de autores y paradigmas clásicos, hasta las aproximaciones más recientes, entre las que destacan la determinación de su unidad básica, la representación de la información visual y las limitaciones en la capacidad. Tal y como se destaca en el prefacio de un libro reciente, Brockmole (2009) señala que aproximadamente un 66% de artículos de investigación sobre memoria visual indexados en la base de datos PsycInfo desde 1897 corresponden a los últimos diez años de producción científica, dato que pone de manifiesto la importancia que ha cobrado el estudio de este tipo de memoria durante los últimos años.

Hasta aquí hemos hecho un breve repaso para situarnos en el punto del que parte el presente trabajo de investigación, mediante el cual pretendemos aproximarnos al funcionamiento de la memoria de trabajo visual y a la representación de la información visual. Para ello, nos centramos en el estudio de un efecto que no ha sido lo suficientemente explorado en el marco de la investigación en memoria de trabajo visual pero que ha recibido mucho interés en el dominio verbal: el *efecto de similitud*. Se trata de un fenómeno que, en términos generales, demuestra que se produce un empeoramiento en el recuerdo, especialmente del orden, cuando los ítems son similares entre sí (Conrad y Hull, 1964). Sin embargo, algunos estudios centrados en el efecto de la similitud fonológica sobre la memoria exclusivamente del ítem, han mostrado que la tendencia tiende a invertirse, es decir, que la similitud puede incluso beneficiar el recuerdo (para una revisión, véase Gupta, Lipinski y Aktunc, 2005). La observación de los paralelismos entre el funcionamiento del componente verbal y visual es un ámbito de investigación que sin duda puede ser provechoso para caracterizar la memoria de trabajo visual (Avons y Mason, 1999; Logie, 1995; Parmentier, Tremblay y Jones, 2004). En este sentido, para estudiar el efecto de similitud visual ha resultado de gran utilidad la amplia literatura existente en torno al efecto de similitud fonológica, que ha sido uno de los centros de interés en el estudio de las propiedades del bucle fonológico (nombre que recibe el subcomponente verbal de la memoria de trabajo según el modelo de Baddeley y Hitch, 1974).

Partiendo del conocimiento sobre este efecto verbal, se han planteado algunos estudios para explorar en profundidad dicho efecto en el seno del componente visual, aunque las conclusiones que se desprenden no acaban de ser contrastables debido principalmente a la diversidad de paradigmas utilizados hasta la fecha, como por ejemplo el de detección del

cambio, el recuerdo libre o el recuerdo serial (Hue y Erickson, 1988; Logie, Della Sala, Wynn y Baddeley, 2000; Walker, Hitch y Duroe, 1993; Wolford y Hollingsworth, 1974). Además, los estudios llevados a cabo sobre este efecto en el ámbito visual se han centrado casi exclusivamente en observar cómo afecta la similitud en el recuerdo del orden, y no del ítem. En consecuencia, consideramos que es necesario aportar evidencias experimentales a este aspecto concreto que no ha sido suficientemente explorado hasta el momento. Hay que tener en cuenta, además, que en el caso del material visual, resulta más interesante el estudio de la memoria a nivel de ítem que de orden, ya que en términos generales, muchos aspectos de la visión son predominantemente paralelos mientras que el almacenamiento de información verbal es sobre todo secuencial. Por ello, consideramos que adquiere más sentido el análisis de los efectos que influyen en la memoria del orden en el dominio verbal mientras que en el caso visual, el estudio a nivel de ítem resulta más informativo sobre cómo se representa la información visual en la memoria.

Con esta finalidad realizamos una serie de experimentos basados en el uso de tareas de reconocimiento, que posibilitan estudiar los efectos a nivel del recuerdo del ítem y que además son paradigmas menos explorados pero muy interesantes, ya que hacen posible la observación del comportamiento de un determinado efecto tanto en la fase de codificación como en la de recuperación. El **Capítulo 3** está dedicado a la memoria en tareas de reconocimiento, que es precisamente la metodología que se emplea en el presente trabajo. Además, nos proponemos explorar las implicaciones que el estudio de este efecto concreto puede tener sobre los actuales modelos teóricos sobre reconocimiento. El **Capítulo 4**, que cierra el marco teórico, se centra concretamente en la similitud y en su efecto sobre la memoria, primeramente a nivel verbal, ya que se dispone de muchos más datos empíricos y por lo tanto permite contextualizar el estudio de dicho efecto, y seguidamente a nivel visual.

En el **Capítulo 5** (primero del bloque experimental), presentamos una serie de cuatro experimentos a partir de los cuales nos proponemos estudiar el efecto de similitud en la memoria de trabajo visual mediante tareas de reconocimiento, como punto de partida para poner de manifiesto las funciones y características de este tipo de memoria. El hecho de determinar el efecto de similitud visual, que es un campo de estudio reciente, representa indudablemente una vía interesante para el estudio de las representaciones de los objetos visuales así como de los procesos de codificación y recuperación subyacentes.

Los objetivos generales propuestos en el presente trabajo son:

a) Explorar las características del procesamiento y la representación de la información visual en la memoria de trabajo a partir del estudio del efecto de similitud en la codificación y en la recuperación en tareas de reconocimiento.

b) Estudiar el efecto de similitud específicamente a nivel de recuerdo del ítem (independientemente del orden), con el fin de aportar evidencias en un ámbito no investigado hasta el momento y que supone un vacío respecto a los paralelismos en el funcionamiento de la memoria de trabajo visual y verbal.

Los objetivos específicos, a los que intentaremos dar respuesta mediante la serie experimental y que se detallaran en apartados posteriores, son:

a) Determinar si se produce el efecto de similitud en el sentido clásico (mejor recuerdo para ítems disimilares que para ítems similares) en tareas de reconocimiento visual a corto plazo.

b) Comprobar si dicho efecto tiene lugar independientemente del tipo de tarea de recuperación empleado (elección forzada entre varias alternativas y de reconocimiento Sí/No).

c) Estudiar si el efecto de similitud tiene efectos diferenciales en función del grado de complejidad de los estímulos a memorizar, mediante la comparación de dos tipos de material visual no figurativo (sin representación previa en la memoria a largo plazo), que difieren en el número de detalles.

Por último, en el **Capítulo 6**, se discute y reflexiona en profundidad sobre los mecanismos subyacentes al efecto de similitud en la memoria de trabajo visual en tareas de reconocimiento. Este capítulo pone fin a nuestro trabajo y recoge las principales conclusiones y las aportaciones más relevantes.

# CAPÍTULO 1

## LA MEMORIA DE TRABAJO

---

Este primer capítulo constituye una primera aproximación al estudio de la memoria de trabajo, con el fin de ofrecer una visión amplia de las investigaciones clásicas y recientes que permitan sentar las bases para el desarrollo del trabajo. A continuación se repasa principalmente el surgimiento del concepto de memoria de trabajo como redefinición de la memoria a corto plazo, los componentes de los que consta y los principales modelos teóricos subyacentes.

### 1.1 Introducción

A lo largo de la historia ha habido diferentes etapas decisivas en el estudio experimental de la memoria humana, tanto con respecto a sus estructuras como a sus procesos. Se puede afirmar que la época clave se sitúa a finales de los años 50, en que surgió el cognitivismo<sup>1</sup> como reacción a los planteamientos del conductismo que dominaban en Estados Unidos desde la década de los 20 (Miller, 2003). Este periodo se caracterizó por el estudio de la clasificación de la memoria en varios componentes mediante varios paradigmas experimentales y por el intento de establecer relaciones entre ellos, de forma que se obtuvieron datos muy valiosos para la configuración de una “arquitectura” de la memoria (Ruiz-Vargas, 1994).

Entre otras cosas, el cognitivismo aportó una nueva concepción de la memoria, que pasó de considerarse un proceso encargado de hacer meras copias de la realidad a concebirse como algo constructivo, relacionado con el resto de procesos, influido por muchos factores y sometido a errores (en el año 1932, Bartlett fue pionero en advertir que el recuerdo está definido sobre todo por los cambios y las distorsiones). En este sentido es importante destacar que uno de los objetivos de la teoría del procesamiento de la información era precisamente la vinculación y la integración de los procesos mentales tales como la memoria, el lenguaje, la percepción o la solución de problemas. El cambio se produjo también a nivel de la concepción que se tenía del sujeto, que dejó de ser un simple receptor pasivo de información a tener un papel activo en el procesamiento, elaborando e infiriendo la información que recibe (Sáiz, Sáiz y Baqués, 1996).

---

<sup>1</sup> Dentro del cognitivismo se enmarca el enfoque del procesamiento de la información, que vino dado por la idea inicial de la informática consistente en almacenar, recuperar y procesar la información.

Gracias a la aparición de diferentes paradigmas experimentales durante las décadas de los 60 y 70 empezaron a asentarse las bases para postular varios modelos teóricos que dieron lugar a una aproximación estructural de la memoria, es decir, que ponían el énfasis en las estructuras subyacentes al almacenamiento y posterior recuperación de la información. Una de las principales aportaciones en este sentido fue la de Sperling (1960), en el campo de la persistencia visual de información presentada brevemente o memoria *icónica* y que contribuyó al posterior desarrollo de los modelos denominados *multialmacén*.

Así, hasta entonces prevalecía la idea de que la memoria era un sistema unitario, pero a partir de los años 60 tuvo lugar un intenso periodo investigador en el que las evidencias parecían indicar la existencia de un sistema dual de memoria. En aquella década el debate se centró principalmente en la cuestión sobre si era necesaria una distinción entre la memoria a largo plazo, entendida como el mantenimiento en memoria a lo largo de los años de un amplio número de hechos y acontecimientos autobiográficos, de mucha capacidad y durabilidad, y la memoria a corto plazo, capaz de mantener pequeñas cantidades de información durante breves periodos de tiempo y que desaparece espontáneamente en cuestión de segundos. Por ejemplo, Broadbent (1958) retomó la concepción propuesta por William James (1890)<sup>2</sup>, y elaboró su *modelo de filtro*, según el cual la información es percibida por los sentidos y posteriormente mantenida brevemente en un almacén a corto plazo, la cual desaparece de forma espontánea si no se repasa. Según el modelo, la información es seleccionada a través de un filtro selectivo para su procesamiento, momento en el cual es totalmente percibida y permanece disponible a largo plazo. Por otro lado, Melton (1963) también apuntaba el hecho de que la tarea de amplitud de dígitos, ampliamente utilizada por sus propiedades psicométricas, reflejaba alguna clase de aprendizaje a largo plazo. Dentro de este contexto, en el año 1965, Waugh y Norman reformularon nuevamente la idea de James y aportaron la perspectiva novedosa de asumir que la información en la memoria primaria era desplazada por nuevo material a menos que se mantuviera mediante repaso.

A este respecto, Baddeley (1981, 1996a) afirma que principalmente son tres las fuentes de evidencias que apoyaban la idea de la existencia de dos sistemas separables de memoria: a) *las tareas de dos componentes*: por ejemplo, mediante pruebas de recuerdo libre en las cuales el

---

<sup>2</sup> En su libro clásico *The Principles of Psychology*, William James (1890) introduce la distinción entre memoria primaria y memoria secundaria. La memoria primaria hace referencia a la experiencia consciente y contiene información sobre lo que ha sucedido en el momento inmediato, con una duración de unos cuantos segundos, mientras que la secundaria se refiere a un tipo de memoria permanente, que contiene el conocimiento de los hechos experimentados. Sus observaciones sobre la memoria humana lo convirtieron en uno de los precursores de los modelos estructurales que se consolidarían posteriormente (Sáiz et al., 1996).

participante debe recordar el máximo posible de palabras que se le han presentado previamente se observa que los últimos ítems presentados son mejor recordados, fenómeno que recibe el nombre de *efecto de recencia*; aun así, si el recuerdo se demora unos 5-10 segundos y se impide que el sujeto repase, el efecto de recencia desaparece mientras que la demora no tiene efectos sobre los primeros ítems presentados. Esto sugiere que los últimos ítems se han mantenido en un almacenamiento temporal mientras que los primeros residen en un almacén a más largo plazo (Glanzer, 1972), b) *evidencias neuropsicológicas*: el campo de la neuropsicología y de la fisiología del cerebro permitieron abordar nuevos retos dentro del estudio y la comprensión de la memoria desde la vertiente cognitivista. Los estudios centrados en pacientes con determinadas patologías neurológicas (especialmente amnésicos) hicieron posible obtener datos útiles y aplicables a sujetos sanos. Por ejemplo, se sabe que pacientes amnésicos que son incapaces de registrar nueva información a largo plazo pueden tener una amplitud de memoria normal, es decir, pueden tener preservada la memoria a corto plazo (Milner, 1971); también se han reportado casos en sentido inverso, en que pacientes que tenían preservada la memoria a largo plazo, no presentaban efecto de recencia y mostraban una mala ejecución en tareas de amplitud verbal y c) *codificación acústica y semántica*: las observaciones indican que la amplitud de memoria verbal a corto plazo se basa en el sonido y no en el significado del material y está influida por la similitud fonológica, mientras que la memoria a largo plazo se basa principalmente en el significado y está sujeta a la similitud semántica (Baddeley, 1966; Conrad, 1964).

Sin embargo, hay que destacar que el modelo más influyente en aquella época fue el de Atkinson y Shiffrin (1968) denominado *modelo modal*, el cual tuvo un gran impacto en el ámbito de la investigación en memoria. El modelo postulaba la existencia de tres sistemas de memoria separados (el registro sensorial, el almacén a corto plazo y el almacén a largo plazo). Según sus premisas, la información del entorno pasa a formar parte de una memoria sensorial antes de considerarse incluida en el sistema de memoria a corto plazo, en la cual se hace consciente (retomando de nuevo la formulación de memoria primaria de James). En este punto, la información permanece durante un periodo aproximado de 15 a 30 segundos, tras los cuales se pierde por decaimiento o interferencia. La memoria a corto plazo tiene un papel clave en el modelo modal, puesto que tiene la función principal de dirigir el flujo de información, mediante procesos de repaso y codificación, y permite en último término que sea transferida a la memoria a largo plazo. Desde el punto de vista del modelo, estos tipos de restricciones de capacidad limitada por donde pasa la información, se consideraban necesarias para registrar la información a largo plazo así como para su manipulación y recuperación.

## 1.2. La conceptualización de la memoria a corto plazo como memoria de trabajo y sus modelos teóricos

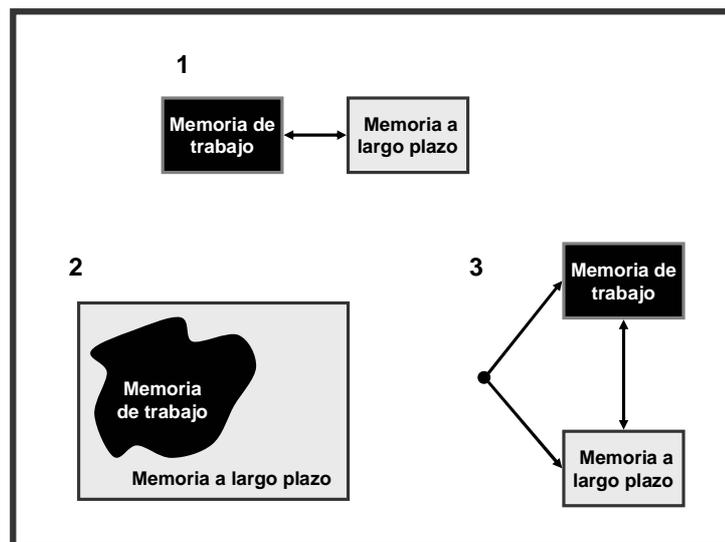
El estudio de la memoria a corto plazo, objeto de varias concepciones y terminología, había sido muy limitado hasta finales de los años 50, en que hubo un aumento en el interés en este tipo de memoria debido a la aplicación práctica derivada de actividades como el control del tráfico aéreo o la telefonía, fruto de la implementación de paradigmas propios de la psicología experimental al campo militar, durante la segunda guerra mundial (Baddeley, 1981). Además, hasta la década de los 60 la investigación sobre memoria a corto plazo priorizaba principalmente el rol del almacenamiento temporal en tareas simples. En el año 1974, Baddeley y Hitch, diseñaron un procedimiento con el objetivo de poner a prueba la hipótesis de la memoria a corto plazo como *memoria de trabajo* (working memory). Se trataba de un término más elaborado y que ya había aparecido indirectamente en trabajos anteriores como los de Atkinson y Shiffrin (1968), Hunter (1957) o Newell y Simon (1972), aunque las evidencias empíricas para investigar a fondo su papel y su funcionalidad eran todavía prácticamente inexistentes.

La tarea ideada por Baddeley y Hitch requería manipular la hasta entonces denominada memoria a corto plazo, haciendo que los participantes repasaran una secuencia numérica mientras ejecutaban una tarea de razonamiento, la cual se asumía que dependía de este tipo de memoria. Si se tenía en cuenta la concepción de la memoria a corto plazo vigente hasta el momento, se esperaba que a medida que el rango de dígitos aumentaba (incrementando hasta un total de ocho dígitos), más memoria estaría ocupada, produciendo una peor ejecución en la tarea de razonamiento. Pero los resultados no fueron en esta línea sino que se observó que a medida que aumentaba la carga de dígitos, disminuía la velocidad con la que se llevaba cabo la tarea pero aun así la precisión a la hora de realizarla se mantenía elevada. Estos resultados hicieron concluir a los autores que el sistema responsable de mantener los dígitos en memoria y el sistema de memoria a corto plazo general no se podían considerar idénticos y por este motivo hipotizaron el fraccionamiento de la memoria a corto plazo en un sistema formado por diferentes componentes, como veremos a continuación.

Desde esos primeros hallazgos, se han propuesto otros modelos y teorías que abordan desde diferentes puntos de vista las perspectivas sobre la naturaleza, estructura y funciones de la memoria de trabajo. Hay que destacar que actualmente todavía existe cierta controversia respecto a qué se refiere exactamente el constructo denominado memoria de trabajo ya que pese a que se trata de un concepto familiar y objeto de estudio de numerosos investigadores, el término es a menudo utilizado en diferentes sentidos por las diversas comunidades de científicos

que lo tratan (destacar que el concepto de memoria a corto plazo prevalece hoy en día y no siempre queda claramente reflejada su distinción de la memoria de trabajo). Partiendo pues de esta situación, es necesario presentar las principales características de los modelos y tradiciones más influyentes, poniendo un énfasis especial en el de Baddeley y Hitch (1974)<sup>3</sup>, que sigue siendo el más comúnmente aceptado en la actualidad.

Antes de presentar los modelos teóricos propuestos, resulta interesante tratar brevemente la relación entre la memoria de trabajo y la memoria a largo plazo, puesto que ha sido un elemento de gran importancia en el desarrollo de algunos de ellos. Existen varios puntos de vista sobre este aspecto (véase Figura 1.1), desde teorías tempranas como las de Atkinson y Shiffrin (1968) hasta perspectivas más recientes como la de Cowan (2001), que veremos a continuación. Un punto de vista muy bien elaborado es el que se incluye en el marco de la reformulación del modelo multicomponente propuesta por Baddeley (1986) en la que se sostiene que la memoria de trabajo y la memoria a largo plazo son sistemas independientes, a los cuales se accede paralelamente partiendo de la codificación perceptiva y permitiendo la transferencia bidireccional de la información.



**Figura 1.1:** Esquema de las diferentes perspectivas sobre la relación entre memoria de trabajo y memoria a largo plazo. 1) Modelo de Atkinson y Shiffrin (1968), 2) Memoria de trabajo como parte de la memoria a largo plazo activada temporalmente (Cowan, 2001) y 3) Almacenes independientes accesibles paralelamente (Baddeley, 1986).

<sup>3</sup> Entre los años 1980 y 2006, de los 16154 artículos científicos publicados que contenían la palabra “Working Memory” en sus títulos o abstracts, 7339 incluían citas a Alan Baddeley (Fuente: Jonides, Lewis, Nee, Lustig, Berman y Moore, 2008).

### 1.2.1. El modelo de Baddeley y Hitch (1974)

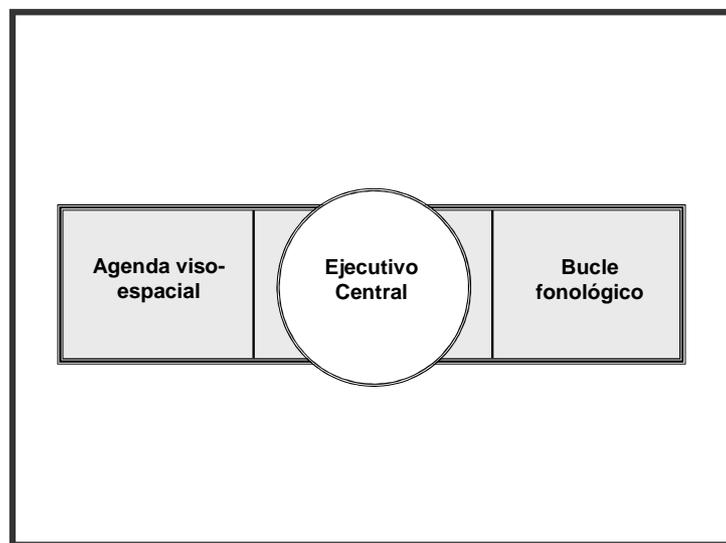
En su trabajo seminal, (Baddeley y Hitch, 1974) así como en su desarrollo posterior (Baddeley, 1986, 2007) los autores definieron la memoria de trabajo como un constructo referido a los procesos cognitivos implicados en el almacenamiento temporal de información (de un reducido número de elementos representacionales) que tiene lugar mientras la persona está simultáneamente procesando nueva información o bien recuperando la que se encuentra almacenada a largo plazo. Como hemos comentado, este nuevo punto de vista significó un punto de inflexión en la concepción que hasta entonces se tenía de la memoria a corto plazo, entendida como un sistema pasivo y unitario, ya que se trataba de un concepto más poderoso y apropiado y que representaba una modificación y a la vez una extensión del concepto de memoria a corto plazo. La implicación de la memoria de trabajo en un gran número de tareas cognitivas complejas, como el aprendizaje o la comprensión del lenguaje (Baddeley, Gathercole y Papagno, 1998; Just y Carpenter, 1992), el razonamiento y la solución de problemas (Salthouse, 1992), y el pensamiento (Jonides, 1995) se ha convertido en un tema central en la investigación actual. La importancia que reciben estos aspectos cognitivos ha hecho converger a la mayoría de investigadores y teóricos en la utilización de este término, puesto que enfatiza el papel activo de la memoria en el procesamiento y la manipulación de información implicada en tareas cognitivas.

Otra de las características principales de la memoria de trabajo en el modelo de Baddeley y Hitch (1974), es que no se trata de un sistema de memoria unitario sino que se pueden diferenciar tres componentes: un controlador atencional, denominado *ejecutivo central* que dirige los procesos involucrados en funciones cognitivas y dos subsistemas periféricos o esclavos: el *bucle fonológico* encargado de la información de carácter verbal y la *agenda visoespacial* para la información visual y espacial (véase Figura 1.2). La fragmentación de la memoria de trabajo en diferentes componentes se basa tanto en datos experimentales, obtenidos mediante tareas duales, como en la observación neuropsicológica de pacientes. Con el uso de tareas duales<sup>4</sup>, los autores observaron que el hecho de realizar dos tareas que requieren la implicación de distintos sistemas (por ejemplo, verbal y visual) resultaba en una ejecución eficiente, mientras que si se trataba del mismo dominio, el rendimiento se veía perjudicado. En

---

<sup>4</sup>Las tareas duales consisten en realizar una tarea primaria (que mide la habilidad concreta a estudiar) y comparar los resultados obtenidos con las condiciones en que se lleva a cabo esta prueba junto con una tarea secundaria vinculada a uno de los subcomponente de la memoria de trabajo. Si la tarea secundaria interfiere y produce un empeoramiento en la primaria, se puede inferir que el componente involucrado en la secundaria está implicado también en la ejecución de la primaria, es decir, que ambas tareas compiten por los mismos recursos cognitivos (Miyake, Friedman, Rettinger, Shah y Hegarty, 2001; Oberauer, Lange y Engle, 2004).

relación a las evidencias neuropsicológicas, uno de los trabajos pioneros fue el de Shallice y Warrington (1970), que mostraron que pacientes con déficits a nivel de capacidad de memoria a corto plazo, a pesar de tener una amplitud auditiva de un solo ítem, eran capaces de recordar 3 o 4 ítems presentados visualmente. Posteriormente, Warrington y Shallice (1972), presentaron el caso de un paciente (K.F.) ligeramente afásico, pero no amnésico, y con la memoria a largo plazo preservada. K.F. olvidaba series de dígitos y letras presentadas auditivamente con una velocidad mucho mayor que series de estímulos visuales y además no cometía errores entre letras fonológicamente similares cuando éstas se presentaban visualmente pero sí cuando se presentaban auditivamente, sugiriendo que el almacenamiento a corto plazo visual, en contraposición al verbal, estaba intacto. Los resultados de estas investigaciones sugerían, pues, la existencia de componentes verbales y visuales paralelos.



**Figura 1.2:** Esquema del modelo multicomponente de memoria de trabajo, propuesto por Baddeley y Hitch en el año 1974.

A continuación se exponen las principales características de los diferentes subsistemas de la memoria de trabajo propuestos en el modelo multicomponente.

### 1.2.1.1. El ejecutivo central

Uno de los componentes principales del modelo es el que recibe el nombre de ejecutivo central (*central executive*), que es el responsable del control atencional de la memoria de trabajo, por lo cual se suelen denominar “esclavos” a los otros dos componentes. Si bien en un primer momento fue definido vagamente como un sistema que aglutinaba los recursos de procesamiento en términos generales, en el marco del cual se situaban todas aquellas cuestiones relacionadas con la combinación del bucle fonológico y la agenda viso-espacial, no hay duda de

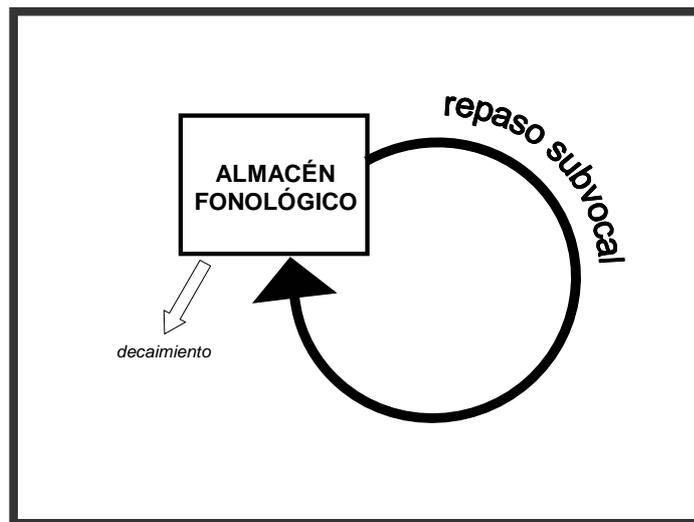
que se trata de un componente crucial en la definición de la memoria de trabajo (Baddeley, 1992, 1996b, 2002).

Una de las primeras aproximaciones a su estudio vino, de nuevo, de la mano de Baddeley y sus colaboradores, los cuales extrapolaron algunas de las características del modelo denominado “Subsistema de Supervisión Atencional” (SAS) propuesto por Norman y Shallice en el año 1986. Según este modelo, se afirma que la acción está controlada por esquemas y hábitos así como por procesos automáticos que permiten la resolución de conflictos. El SAS se pone en funcionamiento en el momento en que nos enfrentamos a un nuevo problema y, en ese momento, combina información almacenada en la memoria a largo plazo con el estímulo existente con el fin de planificar una nueva situación. Este controlador atencional parece depender sobre todo de los lóbulos frontales, cosa que se pone de manifiesto en pacientes que tienen lesiones en estos lóbulos y que presentan problemas atencionales como, por ejemplo, la perseverancia en una acción cuando ha dejado de ser apropiada. A partir de estos argumentos, Baddeley y colaboradores definieron cuatro funciones principales atribuibles al ejecutivo central: a) focalizar la atención disponible, b) dividir la atención c) cambiar la atención de un foco a otro y d) actuar como mediador entre los subsistemas de la memoria de trabajo y la memoria a largo plazo.

En el estudio de este componente también entra en juego la discusión sobre su naturaleza unitaria o bien compuesta por subsistemas. El hecho de que varios pacientes neuropsicológicos hayan mostrado déficits ejecutivos tan diversos y variados ha llevado a la conclusión de que es posible que se trate de un componente fraccionado, o al menos que incluye diferentes subprocessos (Friedman y Miyake, 2004; Friedman, Miyake, Young, Defries, Corley y Hewitt, 2008).

### 1.2.1.2 El bucle fonológico

El bucle fonológico (*Phonological Loop*), es uno de los componentes o “sistemas esclavos” más ampliamente investigados, sobre el cual existen múltiples evidencias procedentes de estudios con participantes adultos, niños y pacientes neuropsicológicos (Baddeley, 1992, 1996a; Baddeley et al., 1998). Se define como el sistema que retiene de manera temporal información verbal, que se desvanece en cuestión de pocos segundos y que comprende tanto el almacenamiento fonológico como el proceso de repaso articulatorio (*rehearsal*), el cual implica una forma de articulación subvocal y que permite el mantenimiento de las representaciones que permanecen almacenadas, impidiendo que se desvanezcan (véase Figura 1.3). Aun así la capacidad es limitada dado que llega un punto en que antes de que el último ítem se haya procesado, el primero decae.



**Figura 1.3:** Esquema del funcionamiento del bucle fonológico de Baddeley y Hitch (1974).

Existen una serie de efectos ampliamente estudiados en el seno del bucle fonológico y que describiremos brevemente a continuación. En relación con el proceso de repaso, destacan el efecto de *longitud de la palabra* y el de la *supresión articulatoria*, mientras que los efectos clásicos de *similitud* y de *habla no atendida*, se relacionan con el componente de almacenamiento. A continuación señalamos las principales características de estos efectos:

*a) Efecto de la longitud de la palabra:* hace referencia al mejor recuerdo de listas de palabras cortas en comparación con listas de palabras largas. La explicación clásica es que las palabras largas requieren más tiempo de articulación (Baddeley, Thompson y Buchanan, 1975) si bien recientemente se han propuesto nuevas hipótesis explicativas, como por ejemplo que el efecto es debido a la complejidad de los estímulos y no a su duración (Campoy, 2008; Hulme, Surprenant, Bireta, Stuart y Neath, 2004).

*b) Supresión articulatoria* (Baddeley, 1996a; Cowan 2001): hace referencia al hecho de bloquear un mecanismo específico de la memoria de trabajo, con el fin de eliminar la implicación de ciertos recursos cognitivos en la tarea que se lleve a cabo. La tarea consiste en provocar una situación de tarea dual, repitiendo en voz alta material verbal irrelevante (por ejemplo “bla, bla, bla”) mientras la persona realiza una tarea de memoria de trabajo. La finalidad es la de interferir el bucle fonológico, impidiendo el repaso subvocal y previniendo la codificación fonológica cuando los ítems se presentan visualmente. Los efectos que produce ya fueron observados originariamente por Murray (1968), que encontró que el hecho de que los participantes repitieran una palabra o letra diferente a la que debían recordar causaba un empeoramiento del recuerdo. Posteriormente Baddeley y Hitch (1974) y Baddeley (1976)

destacaron que la supresión causaba una gran disrupción en tareas de amplitud de memoria pero que en cambio no afectaba del mismo modo a tareas de razonamiento, en las cuales está implicado en mayor medida el ejecutivo central. Aun cuando su uso es más común en tareas de recuerdo, también se ha obtenido el efecto en tareas de reconocimiento (Murray, Rowan y Smith, 1988). Baddeley (1986) destacó que el efecto no es atribuible simplemente a un enmascaramiento perceptivo o atencional, puesto que se obtiene también cuando la vocalización no está en sincronía con el material a recordar. Otra característica remarcable sobre la supresión articulatoria es que parece insensible al tipo de palabra que se utiliza para interferir (Baddeley, 1990), es decir, se ha observado el efecto tanto si se trata de una palabra mono o polisilábica (por ejemplo “da”, “coca-cola”), como de una pseudopalabra (Gupta y MacWhinney, 1995) como de una secuencia numérica (Longoni, Richardson y Aiello, 1993). No obstante, aunque se acepta comúnmente que es un fenómeno robusto y lo suficiente investigado, ha recibido ciertas críticas, especialmente con respecto a su efecto sobre la denominación de objetos, puesto que no parece interferir en la generación mental de los nombres de los estímulos que nos rodean (Logie, 1995). Logie afirma que es posible nombrar internamente los objetos de nuestro entorno a la vez que se repite una sílaba o palabra irrelevante y que, por lo tanto, la supresión no está impidiendo este mecanismo. Aun así, se puede suponer que, pese a que no impida denominar, sí que está influyendo en la retención de las características visuales de estos objetos. Además, aun dando por válida la idea de que no hace imposible la codificación verbal, es evidente que disminuye la probabilidad de utilizarla como estrategia puesto que impide el repaso y repetición de la información.

*c) Efecto de similitud fonológica:* este efecto, que desarrollaremos más extensamente en el Capítulo 4, muestra que si los ítems que se presentan son poco distintivos fonológicamente, el recuerdo serial inmediato se ve perjudicado; por ejemplo, la serie de letras “B, V, G, C” será peor recordada que la serie “F, Y, W, R” (Baddeley, 1966; Conrad y Hull, 1964). Una de las explicaciones que ha recibido este fenómeno es que el código en el que se almacena la información es de naturaleza fonológica y probablemente se confunde en la retención o en la recuperación (Baddeley, 1996b) aunque recientemente se han propuesto nuevas hipótesis sobre su funcionamiento (para una revisión véase Lewandowsky y Farrell, 2008). En apartados posteriores dedicaremos una atención especial a este efecto, puesto que aplicado al dominio visual, representa el objeto de estudio del presente trabajo.

*d) Efecto del habla irrelevante o no atendida:* se trata de un efecto destacable (aunque menos estudiado) que se puede resumir como la interferencia en la ejecución de una tarea con el consecuente empeoramiento que se produce cuando se presentan auditivamente sílabas sin sentido, las cuales también acceden al almacén fonológico de forma automática (Colle y Welsh,

1976; Salamé y Baddeley, 1982). Nairne (1990) y Neath (2000) ofrecen explicaciones más recientes sobre dicho efecto.

En relación a las funciones en las que está implicado el bucle fonológico, tradicionalmente se ha considerado que probablemente se trata de un componente que ha evolucionado del sistema básico de percepción y producción del habla y que participa activamente en la memoria. Sin embargo, sus funciones no están libres de controversia. Por ejemplo, Butterworth, Campbell y Howard (1986) se basaron en casos neuropsicológicos, en los que pacientes con graves déficits a nivel del bucle fonológico eran capaces de producir discurso espontáneamente y tenían pocas dificultades en la comprensión del lenguaje, para poner en entredicho que dicho componente se pueda considerar parte de la memoria de trabajo. No obstante, Baddeley et al. (1998) argumentan que efectivamente el papel del bucle fonológico es importante sobre todo con respecto al aprendizaje de nuevas palabras (más que a la mera repetición de palabras conocidas). En este sentido, la habilidad para repetir una cadena de caracteres forma parte de un objetivo más fundamental como es la generación de la representación mental de una nueva palabra: el hecho de aprender nuevas palabras es lo que nos permite tener fluidez en las lenguas que utilizamos y resulta ser una tarea clave en el desarrollo del sistema cognitivo. Asimismo, se ha sugerido que el bucle fonológico es el componente de la memoria de trabajo que está más implicado en la comprensión, argumento apoyado por investigaciones en las que, por ejemplo, se ha observado que pacientes con un déficit específico a nivel del bucle fonológico tienen dificultades particularmente con las formas sintácticas complejas (Baddeley, 1996b). Otra función propuesta por Baddeley (1992) y relacionada con la anterior, es la creación de una copia de seguridad del discurso, especialmente cuando se trata de oraciones complejas, con el fin de favorecer la comprensión.

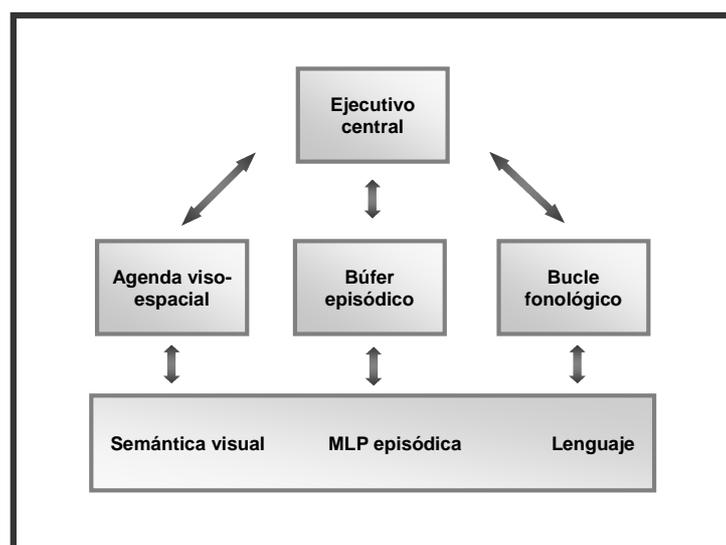
### **1.2.1.3. La agenda viso-espacial**

El segundo subsistema esclavo del modelo multicomponente es la agenda viso-espacial (*visuospatial sketchpad*), que está implicado en el mantenimiento temporal y la manipulación de información viso-espacial, a la cual se accede a través de los sentidos o bien de la memoria a largo plazo. Desempeña un papel importante en la orientación espacial y la solución de problemas viso-espaciales y es también de capacidad limitada. Sin embargo, no nos extenderemos en este punto en el desarrollo de dicho componente, pues se trata del objeto de estudio del presente trabajo y, por lo tanto, será ampliamente tratado en apartados posteriores.

### 1.2.2. Redefinición actual del modelo multicomponente

El modelo multicomponente de Baddeley y Hitch es el que sigue recibiendo más aceptación en la actualidad, pero existen ciertas limitaciones que han conllevado la redefinición y actualización de éste ya que hay una serie de fenómenos que no se pueden explicar al amparo del modelo (Baddeley, 2000) como, por ejemplo, la combinación de códigos visuales y verbales. Por este motivo, recientemente Baddeley (2000) ha propuesto un cuarto componente denominado *búfer episódico*, cuyo papel sería integrar información de carácter multimodal proveniente de los sistemas esclavos, así como mantener y manipular activamente información proveniente de la memoria a largo plazo, de manera temporal y con una capacidad limitada de almacenamiento.

Así pues, el búfer episódico sería un sistema de almacenamiento de código multimodal controlado por el ejecutivo central, de forma que puede influir en su contenido dirigiendo la atención hacia una fuente concreta de información. El término *episódico* vendría dado por su capacidad de integrar escenas o episodios y *búfer* por ser un mediador de capacidad limitada entre sistemas que usan códigos diferentes (Baddeley, 2000, 2002). Mientras que el ejecutivo central parece ser un controlador de la atención que influye también en otros procesos (no sólo de tipo mnemónico), el búfer episódico sí que estaría limitado únicamente a la memoria y una función que se le asigna sería la de crear nuevas representaciones cognitivas, interviniendo por ejemplo en la resolución de problemas, lo cual no se podía explicar en el marco del funcionamiento de los dos sistemas esclavos.



**Figura 1.4:** Redefinición del modelo multicomponente de Memoria de Trabajo. (MLP=Memoria a largo plazo). Adaptado de Baddeley (2000).

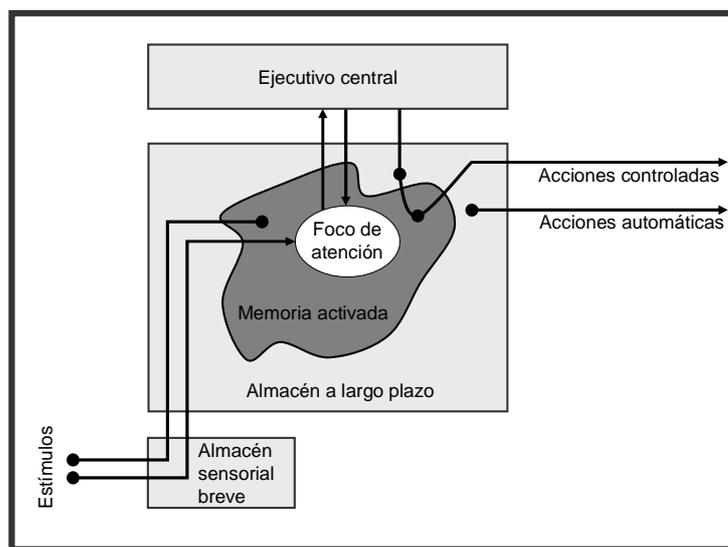
Aun cuando podemos afirmar que la asunción de este nuevo componente llena los vacíos existentes a nivel de coordinación multimodal y sobre todo de relación entre la memoria de trabajo y la memoria a largo plazo, ha levantado también algunas críticas por parte de varios autores (para una revisión véase Andrade, 2001). La Figura 1.4 muestra un esquema del modelo multicomponente revisado, incluyendo las aportaciones de la memoria a largo plazo y del búfer episódico.

En resumen, el modelo de memoria de trabajo propuesto para entender el funcionamiento de la memoria a corto plazo, acentúa básicamente dos aspectos: por un lado, asume la existencia de varios componentes y, por otro, pone énfasis en el papel funcional de la memoria en tareas complejas como la lectura, la comprensión o el razonamiento. Tal y como afirman Baddeley y Hitch (1974), los estudios realizados hasta entonces, aun siendo similares, se centraban principalmente en el almacenamiento pasivo de información, sin poner énfasis en las funciones en las que está implicada la memoria; en contraposición, su idea giraba más en torno al procesamiento de la información que al sistema por sí mismo. El enfoque funcional del modelo de memoria de trabajo de Baddeley y Hitch (1974) ha dominado en el ámbito de investigación de la memoria a corto plazo durante más de un cuarto de siglo y continúa vigente en la actualidad. Sin embargo, el modelo ha sido objeto de algunas críticas, como por ejemplo la de Towse y Hitch (1995), con la denominada hipótesis sobre el decaimiento temporal, que señala que la amplitud de la memoria de trabajo no depende de la dificultad sino de la duración del procesamiento de la tarea concurrente, o la de Ruiz-Vargas (1994), que argumenta que se trata de un concepto poco estructurado. Si bien es cierto que su estudio se puede considerar relativamente reciente es destacable el adelanto que se ha producido en los últimos años en la redefinición de los diferentes subsistemas, especialmente con las nuevas aportaciones referentes al búfer episódico, del cual todavía se desconocen parte de sus contribuciones y que está siendo objeto de estudio en la investigación reciente (Allen, Baddeley y Hitch, 2006; Andrade, 2001; Baddeley, 2000, 2002). Destaca también la aparición de nuevos modelos explicativos que serán desarrollados a continuación.

### ***1.2.3. Modelo de Cowan (1988, 2001)***

El modelo de Cowan (1988, 2001), denominado *embedded processes model*, principalmente se diferencia del resto de modelos propuestos en el énfasis que atribuye a la activación de representaciones en la memoria a largo plazo. Según esta perspectiva, los contenidos de la memoria de trabajo son esencialmente las huellas activadas de la memoria a largo plazo y, por lo tanto, es contrario a la idea de la existencia de un set de almacenes

temporales separados entre los cuales se transfiere la información. Para Cowan, la memoria de trabajo es un constructo complejo que implica la persistencia automática y temporal de información sensorial y semántica que se encuentra activada de forma reciente y también la parte de la información que se encuentra en el foco de atención. Su funcionamiento se organiza de forma jerárquica y participan los siguientes componentes: a) la memoria a largo plazo, b) la parte de la memoria a largo plazo que se encuentra activada temporalmente (decae en unos 10 o 20 segundos a menos que se reactive) y c) la parte de la memoria activada que se encuentra en el foco de atención y la conciencia (véase Figura 1.5). Según Cowan, la memoria activada puede utilizar cualquier modalidad o forma de representación, argumento que hace que el modelo pueda considerarse como relativamente unitario. El concepto clave en este modelo es el de foco de atención, de capacidad limitada a unos pocos ítems no relacionados y controlado tanto por procesos voluntarios (el ejecutivo central) como por involuntarios (el sistema de orientación atencional, es decir, la dirección de la atención hacia estímulos que varían o que son de especial relevancia para el individuo). Además, es el responsable de mantener la información de la cual la persona es consciente. Aun así la memoria de trabajo también incluiría la memoria activada fuera de la atención o de la conciencia.



**Figura 1.5:** Esquema simplificado del modelo de Cowan (1988).

#### 1.2.4. Modelo de Ericsson y Kintsch (1995)

El modelo de Ericsson y Kintsch (1995) se basa principalmente en la manera en que se combinan los ítems. Estos autores argumentan que varios estímulos pueden ser agrupados en lo que se denomina un *chunk*, y a la vez estos pueden ser reagrupados en otro chunk de más alto

nivel, formando una jerarquía. La memoria de trabajo sería capaz de mantener únicamente un pequeño número de los chunks que se encuentran en un nivel más elevado dentro de la jerarquía y a la vez sirven de pista de recuperación en el momento en que se desagrupan nuevamente, dando paso a los ítems que contienen así como a toda la información que se asocia con ellos. Estas relaciones provienen en su mayor parte de la memoria a largo plazo, motivo por el cual los autores se refieren a este conjunto de procesos como *memoria de trabajo a largo plazo*.

### ***1.2.5. Modelo de Engle, Kane y Tuholski (1999)***

Según el modelo propuesto por Engle et al. (1999), la memoria de trabajo es el sistema que comprende: a) las huellas de memoria de la memoria a largo plazo que se encuentran activadas por encima de un cierto umbral, b) la atención controlada de capacidad limitada y c) los procesos que hacen posible mantener esta activación, basados principalmente en la activación exógena del foco de atención o en la distintividad emocional endógena. Tiene en común con el modelo multicomponente el hecho que propone la existencia de códigos de dominio específico como el bucle fonológico y la agenda viso-espacial, pero no se limita a estos dos sino que el número de códigos es tan variado como percepciones, emociones o pensamientos tenga el individuo. Según los autores, cuando se habla de capacidad de la memoria de trabajo, se hace referencia únicamente a la atención controlada (mecanismo que podría compararse al ejecutivo central de Baddeley y Hitch) y por lo tanto a la habilidad para sostener la atención a pesar a las interferencias. Esta capacidad para mantener la atención es unitaria en el sentido que no distingue entre dominios (verbal, visual etc.). Además, afirman que existen diferencias individuales en todos estos aspectos y que éstas constituyen la base del mecanismo general de inteligencia fluida ya que cada persona posee diferentes conocimientos y habilidades para manipular la información y para sostener y cambiar la atención.

### ***1.2.6. Modelo de Oberauer (2002)***

Bajo la perspectiva de Oberauer (2002), la memoria de trabajo es un sistema que permite activar y hacer disponibles las representaciones para llevar a cabo una acción cognitiva o física de manera intencional. Oberauer distingue tres niveles en este proceso: en un primer momento las representaciones permanecen activadas ya sea mediante el *input* perceptivo o las asociaciones provenientes de la memoria a largo plazo. Seguidamente, un pequeño número de elementos se encuentra en una situación de acceso directo, donde sus representaciones se

relacionan con otros sistemas como pueden ser la localización espacial o temporal. Por último, un tercer paso consistiría en la selección de un solo elemento por parte del foco de atención, el cual es objeto de varias manipulaciones. Esta última fase representa una extensión del modelo de Cowan comentado anteriormente, puesto que aporta una visión más restringida del foco de atención, argumentando que éste es capaz de mantener únicamente un elemento en un momento dado con el objetivo de procesarlo. Un ejemplo que pone de manifiesto el funcionamiento de la memoria de trabajo propuesto por Oberauer sería cuando una tarea requiere un procesamiento por separado para cada ítem que podemos almacenar: en este caso, el componente atencional seleccionaría un ítem cada vez para procesar y a continuación el foco de atención cambiaría hacia el siguiente elemento y así sucesivamente.

### ***1.2.7. Modelo de Barrouillet, Bernardin y Camos (2004)***

El modelo de Barrouillet et al. (2004) recibe el nombre de *Time-based resource-sharing model* y enfatiza principalmente el papel del tiempo, el cual determina la carga cognitiva del componente de procesamiento de la memoria de trabajo. A grandes rasgos se afirma que: a) tanto el procesamiento como el almacenamiento requieren atención, que es compartida entre ambas porque es limitada, b) cuando se desvía la atención de los ítems, su activación sufre un decaimiento que está en función del tiempo y para actualizarlos hace falta que sean recuperados de la memoria mediante el foco atencional y c) la atención se comparte mediante el cambio rápido y frecuente entre el procesamiento y el mantenimiento que se realiza mientras se lleva a cabo una tarea. Estos componentes requieren estrategias que incluyen varios pasos, con objetivos y sub-objetivos y mantenimiento de resultados intermedios; por lo tanto necesitan atención controlada. Hay además, otras tareas cognitivas complejas como, por ejemplo, la lectura o la aritmética, que también requieren recuperar información de la memoria a largo plazo. El modelo tiene en común con el de Cowan la asunción de que los ítems activados se encuentran dentro del foco de atención y que decaen cuando salen, pero, en este caso, los autores ponen énfasis en el papel del tiempo, argumentando que el decaimiento en la activación estaría en función del tiempo durante el cual el procesamiento concurrente captura totalmente la atención e impide la actualización. Además, según el modelo, el hecho que la realización de actividades concurrentes produzca un detrimento en el recuerdo no se relaciona con la complejidad de éstas, sino que el coste más importante es la proporción de tiempo de procesamiento en relación al tiempo total, punto que estaría de acuerdo con la crítica de Towse y Hitch (1995) al modelo multicomponente.

### 1.3. Límites entre atención y memoria de trabajo

Relacionado con los modelos teóricos que acabamos de describir, es necesario aclarar un aspecto importante, que es el de los límites entre atención y memoria de trabajo. A lo largo de las décadas, a menudo se han considerado como dos constructos diferentes y se han realizado investigaciones independientes para las dos capacidades cognitivas supuestamente separables. No obstante, en los últimos años, se han hecho esfuerzos para aportar evidencias que apuesten por una interacción entre ambas, así como para describir modelos sobre cómo tiene lugar esta interacción entre procesos (para una revisión véase Awh, Vogel y Oh, 2006), aun cuando también es cierto que no acaba de haber un consenso entre las diferentes perspectivas.

Por una parte, Cowan (1988, 1993) plantea el modelo que acabamos de repasar, según el cual la memoria de trabajo es la parte activada de la memoria a largo plazo que se encuentra en el foco de atención; de forma que ambos constructos están claramente relacionados. También Engle et al. (1999) afirman que la relación entre memoria de trabajo y atención es la responsable de la capacidad de memoria de trabajo de un individuo y encuentran una alta correlación entre la capacidad de memoria de trabajo y la atención controlada, lo cual establece fuertes vínculos entre ambos. En su modelo se apunta a que una de las funciones críticas de la memoria de trabajo es la de mantener la información bajo la presencia de interferencias. Desde este punto de vista, la memoria de trabajo es conceptualizada como atención controlada, que, en este caso, representa un proceso ejecutivo encargado de mantener los estímulos de forma efectiva para el objetivo de la tarea, de manera accesible y capaz de inhibir los estímulos irrelevantes para la demanda concreta. Algunas investigaciones han apoyado este punto de vista puesto que han encontrado diferencias en la habilidad de inhibir las interferencias o distracciones durante la codificación y la recuperación en función de la capacidad de memoria de trabajo (Kane y Engle, 2000). También De Fockert, Rees, Frith y Lavie (2001) comprobaron que si la carga de memoria de trabajo es elevada, los estímulos distractores tienen una mayor activación en las respectivas estructuras corticales, mostrando que la memoria de trabajo desempeña un papel importante en el control de la atención selectiva. Un tercer punto de vista es el que establece una metáfora de la atención como “guardia” (*gatekeeper*), puesto que es la responsable de crear un sesgo hacia los ítems más relevantes para la demanda de la tarea en la fase de codificación, permitiendo únicamente a éstos llenar el espacio limitado de la memoria de trabajo (Awh, Barton y Vogel, 2007).

Hasta aquí, se han argumentado algunas de las perspectivas existentes respecto a la manera en que la memoria de trabajo y la atención interactúan, pudiéndose comprobar que se ha abordado desde diferentes facetas, cada una de las cuales refleja diferentes formas de

funcionamiento de cada sistema. Se trata de un campo de estudio todavía incipiente y no del todo resuelto, puesto que no hay consenso entre los diferentes puntos de vista. Aun cuando el desarrollo de este aspecto sobrepasa los límites del presente trabajo, sí que consideramos necesario haber introducido estas breves pinceladas para subrayar que la memoria de trabajo y la atención son conceptos fuertemente interrelacionados.

## 1.4. Tareas y medidas de memoria de trabajo

Por último, resulta clarificador dedicar unas breves líneas a los tipos de tarea que se han venido utilizando en el estudio de la memoria de trabajo. Normalmente, los investigadores denominan tareas de *amplitud de memoria a corto plazo* a las tareas simples en las que no hay una demanda de procesamiento concurrente, es decir, que los participantes deben recordar información en el mismo formato en que se memorizaron (como por ejemplo un test de recuerdo a corto plazo en el que únicamente se debe memorizar una serie de palabras). Entre éstas, destacan las típicas tareas de amplitud de dígitos (*digit span*) o de palabras (*word span*) que son medidas en las que únicamente está implicada la función de almacenamiento. Consisten en el recuerdo inmediato (generalmente serial) de series de dígitos o palabras que van aumentando en número progresivamente y tradicionalmente se considera superada cierta amplitud cuando se responde correctamente al 50% o más de los ensayos. Las tareas de amplitud son ampliamente utilizadas como medida de la capacidad de la memoria a corto plazo y varios estudios han demostrado la existencia de una relación entre ésta y otras medidas de procesamiento cognitivo como la velocidad de lectura (Baddeley et al., 1975), el reconocimiento de ítems en la tarea de Sternberg (1966) o la capacidad para recordar secuencias temporales (Martin, 1978).

Por otro lado, hay medidas que implican procesamiento además de almacenamiento y que proporcionan una medida de las diferencias individuales en la capacidad de memoria de trabajo (Bayliss, Jarrold, Gunn y Baddeley, 2003). En estas tareas complejas (*complex span tasks*) es necesario que los sujetos modifiquen, transformen, integren o manipulen información y se consideran medidas de *amplitud de memoria de trabajo* propiamente (Miyake et al., 2001; Mohr y Linden, 2005). Algunas de las medidas complejas de memoria de trabajo más conocidas son la tarea de amplitud de lectura (*reading span*) o la operacional (*operation span*). La primera consiste en leer series de frases, cuyo número va aumentando, y recordar la última palabra de cada una. La segunda, combina operaciones matemáticas con el recuerdo de dígitos o palabras.

Además, las medidas de amplitud de memoria de trabajo se pueden asociar a la ejecución en tareas tan diversas como la generación de categorías semánticas, la velocidad en la adquisición de habilidades (Baddeley, 2000) o el aprendizaje de la lectura (Baqués y Sáiz, 1999). De alguna manera se podrían relacionar con una medida de inteligencia fluida pero que permite llevar a cabo tests que no están influidos por el conocimiento académico previo como lo suelen estar las típicas tareas de razonamiento. A lo largo de los años, se han desarrollado diversas tareas del tipo *complex span* y se ha encontrado que la ejecución en éstas es mejor predictora que las típicas medidas de memoria a corto plazo con respecto a varias actividades cognitivas complejas y medidas de habilidad general (Bayliss et al., 2003; Carpenter, Miyake y Just, 1994, Waters y Caplan, 2005).

Sin embargo, en el dominio visual, que es el que nos interesa concretamente y que abordaremos en profundidad en el siguiente apartado, los resultados obtenidos difieren de los del componente verbal en el sentido que las tareas viso-espaciales a corto plazo no son tan fácilmente separables de las estrictamente de memoria de trabajo (Miyake et al., 2001). En este sentido, en un estudio de Oberauer, Süß, Schulze, Wilhelm y Wittman (2000), se observó que las tareas que no requieren transformar la información se apoyaban en los mismos factores que las que implican tanto almacenamiento como procesamiento, mostrando que la distinción entre tareas simples y complejas en el ámbito visual no es tan clara, que la correlación entre ellas es elevada y que ambos tipo son igualmente buenos predictores de las habilidades cognitivas complejas.

## 1.5. Conclusiones

A lo largo de este capítulo, en el que hemos repasado el concepto de memoria de trabajo, hemos comprobado que existen diversos modelos explicativos sobre este tipo de memoria, si bien el que sigue siendo el modelo de referencia actualmente es el originariamente propuesto por Baddeley y Hitch (1974) y reformulado posteriormente (Baddeley, 1986, 2007). A pesar de que en la actualidad la mayoría de teorías sobre fenómenos a corto plazo se enmarcan en dicho modelo, es necesario remarcar que, recientemente, diversos estudios han apuntado ciertas limitaciones del modelo multicomponente, animando a los investigadores de este campo de estudio a replantearse sus bases (para una revisión véase Neath y Surprenant, 2003). Es destacable el hecho de que algunos modelos alternativos como los de Cowan (1988, 2001) y Oberauer (2002) están ganando terreno en la investigación actual en memoria de trabajo.

Hemos observado también que la mayoría de estudios sobre memoria de trabajo se han centrado en los efectos clásicos que tienen lugar cuando se almacena y manipula información de tipo verbal. Por el contrario, el componente visual no ha recibido la atención suficiente, si bien es cierto que especialmente durante la última década ha habido un interés creciente. En el capítulo siguiente nos centraremos concretamente en este ámbito de estudio, que es el que se quiere abordar en profundidad en el presente trabajo.

## CAPÍTULO 2

# LA MEMORIA DE TRABAJO VISUAL

---

El repaso general del capítulo anterior sobre la evolución del concepto de memoria de trabajo, su definición y modelos ha permitido sentar las bases para el desarrollo y exposición de la investigación sobre memoria de trabajo visual, objeto de estudio del presente trabajo. A lo largo de este capítulo, se desarrollarán algunas de las principales líneas de investigación actuales como, por ejemplo, la determinación de la unidad básica de la memoria de trabajo visual o la estimación de su capacidad.

En primer lugar, se expone una breve introducción a los inicios de la investigación en memoria visual, así como a las definiciones pertinentes y a las perspectivas y modelos teóricos propuestos con el fin de caracterizar este tipo de memoria. Se repasarán también algunos conceptos básicos, como el fraccionamiento del componente viso-espacial, el papel de la memoria a largo plazo y la relación con el componente verbal. Posteriormente se desarrollarán los distintos ámbitos de estudio, organizados siguiendo un orden lógico: el papel de la atención viso-espacial como paso previo al procesamiento de este tipo de información, la integración y la representación en memoria y finalmente los estudios sobre capacidad de la memoria de trabajo visual.

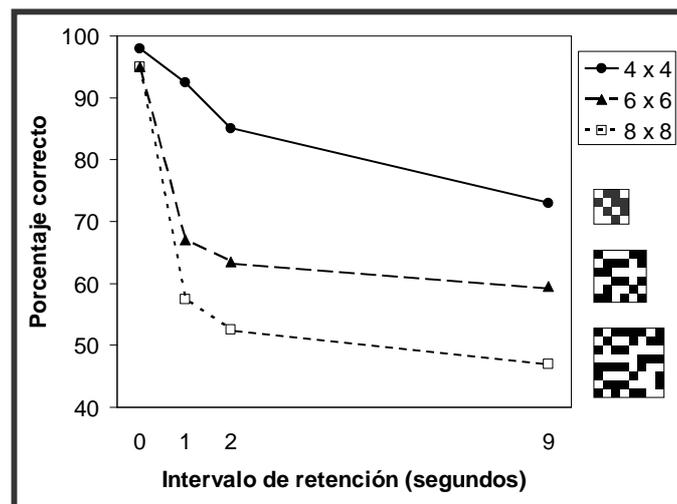
### 2.1. Antecedentes del estudio de la memoria visual

A finales del siglo XIX, aparecieron los primeros estudios que indicaban que la memoria visual era un tipo separable e independiente de la memoria verbal o auditiva. Entre éstos destacan el de Ribot (1882) con su libro titulado *Enfermedades de la memoria* y el de Wundt (1897), que realizó experimentos en los que utilizaba material no verbal como dibujos y colores. Posteriormente, autores como Calkins (1898) y Kirkpatrick (1894) pusieron a prueba de forma experimental la memoria de imágenes visuales respecto a palabras y demostraron que, efectivamente, el recuerdo era superior para objetos y dibujos que para palabras.

Por otro lado, el estudio de la imaginación visual también fue un aspecto influyente en la investigación de la época, y en esta área, es destacable la aportación de Galton (1883) en el campo de las diferencias individuales que se observan en la viveza de imágenes visuales. No

obstante, como se ha comentado en la introducción, no fue hasta finales de la década de los 60 y principios de los 70 cuando los investigadores se plantearon la existencia de un sistema de memoria visual a corto plazo propiamente dicho.

Algunos experimentos influyentes de aquella época son los de Posner y colaboradores (Posner et al., 1969; Posner y Keele, 1967), en los que utilizaban letras, tanto en mayúsculas como en minúsculas, que los participantes debían emparejar tras una breve presentación y juzgar como iguales o diferentes. Los resultados mostraron que cuando las dos letras eran idénticas en términos visuales (e.g. A-A), el tiempo de reacción era inferior a cuando eran diferentes (e.g. B-b), indicando que la representación visual de un estímulo puede ser almacenada en la memoria. Pero quizás el estudio clásico más importante con respecto a la distinción entre la memoria icónica y una supuesta memoria post-icónica es el de Phillips, de la década de los 70. Phillips (1974) fue un autor pionero en la introducción del *paradigma de detección del cambio*, que se sigue empleando en la actualidad para estudiar diversos aspectos del funcionamiento de la memoria visual a corto plazo como, por ejemplo, la estimación de su capacidad. Phillips utilizaba material difícil de verbalizar, básicamente patrones abstractos de cuadros blancos y negros, formando una matriz que variaba en complejidad. El paradigma básico consistía en la presentación aleatoria de un set de un número determinado de estímulos visuales (que iba aumentando) durante una duración variable; tras un intervalo de retención también variable, aparecía en la pantalla la fase de test, consistente en la presentación de un set de ítems que podía ser o no idéntico al presentado previamente.



**Figura 2.1:** Porcentaje de aciertos en la tarea de detección del cambio en función del intervalo de retención y de la complejidad de las matrices. Adaptado de los datos originales de Phillips (1974).

La tarea del participante consistía en indicar si el set era igual o si se había producido algún cambio. Sus resultados señalaban que la ejecución era perfecta hasta un intervalo de retención de 1 segundo, a partir del cual la ejecución empeoraba, y, además, el declive correlacionaba con la dificultad de las matrices. A pesar de que el intervalo entre fases era el responsable de una ejecución pobre, ésta no disminuía sensiblemente entre 2 y 9 segundos, como se puede apreciar en la Figura 2.1. Consistentemente con estos resultados, en un estudio anterior, Phillips y Baddeley (1971) ya habían observado que tanto la ejecución como la rapidez en responder se nivelan alrededor de los 9 segundos.

A partir de estos datos, Phillips concluyó que efectivamente había diferencias entre el almacenamiento sensorial (memoria icónica) y un tipo de memoria a corto plazo que tenía capacidad limitada. Además, se diferenciaba también en que, al contrario de lo que sucede con la memoria icónica, la memoria a corto plazo no estaba vinculada a la posición espacial y dependía de la complejidad del material presentado.

## 2.2. El estudio de la imaginación visual

La exploración del posible papel de la memoria de trabajo viso-espacial en la imaginación tuvo lugar principalmente durante la primera década de investigación dedicada al estudio de este tipo de memoria (Baddeley y Hitch, 1974; Baddeley y Lieberman, 1980; Logie, 1986). Desde esta perspectiva, se asumía que la imaginación visual era un proceso mental mediante el cual se generaban y manipulaban las imágenes en forma de representaciones viso-espaciales internas y se argumentaba que dependía de un sistema de naturaleza primordialmente espacial. Destacan al respecto los modelos de imaginación visual como el propuesto por Kosslyn (1980), denominado *modelo computacional*, que está inspirado en la aproximación de Marr (1982) y que considera los procesos cognitivos como subsistemas que llevan a cabo cómputos con los datos. Kosslyn aplica esta visión a la imaginación visual y a la percepción visual de alto nivel, poniendo énfasis en un supuesto componente denominado *búfer visual*, en el cual tiene lugar la representación consciente de las imágenes visuales. Es importante también la aportación de Paivio (1971, 1986), que propuso un sistema de codificación dual según el cual la información puede ser almacenada tanto visual como verbalmente, aunque los dos códigos juntos producen una mejor retención que uno sólo. Un ejemplo es que se recuerdan mejor las palabras concretas que las abstractas, posiblemente debido a que las primeras se apoyan no sólo proposicionalmente sino también en imágenes visuales. Entre otras cosas, la teoría de Paivio explicaba los resultados de estudios clásicos como el de Standing (1973) que indicaba que el reconocimiento de imágenes visuales es muy preciso. Standing observó que cuando los

participantes estudiaban un set de 2500 dibujos, el porcentaje de reconocimiento cuando se presentaban en pares de ítems nuevos y estudiados era del 90% (y hasta del 84% cuando el set comprendía 10000 imágenes). Desde el punto de vista de la teoría de codificación dual, la memoria para imágenes tiene ventaja respecto a la de palabras debido a que se codifican tanto en el sistema verbal como en el visual. Aun así, Hitch, Woodin y Barker (1989) señalan que la superioridad de las imágenes puede ser debida a que éstas tienen un acceso más rápido a los códigos semánticos.

Posteriormente, durante la década de los 90, una serie de hallazgos pusieron de manifiesto que la memoria viso-espacial, más que ser un modelo para la imaginación visual, podría ser considerada un almacén temporal para la información visual y/o espacial (Logie, 1995; Logie, Zucco y Baddeley, 1990; Pearson, Logie y Green, 1996).

### 2.3. Definición de memoria visual a corto plazo

En primer lugar, resulta necesario aclarar el aspecto de las diversas definiciones que el concepto “memoria visual” ha recibido a lo largo de los años, para posteriormente centrarnos en este tipo de memoria a corto plazo y desarrollar los diversos modelos y teorías explicativas. En términos generales, la memoria visual se puede considerar como el almacenamiento de información que proviene del sistema visual; es decir, la parte de la memoria que preserva las características de la experiencia visual provenientes del sentido de la vista (Logie, 1995). Gracias a este tipo de memoria podemos recuperar las propiedades de los objetos, lugares o personas en el que algunos autores denominan el ojo de la mente -*mind's eye*- (Kosslyn, 1980; O'Regan, 1992). No obstante, Luck y Hollingworth (2008) aclaran que, aun cuando la memoria visual se encarga de mantener información sobre las propiedades perceptivas de los objetos, el formato en que se codifica esta información abarca un rango de posibilidades que va desde las imágenes mentales de bajo nivel generadas en áreas visuales tempranas hasta representaciones visuales de alto nivel.

En lo que respecta a la memoria visual a corto plazo, se han propuesto varias definiciones en función del modelo en el que se enmarcan, teniendo únicamente como factor común el tipo de información al que se refiere, es decir, aquella que proviene de la percepción visual, como son el color, la forma, textura u orientación de los objetos. En términos muy generales, Hollingworth (2008) define la memoria visual a corto plazo como la habilidad para formar y almacenar un reducido número de representaciones visuales abstraídas de información sensorial precisa, generalmente durante un periodo breve que dura pocos segundos y que posteriormente puede ser recordada o reconocida. Además, afirma que las representaciones

visuales a corto plazo se crean rápidamente y se mantienen mediante mecanismos activos de repaso, mientras que las representaciones visuales a largo plazo se crean despacio, son persistentes y se vuelven más ricas y robustas a medida que un objeto o escena se examina durante unos segundos. Si bien el término *memoria visual a corto plazo* (VSTM) es actualmente aceptado, en la presente investigación nos referiremos a *memoria de trabajo visual* para dar énfasis a la concepción funcional introducida por Baddeley y Hitch (1974).

Investigaciones como las de Phillips (1983) han sugerido que existen almacenes a corto y a largo plazo separables también para la información visual, de la misma forma que en el caso de la memoria verbal. Sobre esta cuestión, Humphreys y Bruce (1989) propusieron que la memoria visual a corto plazo se relaciona con la apariencia de la superficie de los objetos, mientras que la memoria visual a largo plazo se encarga de las descripciones abstractas de éstos. Concretamente Marr (1982), entiende por representación abstracta o estructural la forma, posición y orientación de las partes principales de un objeto en relación a otros, independientemente de las condiciones de la situación y del punto de vista del observador. Este tipo de representación es necesario para poder reconocer eficientemente un objeto aun cuando sus características individuales se vean alteradas por factores como la iluminación o la distancia del observador. Por su parte, las descripciones superficiales hacen referencia a la apariencia de los objetos bajo condiciones específicas. Para Kosslyn (1980), la memoria visual a largo plazo almacenaría ambos aspectos mientras que para Phillips (1983) no habría distinción en términos de representación.

Recientemente, Logie, Brockmole y Vandembroucke (2009) han sugerido que la memoria visual a corto plazo puede operar independientemente de la memoria a largo plazo, de manera que no puede asumirse que la memoria visual a corto plazo sea una mera activación temporal de la memoria a largo plazo (Cowan, 1993, 2001). Los resultados de sus experimentos demostraron que no se produce un aprendizaje de las combinaciones entre forma y color en el transcurso de los ensayos y, sin embargo, el rendimiento es elevado. Además es poco probable que las combinaciones específicas de color y forma presentadas a lo largo de un experimento hayan estado representadas anteriormente en la memoria a largo plazo y puedan por lo tanto contar con su apoyo. En referencia a este aspecto, es interesante la posición de Treisman (2006), que sugiere que posiblemente la separación entre la memoria de trabajo y la memoria a largo plazo tenga ventajas desde el punto de vista evolutivo, debido a las propiedades concretas de la memoria de trabajo, como pueden ser un acceso rápido, contenido fácilmente actualizable, recuerdo literal o la habilidad para realizar operaciones simultáneas y transformaciones del material.

Como hemos visto en apartados anteriores, en el campo de estudio de la memoria de trabajo, tradicionalmente se ha propuesto como principal componente el almacén o búfer de tipo verbal (bucle fonológico en la terminología del modelo multicomponente). Si bien los años 70, época en la que destacó la reacción a modelos como el de Atkinson y Shiffrin (1968), fueron característicos por el intento de recopilar los datos obtenidos en el marco de la memoria a corto plazo de tipo verbal y auditivo, no había suficientes evidencias empíricas para postular las bases de un supuesto componente visual homólogo. A pesar de que en su artículo seminal, Atkinson y Shiffrin ya postulaban que probablemente existía un búfer visual adicional, no consideraron necesario especificar su naturaleza y funciones debido tanto a una falta de datos empíricos (Pearson, 2001) como de modelo teórico subyacente (Logie, 1995), con lo cual no se disponía de bases sobre las cuales generar hipótesis y llegar a un consenso sobre sus propósitos. Otro motivo apuntado por Barton, Matthews, Farmer y Belyavin (1995) que explicaría la escasa definición de las características del componente viso-espacial viene dado por la complejidad de las tareas que se han utilizado tradicionalmente en esta área de estudio. Una consecuencia de estas carencias es que, mientras que la caracterización del componente verbal se ha modelado a partir de la gran cantidad de datos empíricos obtenidos, el componente visual se ha intentado especificar a nivel teórico sin contar con una base sólida de datos experimentales.

Sin embargo, en los últimos años se ha producido un aumento en la investigación sobre este componente que ha permitido desarrollarlo con mayor profundidad (Logie y Pearson, 1997), independientemente de su homólogo verbal, ya que existen ciertas evidencias que apoyan una diferenciación estructural y funcional entre ambos componentes. Pearson (2001) indica principalmente dos: a) el bucle fonológico se encarga de mantener material únicamente de una modalidad (auditiva) mientras que la agenda viso-espacial comprende dos tipos de material: visual y espacial; y b) tradicionalmente se ha asumido que la agenda viso-espacial se encarga de la generación y mantenimiento de imágenes visuales y no de material visual y/o espacial en general mientras que el bucle fonológico se ha caracterizado como el componente responsable de almacenar información en forma de huellas fonológicas pero no de generación de imágenes auditivas. Así pues, a partir de estas diferencias y del aumento de datos empíricos y del interés hacia el componente visual de la memoria de trabajo, se han propuesto varios modelos que han intentado caracterizarlo y que veremos en breve.

## 2.4. Fraccionamiento de la memoria de trabajo visual: componentes espacial y visual

Previo al desarrollo de los distintos modelos sobre la memoria de trabajo visual, es necesario hacer hincapié en el hecho de que, según el punto de vista de algunos autores, la memoria de trabajo visual no se considera un sistema único y homogéneo, sino que comprende subcomponentes independientes (Logie, 1995; Pickering, 2001). Uno de los trabajos pioneros que se proponía discernir entre un supuesto componente visual y uno espacial es el de Baddeley y Lieberman (1980), en el cual observaron que una tarea de carácter espacial, en la que se requería señalar de donde provenía un foco móvil de sonido, interfería más negativamente sobre el test de matrices de Brooks (1967) que una tarea puramente visual consistente en juzgar el brillo, lo cual les llevó a afirmar que en la agenda viso-espacial predomina el componente espacial por encima del visual. Aun así, los resultados de Baddeley y Lieberman (1980) fueron cuestionados por un trabajo posterior de Logie (1986), en el que mostró que la imaginación se veía interferida por material visual como patrones de color. Logie concluyó que la agenda viso-espacial podía estar compuesta por dos subsistemas distintos o por uno sólo pero con dimensiones separables en función de si la información es visual o espacial.

En esta línea, varios estudios señalan que el dominio visual y el espacial se apoyan en dos tipos de código, los cuales representan la identidad del objeto y su localización, respectivamente (Della Sala, Gray, Baddeley, Allamano, y Wilson, 1999; Smith, Jonides, Koeppel, Schumacher y Minoshima, 1995; Tresch, Sinnamon y Seamon, 1993). Por ejemplo, Smith et al. (1995) mediante el uso de técnicas de neuroimagen, distinguen entre códigos visuales y espaciales refiriéndose a las vías visuales encargadas del procesamiento de la información relacionada con el *dónde* y el *qué*, en función de la corriente ventral y dorsal del sistema visual<sup>5</sup>. Hay que añadir que según Baddeley (1996b), los déficits relacionados con el componente espacial se asocian a lesiones en los lóbulos parietales mientras que los de tipo visual ocurren a partir de lesiones en el lóbulo occipital. Así pues, es factible que el hecho que la información sea procesada en una u otra corriente, influya en el mantenimiento de las características visuales y espaciales en la memoria de trabajo.

---

<sup>5</sup> Reciben este nombre las dos corrientes mediante las cuales, en el procesamiento visual, la información pasa del área calcarina a las áreas visuales asociativas: la corriente dorsal, que proyecta a áreas occipitales y parietales y está involucrada en la percepción de la localización (*¿dónde está el objeto?*) y la corriente ventral, que proyecta a los córtex occipital y temporal inferiores y mediales y su función principal es la del reconocimiento del objeto (*¿qué es esto?*). Estas áreas temporales inferiores tienen conexiones con el sistema semántico y la memoria que permiten denominar el objeto.

La disociación entre el componente visual y espacial ha sido generalmente investigada a partir de evidencias neuropsicológicas. Por ejemplo, Carlesimo, Perri, Turriziani, Tomaiuolo y Caltagirone, (2001) observaron que un paciente que tenía una lesión isquémica del área frontal derecha, mostraba errores en tareas espaciales de memoria de trabajo pero no en tareas que requerían análisis de la forma o implicación de la memoria de trabajo verbal. Por otro lado, algunos pacientes han mostrado déficits de imaginación espacial implicada en la rotación de imágenes o la representación mental de rutas o localizaciones mientras que tienen preservada la habilidad de juzgar la forma o el color de objetos familiares o viceversa (Mohr y Linden, 2005).

Dejando a un lado las evidencias neuropsicológicas, se han usado varias técnicas para observar la posible disociación entre estos dos supuestos componentes. Algunos resultados obtenidos mediante paradigmas de interferencia de tareas duales muestran, por ejemplo, una mala ejecución en tareas de procesamiento espacial cuando se requiere realizar concurrentemente una tarea de discriminación de movimiento, pero en cambio, no se observa interferencia cuando la tarea secundaria implica colores; si, en cambio, la interferencia se realiza utilizando imágenes irrelevantes en vez de movimiento, se observa el patrón inverso (Logie y Marchetti, 1991; Tresch et al., 1993). Sobre esta cuestión, Quinn y McConnell (1996) puntualizan que la tarea espacial concurrente (monitorizar el movimiento de un punto sobre la pantalla) sólo interfiere cuando el material visual a retener requiere ser repasado, lo cual implicaría que los mecanismos espaciales se utilizarían concretamente en el repaso del material visual.

## **2.5. Modelos sobre la memoria de trabajo visual**

### ***2.5.1 La agenda viso-espacial en el modelo de Baddeley y Hitch (1974)***

En la primera propuesta sobre el funcionamiento de la memoria de trabajo, de la mano de Baddeley y Hitch (1974) ya se argumentaba la posible existencia de un componente visual diferenciado del verbal, ligado a un búfer que permite el repaso y que también se apoya en el ejecutivo central. Para el planteamiento de este supuesto componente, que recibe el nombre de agenda viso-espacial, los autores se basaron en varios estudios anteriores que ya apuntaban a esta posibilidad, por ejemplo, el de Brooks (1967), que empleó un paradigma de interferencia dual con el fin de determinar si una tarea visual influye en una de tipo auditiva o verbal.

La tarea de matrices de Brooks (1967) es una prueba ampliamente utilizada que consiste en la presentación secuencial de ítems que forman una matriz de 4x4 celdas organizada

espacialmente, una de las cuales se designa como la primera. En su investigación, se establecían dos tipos de tareas para inducir la codificación verbal o mediante una imagen visual de una serie de frases a recordar. En la condición espacial, el experimentador dictaba frases como por ejemplo “pon un uno en la primera celda; en la siguiente celda a la derecha pon un tres”. De esta manera, los participantes eran capaces de recordar hasta ocho órdenes codificando las secuencias como un recorrido concreto sobre la matriz. En cambio, en la condición verbal, los adjetivos espaciales de las órdenes eran sustituidos por adjetivos neutros para impedir precisamente la codificación espacial (por ejemplo decir “buena” o “mala” en lugar de “derecha” o “izquierda”). A continuación se requería el recuerdo de las instrucciones verbales y observó que bajo esta condición los sujetos recordaban una media de seis frases (menos en comparación con las ocho de la condición espacial). Además, para la tarea espacial, resultaba más positiva una presentación auditiva y para la tarea verbal una presentación visual. Estos resultados sugerían que las frases con contenidos espaciales requieren imaginación visual, que utiliza el mismo procesamiento que la percepción visual, mientras que la condición verbal se apoya en una codificación de tipo verbal y emplea los mecanismos de la percepción auditiva.

Otro estudio influyente fue el de Kroll, Parks, Parkinson, Bieber y Johnson (1970), en el cual observaron que los participantes podían retener la imagen visual de una letra durante unos segundos pese a la interferencia de material presentado auditivamente. A partir de todos estos hallazgos, Baddeley y Hitch (1974) concluyeron que el almacenamiento a corto plazo visual y auditivo implica diferentes subsistemas, aunque en un inicio no consideraban claramente la necesidad de asumir que se trataba de sistemas paralelos completamente separables para las diferentes modalidades ya que podría ser que éstas compartieran un procesador central común.

Con respecto a la nomenclatura dentro del modelo multicomponente, en la literatura al respecto existen varios términos para referirse al componente de la agenda viso-espacial: si bien en un inicio recibía el nombre de *Visuoespacial Sketch-pad* -bloc de dibujo viso-espacial- (Baddeley y Hitch, 1974), este término fue substituido posteriormente por *Visuoespacial Scratch Pad* -bloc de notas viso-espacial- (Baddeley, 1986), puesto que de esta manera se refería de forma más global a un sistema encargado de todo el material viso-espacial, y no únicamente al material pictórico. Pese a esta pequeña diferenciación, en la práctica se suelen utilizar ambos nombres.

Dentro del componente de la agenda viso-espacial, el término *espacial* hace referencia a la localización de los ítems en el espacio y las relaciones geométricas entre ellos y también a los movimientos a través del espacio, como escanear o moverse de un ítem a otro. En cambio, el término *visual* hace referencia a las propiedades de estos ítems como por ejemplo forma, color o brillo, y su representación en la memoria de trabajo implica la retención de formaciones visuales

estáticas que incorporan propiedades geométricas de los esquemas de los objetos o la relación de las partes de un objeto con los otros (Logie, 1995).

### **2.5.2. Modelo de Logie (1995)**

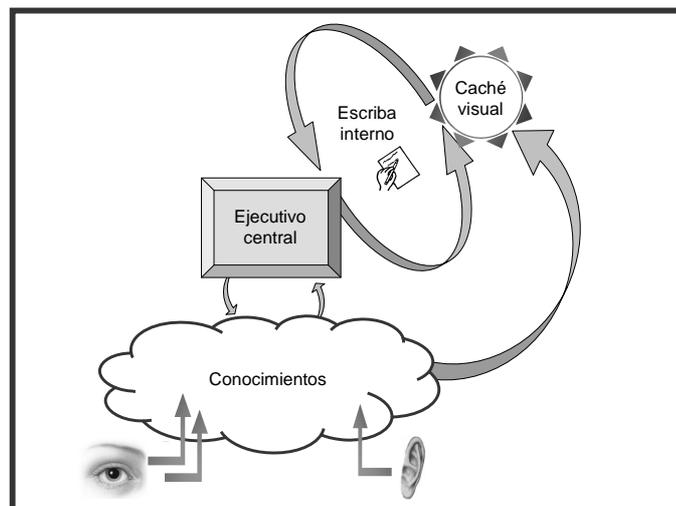
La obra de Logie (1995), titulada *Visuo-spatial working memory*, representa una aproximación al estudio de la memoria de trabajo visual partiendo del basto conocimiento que se tiene, en comparación, del bucle fonológico propuesto por Baddeley y Hitch. Es decir, utiliza el modelo teórico subyacente al funcionamiento del bucle para crear un modelo del componente visual de la memoria de trabajo. Según esta modificación, la agenda viso-espacial estaría fraccionada en dos componentes: uno de almacenamiento pasivo denominado *caché visual* que se encarga, como ya hemos comentado, de mantener material visual estático, como formas o colores, que es útil para el procesamiento online del ejecutivo central y que está sujeto al declive y a la interferencia de nueva información, y otro componente activo encargado del repaso y la recuperación, que recibe el nombre de *escriba interno* y que codifica a nivel espacial. Los contenidos del caché visual están actualizados gracias al funcionamiento del escriba interno, que a la vez es el encargado de retener secuencias de posiciones y movimientos. Por su parte, la función del ejecutivo central es la de extraer material de la agenda que puede ser útil para la tarea que se esté llevando a cabo, así como acceder a la información semántica activada de la memoria a largo plazo y recuperar información fonológica que se encuentra temporalmente en el bucle fonológico.

En especial, Logie (1995) pone énfasis en que el material visual que se almacena se mantiene de una forma diferente a como lo hacen las imágenes visuales que forman la imaginación consciente, es decir, aun cuando el almacenamiento visual está implicado en la imaginación visual, es en el llamado *búfer visual* donde se representan, manipulan y se inspeccionan las imágenes visuales, mientras que el caché visual almacena temporalmente material visual. Durante el proceso de la imaginación visual, el caché almacena información que puede ser transferida al búfer para ser conscientemente manipulada o inspeccionada, aunque no es el medio donde se representan las imágenes visuales. Aquí cabe destacar la relación entre el concepto de búfer visual de Kosslyn (1994) y el de Logie. Mientras que Kosslyn emplea el concepto de búfer visual para referirse a una estructura que se encarga de las imágenes visuales conscientes y que tiene una representación figurativa, es decir, que contiene cualidades de la superficie de los objetos, Logie menciona este componente pero no le da un estatus de memoria.

La principal novedad que aporta el modelo de Logie (1995) sobre la agenda viso-espacial es que la naturaleza del almacenamiento no es perceptiva, sino que tiene lugar una vez

la información ha sido procesada en la memoria a largo plazo. El autor argumenta que la información que se procesa tanto en el componente visual como espacial proviene de representaciones de memoria a largo plazo de la forma visual de los objetos o de las escenas. Cuando las representaciones de la memoria a largo plazo están activadas (Cowan, 1993; Hasher y Zacks, 1988), la información entra en la parte visual o espacial del sistema (en función de la naturaleza de la información activada) de forma que partiendo de esta perspectiva, la memoria de trabajo no es un paso previo por el cual debe pasar la información antes de acceder a la memoria a largo plazo, sino que es en sí misma un espacio de trabajo para estas representaciones activadas (véase Figura 2.2). Por ejemplo, según este modelo, la interferencia producida por la presentación de material visual presentado simultáneamente se explicaría por la activación de representaciones de la memoria a largo plazo y no por ser un input proveniente directamente del sistema perceptivo.

Enmarcado en el debate de la naturaleza de la memoria de trabajo, este argumento se situaría entre las teorías que la conceptualizan como sistema de memoria funcional independiente (Atkinson y Shiffrin, 1968; Baddeley y Hitch, 1974) y las que la consideran como las representaciones activadas de la memoria a largo plazo (Cowan, 2001, 2005).

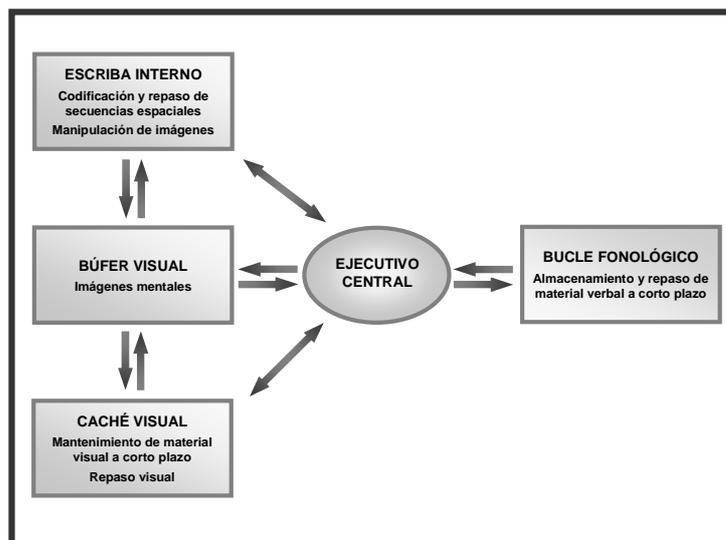


**Figura 2.2:** Esquema del modelo de Logie (1995) sobre la memoria viso-espacial, que representa una extensión del modelo de memoria de trabajo de Baddeley (1986). Adaptado de Logie (1995).

### 2.5.3. Revisiones del modelo de Logie: Pearson (2001) y Quinn (2008)

Recientemente se han propuesto algunos modelos que tienen como punto de partida el de Logie (1995), aunque profundizan en diversos aspectos que según los autores no fueron tenidos en cuenta inicialmente.

Una de las revisiones de dicho modelo es la de Pearson (2001). Si bien Logie ya introduce la idea de un caché visual con funcionamiento independiente del búfer visual en el que se representan las imágenes mentales conscientes, Pearson señala algunos aspectos del modelo que requieren ser clarificados, como por ejemplo las funciones asignadas a cada componente. Según el autor, el caché sería definido como un sistema impermeable a la interferencia perceptiva externa, que codifica material visual interpretado y relacionado con la memoria a largo plazo mientras que el búfer sería responsable de las imágenes visuales conscientes, de tipo representacional y directamente susceptible a la interferencia de fuentes externas. Además, como puede apreciarse en la Figura 2.3, Pearson destaca la implicación del ejecutivo central y el papel concreto del escriba interno, sugiriendo que los contenidos del búfer visual se repasan mediante procesos ejecutivos y que el escriba interno se relaciona con el movimiento, se encarga de codificar y retener secuencias espaciales y además está involucrado en procesos como el escaneo o la rotación mental conjuntamente con el búfer visual.



**Figura 2.3:** Modelo esquematizado de la revisión de Pearson (2001) sobre el modelo de Logie (1995).

Por otro lado, Quinn (2008) ha revisado recientemente el modelo de Logie (1995), y ha centrado su reformulación sobre todo en la crítica de la identidad del caché visual, argumentando que sus características no están claramente definidas y que su papel en la arquitectura de la memoria de trabajo visual es confusa. Básicamente sus críticas se refieren a si la accesibilidad de la información al caché visual es directa o indirecta y argumenta, consistentemente con Pearson, que es necesaria la inclusión de un sistema de memoria adicional llamado búfer visual.

Sobre estos dos aspectos, Quinn y colaboradores (Quinn y McConnell, 1996; McConnell y Quinn, 2000) mantienen una posición contrapuesta a la de Logie, el cual considera que la información no tiene un acceso directo a la memoria de trabajo visual, sino que ésta se interpreta siempre sobre la base del conocimiento previo, es decir, mediante la memoria a largo plazo. Sin embargo, los autores argumentan que existen evidencias que apuntan a que es posible un acceso directo a la memoria de trabajo desde fuentes externas. Un claro ejemplo está en la interferencia que provoca la presentación de ruido visual dinámico sobre el recuerdo de información presentada visualmente, cosa que apunta a que si el ruido visual produce un efecto, que además aumenta a medida que la complejidad del ruido es mayor, es que el almacén visual es sensible a este tipo de cambios que provienen de una fuente externa. Por otro lado, otros autores (Andrade, Kemps, Werniers, May, y Szmalec, 2002; Avons y Sestieri 2005) han demostrado que la presentación de ruido visual únicamente afecta a la generación de las imágenes mentales, pero no a la memoria visual, es decir, que no influye sobre la codificación y recuerdo de un estímulo visual presentado. Este hecho aporta consistencia a la crítica de Quinn, puesto que si según el modelo de Logie solamente hay disponible un sistema para el material visual, resulta poco probable que únicamente una imagen mental, y no un recuerdo visual, sea susceptible al ruido. Quinn propone que una posible solución a estos resultados contradictorios es la incorporación del búfer visual a la memoria de trabajo viso-espacial, que tendría la función de almacenar temporalmente información visual.

#### ***2.5.4. Modelo de Schneider (1999)***

El modelo de Schneider (1999) representa una aproximación proveniente del campo de la neurociencia cognitiva y básicamente relaciona aspectos de la memoria de trabajo visual, la atención y las representaciones mentales, a partir de datos obtenidos mediante neuroimagen y estudios con pacientes que presentan determinadas lesiones. Para introducir la teoría de Schneider es necesario presentar previamente de forma breve la concepción de Neisser (1967) sobre el procesamiento viso-espacial. Neisser lo planteó como un procesamiento en dos etapas: una referida a la información de bajo nivel como el color, la textura o la orientación, que se computan en paralelo, y otra que contiene información de alto nivel que se selecciona atencionalmente a partir de los elementos de la primera fase y que es la base del reconocimiento de los objetos. En el segundo nivel descrito, Schneider conceptualiza la memoria de trabajo viso-espacial, y argumenta que si la capacidad máxima (cómo veremos en apartados posteriores) es de aproximadamente cuatro objetos, sólo uno de ellos adquiere suficiente nivel de activación en un momento dado. Así pues, el acceso a este tipo de almacenamiento estaría

sujeto a la competición en términos de atención que tiene lugar entre objetos y la activación estaría reforzada constantemente por el *input* retinal (es decir, de bajo nivel) que recibe un objeto dado. Además, habría un sistema encargado de actualizar la información activada que sería el responsable de impedir el olvido. Según Schneider, las funciones de la memoria de trabajo visual son dos principalmente: por una parte, la de organizar y modificar activamente la información como en el caso de la imaginación visual y por otra, la de retener y mantener la que es relevante a corto plazo, no sólo cuando el objeto ya no es visible sino también cuando está presente. El modelo de Schneider representa una conceptualización detallada sobre los mecanismos implicados en el mantenimiento, actualización y olvido de la información visual a corto plazo.

### ***2.5.5. Modelo de Vogel, Woodman y Luck (2001)***

Un modelo más reciente, propuesto por Vogel et al. (2001) se basa en teorías neurofisiológicas de integración de características en la atención visual, principalmente en el conocimiento de que la integración de las neuronas separadas que codifican características individuales durante el proceso de identificación de un objeto se da debido a un tipo de actividad neural sincronizada, es decir, que se produce un incremento en la tasa de disparo de las neuronas que responden a las propiedades visuales de un objeto.

En esta línea, los autores argumentan que únicamente un aumento en dichas tasas no sería suficiente para una codificación correcta, especialmente cuando se presentan objetos compuestos por varias características (limitación que se pone de manifiesto cuando es necesario codificar dos objetos que difieren en el valor de una misma dimensión concreta). Por ejemplo resultaría sencillo representar una barra roja vertical mediante la activación de neuronas selectivas al rojo y al vertical, pero ante la situación hipotética de tener que codificar una barra horizontal verde y una barra vertical roja simultáneamente, resultaría imposible distinguir entre una memoria para el rojo horizontal y el verde vertical y una memoria para el rojo vertical y el verde horizontal. Así pues, consideran necesario incluir un mecanismo de integración especial, basado en un disparo sincronizado, capaz de representar múltiples objetos sin interferencias, es decir, que las neuronas que representan las propiedades de un mismo objeto se activen sincrónicamente entre sí pero asincrónicamente con las de otro objeto. De esta manera es posible representar múltiples objetos simultáneamente en la memoria de trabajo visual, aunque también pueden producirse interferencias debidas a sincronías accidentales a medida que se presentan más objetos visuales, motivo por el cual la capacidad de la memoria de trabajo visual es limitada.

Este modelo representa una de las visiones más aceptadas actualmente para explicar cómo se integran las diferentes propiedades físicas en objetos coherentes (véase Apartado 2.8).

## 2.6. Contribución de códigos verbales en la memoria de trabajo visual

A continuación se tratará brevemente la relación entre los subcomponentes visual y verbal de la memoria de trabajo, especialmente los mecanismos de verbalización que se ponen en marcha durante la codificación de material visual a recordar.

Del mismo modo que se ha considerado que las palabras pueden ser codificadas según su significado semántico y a la vez según sus propiedades físicas y que dicha codificación está modulada por otros factores como la frecuencia de uso y la facilidad con que pueden ser imaginadas (teoría que formuló Wickens en el año 1973 y conocida con el nombre de *codificación múltiple simultánea*), se podría asumir que las representaciones de imágenes visuales en la memoria de trabajo no sólo incluyen las características visuales como el tamaño, color o textura, sino también la información verbal a las que van asociadas. Sobre esta cuestión es destacable un trabajo de Tversky (1969), en el cual el autor afirma que el significado que el participante atribuye a los estímulos que posteriormente debe reconocer es mediado verbalmente, siendo más importante este código que el puramente visual.

Con el fin de explicar la relación visual-verbal, a menudo se hace referencia por una parte a la teoría de codificación de Paivio (1971, 1986), que asume que se trata de dos modalidades diferentes pero interconectadas, y por otra parte, a la asunción de que tanto la información verbal como la visual se representan de una manera abstracta (Anderson y Bower, 1973; Phylyshyn, 1973). En un trabajo de la década de los 80, Klimesch (1982) planteó la existencia de una asociación entre códigos verbales y visuales que posibilita la representación verbal cuando se atiende a material visual y viceversa. El autor realizó un experimento en el que un grupo de participantes debía codificar expresamente de forma verbal escenas naturales presentadas visualmente, asignando una descripción a cada una, mientras que el grupo control no lo verbalizaba. Según la hipótesis de independencia, que asume que ambos sistemas no están interconectados, la verbalización no produciría ningún efecto beneficioso en la tarea de reconocimiento posterior, mientras que la hipótesis de interacción predeciría una mejora en la ejecución del grupo experimental. Los resultados indicaron que, efectivamente, la activación del sistema verbal a la hora de codificar las imágenes mejoraba el reconocimiento, tanto a corto como a largo plazo.

La exploración de esta supuesta contribución de la recodificación verbal de la información visual en la memoria de trabajo (incluso en su efecto sobre la imaginación visual) se ha llevado a cabo principalmente mediante el uso concurrente de una tarea de supresión articulatoria, que se considera que es una tarea que interfiere minimizando la contribución verbal de la información visual, como ya se ha desarrollado en apartados anteriores. Por ejemplo, Walker y Cuthbert (1998) investigaron el uso de códigos verbales en el almacenamiento independiente de propiedades visuales de los estímulos y observaron que: a) cuando se realiza supresión articulatoria y, por lo tanto, se minimiza la codificación verbal, la memoria para asociaciones de color y forma es superior cuando se representan las propiedades que son parte de un único objeto en comparación a cuando pertenecen a distintos objetos, y b) cuando la memoria visual para formas y colores se ve apoyada por representaciones verbales (sin supresión), es posible almacenar propiedades y combinaciones de éstas pese a que no se encuentren formando parte de un único objeto, es decir, las representaciones que se crean no se restringen a los límites de un objeto unitario. Walker y Hinkley (2003) replicaron los resultados en una tarea similar.

Existen diversas posturas respecto a cómo se produce la interferencia de tipo verbal en la memoria de trabajo visual: bien mediante el uso de códigos específicamente verbales para recordar ítems o sus propiedades, bien debido a la implicación de un mismo recurso compartido entre el material de diferente dominio, ya sea entendido como un proceso dependiente del ejecutivo central (Jolicoeur y Dell'Acqua, 1999), como la entrada al foco de atención definido por Cowan (2001) o la transferencia desde el búfer episódico (Baddeley, 2000). Respecto a este debate, Logie (1995) planteó algunas dudas que, aun siendo puramente especulativas, tienen que ver con el papel de la atención. El autor propuso que la supresión articulatoria no sólo ocupa parte del sistema de repaso del bucle fonológico sino también recursos cognitivos del ejecutivo central (como mínimo los necesarios para poner en marcha la actividad y mantenerla). Asumiendo esto, la demanda atencional, que además puede variar entre individuos, puede estar afectando a la correcta codificación y retención del material visual presentado en una tarea, especialmente si éste es ambiguo y no interpretable de forma automática. Una investigación que apoya esta asunción es la de Morey y Cowan (2004) en la que manipularon diferentes aspectos de la carga verbal. Antes de presentar los ítems visuales, aparecían diferentes tipos de estímulos verbales que debían ser recitados en voz alta repetidamente durante el ensayo: una carga de dos dígitos aleatorios, una de siete dígitos, el número de teléfono del participante o una frase irrelevante. Los resultados indicaron que sólo los siete números aleatorios producían interferencia, de lo cual dedujeron que el almacenamiento visual se basa en recursos atencionales compartidos por diferentes dominios y no únicamente en la codificación verbal,

puesto que si fuera así, la supresión debería haber interferido en todas las condiciones planteadas.

Por otro lado, y tras observar repetidamente en varios experimentos que los participantes adoptan estrategias de verbalización ante tareas visuales (incluso cuando los ítems que se emplean son difícilmente codificables en términos verbales), Postle, D'Esposito y Corkin (2005) propusieron que la asociación verbal-visual (exceptuando el caso de localizaciones espaciales) se da de manera automática, asumiendo que un código de tipo verbal es una parte inherente de la representación en memoria de trabajo de un objeto visual. Los autores quisieron poner a prueba esta cuestión con el uso de una tarea de tipo "n-back"<sup>6</sup> en la que manipulaban el dominio (espacial y visual) y la dificultad. Los resultados que obtuvieron mostraban que las manipulaciones verbales tenían un mayor efecto en la memoria visual que en la espacial, de forma que se asume que la codificación verbal contribuye significativamente a la retención de la información en lo referente a la identidad del objeto en la memoria de trabajo visual pero no a su localización espacial.

La cuestión de cuales son los mecanismos subyacentes a este tipo de interferencia y hasta qué punto influyen en la memoria a corto y largo plazo es también un debate abierto. En el trabajo citado de Klimesch (1982) se concluye que, para identificar un ítem, sus características se extraen de la memoria a largo plazo con el fin de establecer un código visual en la memoria de trabajo, de forma que la verbalización de una imagen contribuye a la activación de propiedades visuales que están almacenadas en la memoria a largo plazo y que es necesaria para mantener los detalles. Por su parte, Dent y Smyth (2005) consideran que los recursos verbales pueden contribuir a la derivación de una representación apropiada de un objeto o de su posición espacial, pero no a su mantenimiento y que posiblemente el procesamiento verbal elaborativo de la información visual solamente haga explícitas determinadas propiedades de los objetos que no son directamente codificadas visualmente.

Según los argumentos expuestos, se puede concluir que existe una fuerte relación entre los códigos visuales y verbales, y que estos últimos parecen desempeñar un papel importante en la codificación del material visual. Aún así, es necesario llevar a cabo más investigaciones sobre esta cuestión para poder determinar hasta qué punto esta contribución verbal en tareas visuales a corto plazo es fundamental o únicamente estratégica para realizar una determinada tarea con éxito.

---

<sup>6</sup> Este tipo de prueba consiste en visualizar una serie de elementos y juzgar si un estímulo concreto es la repetición de otro que ha aparecido "n" ítems antes.

## 2.7. El papel de la atención

Como se ha apuntado en la introducción, en este capítulo se pretenden repasar los grandes debates existentes en la actualidad sobre memoria de trabajo visual. Hasta el momento, hemos introducido lo que podrían considerarse aspectos definitorios de este tipo de memoria y a continuación abordaremos algunos de los principales temas de estudio. Para ello, debemos en primer lugar introducir el papel de la atención dirigida a la información viso-espacial, puesto que es el paso previo al procesamiento de dicha información. Así pues, nos centraremos en abordar el papel de la atención en la transferencia de los *inputs* visuales de la memoria icónica a la memoria a corto plazo.

De alguna manera, las fuertes limitaciones que tiene la memoria de trabajo se ven compensadas por mecanismos atencionales, que tienen la función de seleccionar los estímulos que son más relevantes para la realización de una determinada tarea cognitiva y por otro lado, de reforzar el procesamiento visual de estos estímulos en función del objetivo de la tarea (para una revisión véase Luck y Vecera, 2002). La atención es un aspecto clave en el estudio de la memoria a corto plazo debido a que puede entenderse como “filtro”, puesto que en un principio sólo la información preseleccionada pasa a ocupar la memoria de trabajo. Se puede entender que este filtro se limita a determinadas características de los objetos con el fin de disminuir el acceso de información irrelevante (Broadbent, 1958) aun cuando hay evidencias de que el sistema es capaz de redirigir la atención a fuentes de información relevantes pese a que se trate de acontecimientos que no se encuentran dentro del foco de atención (por ejemplo, el conocido *Cocktail Party Effect*; Moray, 1959). Por otro lado, Wickens (1984) sugiere la *teoría de los recursos múltiples*, que asume que el procesamiento de la información tiene lugar en diferentes espacios, cada uno de los cuales dispone de unos recursos atencionales limitados (por este motivo se explicaría el hecho de que la ejecución es superior si se realiza una tarea auditiva y visual a la vez en comparación a dos tareas que exijan la implicación de la misma modalidad).

A menudo se habla de una distinción entre lo que sería la atención dirigida a la localización espacial en el campo visual *-space-based attention-* (Posner, 1980) y la atención dirigida a un objeto concreto *-object-based attention-* (Duncan, 1984). Asimismo, también se ha documentado la distinción entre la atención “de abajo arriba” (*bottom-up*), exógena, automática y dirigida por el estímulo, que tiene lugar cuando la persona percibe un estímulo visual externo que capta su atención y por otro lado, una forma de atención denominada de “arriba abajo” (*top-down*), controlada, endógena y dirigida por el objetivo de la tarea, en que es el individuo el que selecciona deliberadamente la información que le interesa del entorno y que implica el

mantenimiento activo en la memoria de trabajo de una posición espacial o de un objeto (Itti y Koch, 2001).

A lo largo de los años, la conceptualización de la atención ha ido variando, pero la metáfora del foco lumínico (*spotlight*) de Posner (1980) ha sido una de las más apoyadas en el ámbito de estudio de la memoria visual. Esta teoría, basada en la atención selectiva de tipo *top-down*, afirma que la atención, a modo de foco, se dirige a un punto concreto del campo visual que puede contener objetos enteros o partes, pero que se procesan con más eficiencia que el resto (Posner, 1980). Posner demostró este argumento realizando una serie de experimentos y observó que una pista espacial aceleraba la respuesta a un ítem cuando éste se encontraba en la posición señalada por la pista en comparación a cuando aparecía en otro lugar. Jonides (1981) replicó estos resultados, concluyendo que las pistas podían dirigir la atención automáticamente hacia una posición y facilitar la respuesta aun cuando se indicara explícitamente al participante que se ignorara la pista. Los experimentos de Schmidt, Vogel, Woodman y Luck (2002) también apoyan la idea de que la atención focalizada en una región concreta del campo visual, independientemente de si es o no voluntaria, hace aumentar la probabilidad de que aquella información sea transferida a la memoria de trabajo visual, es decir, que la atención puede controlar esta transferencia. La metáfora del foco lumínico fue posteriormente desarrollada mediante experimentos de búsqueda visual en el marco de la *teoría de integración de características* propuesta por Treisman y Gelade (1980), que divide la atención visual selectiva en dos etapas: en un primer momento, el proceso preatencional extrae propiedades independientes en paralelo de la totalidad del campo visual y en una segunda fase atencional, la información de puntos limitados del campo visual se integra serialmente.

Pero si se asume que existen dos tipos diferenciados de atención, una dirigida a objetos y otra a localizaciones, ¿cómo se integra la información proveniente de cada mecanismo?; una respuesta a esta pregunta es que el tipo de tarea determina si la atención seleccionará objetos o localizaciones. Según algunos estudios como el de Vecera y Farah (1994) es plausible pensar que ambos tipos de atención no son excluyentes sino que se apoyan mutuamente: la espacial determinaría qué propiedades se integran en objetos y a la vez, la atención dirigida a objetos determinaría como se posicionan espacialmente.

## 2.8. Representación e integración de la información visual

Una vez repasado brevemente el papel de la atención en relación a la memoria de trabajo visual como punto de partida, hay que plantearse de qué manera la información visual que aparece en nuestro entorno se integra y se representa temporalmente. En primer lugar cabe

destacar que la definición de objeto visual no está del todo consensuada, pero podría resumirse como una región conectada y delimitada de materia que mantiene sus conexiones y límites cuando se mueve (Spelke, Gutheil y Van de Walle, 1995). Es necesario puntualizar que el campo de estudio sobre la representación en memoria de los objetos visuales es muy amplio y que va más allá de los objetivos del presente trabajo. En consecuencia únicamente se presenta un resumen general de las teorías más influyentes.

Para tener una percepción consciente de los objetos visuales que nos rodean, el cerebro debe representar las características individuales pero, a la vez, combinarlas apropiadamente en un patrón unificado. A grandes rasgos, las preguntas que se quieren abordar son: a) cómo se realiza correctamente esta integración para no crear conjunciones ilusorias entre propiedades que pertenecen a diferentes objetos, y b) si codificamos imágenes visuales puras basadas en objetos concretos o dimensiones perceptivas independientes en paralelo como la frecuencia espacial, luminosidad o contraste. La forma en la que se crean las representaciones en la memoria visual se está convirtiendo en un campo de investigación importante en los últimos años (para una revisión ver Logie, 1995; Walker y Cuthbert, 1998) y existen diversos puntos de vista sobre qué se puede considerar una unidad en la memoria de trabajo visual que repasaremos a continuación.

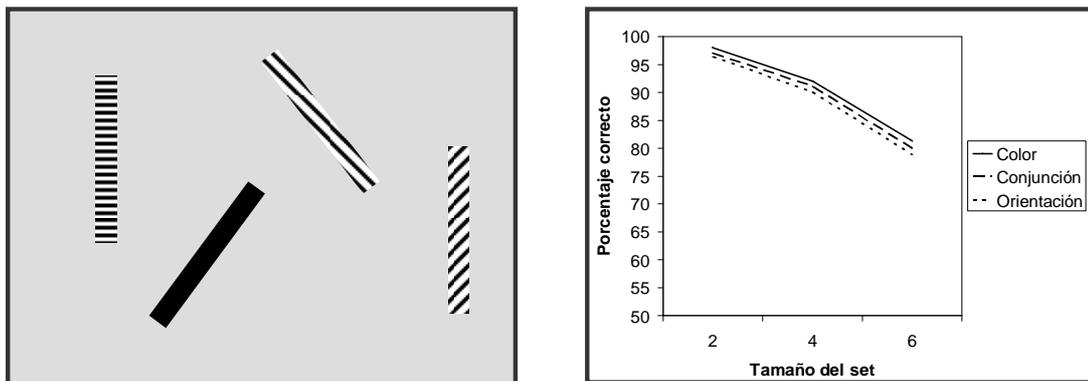
a) *Teoría basada en objetos*: según esta perspectiva se considera que una unidad comprende el conjunto de propiedades que forman un objeto, de manera similar al chunking pero que en el supuesto que nos ocupa denominaremos *binding*<sup>7</sup>, definido por Wheeler y Treisman (2002) como “la reorganización de partes de información previamente distribuida en la creación de una representación compleja y unificada” (p.19). Desde este punto de vista, se considera que la unidad básica de la memoria de trabajo visual es un objeto simple y que las personas somos capaces de recordar dos propiedades como el color o la orientación de varios objetos tan bien como si sólo se debe retener una (Luck y Vogel, 1997; Vogel et al., 2001).

El ejemplo por excelencia es el trabajo de Luck y Vogel (1997). En una serie de experimentos encontraron que cuando se presentaban cuatro objetos, cada uno de los cuales variaba en color, medida, orientación y longitud (de forma que estaban implicadas 16 propiedades) la ejecución era tan precisa como cuando sólo hacía falta codificar cuatro propiedades, es decir, que 16 atributos distribuidos entre 4 objetos se retienen igual de bien que 4 atributos distribuidos entre 4 objetos (véase Figura 2.4). Estos experimentos llevaron a la

---

<sup>7</sup> Se puede concebir el fenómeno de *binding* bajo el punto de vista del modelo multicomponente de Baddeley y Hitch, si se asume que el búfer episódico (Baddeley, 2000) es el responsable de integrar los elementos constituyentes de los objetos o las conexiones entre estos objetos y el entorno dónde se encuentran, mecanismo sin el cual no sería fácil comprender el mundo visual que nos rodea.

conclusión de que los atributos se almacenan formando objetos integrados y no por separado. Posteriormente, los resultados fueron replicados extensamente por Vogel et al. (2001), que sugirieron que las características se integran en objetos mediante mecanismos de actividad neural sincronizada<sup>8</sup> y posteriormente se codifican en la memoria de trabajo visual.



**Figura 2.4:** Resultados obtenidos por Luck y Vogel (1997) en uno de sus experimentos. En este caso, había tres condiciones: a) detectar un cambio cuando variaba solamente el color de las barras, b) detectar un cambio en su orientación (en ambos casos hay que memorizar cuatro propiedades) y c) detectar un cambio que podía producirse tanto en el color como en la orientación (lo cual requiere memorizar ocho propiedades). Se observa que el rendimiento en esta condición crítica es esencialmente idéntico a las demás, a pesar de que contiene el doble de propiedades a recordar. Adaptado de los datos originales (en color) de Luck y Vogel (1997).

Otros estudios que manipulan conjunciones de propiedades indican que la ejecución no sólo no disminuye a medida que se incluyen propiedades sino que el recuerdo es incluso superior cuando hay que recordar agrupaciones (Ceraso, 1985; Irwin, 1991), resultados que sugieren que la capacidad de retención de características individuales es más grande cuanto más se incluyan dentro de un número reducido de objetos. En la misma línea, se han propuesto teorías atencionales que afirman que la atención se dirige a representaciones de objetos integrados y no a características individuales, ámbito en el que se enmarcan investigaciones como la de Duncan (1984), que fue el pionero en hacer tal afirmación. Duncan se basó en los resultados de una tarea en la que manipulaba dos dimensiones de rectángulos atravesados por líneas, variando la medida de los rectángulos o la orientación y textura de las líneas. La tarea consistía en decidir si se había producido o no un cambio entre fases y efectivamente los participantes realizaban mejor los ensayos cuando se pedía juzgar dos propiedades de un mismo objeto que cuando lo debían hacer de ítems separados. Además, algunos autores han observado que cuando se centra la atención en una propiedad, el resto están también disponibles sin coste adicional (Duncan, 1984; Kahneman, Treisman y Gibbs, 1992).

<sup>8</sup> Véase el modelo de Vogel et al. (2001), desarrollado en el Apartado 2.4.5.

Dentro de la teoría basada en objetos, se asume que la visión está mediada por la creación de representaciones episódicas temporales denominadas *object files* (Kahneman et al., 1992), que contienen la descripción, posición, orientación y distancia de los objetos que nos rodean en un momento dado. Estas estructuras temporales tienen principalmente cinco características: a) son las unidades perceptivas en las que se subdivide una escena y captan la atención. Resulta más fácil dividir la atención entre dos propiedades de un mismo objeto que entre estas dos propiedades si pertenecen a dos ítems diferentes y, además, es más sencillo atender a un objeto integrado que a las partes que lo componen, b) permiten representar ítems que no conocemos y de los cuales no tenemos ninguna representación previa, c) permiten representar múltiples objetos idénticos (tipos de cosas), d) ayudan a agrupar características y e) proporcionan continuidad perceptiva puesto que cuando un objeto cambia de posición, el *object file* se actualiza, manteniendo la identidad y permitiendo ser percibidos como unitarios y persistentes en el espacio y el tiempo.

La idea de los *object files* ha recibido apoyo por parte de varios investigadores (Schneider, 1999; Vogel et al., 2001), los cuales han añadido otros argumentos como por ejemplo que cada *object file* puede contener un número ilimitado de propiedades, que se pueden almacenar un número limitado de objetos y que los *object files* se crean y se almacenan independientemente los unos de los otros (Wheeler y Treisman, 2002). También se ha propuesto que los objetos visuales se almacenan en relación a su localización espacial, lo cual implica cierta dependencia entre sí (Jiang, Olson y Chun, 2000). La manera en que unimos correctamente estos conjuntos de propiedades para formar un objeto integrado está bien documentada en la metáfora de Treisman, Sykes y Gelade (1977), que argumenta que las propiedades de los objetos permanecen juntas en memoria durante el tiempo en que el ítem está presente físicamente, pero que el “pegamento” que las mantiene unidas se disuelve tan pronto como el ítem desaparece, de forma que las propiedades se disocian. El “pegamento” hace referencia al papel de la atención y la idea se ha reformulado más recientemente en una teoría apoyada por varios autores (Irwin, 1991; Wheeler y Treisman, 2002) que postula que la atención es la responsable de unificar las características independientes, dar lugar a una representación coherente de un objeto y mantenerla en la memoria de trabajo. A este respecto es también interesante la postura de Horowitz y Wolfe (1998) que sostienen la idea de que una vez la atención se aparta de un objeto, sus propiedades se desestructuran. Rensink (2000) también apoya esta visión en la denominada *teoría de la coherencia*, según la cual un objeto se descompone en sus partes constituyentes en ausencia de atención.

En relación a este amplio debate sobre el papel de la atención, Treisman (2006) argumenta que cuando los participantes atienden a un set de ítems, automáticamente almacenan el conjunto en la memoria de trabajo, incluso cuando es irrelevante o puede interferir. Por lo

tanto, según Treisman y colaboradores parece ser que la atención es una condición necesaria y suficiente para crear agrupaciones de propiedades (hay que enfatizar de nuevo que pese a que desde varios puntos de vista la atención es la responsable, también se puede entender que la integración es una función propia del búfer episódico definido por Baddeley y Hitch). Sin embargo, algunos autores han encontrado evidencias contrarias a este argumento. Por ejemplo, la investigación de Gajewski y Brockmole (2006) apunta a que si bien la atención es necesaria para integrar las propiedades, no lo es para mantenerlas y preservarlas unidas. Con el objetivo de comprobarlo, plantearon un experimento en el que manipulaban la atención durante el intervalo de retención en una tarea de recuerdo libre y encontraron que las propiedades se recuerdan integradas o no se recuerdan y según estos resultados, las conjunciones se almacenan en la memoria de trabajo visual independientemente de la atención. Pese a no apoyar al papel de la atención, la conclusión de la investigación apoya también la concepción de que los objetos, y no las características físicas, son la unidad básica de la capacidad de la memoria de trabajo. También el estudio de Allen et al. (2006) concluye que posiblemente la fragilidad de las agrupaciones de propiedades no se deba a mecanismos atencionales sino a procesos de sobreescritura por parte de otros ítems, hecho que demostraron con el uso de diversas tareas duales en las que la tarea secundaria era demandante atencionalmente. Observaron de forma consistente que no se producía una interacción significativa entre la condición de binding y la carga concurrente. Johnson, Hollingworth y Luck (2008) también comprobaron que la memoria para las agrupaciones no se ve específicamente afectada por una tarea demandante de búsqueda visual; sin embargo, Elsley y Parmentier (2009) hallaron que una tarea concurrente sí afectaba el binding de localizaciones y letras. En resumen, los estudios recientes parecen indicar que no es necesario un recurso atencional adicional para recordar agrupaciones de propiedades (como formas y colores), sino que esto ocurre de forma automática, mientras que posiblemente, la atención sea necesaria cuando el binding implica la posición espacial.

*b) Propiedades individuales como unidad:* diversas teorías contrapuestas con la perspectiva anterior, defienden la idea de que cada propiedad individual de los objetos se puede concebir como unidad por sí misma: el color, la orientación, la forma etc. Es decir, el número de características que forman un objeto visual sería lo que determina la cantidad de ítems que pueden ser almacenados (Philips, 1974). Esta teoría asume que existen varios recursos, en el sentido de módulos independientes y específicos, para procesar las diferentes propiedades de los objetos (Magnussen y Greenlee, 1999) y se apoya, entre otros, en los resultados de Wolfe, Yu, Stewart, Shorter, Friedman-Hill y Cave (1990), que encontraron que la búsqueda visual es menos eficiente cuando se presentan conjunciones de dos colores que cuando se presentan conjunciones de diferentes propiedades, como el color y la orientación. También en tareas de reconocimiento, Heathcote, Walker y Hitch, (1994) observaron que la memoria para

conjunciones de forma y color era relativamente pobre en comparación a los aciertos que obtenían para cada atributo por separado.

*c) Objetos y propiedades como unidad:* se trata de una hipótesis a caballo entre las dos primeras que afirma que la unidad puede venir determinada tanto por el número de objetos como por la composición de las propiedades que los integran (Fencsik, Seymour, Mueller, Kieras y Meyer, 2002; Olson y Jiang, 2002; Wheeler y Treisman, 2002). Partiendo de este punto de vista, habría dos tipos de almacenamiento visual extra-icónico: uno implicaría características no integradas e independientes de la localización y otro, propiedades integradas que sí dependen de la localización, consistentemente con la hipótesis de los object files. Visto desde esta perspectiva, la información visual de los objetos se puede almacenar según las propiedades individuales de los estímulos (color, forma, localización etc.), sin conexión con otro tipo información, o bien como conjunto de propiedades, agrupadas en chunks. Wheeler y Treisman (2002) reunieron evidencias a lo largo de una serie de experimentos que sugerían que la información agrupada se puede mantener cuando la tarea lo requiere siempre que se tengan en cuenta las limitaciones en los recursos atencionales, pero que también hay condiciones bajo las cuales las propiedades no se agrupan y la información de la conjunción se pierde. Las diferentes propiedades se almacenarían en paralelo en compartimentos específicos, cada uno con su propia capacidad. Partiendo de esta base, se vería beneficiado el recuerdo de las propiedades provenientes de diferentes dimensiones (e.g. forma y color) respecto a las que provienen de la misma dimensión (e.g. objetos multicolores). Sin embargo, algunos autores se han referido a la posibilidad de que en la memoria de trabajo visual se forme una representación espacial global en vez de una imagen precisa que incluye los detalles de los objetos complejos, concepción que explicaría la elevada capacidad por reconocer objetos presentados previamente (Jiang et al., 2000; Simons, 1996; Smith y Jonides, 1997).

## **2.9. Las limitaciones en la capacidad de la memoria de trabajo visual**

Una vez expuestos los argumentos básicos en referencia a la atención viso-espacial, a la unidad básica de la memoria de trabajo y a cómo se representa la información visual, es necesario desarrollar la cuestión sobre las limitaciones en la capacidad, que se basa precisamente en el conocimiento de los aspectos que hemos repasado hasta el momento. Cerraremos este capítulo dedicado a la memoria de trabajo visual con la exposición de este amplio campo de estudio, que cuenta con numerosas aportaciones relevantes.

Tanto en el ámbito verbal como visual, diversas investigaciones han intentado determinar la amplitud máxima de palabras, dígitos, pseudopalabras, objetos, propiedades, etc. (Cowan, 2001; Luck y Vogel, 1997, Miller, 1956). Por ejemplo, mientras que Miller (1956) en su trabajo pionero sobre el estudio de capacidad afirmaba que las personas son capaces de recordar alrededor de 7 ítems en tareas de recuerdo serial, este límite no resulta tan claro debido a que se consideraba que las unidades mentales podían estar agrupadas en chunks. Aun cuando el proceso de chunking ha sido ampliamente estudiado, no resulta fácil estimar cuantos pueden ser mantenidos en la memoria de trabajo. En este sentido, es más que destacable la aportación de Cowan (2001), que basándose en situaciones en las que no es posible agrupar los ítems (por ejemplo, en una tarea de atención dividida), estimó que los adultos son capaces de recordar correctamente un máximo de entre 3 y 5 elementos.

Los trabajos sobre capacidad de memoria visual realizados a partir de la segunda mitad del siglo XX, aun siendo más escasos que los de capacidad verbal, cuentan en sus inicios con los experimentos de recuerdo serial a corto plazo de colores llevados a cabo por Brener (1940). Sin embargo, posteriormente, las réplicas de este experimento han indicado que el almacenamiento de colores es contingente con el tiempo de pronunciación de los nombres de los colores, de forma que no se puede afirmar que lo que medía era la capacidad puramente visual, sino que había una fuerte contribución de códigos verbales. También son destacables las medidas de memoria sensorial de Sperling (1960), que utilizaba caracteres alfanuméricos que los sujetos debían recordar tras una breve presentación (50 ms). Los resultados que obtuvo indicaban una capacidad de entre 4 y 5 ítems cuando se empleaba la técnica del informe total, que implicaba recordar el máximo número posible de ítems presentados en su posición espacial correcta (sin embargo, la capacidad aumentaba hasta aproximadamente 9 ítems cuando se empleaba la técnica del informe parcial, en la que se indica un set concreto del total de los ítems presentados). No obstante, hay que destacar que los experimentos de Sperling tratan sobre memoria sensorial y no a corto plazo y que además es muy posible que también en ellos hubiera una influencia de tipo verbal, puesto que el hecho de escribir los ítems hacía que necesariamente se codificara verbalmente y, por lo tanto, alterara lo que sería una medida pura de memoria visual. Por otra parte, O'Regan (1992) considera que la representación mental del mundo que nos rodea se basa en esquemas y abstracciones a partir de 3 o 4 objetos y que el mundo real nos proporciona la memoria externa que nos supe de detalles cuando los necesitamos, en consecuencia no nos hace falta codificar cada detalle puesto que nuestro entorno es relativamente estable. Según el autor, este sería el motivo de las fuertes limitaciones existentes en la capacidad de la memoria visual a corto plazo.

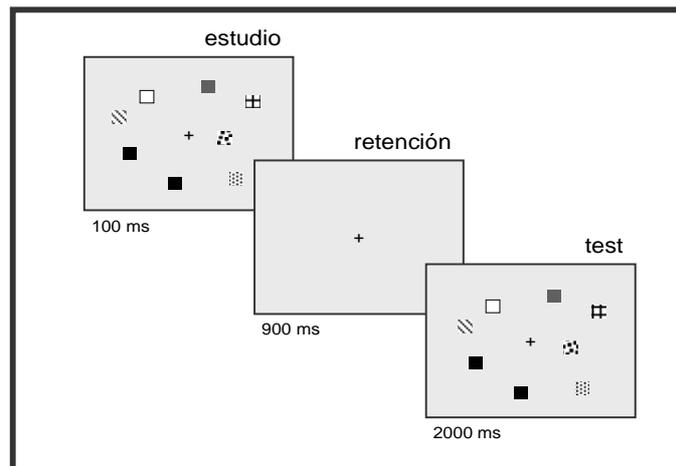
Un fenómeno curioso que pone de relevancia esta capacidad limitada en el ámbito visual es el denominado efecto de ceguera al cambio (*change blindness*), según el cual las

personas no se dan cuenta de los cambios que tienen lugar entre dos fotogramas o escenas cuando algunos objetos desaparecen, se mueven o cambian de color durante breves interrupciones perceptivas. El paradigma clásico para observar este fenómeno es el de presentar dos imágenes sucesivamente separadas por un intervalo en blanco, sin el cual el cambio sería fácilmente detectable. En el momento en que la persona se da cuenta del cambio, es decir, cuando dirige la atención, éste parece obvio (para una revisión véase Rensink, 2000). El fenómeno, no sólo pone de manifiesto las limitaciones en la capacidad de información que se codifica en la memoria de trabajo visual sino también que, como hemos visto, la atención visoespacial juega un papel clave.

Dicho esto, pasaremos a repasar los diferentes modelos propuestos para explicar porqué se produce un decremento en la ejecución a medida que aumenta el número de objetos visuales que deben ser almacenados en memoria. En primer lugar repasaremos las investigaciones que defienden que la capacidad depende del número total de ítems que se pueden codificar, ya sea porque la capacidad de la memoria de trabajo visual está limitada en sí misma (Luck y Vogel, 1997; Pashler, 1988), por factores como la información que contiene una tarea específica o la propia arquitectura del sistema (Fougnie y Marois, 2006) o bien porque existe un cuello de botella en el número de ítems que pueden ser atendidos previamente al momento de codificación (Cowan, 2001; Rensink, 2000). En resumen, estos modelos argumentan que este tipo de memoria está restringido a una capacidad de almacenamiento de  $k$  elementos y son los que han recibido y siguen recibiendo más apoyo. En segundo lugar repasaremos brevemente los modelos que sugieren que las limitaciones en la capacidad no están causadas directamente por el número de elementos a recordar sino por el declive monotonico que se da en la calidad de las representaciones almacenadas, y por lo tanto, de un aumento en la interferencia a medida que aumenta el tamaño del set cuando, por ejemplo, se compara la ejecución entre ítems simples y complejos (Alvarez y Cavanagh, 2004).

### ***2.9.1. Capacidad basada en el número de objetos***

De entre los estudios más recientes al respecto, indudablemente el más significativo es el de Luck y Vogel (1997) en el que utilizaban una adaptación del paradigma de detección del cambio, tarea que destaca por su amplia utilización en este ámbito de estudio y que fue introducida originariamente por Phillips (1974).



**Figura 2.5:** Esquema del procedimiento básico utilizado en los experimentos de Luck y Vogel (1997).

El paradigma consiste en juzgar si se ha producido un cambio o no entre dos presentaciones de estímulos visuales consecutivas y refleja tanto las limitaciones en la codificación perceptiva como en el almacenamiento en memoria (Pashler, 1988). Luck y Vogel (1997) presentaban sets de cuadros de colores (entre 1 y 12) y a continuación otro set que podía ser idéntico al primero o bien incluir un cambio en el color de uno de los cuadros. La Figura 2.5 esquematiza el procedimiento.

Los resultados mostraron que cuando se presentaban sets de hasta 3 estímulos, la ejecución era prácticamente perfecta, pero disminuía sistemáticamente a medida que aumentaba el número de ítems (entre 4 y 12). Con el fin de reducir la contribución de códigos verbales, los autores introdujeron una carga verbal al inicio de cada ensayo consistente en dos dígitos que debían ser recordados posteriormente. Aún así, no encontraron diferencias significativas por el hecho de incluir la carga, motivo por el cual pudieron descartar la contribución verbal. Por otro lado, para discernir hasta qué punto están implicados los componentes de almacenamiento y de procesamiento, aumentaron el tiempo de presentación de los ítems: los resultados mostraron que la ejecución no variaba como consecuencia de un aumento de la duración, indicando que los errores en los sets de 4 a 12 reflejan limitaciones a nivel de capacidad y no de percepción o de codificación de los ítems. Por último, consideraron necesario minimizar las limitaciones dadas por los factores de decisión: cuanto más grandes son los sets, más decisiones hay que tomar y este hecho puede ser el responsable de cometer más errores. Para ello, colocaron un círculo alrededor del ítem del test sobre el cual debían decidir y observaron que esta manipulación tampoco afectaba a la ejecución.

A pesar de estas estrategias de control, Lee y Chun (2001) puntualizaron que la tarea no tenía en cuenta el número de localizaciones de los ítems, de forma que es posible que su

estimación de la capacidad estuviera restringida en este sentido. Por otro lado, Cowan (2001) sugirió que la comparación de sets en el experimento de Luck y Vogel (1997) podría ser una medida de la capacidad del foco de atención puesto que el segundo set sobrescribe la memoria visual del primero antes de poder tomar una decisión y, por lo tanto, para que la información pueda mantenerse tras la presentación del segundo set se debe extraer de una forma más abstracta. Por su parte, Wheeler y Treisman (2002) criticaron la tarea sugiriendo que probablemente el experimento de Luck y Vogel reflejaba un set de almacenes paralelos para cada propiedad por separado, cada uno de los cuales con su propia capacidad. Según los autores, este aspecto no estaba suficientemente controlado puesto que sólo variaban una dimensión (el color) en lugar de variar también la forma, cosa que hubiera permitido asegurarse de que efectivamente se almacenan objetos integrados.

A raíz de esta investigación, que es quizás la más referenciada en el ámbito del estudio de la capacidad, han surgido otros estudios similares con el objetivo de replicar los resultados observados y de analizar el paradigma utilizado por Luck y Vogel (Delvenne y Bruyer, 2004; Lee y Chun, 2001; Riggs, McTaggart, Simpson y Freeman, 2006; Vogel et al., 2001). En menor medida, se han usado otros tipos de tarea como la de búsqueda visual, en la cual los participantes deben buscar un ítem previamente especificado entre distractores (Alvarez y Cavanagh, 2004) o el recuerdo con claves (Fencsik et al., 2002).

Aunque las diversas investigaciones difieren en su punto de vista sobre cuál es la unidad básica de la capacidad, los resultados confluyen en que el número máximo de estímulos visuales que podemos retener se mueve entre 3 y 5. Pero hay otros casos en los que se ha considerado que una capacidad de 4 ítems es una sobrevaloración y apuestan por limitar la capacidad a un solo ítem. Un ejemplo al respecto lo encontramos en el estudio clásico de Phillips y Christie (1977), que emplearon una tarea de reconocimiento en la que presentaban material visual abstracto en forma de matrices. En el momento en que los participantes debían reconocer qué patrones habían aparecido anteriormente, observaron que sólo podían recordar el último de las series que se les habían presentado (*one-item recency effect*), sugiriendo que la presentación secuencial en la memoria a corto plazo sólo tiene capacidad para un estímulo y que cada vez que uno se presenta sobrescribe el anterior. Este experimento ha recibido críticas especialmente relacionadas con el uso de etiquetas verbales y de otras formas de codificación no relacionadas con un almacén visual especializado y por lo tanto se atribuye el efecto a un tipo de recencia de tipo verbal (Broadbent y Broadbent, 1981; Logie, 1995). Por último, comentar que Treisman (2006) sugiere que es posible que los límites en la capacidad de la memoria de trabajo tengan lugar en el acceso consciente en vez de en el almacenamiento. En algunos experimentos en los que usó la técnica de detección del cambio y la introducción de asociaciones entre propiedades (e.g. de forma y color) que se iban repitiendo a lo largo de los ensayos, encontró que la

respuesta a éstas era más rápida (efecto de *priming*) y que la capacidad en este caso era mucho mayor y duradera.

En apartados anteriores se ha comentado el papel de la atención en la memoria de trabajo visual, especialmente con respecto a la creación de conjunciones entre las propiedades visuales de los objetos, y se ha puesto de relevancia que el control de la atención es un factor que también contribuye a la capacidad (Morey y Cowan, 2004), puesto que es el mecanismo responsable de llenar el espacio limitado con información relevante. Esta conclusión se refleja principalmente en la investigación de Vogel et al. (2001) en la que los participantes comparaban la orientación de una barra de color que en ocasiones aparecía junto a otras barras irrelevantes: los individuos con mayor amplitud de memoria de trabajo eran al mismo tiempo los que excluían con más eficiencia los distractores, mientras que los que tenían una capacidad menor, tenían también más dificultades para inhibir los distractores, puesto que la presencia de éstos reducía a la mitad la cantidad de barras que podían recordar. La distinción *top-down* versus *bottom-up* referida anteriormente se pone de también de manifiesto en estos estudios sobre la capacidad: cuando el número de ítems presentados está por debajo de la capacidad de almacenamiento, los procesos de *bottom-up* por si solo son suficientes para que sean codificados (Vogel et al. 2001) pero cuando sobrepasan el umbral, resulta necesario seleccionar sólo un reducido número de estímulos. En los experimentos que exploran la capacidad de la memoria de trabajo visual, los errores que se observan cuando el set de ítems se encuentra por debajo el umbral de la capacidad máxima implican procesos relacionados con la atención sostenida, mientras que los errores que tienen lugar en respuesta a sets de estímulos que sobrepasan la capacidad pueden ser debidos a errores en la atención selectiva (Gold, Wilk, McMahan, Buchanan y Luck, 2003).

### **2.9.2. Capacidad basada en la complejidad**

En el estudio de la capacidad en la memoria de trabajo visual, hay que contemplar también los modelos que afirman que el responsable de una disminución en la capacidad no es directamente el número de ítems sino un aumento en la complejidad de los mismos, es decir, un mayor número de características elementales de cada objeto (Alvarez y Cavanagh, 2004; Eng, Chen y Jiang, 2005; Vogel et al., 2001). El estudio de Alvarez y Cavanagh (2004) era novedoso puesto que introducía una tarea de búsqueda visual para determinar la complejidad: esperaban encontrar una relación inversa entre el tiempo de reacción en la búsqueda visual y la capacidad, asumiendo que cuanto más complejos son los estímulos (en términos de cantidad de información que contienen), más tiempo se requiere para encontrarlos entre distractores. Los

resultados confirmaron la hipótesis y la explicación que dieron era que a medida que aumenta la información que contiene un ítem, más detalles se van perdiendo, de forma que se almacenan con menos precisión. Así pues, los resultados de Alvarez y Cavanagh mostraron efectivamente que la memoria de trabajo visual es sensible a la complejidad de la superficie de los objetos y no sólo a la cantidad que se presenta, puesto que los participantes recordaban el doble de colores simples que de cubos sombreados. Eng et al. (2005) llegaron a resultados similares en una tarea de búsqueda visual en la que observaron que la dificultad era superior para cubos y caras que para colores. También la ejecución en la tarea de detección del cambio es en general mejor para los colores sugiriendo que cuanto más fuerte es la carga de información (más complejidad) menos capacidad de memoria de trabajo visual, es decir, que podemos mantener menos objetos complejos que simples.

Otra investigación a destacar es la de Xu y Chun (2006), los cuales llevaron a cabo un estudio en el que los participantes realizaban una tarea de detección de cambio de la forma de un ítem, presentando sets de entre uno y seis estímulos, tanto simples como complejos, dentro de un aparato de resonancia magnética. Los resultados indicaban una capacidad de aproximadamente cuatro para las formas simples y de uno para las complejas, además, encontraron que la actividad de ciertas regiones cerebrales aumentaba con el tamaño del set en el caso de las formas simples pero no de las complejas.

Por último, comentar que Logie (1995) afirma que “tiene más sentido sugerir que las limitaciones en el almacenamiento visual a corto plazo se expliquen en términos de complejidad de los patrones [...] que de la cantidad de estímulos a retener” (p.56). Pero contrariamente a este argumento y a las investigaciones comentadas, el estudio reciente de Awh et al. (2007) concluye que en la memoria de trabajo visual se representan un número fijo de ítems independientemente de la complejidad de éstos y lo que da lugar a una subestimación de la capacidad son los errores en la comparación entre fases en el paradigma de detección del cambio.

## 2.10. Conclusiones

Hasta el momento hemos presentado las propiedades básicas de la memoria de trabajo en general, y las de la memoria de trabajo visual en particular. Con ello, se pretendía ofrecer una visión amplia sobre las investigaciones y las temáticas más influyentes en este campo de estudio, con el fin de sentar las bases para ir delimitando paso a paso nuestro objeto de estudio. A lo largo del capítulo hemos podido constatar que el estudio de la memoria de trabajo visual es un ámbito incipiente y que ha cobrado importancia básicamente a partir de la pasada década. En la actualidad, son muchos los investigadores que están centrando sus esfuerzos en estudiar a

fondo este tipo de memoria, puesto que conocer sus propiedades y funcionamiento es de gran interés para la comprensión de la memoria de trabajo.

Sin embargo, la gran mayoría de estudios y modelos que se han desarrollado hasta el momento están basados en tareas de recuerdo (especialmente de recuerdo serial inmediato) y sobretodo en el paradigma de detección del cambio, mientras que la memoria de reconocimiento y los mecanismos implicados no han recibido tanta atención en el marco de investigación en memoria visual a corto plazo. Así pues, consideramos que hay una limitación en el sentido que el estudio de un sistema de memoria no puede basarse mayoritariamente en un solo tipo de prueba ya que existen fenómenos que tienen efectos diferenciales sobre el recuerdo y el reconocimiento. En consecuencia, creemos que es necesario ampliar el conocimiento sobre este tipo de tareas puesto que, en el caso visual, suponen una vía interesante para observar los procesos que subyacen a la codificación, representación y recuperación de la información. Como, además, en nuestra serie experimental empleamos paradigmas de reconocimiento y uno de los objetivos es precisamente el de estudiar el efecto de la similitud en este tipo de memoria, a continuación desarrollaremos un capítulo dedicado exclusivamente a la memoria de reconocimiento.



# CAPÍTULO 3

## LA MEMORIA EN TAREAS DE RECONOCIMIENTO

---

Una vez repasadas las principales características de la memoria de trabajo visual y las líneas de investigación recientes más relevantes, haremos un pequeño paréntesis (en el sentido que se trataran modelos y teorías basadas no únicamente en la memoria de trabajo visual, sino más generales) y dedicaremos un capítulo a la memoria de reconocimiento, ya que se trata del tipo de tarea empleado en el presente trabajo. Hay que destacar que los estudios que se introducen en este apartado se enmarcan mayoritariamente en el ámbito de la memoria a largo plazo, no obstante, resulta básico y necesario para los objetivos del trabajo. En el capítulo que sigue al presente, se abordarán exclusivamente los estudios en el marco de la memoria a corto plazo.

A lo largo del capítulo se desarrollarán las características y modelos que subyacen a las tareas de reconocimiento, las diferencias que presentan respecto a las de recuerdo y los distintos efectos de ciertas variables en función del formato de recuperación.

### 3.1. Introducción a la memoria de reconocimiento

En términos generales, la memoria de reconocimiento hace referencia a la capacidad para identificar un estímulo, objeto, persona o situación como algo ya vivido o visto anteriormente (Atkinson y Juola, 1974; Norman y O'Reilly, 2003). A diferencia de las pruebas de recuerdo, en las que el participante debe generar el *target*<sup>9</sup>, o bien escribiendo o diciendo una palabra o bien describiendo o dibujando una imagen visual, en las tareas de reconocimiento, posteriormente a la codificación de un set de dos o más estímulos y de un breve intervalo, se presentan uno o más *targets* potenciales entre los cuales el participante debe escoger la opción u opciones correctas, es decir, decidir cual de los ítems ha aparecido previamente (Brown, 1976).

El reconocimiento ha sido objeto de estudio a lo largo de varias décadas y sus orígenes se remontan a principios de siglo XX, con estudios como los de Strong (1912). Si bien en los inicios del interés por el estudio experimental de la memoria humana se prestaba relativamente

---

<sup>9</sup> “Target” se puede traducir como “estímulo diana”. Por ser más común en la literatura, de ahora en adelante emplearemos dicho término.

poca atención al reconocimiento y el paradigma dominante era el de recuerdo, en los años 60 su popularidad aumentó y hoy en día representa un tipo de tarea objeto de muchas investigaciones, cuyos resultados empíricos han puesto de manifiesto diversas restricciones a las teorías sobre memoria basadas en el recuerdo. Tradicionalmente las tareas o medidas de reconocimiento se han considerado como más simples que otros paradigmas como el recuerdo libre o serial. Hay teorías que afirman que el reconocimiento es superior en comparación al recuerdo debido a que el umbral de respuesta es inferior, que es más preciso y menos sujeto a interferencia (Xu, 2002) y que es más fácil que el recuerdo porque requiere un restablecimiento menos extensivo del estímulo estudiado previamente (Anderson y Bower, 1973). Otra explicación es que el reconocimiento es superior porque recordar un ítem requiere más información almacenada en memoria que reconocerlo (Postman, 1963). Sin embargo, existen ciertas evidencias que contradicen estos postulados, por ejemplo que el recuerdo y el reconocimiento se ven afectados de distinta forma por diversas variables y que algunos ítems que son recordados no necesariamente pueden ser reconocidos (Gregg, 1976). A este respecto, Tulving (1972, 1983) afirma que el aspecto clave son las pistas disponibles, con lo cual no puede asumirse a priori que una tarea de reconocimiento sea más fácil que una de recuerdo.

### 3.2. Diferencias entre reconocimiento y recuerdo

Existen algunos fenómenos que muestran los diferentes efectos que una misma variable puede producir sobre el recuerdo y el reconocimiento y que por lo tanto apuntan al hecho de que ambos tipos de prueba no comparten los mismos procesos subyacentes. De estas observaciones destacan principalmente las que se enumeran brevemente a continuación:

a) *La paradoja de la frecuencia* (Anderson y Bower, 1972; Brown, 1976): basada en numerosos resultados empíricos, postula que el recuerdo libre es superior para palabras familiares en comparación con palabras poco comunes, mientras que sucede lo contrario en el caso del reconocimiento, que resulta ser superior para palabras no familiares. Las palabras de alta frecuencia son más fácilmente accesibles y a la vez contienen más elementos que facilitan su codificación, pero al mismo tiempo, las de baja frecuencia pueden ofrecer ventajas al ser más distintivas y al presentar un rango de posibles codificaciones más limitado. En la misma línea, se ha observado que el reconocimiento de pseudopalabras es superior al de palabras (Greene, 2004) posiblemente debido a que ofrecen mayor distintividad.

b) *Organización del material*: la probabilidad de recuerdo correcto aumenta cuando los ítems que se presentan pertenecen a categorías definidas y se tienden a recordar de forma asociada según dichas categorías. Esto no resulta ser especialmente positivo para el

reconocimiento a corto plazo, pero sí parece tener un efecto si se demora la prueba de reconocimiento (Mandler, 1980).

c) *Cambio en el contexto*: cuando se produce un cambio contextual entre las fases de codificación y de recuperación el recuerdo, pero no el reconocimiento, se ve perjudicado. Algunos ejemplos serían un cambio en la modalidad de presentación, en el experimentador o en el lugar donde se desarrolla la actividad.

d) *Repaso de mantenimiento de la información*: repasar el material estudiado resulta beneficioso para las tareas de reconocimiento, pero no de recuerdo.

e) *Pares asociados*: el recuerdo se ve perjudicado a medida que aumenta el número de pares asociados, sin embargo, dicho incremento puede ser beneficioso para el reconocimiento.

f) *Aprendizaje incidental/intencional*: cuando el aprendizaje es incidental, el participante no asocia las palabras de una lista entre ellas ya que no hay un motivo para ello, con lo cual el recuerdo se verá perjudicado. En cambio, como el participante ha prestado atención a cada palabra una a una, existirá una fuerte asociación entre la palabra y los elementos contextuales, favoreciendo el reconocimiento.

Existen algunas hipótesis explicativas sobre las diferencias halladas entre recuerdo y reconocimiento, entre las que destaca el *modelo de generación-reconocimiento*, (Anderson y Bower, 1972; Kintsch, 1970). Según este modelo existen dos procesos: a) el proceso de *generación*, mediante el cual el participante genera una búsqueda entre el set de candidatos susceptibles a ser recordados basándose en las normas de organización y asociación utilizadas en el momento del almacenamiento y b) el proceso de *reconocimiento*, en el cual el participante, una vez generado el set, decide si los ítems son apropiados utilizando información de recencia o familiaridad, que se asume que es directamente accesible cuando se presenta un ítem en la fase de recuperación. Además, se examina el número de asociaciones entre el target y el contexto asociado a una lista particular. Según este modelo, el recuerdo (libre y con claves) consta de ambos procesos mientras que el reconocimiento únicamente de uno (en tareas de reconocimiento no es necesario el proceso de generación puesto que el test ya suple los candidatos, en cambio, en el recuerdo el participante sigue los marcadores contextuales para generar el set de candidatos plausibles).

El modelo de generación-reconocimiento es capaz de explicar las diferencias descritas anteriormente. Por ejemplo, en el caso del efecto de la frecuencia, las palabras de alta frecuencia tienen más palabras asociadas y es posible encontrar un camino más directo entre los nodos de los ítems y por ello son mejor recordadas. Es precisamente esta diversidad de asociaciones con una mayor cantidad de palabras la que hace que sean menos distintivas y discriminables y por este motivo son peor reconocidas. Por el contrario, las palabras de baja frecuencia disponen de

menos asociaciones, se tarda más tiempo en leerlas y no proporcionan una vía de acceso corta, lo cual conlleva un peor recuerdo; sin embargo, al ser inusuales, el mayor tiempo de procesamiento requerido provoca más asociaciones con el contexto, facilitando así el reconocimiento. En resumen, es posible que la paradoja se dé porque los atributos de la recuperación se establecen mejor para palabras comunes, que contienen características que las hacen fácilmente codificables por asociación, mientras que los atributos de discriminabilidad son más propios de palabras no familiares (Gregg, 1976).

El resto de disociaciones pueden encontrar también explicación en el marco de este modelo puesto que en, términos generales, el recuerdo se verá beneficiado en la medida en la que haya una red más rica y numerosas vías de acceso a las palabras mientras que el reconocimiento será superior siempre y cuando cada palabra esté asociada a elementos contextuales particulares.

Por último, hay que destacar otra explicación que puede aplicarse a los fenómenos descritos, que recibe el nombre de *Hipótesis de la especificidad de la codificación* (Tulving, 1972, 1983). El principio afirma que el recuerdo de un episodio o de un aspecto concreto de éste depende de la interacción entre las propiedades del evento codificado y las propiedades de la información durante la recuperación, en otras palabras, enfatiza la interacción entre el procesamiento que tiene lugar en la codificación y el que ocurre durante la recuperación (Tulving llama *ecforia* a esta relación, término que proviene del griego). Según el autor, esta interacción es clave y no es posible hacer predicciones sobre las propiedades mnemónicas de un ítem, proceso o pista concretos, sino que la efectividad de éstos reside tanto en su especificidad como en la congruencia existente entre las operaciones llevadas a cabo en la codificación y en la recuperación: por muy asociada que esté una huella a un ítem, no será efectiva si no se ha codificado juntamente con el ítem a recordar durante la fase de estudio. Siguiendo esta línea, el recuerdo y el reconocimiento difieren en la especificidad de las pistas disponibles para la recuperación (en el recuerdo la pista es inespecífica y la aporta el contexto y en el reconocimiento la especificidad es máxima puesto que precisamente la pista es la información que ha de recordar en sí misma). Contrariamente a las predicciones del modelo de generación-reconocimiento, ambos tipos de prueba dependen de las pistas que están disponibles en la fase de recuperación, con lo cual, el reconocimiento no es más fácil que el recuerdo sino que el rendimiento en cada tipo de test depende de las pistas disponibles.

Si bien existen otras hipótesis explicativas sobre los efectos diferenciales de ciertas variables sobre el recuerdo y el reconocimiento (véase por ejemplo Ruiz-Vargas, 1991), no nos extenderemos más sobre esta cuestión puesto que va más allá de los objetivos de nuestro trabajo.

### 3.3. Tipos de tareas de reconocimiento

En primer lugar, y por su implicación en los diversos tipos de tarea, hay que remarcar que en el estudio de la memoria de reconocimiento destaca la llamada teoría de detección de señales -en adelante, TDS- (Green y Swets, 1966). Esta teoría pone énfasis en el estilo de respuesta de los participantes, que puede ser más arriesgado o más conservador, y que influye en la probabilidad de reconocer efectivamente la información. Otro aspecto clave de la teoría es el fenómeno de la fuerza o familiaridad, según el cual, el ítem presentado más recientemente y que se haya estudiado durante más tiempo, presentará un mayor grado de familiaridad. Dicho esto, repasaremos los diversos tipos de tareas de reconocimiento, cada una con características específicas que las hacen más o menos idóneas en función de los objetivos de una investigación. Estas tareas pueden agruparse básicamente en tres grandes grupos:

a) *Tareas Sí/No o Estudiado/Nuevo*: se refiere a tareas en las que se presenta un ítem y el participante debe reconocer si ha aparecido anteriormente o no en un contexto específico. La ejecución depende de la diferencia entre la probabilidad de responder “sí” a estímulos que efectivamente han aparecido (aciertos) y la probabilidad de responder “sí” a estímulos que no han sido presentados (falsas alarmas).

b) *Tareas de juicio (rating tasks)*: los participantes deben emitir un juicio escalar que representa con qué grado de seguridad considera que un ítem ha aparecido previamente.

c) *Tareas de elección forzada entre alternativas múltiples*: son tareas en las que, en la fase de recuperación, se presentan dos o más alternativas entre las cuales el participante debe reconocer el estímulo presentado en la fase previa, es decir, un estímulo *señal* junto a uno o más estímulos *ruido* según la TDS. Este tipo de tareas se denomina tarea de elección forzada con  $n$  alternativas (*n-alternative forced-choice* o *n-AFC*). Cada estímulo presentado afecta a la decisión aunque no implica un criterio como en el caso de las tareas Sí/No. Presumiblemente el participante compara las alternativas entre sí con el fin de determinar cual es la correcta y, asumiendo que no favorecen una de las alternativas a priori, la TDS argumenta que la proporción de respuestas correctas equivale a una medida de sensibilidad que está relativamente libre de sesgo en la respuesta, mientras que los tests de respuesta Sí/No deben ser siempre corregidos para eliminar dicho sesgo (Macmillan y Creelman, 1991; Stanislaw y Todorov, 1999). Las medidas que se obtienen se sitúan en un rango que va de  $1/n$  (nivel de azar) a 1 (ejecución perfecta). Destacar que los valores por debajo del nivel de azar pueden ser producidos por confusión en las respuestas.

### 3.4. Modelos de reconocimiento

Hasta el momento nos hemos referido a algunas teorías o modelos concretos que tratan de explicar las diferencias halladas entre recuerdo y reconocimiento. A continuación, nos centraremos exclusivamente en los diversos modelos que se han propuesto sobre el funcionamiento de la memoria en tareas de reconocimiento. Actualmente existen varios artículos de revisión que se centran en el debate entorno a la naturaleza de este tipo de memoria (véase por ejemplo Diana, Reder, Arndt, y Park, 2006; Wixted y Stretch, 2004; Yonelinas, 2002). Una de las cuestiones principales, apuntada por estos autores, es la separación entre modelos que asumen la existencia de un solo proceso en el reconocimiento (*single-process models*) o de dos (*dual-process models*), que repasaremos seguidamente.

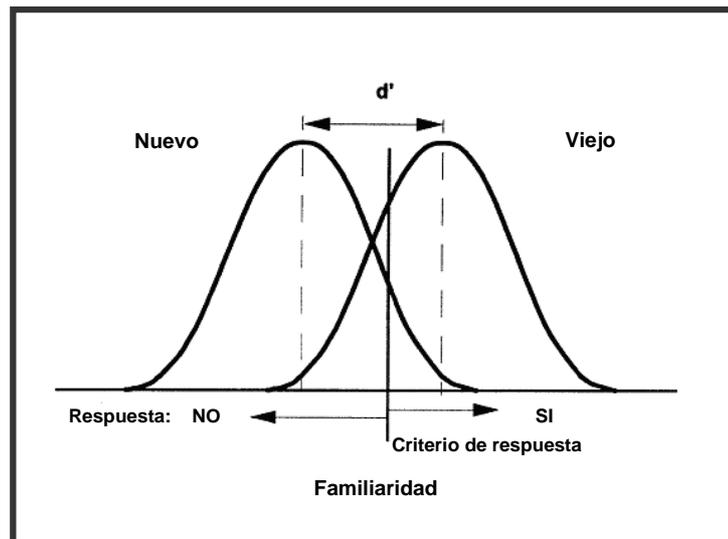
#### 3.4.1 Modelos de un solo proceso (*single-process models*)

Dentro de este tipo de modelos se agrupan principalmente dos grandes tipologías, por un lado aquellos que se basan en los postulados de la TDS y por otro los denominados modelos de umbral. A continuación se exponen las principales características de ambos tipos de modelos de reconocimiento propuestos.

##### 3.4.1.1 Modelos basados en la Teoría de Detección de Señales (TDS)

En estos modelos, los juicios de reconocimiento se establecen a partir de la comparación de una variable continua aleatoria que se conceptualiza como familiaridad, con un criterio determinado por el participante. Es decir, se asigna a cada ítem un valor de familiaridad que se sitúa a lo largo de un continuo y que posibilita realizar juicios de reconocimiento. En dicho continuo, los ítems nuevos se sitúan en la parte inferior mientras que los ítems estudiados se asignan a la parte superior. De todas maneras, existe cierta variabilidad entre ítems, con lo cual los valores de familiaridad de los ítems nuevos y los estudiados se distribuyen normalmente y se solapan entre sí (véase Figura 3.1). Con el fin de discriminar entre estímulos nuevos y estudiados, los participantes seleccionan un nivel de familiaridad (criterio de respuesta), de manera que sólo aquellos que excedan este nivel serán aceptados como estudiados: éstos serán más similares a aquellos almacenados en memoria que los nuevos y, por lo tanto, serán a su vez los más familiares. Según la TDS el grado de aciertos es igual a la proporción de la distribución de ítems estudiados que exceden el criterio de respuesta, es decir,

los participantes reconocerán efectivamente un ítem estudiado si su valor de familiaridad excede el criterio [ $p(\text{estudiado}/\text{estudiado})$ ]. Por otro lado, la tasa de falsas alarmas es igual a la proporción de la distribución de ítems nuevos que exceden el criterio de respuesta [ $p(\text{estudiado}/\text{nuevo})$ ]. Si el criterio del participante es conservador, tanto los aciertos como las falsas alarmas serán menores en comparación con un criterio liberal, que se caracteriza por producir más aciertos pero también más falsas alarmas.

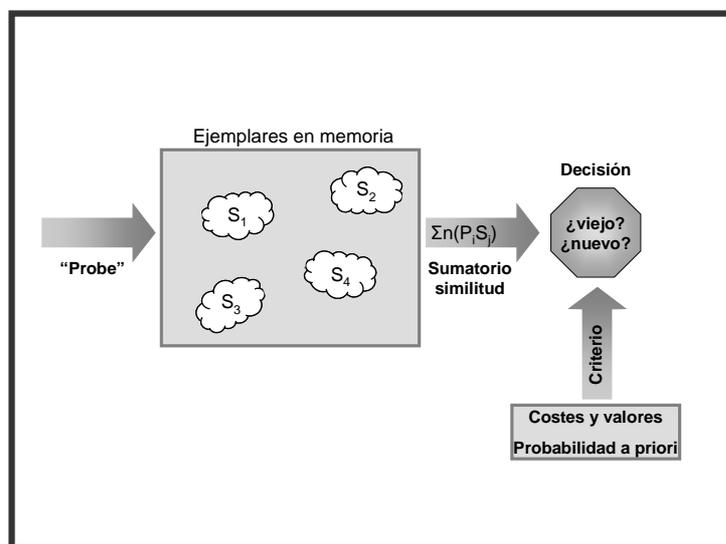


**Figura 3.1:** Esquema que representa el solapamiento entre las distribuciones de los ítems estudiados y nuevos, criterio de respuesta y  $d'$ .

Dentro de los modelos englobados dentro de la TDS, se han desarrollado diversos modelos que reciben el nombre de modelos globales (*global matching models*) y que fueron propuestos a partir de los años 80 con el fin de estudiar los procesos y representaciones que producen familiaridad (Gillund y Shiffrin, 1984; Hintzman, 1988; Murdock, 1982). Su característica común es que asumen que para cada ítem estudiado en la fase de codificación se almacena una huella de memoria que engloba una representación multidimensional del estímulo y del contexto en el que fue presentado. La representación temporal que se construye en la fase de test recibe el nombre de pista de recuperación, la cual se compara con los contenidos almacenados en memoria. Dicha comparación da lugar a un resultado en términos de valor escalar, que representa el grado de familiaridad de la pista de recuperación con la huella almacenada en memoria y este valor se compara con un criterio subjetivo. Si el valor de familiaridad es superior al criterio, la respuesta en la fase de test será afirmativa (es decir, se considera que el ítem presentado efectivamente ha aparecido en la fase previa) mientras que si es inferior, la respuesta será negativa (véase Figura 3.2).

Dentro de esta tipología de modelos, se incluyen los modelos de reconocimiento basados en la similitud de los ejemplares<sup>10</sup> (*Exemplar similarity models*) (Kahana y Sekuler, 2002; Kahana, Zhou, Geller y Sekuler, 2007; Nosofsky, 1986; Nosofsky y Kantner, 2006) cuya principal característica es la de asumir que el componente básico en un juicio de reconocimiento es un cómputo de la similitud total, es decir, de la similitud del *probe*<sup>11</sup> con cada uno de los ítems estudiados. Cuando esta suma excede un determinado valor, el participante responderá afirmativamente, es decir, juzgará que el *probe* se encontraba entre los estímulos previamente estudiados. En término medio, el valor de la suma de similitud en los ensayos en los que el *probe* efectivamente aparece es superior al valor en que no aparece, dicho en otras palabras, la probabilidad de responder “Sí” en el primer tipo de ensayos será superior a la de los segundos.

Dentro de este tipo de modelos, Kahana y Sekuler (2002) propusieron el que recibe el nombre de NEMO (*Noisy Exemplar Model*), que asume que cada estímulo se representa como un conjunto de coordenadas que están sujetas a diferentes fuentes de ruido, tanto interno como externo, es decir que se almacenan en memoria separadamente como representaciones imperfectas. A diferencia de otros modelos similares, además de basar el cálculo subyacente a la ejecución en la similitud entre cada representación imperfecta y el *probe*, también se incluye en la ecuación la similitud entre los ítems presentados durante la fase de estudio (Sekuler y Kahana, 2007).



**Figura 3.2:** Esquema del funcionamiento de los llamados *global matching models*. Adaptado de Sekuler y Kahana (2007).

<sup>10</sup> Dada la importancia de la variable similitud, estos modelos se retomaran brevemente en apartados posteriores.

<sup>11</sup> “Probe” se puede traducir como “estímulo sonda”, sin embargo, de aquí en adelante utilizaremos el término “probe”, ya que resulta más sencillo y es el término más comúnmente empleado en la literatura.

En los últimos años, se han desarrollado nuevos modelos basados en la TDS, aunque no serán desarrollados aquí en profundidad, puesto que hacen referencia principalmente a procesos de reconocimiento a largo plazo. Entre estos modelos destaca el que recibe el nombre de REM - *Retrieving Effectively from Memory*- (Shiffrin y Steyvers, 1997) en el que las huellas de memoria y las de recuperación se definen por ser vectores de características. Cada ítem estudiado produce un vector que se compara propiedad por propiedad dando lugar a una probabilidad para cada comparación y la media de estas probabilidades es la que indica si un ítem ha sido previamente estudiado o si es nuevo. Además, cada propiedad difiere según su frecuencia de manera que aquellas menos comunes son más diagnósticas y por lo tanto, si éstas se corresponden en mayor medida con las representaciones almacenadas, más evidencias hay a favor de que el ítem haya sido presentado.

Simplemente apuntar que otros modelos influyentes son el llamado TODAM (Murdock, 1982), relacionado con la memoria asociativa y MINERVA2 (Hintzman, 1986), que se centra en la categorización, el recuerdo con claves y el reconocimiento.

### **3.4.1.2. Modelos de Umbral (Threshold models)**

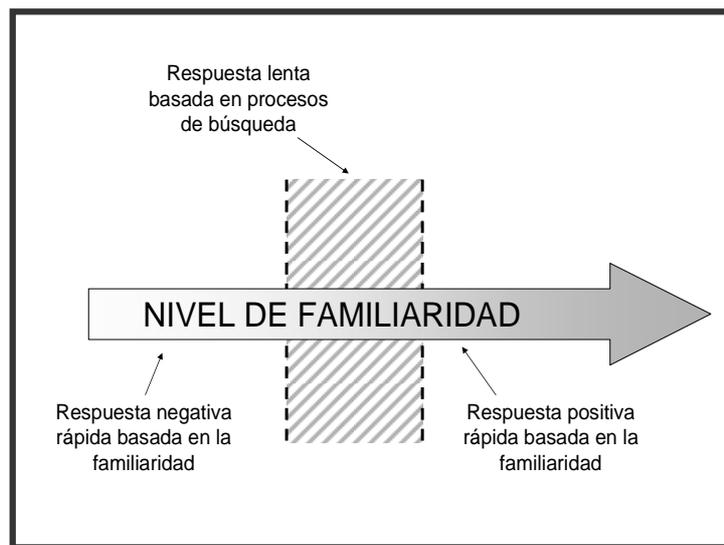
Dentro de los modelos que se basan en la existencia de un solo proceso, se encuentran también los llamados modelos de umbral, que asumen que existe la probabilidad de que los ítems previamente estudiados excedan un cierto umbral de memoria (Macmillan y Creelman, 1991). Según estos modelos, existen dos tipos de estado: un estado representa el hecho de que un ítem ha sido detectado en memoria y el otro, que no lo ha sido, con lo cual un estímulo debe alcanzar cierto umbral para ser detectado y solamente los targets pueden hacerlo con cierta probabilidad. Por el contrario, si un ítem no alcanza el umbral pasará al estado de no detectado y por lo tanto no se recordará aunque puede que se juzgue como ya presentado en el caso de que se responda al azar. En este tipo de modelos, las falsas alarmas son el resultado de la tendencia a responder afirmativamente. Se diferencian de los modelos basados en la TDS en que éstos últimos no consideran la existencia de un umbral o estado que permita a la persona asegurar que un ítem determinado fue efectivamente estudiado, sino que los ítems si sitúan en un continuo de familiaridad (para una revisión, véase Malmberg, 2008).

### 3.4.2. Modelos de doble proceso (*dual-process models*)

Una posibilidad alternativa a las comentadas anteriormente es asumir que los juicios de reconocimiento se puedan basar tanto en procesos de umbral (la recolección de información cualitativa) como en procesos de detección de señales (el valor de familiaridad), modelos que reciben el nombre de *doble proceso* (Atkinson y Juola, 1974; Mandler, 1980). Por consiguiente, en este tipo de modelos, el reconocimiento refleja dos procesos distintos y separables entre sí y que desempeñan diferentes funciones en el proceso de decisión: la familiaridad y la recolección. Estos dos procesos se ponen de manifiesto, por ejemplo, en la situación en la que somos capaces de juzgar un rostro como familiar pero en cambio somos incapaces de recordar quién es esa persona o dónde la conocimos, de manera que es posible reconocer un objeto o persona tanto en base a la recuperación de información sobre eventos ocurridos como al sentimiento de familiaridad que evocan.

En uno de los estudios seminales al respecto, Atkinson y Juola (1974) presentaban listas de 16, 24 y 32 palabras que debían ser aprendidas por tres grupos de participantes. Posteriormente, medían el tiempo de respuesta en una tarea de reconocimiento en la que la mitad de las palabras había aparecido y la otra mitad eran nuevas y en la que se incluían repeticiones tanto de los targets como de los distractores. Mediante esta prueba, los autores observaron que el tiempo de respuesta era superior cuanto mayor era el número de palabras, indicando un proceso de búsqueda que es más lento en función del número de ítems (recolección) y que la segunda presentación de un ítem produce un tiempo de respuesta más rápido, indicando un proceso de familiaridad. Resulta interesante, además, que con la repetición, la latencia de respuesta aumentaba para los distractores repetidos y disminuía para targets repetidos. Este efecto puede explicarse si tenemos en cuenta que cuando un distractor se presenta por primera vez, da lugar a un grado de familiaridad tan bajo que su rechazo será rápido, mientras que los ítems estudiados poseen un valor de familiaridad que en ocasiones requiere poner en marcha procesos de búsqueda lentos.

Así pues, las personas pueden dar respuestas rápidas, tanto afirmativas como negativas, basándose únicamente en juicios de familiaridad, que es un proceso automático y que implica menor demanda cognitiva. Sin embargo, en situaciones en las que el valor de familiaridad no es suficiente como para que la persona emita una respuesta con cierta seguridad, se pone en marcha un proceso de búsqueda en memoria más extenso parecido al que se da en tareas de recuerdo (véase Figura 3.3), que permita encontrar evidencias suficientes para emitir una respuesta, aunque dicho proceso conlleva un aumento en la latencia e implica mayores recursos cognitivos (Atkinson y Juola, 1974).



**Figura 3.3:** Representación esquemática del modelo dual. Adaptado de Atkinson y Juola (1974)

Los modelos de doble proceso fueron desarrollados extensamente a mediados de los años 70 y principios de los 80, aunque han sido reelaborados recientemente y han cobrado importancia, sobre todo a la luz de ciertas evidencias neuropsicológicas que indican, por ejemplo, que sujetos amnésicos padecen un déficit a nivel de recolección mientras que la familiaridad permanece intacta (para una revisión véase Yonelinas, 2002). A continuación se exponen algunos hallazgos empíricos recientes que permiten afirmar que el reconocimiento implica más de un proceso de memoria, es decir, que los tests basados en procesos de familiaridad son funcionalmente distintos a aquellos en los que se requiere recolección y que, además, difieren en sus sustratos neuronales:

a) *Velocidad:* según se ha observado en diversos experimentos de velocidad de procesamiento, la familiaridad es más rápida que la recolección. Por ejemplo, en tests de reconocimiento del ítem, los participantes pueden dar respuestas correctas basándose en la familiaridad de forma más rápida que en tests de reconocimiento asociativo, en los que se requiere recordar información específica como por ejemplo la localización de un estímulo (Gronlund, Edwards y Ohrt, 1997; Hintzman y Caulton, 1997). El hecho de que el proceso basado en la familiaridad sea más rápido da lugar a un mayor número de ítems nuevos incorrectamente juzgados como estudiados y solamente si se permite un tiempo superior para responder, los participantes serán capaces de recordar información más precisa que les permitirá rechazar correctamente estos ítems.

b) *Correlatos fisiológicos:* existen diferencias a nivel de los correlatos fisiológicos que subyacen a ambos procesos. A pesar de que los estudios llevados a cabo con potenciales

evocados no indican qué regiones cerebrales se encargan específicamente de cada proceso, sí que demuestran que los ítems recordados presentan distribuciones espaciales y temporales distintas a los ítems que simplemente han sido reconocidos en base a juicios de familiaridad (Düzel, Yonelinas, Mangun, Heinze y Tulving, 1997). En relación a este punto, se ha observado que la recolección se ve más perjudicada por ciertos daños cerebrales (específicamente trastornos amnésicos) que la familiaridad (Migo, Montaldi, Norman, Quamme y Mayes, 2009).

c) *Grado de seguridad*: el patrón de respuestas basado en el grado de seguridad es distinto para la familiaridad que para la recolección. El análisis del grado de seguridad en el reconocimiento indica que la familiaridad produce curvas ROC<sup>12</sup> distintas a las de recolección. En tareas de reconocimiento del ítem, siempre que la ejecución esté por encima del nivel de azar, las curvas ROC son mayoritariamente curvilíneas, mientras que en tareas de reconocimiento asociativo, las curvas que se obtienen son de tipo linear, lo cual demuestra que como mínimo hay dos tipos de procesos que contribuyen a la ejecución en estos dos tipos de test (Rotello, Macmillan y Van Tassel, 2000; Yonelinas, 1994, 2002).

### **3.5. Implicación de la familiaridad y la recolección en función del formato de recuperación**

En la actualidad existe un debate sobre la contribución de los procesos de familiaridad y recolección en el tipo de recuperación utilizada en tareas de reconocimiento, principalmente en la comparación entre la tarea de elección forzada entre varias alternativas frente a la de reconocimiento Sí/No.

Se ha sugerido que, en términos generales, los tests de elección forzada dan lugar a un porcentaje de acierto mayor que los de respuesta Sí/No (Macmillan y Creelman, 1991) y que además son más fáciles de llevar a cabo utilizando juicios de familiaridad (Migo et al., 2009; Parkin, Yeomans y Bindschaedler, 1994) ya que permiten establecer relaciones y juicios de familiaridad entre los targets y las alternativas. Sin embargo, las decisiones basadas en la familiaridad producen más errores en los tests de respuesta Sí/No ya que con el tiempo, la interferencia que se añade a la representación de memoria original, hace muy poco probable que se pueda acertar simplemente por familiaridad (Macmillan y Creelman, 1991).

---

<sup>12</sup> El análisis y características de las curvas ROC se desarrollará con mayor profundidad en la parte experimental del presente trabajo.

Un ejemplo al respecto es el estudio de Bastin y Van der Linden (2003), que compararon la ejecución de jóvenes y ancianos en tareas de elección forzada frente a tests de tipo Sí/No utilizando rostros no familiares mediante el paradigma recuerdo/sé. Se trata de un paradigma ampliamente estudiado, en el que se analiza la contribución de los juicios basados en la familiaridad (respuesta “recuerdo”) y los de recolección (respuesta “sé”). Los resultados mostraron que la familiaridad jugó un papel más decisivo en la tarea de elección forzada, lo cual se vio reforzado por el hallazgo de que los ancianos, que generalmente mostraron un incremento en la familiaridad respecto la recolección, obtuvieron mejores puntuaciones en dicha tarea.

Otra afirmación ampliamente aceptada (y que se relaciona directamente con los objetivos de nuestro trabajo) es que las diferencias que tienen lugar entre ambos tipos de recuperación emergen principalmente cuando los targets y los foils<sup>13</sup> son muy similares (Bayley, Wixted, Hopkins y Squire, 2008). La idea que subyace a esta afirmación es que los foils similares evocan un fuerte sentido de familiaridad, que en el caso de los test de tipo Sí/No, da lugar a un mayor número de falsas alarmas que únicamente puede verse disminuido por la contribución de la recolección de las propiedades críticas que permita discriminar entre targets y foils similares y rechazarlos cuando se comparan con la información en memoria. En cambio, en el formato de recuperación con alternativas múltiples, el target obtendrá un valor de familiaridad ligeramente más elevado que las alternativas similares, con lo cual es de suponer que solamente la familiaridad será suficiente para acertar.

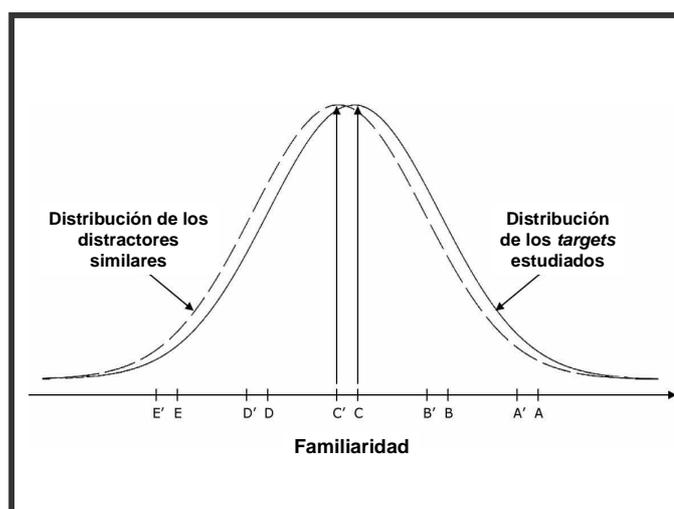
Algunas evidencias a favor de lo descrito, provienen de estudios centrados en casos especiales (por ejemplo en amnésicos o pacientes con lesiones) en los que se ha demostrado que ciertos sujetos muestran una ejecución normal en tareas de reconocimiento de elección forzada en contraposición a las de Sí/No, sugiriendo que la familiaridad, que suele ser un proceso preservado en este tipo de participantes, está directamente implicada en esta tarea, y no en la de Sí/No, que posiblemente se relacione en mayor medida con procesos de recolección. En esta línea, Holdstock, Mayes, Roberts, Cezayirli, Isaac, O'Reilly et al. (2002), demostraron que una paciente (YR) con disminución hipocampal patológica y por consiguiente, con un déficit selectivo a nivel de recolección, presentaba diferencias en la ejecución en tareas de reconocimiento en función del tipo de recuperación utilizada. En concreto, mostraron que la ejecución de la paciente estaba significativamente afectada en la tarea de respuesta Sí/No en comparación con la de elección forzada en el caso específico en el que los foils eran similares. Sin embargo, hay que tener en cuenta que se trata de un estudio basado en un solo paciente y

---

<sup>13</sup> El concepto “foil” no dispone de una traducción directa. Se refiere a un elemento secundario que se emplea como contraste frente a un elemento principal y que comparte ciertas características con éste. En la literatura, se emplea como sinónimo de “distractor”, especialmente cuando es similar al target. Por simplicidad, emplearemos este término de aquí en adelante.

que por lo tanto, el orden de administración de los tests podría haber afectado selectivamente a la ejecución de uno de ellos.

Existe un modelo de reconocimiento, propuesto por Norman y O'Reilly (2003), que permite acomodar algunos de los resultados descritos anteriormente y que recibe el nombre de “Sistema de Aprendizaje Complementario” (*Complementary Learning System -CLS-*). Se trata de un modelo computacional biológico y de doble proceso, compuesto por el componente neocortical sobre el que se basa la familiaridad, y el componente hipocampal que se encarga de los procesos de recolección. Si los targets y distractores son muy similares, el CLS predice que la habilidad de los participantes para discriminar entre ellos en una tarea de respuesta Sí/No dependerá de la recolección de los detalles específicos estudiados y este proceso será crítico para una correcta ejecución. Sin embargo, si la tarea es de elección forzada entre diversas alternativas, el modelo predice que tanto la familiaridad como la recolección estarán implicadas en la ejecución, pero que solamente la familiaridad puede ser suficiente y puede resultar más útil en este tipo de tests. Si los distractores son similares, la diferencia media de familiaridad evocada entre targets y distractores será pequeña, motivo por el cual las distribuciones de familiaridad asociadas a targets y distractores se solapará (véase Figura 3.4). En un test de respuesta Sí/No, cada ítem aparece solo en la pantalla y los participantes deben establecer un criterio de familiaridad con el fin de decidir si el ítem es estudiado o nuevo. Como las distribuciones tienen un alto nivel de solapamiento, no es posible separarlas con un único criterio, con lo cual la discriminación resulta muy pobre. Por el contrario, en las tareas de elección forzada, los targets se comparan directamente con los distractores, y es posible distinguir el target si se acepta consistentemente el ítem que resulta más familiar.



**Figura 3.4:** Representación gráfica del solapamiento de las distribuciones de familiaridad entre targets y foils similares.

Sin embargo, también existen evidencias que contradicen a los estudios que se han descrito hasta ahora, como por ejemplo el trabajo de Khoe, Kroll, Yonelinas, Dobbins y Knight (2000), en el que examinaron el reconocimiento de palabras en ambos tipos de tarea en sujetos amnésicos y controles para determinar hasta qué punto difiere la implicación de la familiaridad y la recolección en cada una, también mediante el paradigma “recuerdo/sé”. Contrariamente a las investigaciones citadas, no encontraron diferencias en la contribución de la recolección en las dos tareas en sujetos sanos y además, los amnésicos no mostraron un mejor rendimiento en la tarea de elección forzada respecto a la de Sí/No, sugiriendo que la familiaridad contribuyó en la misma medida en los dos tipos de test y que en ausencia de recolección, la familiaridad no contribuye de forma diferente en la ejecución en ambas tareas.

En el mismo sentido, Bayley et al. (2008) utilizaron el test empleado por Holdstock et al. (2002), consistente en una prueba de reconocimiento de dibujos que contenía targets y foils similares. Contrariamente a los resultados de Holdstock et al, encontraron que cinco pacientes con lesiones específicas a nivel hipocámpal (y que por lo tanto se presupone que tienen alterada la capacidad para la recolección pero intacta la de familiaridad) mostraban el mismo nivel de dificultad para realizar ambos tipos de test. Es decir, aun teniendo problemas para llevar a cabo exitosamente las tareas de reconocimiento, no existía una diferencia apreciable en función del tipo de recuperación. Según los autores, el estudio de Holdstock y colaboradores (2002) tenía dos limitaciones: se basaba únicamente en los datos de un paciente y además, el diseño empleado resultaba en una diferencia en el número de ítems en el reconocimiento que hacía que la tarea de respuesta Sí/No fuera más larga y por lo tanto generara más interferencias. En base a los resultados obtenidos, argumentaron dos posibilidades: a) que los dos tests dependan de forma similar en ambos componentes del reconocimiento o b) que la contribución de la familiaridad y la recolección sea diferente para cada tipo pero que ambos procesos se apoyen en el hipocampo.

### **3.6. Conclusiones**

A lo largo de este capítulo hemos visto los modelos teóricos propuestos para intentar caracterizar la memoria en tareas de reconocimiento, que principalmente se dividen en modelos simples y modelos de doble proceso. Podría decirse que estos últimos son los que están recibiendo más aceptación en los últimos años, probablemente debido a las evidencias descritas anteriormente, como por ejemplo a nivel neuropsicológico. No obstante no hay un consenso claro y es cierto que cada modelo propuesto, sea concebido como simple o de doble proceso,

puede dar argumentos válidos para explicar ciertos fenómenos que son consistentes con sus premisas.

Otro aspecto a señalar es que en su mayoría, los puntos tratados en este capítulo se refieren básicamente a reconocimiento a largo plazo, es decir, se han investigado mediante paradigmas en los que los estímulos deben ser reconocidos tras una demora temporal. En este sentido, consideramos que hay un déficit de estudios que se hayan centrado en estudiar concretamente las propiedades del reconocimiento a corto plazo. Por ello, en el presente trabajo habrá que tomar con cautela las referencias a los modelos clásicos de reconocimiento, puesto que al tratarse de memoria a largo plazo, pueden ser aplicados a nuestros resultados con ciertas limitaciones.

# CAPÍTULO 4

## EFFECTOS DE SIMILITUD EN LA MEMORIA DE TRABAJO

---

Una vez descritas las principales características de la memoria de trabajo en general, de la memoria de trabajo visual en particular y de las tareas de reconocimiento, que son los tres pilares básicos sobre los que se fundamenta nuestro trabajo, en este capítulo trataremos de forma específica los estudios que se han centrado en determinar el efecto de la similitud en la memoria de trabajo. En primer lugar, se desarrollarán los conceptos de similitud y distintividad y la organización del material visual en función de estos dos factores. A continuación se desarrollará teóricamente el llamado efecto de similitud, que es nuestro principal objeto de estudio.

A pesar de que la presente investigación pretende estudiar dicho efecto en el ámbito de la memoria visual, resulta necesario contextualizarlo en primer lugar a partir de la amplia literatura existente en el dominio de la memoria de trabajo verbal, para posteriormente abordar las investigaciones específicas que se relacionan directamente con nuestro trabajo, tanto aquellas que utilizan tareas de reconocimiento como de recuerdo serial inmediato.

### 4.1. Similitud y distintividad

Desde la perspectiva de la psicología cognitiva, la similitud juega un papel crucial en la representación mental del mundo que nos rodea, puesto que somos capaces de reconocer objetos debido a que podemos ponerlos en relación con otros objetos conocidos previamente que comparten una serie de características. Se trata de un principio organizativo que nos confiere la capacidad de generalizar y de formar categorías y conceptos ya que los elementos que forman parte de una misma categoría tienden a ser más similares entre sí (Medin, Goldstone y Gentner, 1993). El aprendizaje de nuevas categorías de estímulos requiere haberse encontrado con anterioridad con múltiples ejemplos que definan dicha categoría y este aprendizaje puede entenderse como un proceso implícito, que emerge de la adquisición de información sobre prototipos (Posner y Keele, 1967) o bien de forma explícita, mediante el entrenamiento de los estímulos (Hintzman, 1986). Por ejemplo, Yago e Ishai (2006) demostraron que pacientes amnésicos que tienen déficits a nivel de la memoria declarativa son capaces de clasificar

correctamente estímulos visuales dentro de una categoría en función de la similitud con los estímulos aprendidos ya que la similitud entre ejemplares emerge al instante, aunque son incapaces de reconocerlos.

El estudio de la similitud (así como de la distintividad) a partir de su manipulación experimental cuenta con una larga tradición en la investigación en memoria ya que permite observar la naturaleza de las representaciones (para una revisión véase Hunt y Worthen, 2006), tanto a nivel verbal como visual. Sin embargo, la naturaleza de la similitud ha sido objeto de debate a lo largo de las décadas, ya que su definición va más allá del mero conocimiento intuitivo: en función del nivel de análisis, dos elementos pueden ser juzgados como similares o como disimilares.

A este respecto, existen diversos factores que influyen en los juicios de similitud y que aportan variabilidad: los cambios en las propiedades de los objetos o la distintividad de alguna de sus dimensiones (Attneave, 1957), las características del sujeto tales como el conocimiento previo o la experiencia en una determinada área (Medin y Coley, 1998) o el contexto, debido a que en el momento de emitir un juicio sobre la similitud de dos objetos, no sólo influyen las alternativas presentes en el set, sino los estímulos presentados en ensayos anteriores, los cuales crean un contexto para comparaciones posteriores (Goldstone, Medin y Halberstadt, 1997). Así pues, la percepción de la similitud es algo complejo incluso cuando se trata de estímulos simples debido a que los ítems pueden considerarse similares o disimilares en función de varios factores y pistas perceptivas. Además, la variabilidad se produce no sólo entre participantes sino también dentro de cada individuo dependiendo del tipo de estímulo utilizado (Lazarte y Schonemann, 1991). Un ejemplo claro sobre esta cuestión es el caso del efecto de la raza (*other-race effect*), según el cual el reconocimiento visual de rostros de nuestra misma raza es superior al de rostros de miembros de otras razas.

Tradicionalmente, se han propuesto dos tipos de modelos de similitud: por un lado los métricos, que definen la similitud como la conjunción de objetos dentro de un espacio multidimensional, determinado por la distancia entre los puntos que corresponden a cada objeto y donde los distintos puntos del espacio métrico externo se representan idénticamente y uno a uno internamente (Shepard, 1962). Este espacio métrico puede verse deformado en el sistema perceptivo del observador, dando lugar a la variabilidad interpersonal comentada anteriormente. Por otro lado, los modelos de tipo teórico, argumentan que la similitud entre dos ítems viene dada por el grado de solapamiento entre las propiedades comunes y distintivas de dos ítems y la combinación lineal de estas (Tversky, 1969).

La similitud entre ítems se considera un determinante crítico en la ejecución en tareas de memoria a corto plazo así como en tareas de reconocimiento. La similitud entre los estímulos

presentados y los ítems nuevos que aparecen en la fase de recuperación produce interferencia ya que en estos casos la similitud se convierte en una variable poderosa o incluso en la más importante en su efecto sobre la percepción y el reconocimiento (Klauer y Zhao, 2004). Diversos estudios han tratado la relación entre la similitud de los ítems y el rendimiento usando diferentes tipos de material, como letras, palabras o dibujos y se ha comprobado que existe una relación inversa entre el reconocimiento correcto y la similitud entre estímulos estudiados y nuevos (véase Tulving, 1981). Shepard y Podgorny (1978) afirmaron que la probabilidad de escoger la alternativa correcta disminuye cuanto más similares sean las alternativas correctas y las incorrectas, es decir, la ejecución disminuye a medida que aumenta la similitud entre las alternativas en tareas de reconocimiento con elección forzada. En la misma línea, se afirma que la dificultad en un test de reconocimiento se puede incrementar simplemente utilizando estímulos nuevos muy similares a los presentados previamente, o bien empleando distractores muy parecidos a la alternativa correcta. Estos estudios y asunciones se basan principalmente en un efecto de la similitud en la recuperación: si las condiciones de la codificación se mantienen constantes, el resultado depende únicamente de las condiciones en la recuperación.

Pero además del efecto de la similitud, destacan los efectos de distintividad en la organización y representación del material visual a recordar. La distintividad es un constructo fundamental en la investigación en memoria, y aunque su definición y naturaleza están sujetas a controversia, básicamente se refiere a hasta qué punto un ítem sobresale de los que lo rodean en una lista. Schmidt (1991) define principalmente dos tipos. Por un lado, la distintividad primaria, que tiene lugar cuando las propiedades de un estímulo difieren de las de los otros en una lista a recordar por sus propiedades físicas como el color o la forma o porque pertenece a otra categoría semántica. Por otro lado, la distintividad secundaria, que ocurre cuando las propiedades de un estímulo difieren de aquellas que el participante tiene registradas en su memoria a largo plazo, es decir, cuando dicho ítem se desvía de las características inherentes de los ítems de su mismo tipo (por ejemplo, en el caso de una palabra muy poco común en comparación con el resto).

Los procesos de distintividad en la memoria han sido objeto de estudio a lo largo de varias décadas y existe un debate sobre si los beneficios de la distintividad tienen lugar en el momento de la codificación, debido a factores como la saliencia o un aumento en la atención prestada (Schmidt, 1991), o bien en el momento de la recuperación, como por ejemplo debido el uso del procesamiento específico a nivel de ítem que permita acceder a los detalles propios del momento de la codificación. Hunt y colaboradores (Hunt y Einstein, 1981, Hunt y Worthen, 2006) afirman que la distintividad tiene mayor peso en la recuperación y que tiene la función tanto de beneficiar el recuerdo de los ítems estudiados como de rechazar aquellos que aun siendo familiares, no se han presentado. Un tercer punto de vista, defendido principalmente por

Kishiyama y Yonelinas (2003) sugiere que la distintividad influye en ambas fases de la memoria: mientras que el efecto de la distintividad en los procesos de recolección está producido por factores relacionados con la codificación, el efecto sobre los procesos de familiaridad lo está por la recuperación.

## 4.2. Organización del material visual: procesamiento relacional e ítem-específico

Tanto la similitud como la distintividad de los estímulos influyen en cómo éstos se organizan y se representan internamente. En este ámbito, los modelos contemporáneos destacan principalmente dos puntos de vista sobre los efectos de la representación de la información. Por un lado, existe la aproximación organizacional, que asume que la ejecución se ve favorecida por una huella de memoria que contiene *información relacional*, que es general común a varios elementos; por otro lado, una visión alternativa es aquella que pone énfasis principalmente en la representación de la *información ítem-específica*, es decir, la información característica de cada elemento por separado.

Respecto a la primera aproximación, Hunt y colaboradores (Einstein y Hunt, 1980; Hunt y Einstein, 1981, Hunt y Worthen, 2006) afirman que la organización de la información, entendida como la relación entre los ítems codificados, beneficia su recuerdo y es precisamente la similitud el aspecto clave en dicha organización. Según esta visión, durante la fase de codificación tiene lugar la abstracción de la información relacional, que es compartida por los elementos presentes y su representación está organizada alrededor de estas propiedades comunes (Puff, 1979). Este fenómeno recibe el nombre de *procesamiento relacional* y hace referencia a las influencias mutuas en memoria entre las representaciones de los objetos individuales, ya sea debido a los esquemas semánticos que provienen de la memoria a largo plazo o bien a la agrupación perceptiva basada en los principios de la Gestalt (Jiang et al., 2000). En palabras de Hunt y colaboradores, se define como el procesamiento de las dimensiones comunes a todos los estímulos que se presentan, en términos de características compartidas. Así pues, el procesamiento relacional implica la agrupación perceptiva de un conjunto de estímulos por proximidad o por su similitud, de manera que los elementos que comparten el mismo color, movimiento, forma u otras propiedades comunes tienden a ser codificados conjuntamente.

La codificación de un patrón general abstraído de los elementos que son comunes a los estímulos a recordar puede dar lugar a una reducción de la carga de información (Jiang et al.,

2000) con lo cual la capacidad de la memoria de trabajo visual se ve incrementada puesto que las representaciones se simplifican (idea que estaría en contraposición con la concepción de que los objetos se almacenan independientemente, sin influirse los unos a los otros). Este fenómeno deriva en un gran beneficio para el sistema visual, sistema que es capaz de extraer eficientemente las regularidades de los estímulos, cosa que resulta útil para la percepción, el aprendizaje y la memoria visual (Jiang et al., 2000). Además, Goldstone y Barsalou (1998) afirman que el procesamiento holístico o relacional de la similitud parece ser un cálculo de origen primitivo que podría haber derivado de la percepción con el fin de optimizar los procesos de categorización, ya que en el proceso de categorizar adquiere especial importancia la comparación entre objetos.

La segunda perspectiva, centrada en la *información ítem-específica*, tiene su origen en la reformulación del modelo de niveles de procesamiento ( Craik y Lockhart, 1972), al que Craik y Tulving (1975), añadieron el concepto de elaboración, que hace referencia al proceso de relacionar la información semántica del evento en cuestión con el conocimiento previo del sujeto. Aunque a primera vista parece que este concepto se asemeja al de organización, lo cierto es que el procesamiento elaborativo favorece la distintividad de la huella de memoria y no la extracción de elementos comunes: cuanto más distintivo sea un estímulo, más diferente será de sus competidores. La distintividad representa la descripción dominante de la representación en memoria en el marco del modelo de niveles de procesamiento y sus posteriores propuestas alternativas, así que esta aproximación enfatiza la codificación de la información específica de los ítems, en contraposición al procesamiento relacional.

La distinción conceptual entre la información relacional y la ítem-específica no es exclusiva del dominio verbal o visual del material a recordar. Hay que señalar que varios modelos sobre memoria semántica de carácter asociativo también utilizan esta distinción cuando se refieren al conocimiento específico y relacional y a las propiedades características y definitorias de los ejemplares y conceptos. En todo caso, dada una pista de recuperación determinada, las probabilidades de muestreo son inversamente proporcionales a la cantidad de huellas solapadas, con la consecuencia de que las manipulaciones que reducen el solapamiento de propiedades y por lo tanto favorecen la distintividad, aumentarán la probabilidad de escoger correctamente el target. Siguiendo este argumento, la similitud debería necesariamente perjudicar el recuerdo puesto que es una situación en la que aumenta el solapamiento entre huellas. Sin embargo, parece ser que también el procesamiento de la similitud puede resultar beneficioso para el recuerdo, aunque parezca paradójico, y se ha demostrado empíricamente que tanto el énfasis en lo común como en lo distintivo puede resultar positivo en tareas de memoria. Einstein y Hunt (1980) sugieren que la combinación de ambos tipos de información puede resultar óptima para la ejecución y que la puesta en marcha de ambos tipos de procesamiento

puede dar mejores resultados que cada uno por separado. A continuación veremos como se concilia esta aparente contradicción.

En la codificación, la atención dirigida a las propiedades comunes entre los elementos de un episodio da lugar a una huella de memoria cualitativamente diferente a aquella producida por la atención dirigida a los detalles que son únicos en cada elemento, y, a su vez, estos dos tipos de información ejercen una función distinta en el momento de la recuperación (Einstein y Hunt, 1980). Estos autores sugieren que la información relacional tiene una función básicamente generativa, es decir, que apunta a la clase general a la que pertenecen los elementos de un episodio y también se ha afirmado que facilita la recuperación porque permite una estrategia de búsqueda efectiva. Por su parte, la información de carácter ítem-específico facilita la discriminación subsiguiente entre objetos de esa misma clase. Partiendo de esta situación, la recuperación es un proceso en el que la discriminación se va haciendo progresivamente más precisa y ambos tipos de información guían la reconstrucción del target. Cabe destacar que los dos tipos de procesamiento dan lugar a un aumento en la distintividad, aunque funcionen de manera diferente: el procesamiento relacional enfatiza las similitudes y constituye la base para la reconstrucción y el procesamiento ítem-específico enfatiza las diferencias entre objetos, aportando una discriminación más precisa. Nótese que según Hunt y colaboradores (Einstein y Hunt, 1980; Hunt y Einstein, 1981; Hunt y McDaniel, 1993), el término ítem-específico no se refiere únicamente a las propiedades perceptivas de los objetos sino que tiene un significado más general: se refiere a las consecuencias cognitivas de procesar las diferencias dentro de un contexto de similitud.

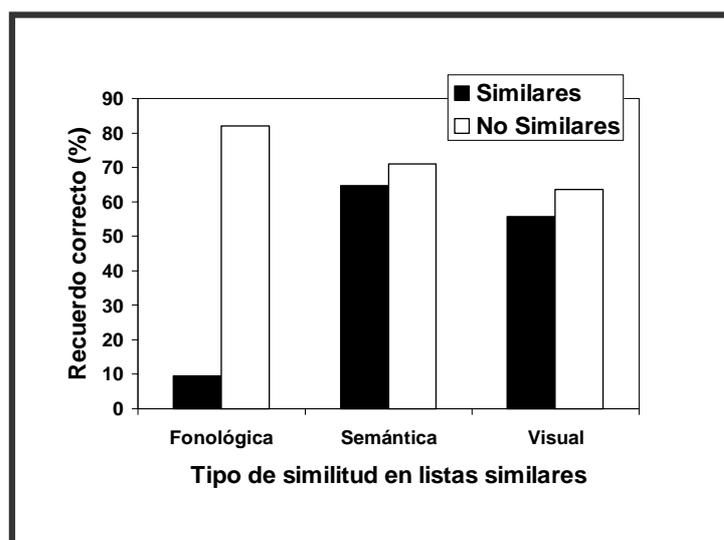
En este sentido, algunos trabajos como por ejemplo el de Epstein, Phillips y Johnson (1975) ofrecieron resultados que van en la línea del beneficio dado por la combinación de ambos tipos de procesamiento. Sus experimentos demostraron que las parejas de palabras relacionadas se recuerdan mejor cuando una tarea orientadora dirige la atención a las diferencias y no a las similitudes entre las palabras. Sin embargo, las parejas de palabras que no tienen una relación conceptual obvia se benefician en mayor medida de tareas que orientan la atención a las similitudes. Una interpretación al respecto es que las palabras altamente relacionadas inducen una codificación de la información relacional con lo cual una orientación extra hacia la información ítem-específica facilita el recuerdo, o en otras palabras, que utilizar ambos tipos de procesamiento de forma combinada resulta óptimo.

### 4.3. El efecto de similitud fonológica

Una vez vistas las principales características de la similitud y su influencia en el tipo de procesamiento de la información, a continuación nos adentraremos en el estudio del efecto de la similitud de los ítems en la memoria de trabajo. Por el gran interés que ha suscitado este efecto y la gran cantidad de investigaciones de la que ha sido objeto, en primer lugar abordaremos el efecto en el ámbito verbal para, a continuación, centrarnos en el fenómeno a nivel visual.

En el marco de la investigación en memoria verbal a corto plazo, se asume que la similitud entre ítems es la responsable del declive en el recuerdo serial inmediato: a mayor similitud, mayor número de transposiciones entre ítems. Este fenómeno recibe el nombre de *efecto de similitud fonológica* (Baddeley, 1966, 1968; Conrad y Hull, 1964; Salamé y Baddeley, 1982). Se trata de un efecto tan robusto que se considera un punto de referencia clave en dicha literatura (Nairne, 1990) y uno de los fenómenos empíricos que cualquier modelo de memoria a corto plazo debe poder explicar (Gathercole, 1997; Nimmo y Roodenrys, 2004; Page y Norris, 1998).

El efecto de similitud ha sido ampliamente explorado desde la década de los años 60, cuando se empezaron a acumular evidencias al respecto. Conrad y Hull (1964) demostraron que la amplitud de memoria inmediata empeoraba cuando se requería recordar secuencias de consonantes similares. Baddeley (1966) también mostró que en la presentación de secuencias de palabras resultaba más importante la similitud fonológica que la semántica en la memoria a corto plazo, mientras que se observaba el patrón inverso en la memoria a largo plazo.



**Figura 4.1:** Efecto de la similitud en el recuerdo serial inmediato. Adaptado de los datos originales de Baddeley (1966).

El trabajo de Baddeley resultó especialmente relevante, puesto que se manipularon otros tipos de similitud (fonológica, visual -formal- y semántica) que no obtuvieron efectos equivalentes en el recuerdo inmediato de listas de palabras. Como puede apreciarse en la Figura 4.1, el efecto de similitud era claramente superior para listas fonológicamente similares, sugiriendo el uso prácticamente exclusivo de la codificación fonológica en la memoria a corto plazo. Además, en trabajos como los de Murray (1968) se ponía de manifiesto que el efecto de similitud desaparecía cuando el material se presentaba visualmente y los participantes realizaban de forma concurrente una tarea de supresión articularia, pero no cuando los ítems se presentaban auditivamente.

Desde las primeras aproximaciones al estudio del efecto de la similitud fonológica, han surgido investigaciones que han dado lugar a discrepancias como la falta de efecto o el hallazgo de tendencias opuestas, que desarrollaremos a lo largo del capítulo. Según Fallon, Groves y Tehan (1999) uno de los aspectos clave, responsable de las diferencias halladas, es la operacionalización de la similitud. Por ejemplo, algunos estudios definen la similitud en términos de rima entre palabras (Gathercole, Gardiner y Gregg, 1982) mientras que otros lo hacen en función del número de vocales y de consonantes que se solapan (Coltheart, 1993). Gathercole et al. (1982) encontraron que si bien la similitud fonológica empeoraba el recuerdo del orden de presentación de los ítems, la rima entre ellos favorecía el recuerdo de las palabras en comparación con cuando éstas eran disimilares, puesto que se facilita la reconstrucción de las palabras debido a la contribución de la memoria a largo plazo. Hay que destacar que no todos los modelos explicativos han sido capaces de aclarar los mecanismos subyacentes a este efecto facilitador sobre el recuerdo debido a la rima (Nimmo y Roodenrys, 2004).

Seguidamente se presentan los principales modelos explicativos al efecto clásico y posteriormente se abordarán las discrepancias encontradas en diversas investigaciones.

### ***4.3.1. Modelos explicativos***

Los modelos más influyentes sobre memoria a corto plazo han propuesto diversas explicaciones sobre el fenómeno de la similitud fonológica y a continuación se enumeran algunos de los más destacables:

a) *Modelo del bucle fonológico* (Baddeley, 1986): como se ha desarrollado en el apartado introductorio, el modelo del bucle fonológico comprende dos componentes, el almacén fonológico a corto plazo, que representa el material en un código fonológico y que decae con el tiempo, y el proceso de repaso articulario subvocal, que mantiene y actualiza las representaciones que decaen en el componente pasivo. Según este modelo, el efecto de similitud

en el recuerdo serial tiene lugar a nivel del almacén fonológico: los ítems que comparten una misma estructura fonológica son más difícilmente discriminables entre sí debido al decaimiento aleatorio y pasivo que sufren sus representaciones. Así pues, la asunción de que el efecto se debe a problemas de discriminabilidad entre huellas de memoria similares apunta a la idea más general, y ampliamente aceptada, de que la codificación de la información verbal en la memoria de trabajo es básicamente de tipo fonológico.

A medida que los ítems decaen, necesitan ser reconstruidos mediante el proceso de repaso y se asume que dicha reconstrucción depende de otro tipo de información, es decir, de representaciones léxicas existentes en la memoria a largo plazo que han sido activadas durante la presentación de los ítems a recordar y que no están sujetas a la misma velocidad de decaimiento. Sin embargo, algunos autores no consideran necesario un proceso controlado de repaso para la reconstrucción de la información decaída sino que postulan un proceso de reintegración (*redintegration*). Esta hipótesis se basa en la asunción de que las representaciones fonológicas se degradan, y en la recuperación deben ser reconstruidas utilizando información almacenada en la memoria a largo plazo (Brown y Hulme, 1995). Así pues, la reintegración depende de las representaciones léxicas a largo plazo de las formas fonológicas de las palabras, las cuales no existen generalmente en el caso de las pseudopalabras (Hulme, Newton, Cowan, Stuart y Brown, 1999) motivo por el cual se explica la superioridad en el recuerdo de palabras respecto a pseudopalabras (fenómeno que recibe el nombre de efecto de lexicalidad).

b) *Modelo de propiedades -feature model-* (Nairne, 1990): este modelo argumenta que los ítems se representan en la memoria primaria y secundaria (memoria a corto y largo plazo, respectivamente) como una serie de propiedades. Estas propiedades se codifican en la memoria a corto plazo pero sufren un proceso de degradación y además, si los ítems son similares, sus representaciones contienen propiedades solapadas y por lo tanto están más sometidas a confusiones puesto que se produce una sobreescritura entre ellas. El solapamiento de propiedades hace que la representación de un ítem dado en una secuencia sea más susceptible a ser confundida con la de otros ítems del set, dando lugar a interpretaciones erróneas de las pistas en la recuperación. Parece ser que por este motivo, a medida que la similitud aumenta, la memoria para el orden disminuye. Una de las asunciones básicas del modelo es que enfatiza el hecho de que el efecto de similitud tiene lugar en el momento de la recuperación, que es cuando se interpretan las huellas de memoria, de manera que, en tareas de memoria a corto plazo, los participantes se enfrentan a un problema de discriminación intentando recordar qué se les ha presentado previamente y en este proceso utilizan cualquier información disponible en la recuperación.

Una interpretación ofrecida por Nairne y Neumann (1993) es que los ítems individuales se representan ocupando posiciones en un espacio de memoria multidimensional, definido por una dimensión intra-lista y una dimensión lista *per se*. Argumentan que la similitud afecta de forma diferente a la discriminabilidad de estas dos dimensiones: cuando los ítems suenan de forma similar es difícil recuperar su posición en la dimensión intra-lista puesto que estos ítems contienen muchas propiedades solapadas. Por otra parte, la similitud puede resultar positiva puesto que como los ítems contienen alguna propiedad común, resulta más fácil determinar la representación correcta de la dimensión lista *per se*, por ejemplo, si se presentan palabras que acaban en “-oc”, esta característica común puede servir de pista para discriminar la representación de la lista correcta en relación a otras listas en memoria (por ejemplo, de palabras que acaben en “-ar”). Si los ítems son disimilares, no hay ninguna huella fonológica distintiva común a todos los ítems de la lista que haga que éstos se diferencien claramente de otras listas en el espacio de memoria.

En resumen, según el modelo de propiedades, las confusiones tienen lugar cuando las huellas degradadas de la memoria a corto plazo se comparan con un set de huellas de la memoria a largo plazo. En esta comparación se seleccionan los ítems del set de la memoria a largo plazo en función de la similitud relativa con los estímulos de la lista, siguiendo las premisas de los modelos globales comentados anteriormente (Gillund y Shiffrin, 1984; Hintzman, 1986).

c) *Modelo conexionista del bucle fonológico* (Burgess y Hitch, 1992): este modelo asume la existencia de asociaciones encadenadas entre pares de ítems adyacentes en la secuencia de memoria que funcionan par a par, es decir, que la producción de un ítem está encadenada a la representación fonológica del siguiente. Así pues, cualquier factor que haga disminuir el recuerdo de un ítem, afectará de forma similar a la probabilidad de recordar correctamente el siguiente, o dicho en otras palabras, el efecto aparece porque las representaciones degradadas no permiten seleccionar el nodo correspondiente de un determinado estímulo.

d) *TODAM* (Lewandowsky y Murdock, 1989): este modelo propone un método de encadenamiento asociativo con el fin de crear listas ordenadas, agrupando los ítems vecinos en unidades asociativas. Según el modelo, el efecto de similitud se da porque se asume un solapamiento de representaciones de vectores de las características fonológicas de los ítems. La similitud actúa en el mecanismo de entrada (*cueing*) puesto que los fonemas repetidos son huellas ambiguas y es el solapamiento entre ítems similares lo que causa una interferencia entre huellas, perjudicando el recuerdo. Aún así, este modelo está en contraposición principalmente

con el de de Nairne y Kelley (1999) puesto que estos autores afirman que el efecto se da en la recuperación.

Por último, hay que señalar también que otros modelos de memoria de trabajo verbal no han sabido ofrecer una explicación al fenómeno, como por ejemplo el de Brown y Hulme (1995) llamado modelo de decaimiento de huellas (*trace decay*) o el modelo interactivo de Gathercole y Martin (1996). Según el primero, el modelo no puede adaptar el efecto de similitud ya que no se asume la representación de la estructura fonológica de los ítems en memoria de otra forma que no sea a nivel del tiempo que ocupan. El segundo, no explicita como se representa el orden serial de los elementos fonológicos activados y no ofrece ninguna explicación sobre los efectos de la similitud entre ítems.

#### ***4.3.2. Estudios con pseudopalabras***

El efecto de similitud se ha estudiado tradicionalmente con la presentación de palabras, dígitos o letras, que en todos los casos resultan ser patrones sonoros conocidos con representaciones específicas a nivel léxico y semántico en la memoria a largo plazo. Originalmente se suponía que el efecto se restringía a este tipo de material familiar, sin embargo, algunos autores han considerado importante introducir estímulos sin significado para los participantes como por ejemplo las pseudopalabras.

La explicación clásica sobre el efecto ofrece una interpretación a nivel de interferencia, pero el debate se centra en determinar a qué nivel específico de representación se asume que sucede dicha interferencia o confusión entre ítems similares. Por ello, las predicciones de los diferentes modelos sobre el efecto de similitud apuntan a tendencias distintas. Si se sitúa el nivel representacional al estrictamente fonológico, el efecto debería observarse tanto en palabras como en pseudopalabras independientemente de sus valores asociativos, ya que se asume que la representación a nivel fonológico debe ser la misma para cualquier tipo de información codificada verbalmente. Incluso podría esperarse un mayor efecto en el caso de las pseudopalabras debido al hecho de que dependen en menor grado de representaciones léxico-semánticas a largo plazo, de manera que su codificación se realiza en función únicamente de las propiedades acústicas o fonológicas. Tanto el modelo de propiedades de Nairne (1990) como el modelo del bucle fonológico (Baddeley, 1986) apuntan en esta dirección, ya que ambos asumen la puesta en marcha de procesos de comparación entre candidatos similares y disimilares, para material con o sin significado.

Por otro lado, según los procesos de reintegración (Brown y Hulme, 1995), el efecto de lexicalidad hace referencia al hecho de que en tareas de recuerdo serial, las palabras se recuerdan mejor que las pseudopalabras ya que las representaciones preexistentes en la memoria a largo plazo contribuyen al recuerdo de las huellas incompletas que se encuentran mantenidas en la memoria a corto plazo. Según algunos autores (Brown, Preece y Hulme, 2000; Burgess y Hitch, 1992) el proceso de reintegración opera a nivel léxico y el efecto de similitud entre palabras se da en este momento. En términos generales, las palabras se ven beneficiadas por sus representaciones en la memoria a largo plazo mientras que las pseudopalabras no, pero cuando se trata de material similar, el aumento de segmentos fonológicos similares produce problemas de discriminación durante el proceso de reintegración. De forma que sugieren que, si los procesos de reintegración no se activan para pseudopalabras, pero la velocidad a la que decaen las huellas fonológicas es la misma, la similitud fonológica no debería tener ningún efecto sobre pseudopalabras.

Repasadas las predicciones teóricas, veamos a continuación los estudios que han mostrado que también se produce un efecto, que en ocasiones va en sentido opuesto, cuando se emplean pseudopalabras tanto si se manipula el tipo de similitud, la tasa de presentación o la modalidad en tareas de recuerdo y de reconocimiento serial (Gathercole, Pickering, Hall y Peaker, 2001; Karlsen y Lian, 2005; Lian y Karlsen, 2004; Lian et al., 2001; Nimmo y Roodenrys, 2005). Este tipo de estudios resulta de gran interés en la presente investigación, puesto que supone un paralelismo entre el dominio verbal y visual a nivel del tipo de material utilizado en el sentido de que en ambos casos se trata de material sin significado para los participantes.

Lian et al. (2001) encontraron el efecto clásico de similitud tanto para palabras como para pseudopalabras que de alguna manera estaban conectadas con representaciones a largo plazo, sin embargo, las pseudopalabras menos asociadas no produjeron ningún tipo de efecto. A pesar de que se asume que algún tipo de representación fonológica se activa para cualquier tipo de material verbal (independientemente de la semántica o el valor asociativo) y que, por lo tanto, el efecto podría ser producto de una confusión a ese nivel, los resultados de este estudio parecen indicar la necesidad de distinguir entre diferentes niveles en la representación fonológica, ya que el efecto podría producirse por una confusión en un nivel léxico más tardío que es activado por los sonidos familiares. Estas confusiones implicarían grupos de segmentos fonológicos previamente representados en la memoria a largo plazo y que se asocian principalmente con el material con significado.

En el mismo año, Gathercole et al. (2001) investigaron el efecto en tareas de recuerdo y de reconocimiento serial. En los experimentos en los que utilizaban tests de recuerdo serial

hallaron que la magnitud del efecto clásico era ligeramente inferior para pseudopalabras mientras que en las tareas de reconocimiento serial se observó que si bien la diferencia entre listas similares y disimilares era mayor para palabras, la interacción entre ambos factores no era significativa, cosa que apunta a que el efecto clásico es mayor para palabras en tareas de recuerdo pero no de reconocimiento serial.

Karlsen y Lian (2005) encontraron un efecto positivo de la similitud entre pseudopalabras y sugirieron que era debido a los efectos diferenciados que las palabras y las pseudopalabras tienen sobre la memoria del ítem y del orden, es decir, mientras que en palabras el efecto positivo en la recuperación del ítem se encuentra enmascarado por un efecto superior de perjuicio sobre el recuerdo del orden, en las pseudopalabras el efecto positivo sobre el ítem es superior al de detrimento sobre el orden. En uno de sus experimentos, encontraron que en el recuerdo serial tiene lugar una inversión del efecto de similitud (la similitud es positiva) con pseudopalabras en comparación con palabras, pero en una tarea de reconstrucción serial, en la que los ítems están disponibles y se deben ordenar tal y como han aparecido, el efecto de similitud desaparece para pseudopalabras. Como las pseudopalabras no tienen representaciones estables en la memoria a largo plazo son más difíciles de recuperar en una tarea de recuerdo serial, pero como resultado, se ven beneficiadas por la similitud puesto que ésta se convierte en una pista de recuperación decisiva. Esta explicación se desarrollará más extensamente en el siguiente apartado.

Así pues, se puede constatar que el número de estudios sobre el efecto de similitud con pseudopalabras es bastante escaso y existe cierta controversia en sus resultados, debida principalmente a las diferentes tareas empleadas ya que cada una tiene demandas específicas a nivel de recuerdo de ítem y de orden. Este factor, para nada despreciable puesto que se puede asumir que es el responsable de las discrepancias entre investigaciones, se introduce específicamente en el siguiente apartado.

### ***4.3.3. Recuerdo del orden versus recuerdo del ítem en el dominio verbal***

Diversas investigaciones han sugerido que hay variables que tienen efectos distintos sobre los resultados a nivel de recuerdo de ítems individuales y de orden (Healy, 1974), aunque se afirma que las tareas típicas de recuerdo serial inmediato implican ambos tipos de memoria y que ambos contribuyen a la ejecución (Walker y Hulme, 1999). Como es bien sabido, en este tipo de tarea se requiere que los participantes reproduzcan la secuencia de palabras previamente estudiadas en el mismo orden en el que fueron presentadas y se suelen considerar respuestas correctas solamente aquellas en las que un ítem ha sido recordado en su posición serial. Sin

embargo, hay que destacar que se ha afirmado que la información del orden y del ítem se codifica por separado y que la información del orden se pierde antes que la del ítem (Healy, 1974). Esto se pone de manifiesto si tenemos en cuenta que, normalmente, las personas somos capaces de recordar la información relacionada con un ítem: por ejemplo, después de un experimento somos capaces de recordar una palabra concreta de una lista pero en cambio olvidamos el tiempo preciso de ocurrencia de ese estímulo.

La relación entre la información a nivel de ítem y de orden y el efecto de ciertas variables sobre ambos tipos han sido ampliamente estudiados, ya que se han observado diversas disociaciones (Healy, 1974; Murdock, 1976). Por ejemplo, algunas manipulaciones causan un beneficio en uno de los dos tipos de recuerdo en detrimento del otro. Una de las principales disociaciones se da en el efecto (a largo plazo) de generación, que se refiere a que un ítem es mejor recordado cuando se genera en comparación a cuando se lee. Serra y Nairne (1993) mostraron que el hecho de generar un ítem perjudica la memoria para el orden pero beneficia la memoria para el ítem e incluso que el efecto desaparece cuando se enfatiza la memoria para el orden. Según los autores, en una tarea de reconocimiento estándar en la que se acentúa el recuerdo del ítem, se produce el efecto porque el hecho de generar favorece que los participantes atiendan más a cada ítem individualmente que a la relación de cada uno con el resto de ítems de la lista y por lo tanto beneficia la memoria para los ítems y empeora el recuerdo de la posición serial en la que éstos se presentaron. Hendry y Tehan (2005) replicaron este fenómeno a corto plazo y además señalaron la posibilidad de que la longitud de la palabra también difiera en su efecto sobre el ítem y el orden.

En lo que respecta al efecto de similitud, éste se ha estudiado mediante tareas en las que hay demanda a nivel de retención tanto del orden como del ítem y, como hemos visto, resulta ser especialmente robusto cuando lo que se evalúa es precisamente el orden (Drewnowski, 1980; Healy, 1974). En cambio, el efecto no es el mismo sobre los errores a nivel de ítem (omisiones, repeticiones o intrusiones), es decir, el recuerdo del ítem no siempre se ve afectado negativamente por la similitud fonológica y en ocasiones el efecto se invierte, de manera que la similitud pasa a ser un factor positivo para el recuerdo posterior tanto en tareas de recuerdo serial inmediato (Fallon et al., 1999; Karlsen, Gravir, Johannessen, Endestad y Lian, 2007; Nimmo y Roodenrys, 2004) como de recuerdo libre (Fournet, Juphard, Monnier y Roulin, 2003). Con el fin de ofrecer una explicación a esta tendencia encontrada, algunos investigadores han propuesto que los fonemas compartidos sirven como pista categorial que mejora el recuerdo del ítem (Fallon et al., 1999; Gupta et al., 2005) y que si bien este efecto positivo se da, a menudo se ve enmascarado por el efecto negativo de la similitud sobre el orden. Un ejemplo en este sentido es el hecho de que el efecto de similitud desaparece bajo condiciones de supresión articulatoria cuando el material se presenta visualmente, fenómeno que podría ser explicado

porque el efecto beneficioso de la similitud a nivel de ítem enmascara el efecto de detrimento producido por errores en el orden.

Sin embargo, son pocos los estudios que se han centrado en estudiar el efecto de similitud a nivel de ítem y además, dan lugar a resultados contradictorios: se han encontrado efectos positivos de la similitud (Gathercole et al., 1982), falta de efecto (Poirier y Saint-Aubin, 1996; Watkins, Watkins y Crowder, 1974) o efectos negativos (Coltheart, 1993; Drewnowski, 1980). No obstante, cabe destacar que los estudios que han resultado en un efecto positivo han operacionalizado la similitud como rima entre palabras mientras que los que encuentran efecto negativo lo han definido tradicionalmente en términos de solapamiento fonológico. Posiblemente la primera manipulación resulta positiva debido a que las categorías de la rima entre palabras representan una pista de recuperación efectiva que mejora el recuerdo de los ítems (Gupta et al., 2005).

En el estudio de Watkins et al. (1974), los autores hallaron una disociación del efecto de similitud en función de la tarea empleada. Cuando se utilizaba un criterio estricto en el análisis del recuerdo serial aparecía el clásico efecto de similitud, mientras que si se utilizaba un criterio de análisis basado en el recuerdo libre sin tener en cuenta el orden el efecto se eliminaba por completo e incluso se podía interpretar como positivo. Algunas de las explicaciones que ofrecieron al respecto es que posiblemente los fonemas, y no las palabras, sean la unidad funcional y, por lo tanto, la redundancia de los fonemas vocales en la condición de similitud reduzca la carga de memoria, dando lugar a un mejor recuerdo (independiente del orden). Otra posibilidad es que en la recuperación, la limitación de candidatos que comparten propiedades estructurales resulta positiva para el recuerdo, es decir, que las vocales comunes se convierten en una pista de recuperación que ayuda a acceder a las huellas correspondientes de las palabras presentadas.

En esta misma línea, Fallon et al. (1999) argumentan que el efecto positivo en el recuerdo libre sería el resultado de una mejora en la discriminación dentro de cada lista puesto que la pista de recuperación en la condición de similitud es diferente en cada ensayo. Por el contrario, en tareas de recuerdo serial o de reconstrucción del orden, las características distintivas (y no la similitud entre ítems) son más importantes, motivo por el cual la similitud fonológica empeora el recuerdo en esta situación. Además, los autores encontraron que el recuerdo libre es mejor cuando las palabras riman porque, como hemos comentado, el hecho de que una palabra pertenezca a una categoría de rima actúa como pista de recuperación que mejora el recuerdo, pero cuando las palabras son similares pero no rimaban, hallaron un efecto negativo sobre el recuerdo. En un segundo experimento emplearon un set cerrado y además introdujeron una interferencia consistente en ocupar el tiempo de retención con dos dígitos. Con

respecto al recuerdo del orden, el acierto fue superior para palabras disimilares mientras que para el recuerdo del ítem, las disimilares eran superiores a las similares sin rima pero no había diferencias entre disimilares y con rima, posiblemente debido a que las palabras se repetían a lo largo de los ensayos. Estos patrones de resultados se replicaban tanto si la tarea implicaba supresión articulatoria o interferencias en la demora como si no. Poirier y Saint-Aubin (1996) tampoco hallaron un efecto significativo en el recuerdo del ítem a pesar de encontrar el efecto clásico de similitud fonológica en el recuerdo serial.

Fournet et al. (2003), basándose en el modelo de propiedades de Nairne (1990) argumentan que en el recuerdo libre el factor clave es la discriminabilidad entre listas, ya que la discriminabilidad intra se refiere a la recuperación de la posición correcta de un ítem en una lista determinada. Predijeron que debido a que una tarea de recuerdo libre no implica retención del orden, el efecto de similitud debería ser positivo puesto que la similitud aporta una pista de recuperación (por ejemplo, el sonido común de una consonante) que ayuda en la discriminación de una lista dada respecto otras representaciones de listas mantenidas en memoria. Efectivamente encontraron un efecto positivo de la similitud independientemente de la demora utilizada empleando un set abierto, que no dificulta la discriminación de una lista en relación con las otras.

En resumen, parece ser que la similitud fonológica es una pista de recuperación eficiente en el recuerdo serial inmediato, pero este efecto positivo se ve superado por un efecto negativo mayor en el caso de la recuperación del orden. El caso de que palabras que riman obtengan un efecto de similitud positivo, puede ser debido a que el número de candidatos de palabras a recordar sea inferior a cuando se presentan palabras fonológicamente similares, pero que no riman. También ocurre que si el set de ítems es cerrado y se van repitiendo a lo largo de los ensayos, la memoria para la secuencia concreta mejora puesto que el set de candidatos se hace más limitado y por lo tanto la probabilidad recordar correctamente es superior.

#### **4.4. Efecto de similitud en la memoria de trabajo visual**

Hasta el momento se han repasado los principales hallazgos y modelos teóricos subyacentes al efecto de similitud fonológica, puesto que es un fenómeno ampliamente estudiado y replicado y por lo tanto puede resultar de utilidad para el presente trabajo. Nuestro interés se ha centrado especialmente en estudiar el efecto de similitud producido por la forma de los ítems, propiedad característica de cualquier estímulo visual puesto que es intrínseca en la configuración de la identidad de los objetos y de gran importancia en la organización del mundo que nos rodea.

Nos centraremos pues, en observar el efecto de similitud de la forma en la memoria de trabajo visual, que a pesar de que ha sido objeto de relativamente pocas investigaciones es de gran interés para la comprensión de este componente. El motivo principal es que el efecto de la similitud visual sugiere que efectivamente la información se representa en un código visual en la memoria de trabajo (Andrade, 2001). También Logie (1995) afirma que se han encontrado evidencias que señalan que se producen confusiones visuales en el recuerdo de caracteres similares y además, argumenta que si realmente existe un almacén temporal (caché visual) es esperable encontrar este tipo de efecto. El hecho de encontrar una influencia de la similitud en tareas de memoria de trabajo visual aporta evidencias de peso a la existencia de un componente visual diferenciado del verbal y además representa un buen indicador sobre la manera en que se codifican las descripciones internas de los objetos. Entre otros, Hitch et al. (1989) afirman que el efecto de similitud se entiende como un reflejo del olvido de las propiedades visuales almacenadas como el tamaño, forma u orientación. El efecto de similitud visual no se ha estudiado o replicado tan extensamente como el efecto de similitud fonológica pero Avons y Mason (1999) consideran que aún así, el material visual ofrece ventajas respecto al verbal en el sentido que el grado de similitud entre ítems no está sujeto al lenguaje.

A continuación se presentan una serie de experimentos que han abordado el efecto de similitud visual en la memoria a corto plazo. Todavía es necesario realizar estudios para determinar este fenómeno, ya que, como veremos, los que se han realizado hasta el momento han utilizado paradigmas muy diferentes como el recuerdo libre, el recuerdo serial o la detección del cambio y, por lo tanto, no son del todo comparables.

#### ***4.4.1. Estudios sobre similitud visual en tareas de recuerdo inmediato***

En el año 1974, Wolford y Hollingsworth realizaron uno de los primeros experimentos sobre el efecto de similitud visual en el que utilizaban una tarea de recuerdo inmediato de letras mostradas en un taquistoscopio. Tras la presentación, los participantes debían recordar el máximo número posible de letras y encontraron numerosas confusiones visuales pero pocas acústicas, sugiriendo que la codificación de las letras no se apoyaba en términos fonológicos. Aun así, hay que destacar que la presentación de las letras era muy corta (15-25 ms.) por lo que se debe tener en cuenta que el efecto obtenido puede estar reflejando errores perceptivos y no memorísticos propiamente.

También Hue y Erickson (1988) encontraron efecto de similitud visual en el recuerdo inmediato, pero a diferencia del trabajo anterior, los tiempos de presentación eran mayores y empleaban letras chinas con participantes chinos. En este estudio se manipulaba la complejidad

y se observó que esta variable solamente afectó a los ideogramas de baja frecuencia, es decir, los estímulos complejos se retenían peor que los simples cuando los sonidos de las palabras no estaban fácilmente disponibles. Todavía resulta más interesante el hecho de que una tarea verbal interfería selectivamente con la memoria a corto plazo de los ideogramas de alta frecuencia mientras que una tarea visual interfería con el recuerdo de ideogramas de baja frecuencia. A partir de estos hallazgos, los autores sugirieron un doble código mediante el cual el material familiar y no familiar se mantiene en memoria en términos verbales y visuales respectivamente.

Otro estudio al respecto es el de Hitch, Halliday, Schaafstal y Schraagen (1988) en el que encontraron que los niños de cinco años mostraban confusiones en el recuerdo serial de una serie de dibujos, es decir, la retención de imágenes que eran muy similares les resultaba mucho más difícil que las series que incluían ítems distintivos. Con niños de diez años observaron que el efecto de similitud tendía a desaparecer y según los autores esto es debido a que los niños pequeños confían en los códigos visuales porque sus códigos verbales (nombres de los objetos) y el uso de la subvocalización no están lo suficientemente desarrollados. Los niños mayores tienden a utilizar ambos códigos, pero preferiblemente los verbales a menos que se prevenga con supresión articularia. Parece ser, pues, que las confusiones visuales son debidas a la naturaleza de los códigos almacenados y no a la dificultad para percibir los ítems.

Por su parte, Walker et al. (1993) utilizaron formas difíciles de nombrar en una tarea de localización espacial en la que se presentaban cuatro formas en diferentes posiciones, una de las cuales debía ser posteriormente recordada a partir de la presentación de la forma que ocupaba dicha posición. Empleando este procedimiento también encontraron que la similitud entre ítems producía un decremento en el recuerdo de la posición y afirmaban que del mismo modo que la similitud fonológica refleja la contribución de la memoria fonológica, el hecho de encontrar un efecto de similitud visual muestra que la memoria visual está implicada en el recuerdo de las localizaciones. Es también destacable el estudio de Avons y Mason (1999) que abordaron esta cuestión realizando una tarea de recuerdo serial para patrones visuales noveles o repetidos, los cuales se volvían a presentar juntos en la fase de recuperación y los participantes debían decidir en qué orden se habían presentado pulsando con el ratón sobre cada uno de ellos. Sus resultados reflejaban un efecto de similitud visual robusto y afirmaron que los juicios de orden serial en la memoria dependen de la similitud estructural de los ítems en su dominio representacional (verbal o visual), puesto que los resultados que encontraron replican los que tradicionalmente se obtienen en el seno del efecto de similitud fonológica.

Posteriormente, Logie et al. (2000) también obtuvieron un efecto de similitud visual robusto en una tarea de recuerdo serial en la que además se requería una tarea concurrente de supresión articularia. En este estudio se ponía de manifiesto que los códigos visuales

desempeñan un papel importante en las tareas de recuerdo serial y que dichos códigos son útiles para la retención del orden. Demostraron que la ejecución se veía perjudicada cuando los participantes debían recordar secuencias de letras visualmente similares (e.g. FLY, CRY, DRY) en comparación con secuencias visualmente disimilares (e.g. GUY, THAI, LIE) aunque en ambos casos había similitud fonológica. Asimismo, el efecto se replicó cuando se presentaban listas de letras en minúscula y mayúscula: aquellas secuencias en las que las combinaciones eran similares visualmente (Cc, Kk) se recordaban peor que las que eran disimilares (Bb, Qq). El efecto de similitud apareció tanto con supresión articulatoria como sin ella. Estos resultados parecen indicar también que los códigos visuales contribuyen a la retención serial del material verbal presentado visualmente.

Sin embargo, en una investigación reciente llevada a cabo por Saito, Logie, Morita y Law (2008), se ponía de manifiesto una limitación del estudio de Logie et al. (2000). Al presentar siempre listas fonológicamente similares, la información fonológica no resultaba útil para la retención serial y posiblemente es en esta situación especial en la que los códigos visuales contribuyen a la ejecución como estrategia alternativa. Saito y colaboradores argumentaron la necesidad de introducir listas disimilares fonológicamente, con el fin de poder afirmar que efectivamente el mantenimiento del orden es debido únicamente a la contribución de códigos visuales. Con el fin de poder manipular la similitud visual y fonológica en el mismo set de materiales, emplearon ideogramas japoneses del alfabeto *Kanji* (destacar que los participantes también lo eran, con lo cual se trata de material con significado) y diseñaron una serie de experimentos para poder determinar si los efectos de similitud visual y fonológica coexisten en el recuerdo serial. Hallaron un efecto de la similitud fonológica cuando no se añadía una tarea de supresión articulatoria así como efectos principales de la similitud visual cuando se evaluaba el orden con y sin supresión. El hecho de que apareciera el efecto de similitud visual en condiciones en las que los códigos verbales también están disponibles (e.g. cuando no se realiza supresión) sugiere una independencia entre ambos efectos y además una contribución de códigos visuales en la retención de secuencias verbales. Este estudio se retomará en apartados posteriores puesto que los autores hallaron una disociación en el efecto a nivel de orden y de ítem.

Por último, es destacable la investigación llevada a cabo por Poirier, Saint-Aubin, Musselwhite, Mohanadas y Mahammed (2007), que demostraron la existencia de un efecto de similitud visual en tareas de reconstrucción del orden en las que utilizaban material visual con etiquetas verbales. Observaron que los dibujos similares se recordaban peor que los disimilares incluso cuando sus nombres eran fonológicamente distintos y en condiciones sin supresión articulatoria. En otro de sus experimentos, se presentaban matrices visuales abstractas que se asociaban con una pseudopalabra con el fin de permitir la contribución de códigos verbales en la

tarea y también en esta situación hallaron un efecto de similitud. Por último, asociaron rostros esquemáticos con pseudopalabras cuya similitud también estaba manipulada y encontraron un efecto clásico de similitud tanto verbal como visual pero una ausencia de interacción entre ambos. Todos estos resultados llevaron a la conclusión de que en la memoria a corto plazo la codificación visual tiene un peso importante, aun cuando se requiere explícitamente una contribución verbal. A pesar de este hallazgo, que parece consistente, no hay que olvidar que las asociaciones visuales-verbales en estos experimentos no se producían de forma automática sino que eran inducidas experimentalmente. Este hecho podría explicar la aparición del efecto de similitud robusto ya que los participantes probablemente confiaban en mayor medida en la información visual del material en lugar de en las etiquetas verbales impuestas a cada estímulo.

#### ***4.4.2. Estudios sobre similitud visual en tareas de reconocimiento***

Uno de los primeros trabajos al respecto es el de Chase y Calfee (1969), en el que realizaron un experimento empleando la tarea de Sternberg<sup>14</sup> manipulando la modalidad de presentación (visual y verbal) y el grado de similitud (ítems similares, disimilares o neutros). En el caso de la similitud de tipo visual, que es lo que nos interesa para establecer comparaciones con nuestros experimentos (aunque en este caso el material sea de naturaleza verbal), presentaban simultáneamente 1, 2, 3 o 4 letras mayúsculas y posteriormente los participantes debían responder lo más rápidamente posible si la letra presentada en el test había aparecido previamente o no. Efectivamente observaron que el tiempo de reacción se representaba mediante una función que aumentaba linealmente con el tamaño del set pero en cambio, en lo que a la manipulación de similitud se refiere, hallaron efecto de similitud fonológica (tiempos de búsqueda más lentos para ítems similares que para neutros) pero no encontraron diferencias entre las letras visualmente similares y neutras. En un segundo experimento, esencialmente igual al primero pero utilizando un diseño intersujetos no obtuvieron efecto de similitud visual ni verbal. En base a los resultados, los autores afirmaron que el efecto de similitud fonológica tiene un efecto bastante menor en el reconocimiento que en el recuerdo, posiblemente debido a

---

<sup>14</sup>La tarea consiste en presentar durante un breve periodo de tiempo una cantidad de ítems que va aumentando y seguidamente presentar uno solo, que debe ser juzgado como nuevo o estudiado lo más rápidamente posible, permitiendo así medir el tiempo de reacción (TR). Sternberg (1966) propuso un modelo de reconocimiento que asume que un ítem en la fase de test se codifica y compara con cada ítem de manera serial y exhaustiva. El modelo se basa en las siguientes asunciones: a) el proceso de codificar y responder conlleva  $X$  ms; b) cada comparación con los ítems almacenados en memoria tarda  $Y$  ms; y c) el tiempo que se requiere para las fases de codificación y comparación son independientes, así que el tiempo de reacción cuando se presentan  $n$  ítems es:  $(X+Yn)$  ms. El TR debería ser una función lineal y los parámetros de la intersección y la pendiente se identifican con los tiempos de codificación y de comparación respectivamente. Existen diversas variables que afectan a dichos parámetros.

que los participantes, cuando saben que les será presentado un test de reconocimiento almacenan la información de manera distinta a cuando deben realizar una tarea de recuerdo. No obstante, no ofrecen ningún argumento para la falta de efecto a nivel visual. Una explicación plausible es que los participantes codificaran las letras a nivel verbal aun siendo visualmente similares, puesto que no se requería ninguna tarea concurrente que minimizara la contribución de códigos verbales.

Dejando de lado este estudio, es destacable toda una línea de investigación en la que se ha manipulado sistemáticamente la similitud entre estímulos para determinar su efecto sobre el reconocimiento visual (Hay, Smyth, Hitch y Horton, 2007; Kahana y Sekuler, 2002; Mewhort y Johns, 2000; Nosofsky y Kantner, 2006). Hay que remarcar que se trata de experimentos que se han diseñado principalmente con la finalidad de perfilar un modelo teórico subyacente al reconocimiento más que para estudiar el efecto de similitud visual en sí mismo. En la mayoría de éstos se ha empleado una variante del paradigma de reconocimiento de Sternberg en el que una lista de ítems visuales (presentados secuencialmente) precede a la presentación de un probe que puede ser similar o disimilar a los estímulos presentados durante la fase de codificación. No obstante, aunque su objetivo primero no sea el de evaluar el efecto de la similitud propiamente dicho, algunas de sus implicaciones son interesantes y por eso se exponen resumidamente a continuación.

Un ejemplo claro es la investigación de Kahana y Sekuler (2002) centrada en los modelos de memoria episódica de reconocimiento de tipo *global matching* (comentados en el Apartado 3.4.1 del Capítulo 3), concretamente en el que recibe el nombre de NEMO. Observaron que al someter a prueba el modelo mediante una tarea a corto plazo basada en el paradigma de Sternberg, la tendencia a responder positivamente a un foil disminuía a medida que aumentaba la similitud entre los ítems presentados durante la codificación (en otras palabras, disminuyen las falsas alarmas pero también los aciertos). Este hallazgo supuso la ampliación de los modelos globales con la introducción del factor relacionado con la homogeneidad de las listas (es decir, la similitud entre los ejemplares presentados durante la codificación), que puede causar un impacto importante en el reconocimiento, más allá de la mera similitud existente entre cada pareja formada por el probe y la representación en memoria de un ítem concreto (Sekuler y Kahana, 2007). Esto difiere de las predicciones de los modelos globales (véase por ejemplo el modelo GCM de Nosofsky, 1986), que no tienen en cuenta la homogeneidad de las listas durante la codificación y que apuntan a que a medida que aumenta la similitud entre un ítem nuevo y uno estudiado mayor es el número de falsas alarmas. Recientemente, Nosofsky y Kantner (2006) han reconciliado ambos puntos de vista argumentando que los participantes basan sus juicios de reconocimiento en base a la similitud

entre el probe y cada ítem, pero que efectivamente el criterio de respuesta se ajusta sistemáticamente en función de la homogeneidad de las listas a recordar.

En relación a los rechazos correctos, hay que destacar el estudio de Mewhort y Johns (2000), que persiguiendo el mismo objetivo (ajustar los datos a un modelo global de reconocimiento) y utilizando también el paradigma de Sternberg, compararon la ejecución para diferentes tipos de probe negativos (ítems no presentados previamente y que difieren en función de las propiedades que se solapan con los ítems a recordar). Encontraron que la dificultad para rechazar un probe negativo aumenta cuanto más similar es éste en relación a la lista de ítems a recordar. Concretamente hallaron que un tipo de probe que contiene una propiedad que no ha aparecido en ninguno de los ítems previos (propiedad extra-lista), es mucho más fácil de rechazar porque dicha propiedad actúa como evidencia clara de la no presentación del ítem. Así pues, aunque un probe de este tipo de lugar a un nivel de familiaridad equivalente a otro probe que no contiene una propiedad extra-lista, los participantes basan más sus decisiones (en este caso, de rechazo), en la contradicción que en la falta de familiaridad. Además, cuanto más infrecuente sea la propiedad extra-lista más fácil resulta rechazar el ítem que la contiene. Así pues, parece ser que los participantes responden afirmativamente si hay suficiente información de familiaridad y negativamente cuando hay suficiente información contradictoria. Estos hallazgos sugieren que las comparaciones no se realizan una a una entre el probe y los ítems en memoria sino entre el probe y las propiedades globales del set presentado durante la codificación.

Por otro lado, Hay et al. (2007) se proponían estudiar los efectos de posición serial en la memoria visual a corto plazo para poner a prueba el modelo SIMPLE<sup>15</sup> y para ello emplearon el paradigma de Sternberg presentando rostros no familiares que podían ser similares o disimilares entre sí e ir seguidos de un foil similar o disimilar a uno de los anteriores (manipulación que tenía la finalidad de estudiar la variable de distintividad psicológica descrita por el modelo). No nos extenderemos en las conclusiones de esta investigación puesto que van más allá de los objetivos del presente trabajo, sin embargo, cabe destacar la observación de que los rostros eran mejor discriminados cuando una lista similar iba seguida de un foil disimilar y que las respuestas eran más conservadoras ante la presencia de un foil similar, consistentemente con los resultados de Kahana y Sekuler (2002).

Yeh y Yang (2008) han publicado recientemente un trabajo en el que se ofrece una explicación al estudio del efecto de similitud visual a partir de los modelos globales de

---

<sup>15</sup> Modelo computacional sobre la distintividad propuesto por Brown, Neath y Chater (2002). Aplicado a tareas de memoria visual a corto plazo, el modelo distingue entre un tipo de distintividad basada en la relación temporal entre ítems, donde aquellos más distantes resultan más fácilmente confundibles, y una distintividad debida a la distancia de tipo "psicológica", que refleja por ejemplo características como la similitud visual que hace que los ítems se confundan con mayor probabilidad.

familiaridad que hemos venido comentando (Hintzman, 1988; Murdock, 1982). Los autores utilizaron una tarea de detección del cambio y una tarea de reconocimiento posterior para estudiar el efecto de similitud y mostraron que la similitud disminuye la sensibilidad para detectar si se ha producido un cambio, pero por otro lado, mejora el acceso explícito en el reconocimiento. En términos generales, el reconocimiento era inferior cuando seguía a ensayos en los que había habido un error en la detección del cambio respecto a cuando seguía a ensayos correctos. Sin embargo, el dato que resulta más interesante de este estudio es que la similitud resultó positiva en el reconocimiento. Los autores argumentan que esto es debido a que reconocer un target se basa en las señales de correspondencia cuando se compara el probe con los ítems almacenados en memoria, y la similitud incrementa esta correspondencia. Según los modelos globales de familiaridad, el probe se compara en paralelo con todos los ítems en memoria durante el reconocimiento. La decisión se basa en las concordancias derivadas de dicha comparación y, por lo tanto, la familiaridad determina la ejecución. Cuando los objetos que se presentan en la fase de estudio y la de test son similares, la señal global de correspondencia que resulta de todas las comparaciones es más fuerte, lo cual produce una mayor sensación de familiaridad en contraste con las condiciones en las que estos objetos son disimilares. Así pues, mediante procesos de recuperación o de correspondencia, un objeto similar en la fase de test incrementa la señal de manera que facilita el reconocimiento del ítem presentado en la fase de estudio.

Como hemos podido comprobar, los estudios sobre el efecto de similitud visual propiamente dicho en el reconocimiento a corto plazo son prácticamente inexistentes y básicamente hemos citado aquellos que, a pesar de tener como objetivo poner a prueba ciertos modelos de reconocimiento, manipulan la similitud de los estímulos y aportan de forma indirecta algunas pistas sobre su influencia.

#### ***4.4.3. Recuerdo del orden versus recuerdo del ítem en el dominio visual***

A lo largo de las investigaciones presentadas, se pone de manifiesto que la similitud entre los ítems en la fase de codificación parece producir un decremento en la ejecución, es decir, aparece el efecto clásico de similitud visual. Ahora bien, hay que destacar que en la mayoría de estudios el efecto influye principalmente en la memoria del orden y no del ítem. En este sentido, diversas investigaciones han sugerido la posibilidad de que un mismo mecanismo sea el responsable de la retención del orden tanto en el dominio verbal como en el visual (Avons y Mason, 1999, Farrand y Jones, 1996; Ward, Avons y Melling, 2005).

Con respecto a esta cuestión, pocos estudios se han centrado en observar cómo influye la similitud en la memoria del ítem y las que lo han hecho presentan ciertas limitaciones o no han hallado el efecto. Por ejemplo, como se ha descrito anteriormente, el estudio de Chase y Calfee (1969) en el que se utilizaba la tarea de Sternberg con letras similares visual y fonológicamente y que por lo tanto evaluaba el reconocimiento únicamente a nivel de ítem, presenta ciertas limitaciones tanto en el diseño como en el material empleado. Por un lado, posiblemente las letras definidas como similares no fueran lo suficientemente parecidas entre sí aunque compartieran ciertas características (e.g. B, C, D, G, Q) y, por otro lado, no se manipulaba la similitud del probe con el set experimental, de manera que no se controló el posible efecto de presentar una letra similar a las anteriores, hecho que probablemente afectaría no sólo al efecto de similitud sino también a los tiempos de reacción de búsqueda obtenidos.

En el estudio, también ya descrito, de Avons y Mason (1999), se presentaban matrices similares o disimilares en la fase de codificación y posteriormente los participantes debían escoger cual había aparecido entre dos alternativas que siempre eran similares entre sí (ya que diferían únicamente en dos celdas de la matriz). Esta tarea requería el conocimiento de las descripciones de los patrones pero no el recuerdo del orden de presentación. No obstante, hay que remarcar que el objetivo no era comprobar directamente el efecto de similitud a nivel de ítem, sino que la tarea de reconocimiento de las matrices visuales estaba diseñada para determinar si se producía un aprendizaje de las descripciones de los patrones visuales presentados repetidamente y así asegurarse de que eran suficientemente discriminativos para posteriormente someterlos a una prueba de recuerdo serial. Sin embargo, es interesante la observación de que el aprendizaje de las matrices similares y disimilares se produjo en el mismo grado, es decir, que el reconocimiento de patrones expuestos de forma repetida resultó ser insensible a la similitud visual.

Por su parte, Jalbert, Saint-Aubin y Tremblay (2008) se centraron en determinar si la similitud afecta por igual a los juicios de localización de objetos visuales (¿dónde?) y de orden de presentación (¿cuando?) con el fin de observar si ambos procesamientos son disociables o si se basan en un mismo mecanismo. En su experimento, presentaban cuadros de colores de forma secuencial y posteriormente se requería recordar su localización y su orden. Los resultados indicaron que la similitud de colores perjudicaba ambos tipos de recuerdo. Sin embargo, aunque se manipulaba la similitud a nivel de ítem (color), no puede afirmarse que la tarea se basara en el recuerdo del ítem exclusivamente ya que la tarea era básicamente de recuerdo espacial y serial.

En el estudio de Saito et al. (2008), al que se ha hecho referencia en apartados anteriores, se observó un efecto consistente de similitud visual en tareas de recuerdo serial

siempre que se analizaba el orden, pero no lograron hallar un efecto principal cuando se analizaba la puntuación a nivel del ítem independientemente de la posición serial, indicando que el efecto de similitud visual se basa en la memoria para el orden y no para el ítem. No obstante, el efecto de similitud fonológica aparecía en ambos tipos de análisis. Esta diferencia a nivel de la información del ítem apunta a una disociación entre el uso de códigos visuales y verbales en el recuerdo serial. Sin embargo, cabe destacar un aspecto que no ha sido discutido con detalle en dicho artículo. Se trata de la interacción significativa entre similitud fonológica y similitud visual encontrada en el Experimento 2, que mostró diferencias en función de la similitud visual a nivel de ítem cuando éstos eran al mismo tiempo similares fonológicamente, pero no cuando eran disimilares. Asimismo, en el Experimento 3, una interacción triple significativa, aunque marginal, demostró que el efecto de similitud visual a nivel de ítem emergía en condiciones de supresión articulatoria mientras que el efecto de similitud fonológica aparecía sin supresión. En ambos experimentos, el sentido del efecto era el clásico, es decir, los ítems visualmente disimilares eran mejor recordados que los similares.

Posiblemente estos fenómenos se deban a que los participantes se basaron espontáneamente en códigos visuales cuando la información verbal contribuía en menor medida (tanto por tratarse de listas similares como por la realización de una tarea de supresión). En nuestra opinión, este hallazgo es importante y consideramos que los autores deberían haber dado más hincapié en él en lugar de afirmar que no había un efecto de similitud visual a nivel de ítem solamente por el hecho de que los efectos principales no fueran significativos.

## 4.5. Conclusiones

Una vez repasados los trabajos centrados en el efecto de similitud, podemos observar que el estudio en profundidad de la similitud visual a nivel de ítem presenta una carencia importante a nivel de investigaciones, tanto en su número como en las limitaciones metodológicas que presentan algunas de ellas, cosa que pone de manifiesto que se trata de un efecto que debe ser investigado con mayor rigor.

Es pues en el punto concreto del estudio del efecto en tareas que requieren el recuerdo del ítem independientemente del orden, en el que nuestra investigación quiere realizar una aportación relevante. La escasez de estudios que han tratado con anterioridad el efecto de similitud visual a nivel de ítem no permite determinar con exactitud los mecanismos implicados y supone un vacío respecto a un paralelismo con el dominio verbal. En éste, se ha observado que la similitud perjudica la ejecución en una tarea de memoria especialmente cuando se requiere recordar el orden, mientras que generalmente se ha encontrado un efecto inverso

cuando lo que se mide es el recuerdo del ítem. En el ámbito visual solamente resultan concluyentes las investigaciones sobre la similitud en relación al recuerdo serial, pero no se ha estudiado prácticamente el efecto de esta variable sobre la memoria del ítem, cuando precisamente se trata de un efecto que puede ser de mucho interés puesto que de alguna manera es una “ventana” que permite observar cómo se representa la información visual en la memoria de trabajo.

En la serie experimental que proponemos utilizaremos estímulos visuales no figurativos (sin significado), que conllevan la ventaja de minimizar la posibilidad de codificar la información en un formato no visual. Esta es una opción que han venido utilizando diversos investigadores, empleando estímulos complejos y noveles que no concuerdan con categorías existentes de objetos y que por lo tanto difícilmente son codificables en un formato diferente al puramente visual (Luck y Hollingworth, 2008). Además, y con el mismo fin, se introduce una tarea concurrente de supresión articular que disminuye la probabilidad de codificar verbalmente los ítems. Otra característica remarcable de nuestros experimentos es que en todos ellos se emplea un set abierto, es decir, los ítems no se repiten a lo largo de los ensayos para así evitar la interferencia proactiva, que se sabe aumenta la probabilidad de producir confusiones entre ensayos. Los estudios sobre el efecto de similitud han empleado tradicionalmente sets cerrados para disminuir la demanda durante la fase de codificación y de este modo obtener una medida más precisa de la retención del orden, ya que la repetición reduce la memoria para el ítem y aumenta la magnitud del efecto en tareas de recuerdo serial (Nairne y Kelley, 1999). Sin embargo, nosotros nos proponemos estudiar el efecto a nivel de ítem, con lo cual un set abierto resulta más apropiado por los motivos que acabamos de señalar.

Consideramos además, que la propia naturaleza del material visual es más proclive a ser sometida a prueba mediante tareas de reconocimiento que de recuerdo. Emplear una tarea de reconocimiento permite evaluar la memoria estrictamente a nivel de ítem y, todavía más importante, posibilita observar el efecto de la variable de interés tanto en la codificación como en la recuperación.

En relación a este punto cabe destacar la perspectiva de Tulving (1972, 1983), uno de los investigadores que ha puesto más énfasis en la fase de recuperación, ya que según el autor, este es sin duda el aspecto clave en la memoria. Roediger (1999) afirma que aproximadamente un 80% de los experimentos sobre memoria se deben considerar como “experimentos de codificación”, ya que se manipulan diversas variables pero sus efectos solo se evalúan bajo un solo tipo de recuperación. Sin embargo, el experimento más informativo sería aquel en el que manipulan simultáneamente las condiciones de codificación y las de recuperación. Por esta razón, en nuestros experimentos, que veremos a continuación, estudiaremos el efecto de la

similitud en la combinación entre ambas fases, diseño que supone una novedad respecto a investigaciones previas sobre este ámbito.



# CAPÍTULO 5

## PARTE EXPERIMENTAL

---

### 5.1. Consideraciones generales

Con el fin de someter experimentalmente el efecto de similitud visual a nivel de ítem, se diseñaron dos tipos de tarea de reconocimiento (elección forzada entre varias alternativas y reconocimiento Sí/No), que permiten manipular el número de ítems a recordar así como comprobar el efecto de la similitud entre estímulos tanto en la fase de codificación como en la de recuperación. Ambas tareas (que se describirán con detalle en apartados posteriores) se han utilizado con frecuencia y han dado lugar a resultados consistentes (Avons, 1998; Avons y Mason, 1999; Phillips y Christie, 1977).

La principal característica que hace idóneo el uso de estas tareas de reconocimiento en la presente investigación es que evalúan la memoria para la estructura de los ítems presentados y sus puntuaciones dependen en gran parte de si éstos han sido correctamente codificados. Tal y como indica Avons (1998), estos dos tipos de prueba son específicos para evaluar el reconocimiento a nivel de ítem (independientemente del orden), que es precisamente uno de nuestros objetivos principales y que ya hemos venido comentando en el apartado anterior. Cabe destacar, además, que el material visual es difícilmente evaluable mediante tareas de recuerdo, a menos que la respuesta deba emitirse verbalmente, con lo cual las contribuciones de los códigos verbales juegan un papel importante que precisamente queremos minimizar en el presente trabajo.

En relación al tipo de material visual, en la mayoría de estudios sobre los efectos de similitud se han utilizado estímulos figurativos, es decir, que tienen una representación previa en la memoria a largo plazo, como por ejemplo dibujos de objetos conocidos (Poirier et al., 2007, entre otros). Sin embargo, consideramos que utilizar un tipo de material sin significado (de forma análoga al empleo de pseudopalabras en el ámbito verbal) representa una mejor manera de estudiar cómo se representa la información visual en la memoria de trabajo puesto que así se minimiza la contribución de la memoria a largo plazo y de los códigos verbales. Por consiguiente, en la serie de experimentos que presentamos a continuación utilizamos dos tipos de materiales no verbales que no cuentan con una representación previa en la memoria a largo plazo de los participantes, por un lado ideogramas -letras chinas- (Experimentos 1 y 2) y, por otro, polígonos aleatorios (Experimentos 3 y 4). Las características concretas de cada tipo y los

criterios para determinar el grado de similitud entre ítems se especificarán detalladamente en los apartados correspondientes.

Además, en todos los experimentos se utilizó un set abierto de ítems, es decir, todos los estímulos presentados a lo largo de los ensayos eran diferentes, sin repetición. La elección de un set de este tipo en lugar de un set cerrado se apoya en investigaciones previas que han sugerido que el uso de un número no limitado de ítems resulta más adecuado para el análisis del recuerdo del ítem, sin tener en cuenta el orden (para una revisión ver Saint-Aubin y Poirier, 1999) que es precisamente nuestro objetivo. Además, los estudios de memoria visual suelen utilizar sets abiertos, con ítems que solamente se presentan una vez, ya que de esta manera se minimiza la posibilidad de etiquetar verbalmente los estímulos. Para reconocer los targets cuando se emplean sets abiertos, sólo es necesario haber codificado la descripción del ítem y no la información contextual sobre el momento o la posición en el que éste fue presentado (Ward et al., 2005).

Por último, es importante destacar que, tal y como afirma Ceraso (1985), los estímulos visuales simples presentados bajo condiciones de laboratorio son más susceptibles de ser codificados verbalmente, hecho que cambia potencialmente la manera como se recuerda esta información. Con el objetivo de reducir esta estrategia, en todos los experimentos se realizó una tarea concurrente de supresión articulatoria con diversas variantes. De esta forma se puede obtener una medida más puramente visual, puesto que al dificultar la codificación en términos de lenguaje verbal se aumenta la probabilidad de utilizar una codificación de tipo visual (Postle et al., 2005; Walker y Cuthbert, 1998; Walker y Hinkley, 2003) La introducción de la supresión articulatoria en una tarea de este tipo representa una mejora respecto a investigaciones previas que no han tenido en cuenta este factor.

## 5.2. Experimento 1: Reconocimiento de elección forzada entre varias alternativas (letras chinas)

### 5.2.1. Introducción

En el primer experimento se utilizó una tarea de reconocimiento de elección forzada con seis alternativas de respuesta. Esta tarea fue sometida a prueba en trabajos de investigación anteriores (Mate, 2007; Mate y Baqués, 2009) y dio resultados positivos en el sentido que posibilita estudiar diversos aspectos sobre el funcionamiento de la memoria de trabajo visual como, por ejemplo, la estimación de la capacidad. Además, se comparó su ejecución con el test estandarizado que recibe el nombre de Test de Matrices, de la *Batería de Tests de Memoria de Trabajo* de Pickering, Baqués y Gathercole (1999) -adaptación y ampliación de la de Pickering y Gathercole (1999)- con el fin de obtener una medida de correlación que aportara validez externa como medida de memoria visual a corto plazo. El test estandarizado evalúa la memoria viso-espacial a partir de la habilidad para recordar patrones bidimensionales estáticos, deriva de la tarea llamada *Visual Pattern Test* de Della Sala, Gray, Baddeley y Wilson (1997) y consiste en el recuerdo de matrices formadas por cuadros blancos y negros, el número de las cuales va aumentando progresivamente. La correlación de Pearson entre las puntuaciones corregidas de acierto en el reconocimiento en nuestra tarea de reconocimiento visual y las obtenidas en el Test de Matrices fue significativa, obteniendo un valor moderado-alto ( $r=.45$ ).

La tarea empleada en este experimento podría considerarse también como una prueba de amplitud de memoria ya que el tamaño del set variaba entre 2 y 5 estímulos, de manera que es un factor a tener en cuenta en su efecto sobre el rendimiento. La presentación de un número variable de ítems durante la codificación permite observar si el efecto de similitud opera de la misma manera con un número reducido de estímulos respecto a un set mayor, ya que presentar más elementos introduce más complejidad y mayor número de detalles a codificar.

Otra variable que merece una justificación son los tiempos de presentación y de retención empleados. Puesto que el decaimiento de la memoria para la información visual se da más rápidamente que en el caso verbal, es decir, que las pistas visuales son más fácilmente olvidadas (Wickens, 1973), es constatable que el tiempo de presentación es un factor limitador en la codificación y retención de la información visual. Si bien la mayoría de estudios sobre capacidad de la memoria de trabajo visual utilizan una duración de exposición de 500 ms. o incluso menor, hay que destacar que en este intervalo de tiempo es posible percibir un gran número de estímulos simples, pero en cambio, resulta insuficiente para los complejos. Con el fin de separar las limitaciones de capacidad memorística de las puramente perceptivas, resulta

necesario aumentar el tiempo de exposición de los ítems: los intervalos de exposición demasiado breves pueden dar pie a la aparición de efecto suelo mientras que a medida que aumenta la duración, los errores se pueden atribuir con más seguridad a problemas en el almacenamiento en memoria y no a la percepción de los ítems. Además, Logie (1995) afirma que posiblemente es más importante el tiempo que se dispone para retener patrones visuales que únicamente la cantidad de los mismos. En consecuencia, el tiempo de exposición utilizado en los experimentos que presentamos a continuación es de 1 segundo por ítem, tiempo que además se considera adecuado en la mayoría de investigaciones sobre memoria a corto plazo (Atkinson y Shiffrin, 1968; Coltheart, 1993). Por otro lado, el tiempo de retención empleado (900 ms.) es lo suficiente amplio como para asegurar que la respuesta en el reconocimiento no está influida únicamente por la memoria sensorial, que tiene una duración aproximada de 250 ms (Sperling, 1960).

En relación al tipo de material visual, en este experimento se utilizaron caracteres chinos, que permiten minimizar la contribución de la memoria a largo plazo puesto que son estímulos desconocidos para nuestros participantes. Como veremos en el apartado dedicado a la descripción del material, se contó con dos criterios para determinar la similitud: por un lado un criterio de tipo objetivo, basado en las propiedades físicas de cada ítem, y por otro, un criterio de tipo subjetivo, basado en la evaluación externa de jueces independientes.

En resumen, en este experimento se plantearon cuatro condiciones experimentales, mediante la manipulación de la similitud entre los ítems tanto en la fase de codificación como en la de recuperación, de manera que es posible observar cómo influye esta variable en las combinaciones resultantes. Además, la mitad de los participantes realizó una tarea de supresión articularia con el fin de determinar la contribución verbal en una prueba de reconocimiento visual.

Así pues, con este experimento nos proponíamos comprobar si la similitud entre ítems influye en el reconocimiento visual de un ítem en una tarea en la que no interviene la memoria del orden de presentación y ver en qué fase (codificación o recuperación) tiene más influencia la manipulación de la similitud. Además, se pretendía determinar si hay diferencias en función del tamaño del set, es decir, si emerge el mismo patrón cuando se presentan 2, 3, 4 o 5 estímulos y por último, observar si hay una contribución verbal significativa en la tarea de reconocimiento visual mediante el análisis de la influencia de la tarea de supresión articularia.

## 5.2.2. Método

### 5.2.2.1. Participantes

Participaron en el experimento 48 estudiantes de la Facultad de Psicología de la Universitat Autònoma de Barcelona, 45 mujeres y 3 hombres, de edades comprendidas entre 17 y 42 años ( $M=20,7$ ;  $DE=5,3$ ). Todos los participantes presentaban visión normal o corregida.

### 5.2.2.2. Materiales

El experimento se llevó a cabo en un ordenador con procesador Pentium IV CPU a 3,00 GHz y 512MB de RAM, monitor de 21'', resolución de 1024 x 768 píxeles y tasa de refresco de 75 Hz. El software utilizado para la presentación de estímulos y el registro de respuestas fue DMDX versión 3 (Forster y Forster, 2003).

Los ítems utilizados fueron un total de 1520 caracteres chinos, extraídos de la base de datos *Chinese character database* desarrollada por el Research Centre for the Humanities Computing (2003) de la Universidad de Hong Kong. La escritura china es de tipo logográfico: los más de 10000 caracteres de los que consta están formados a partir de la combinación de aproximadamente 20 trazos básicos. A su vez, muchos de los caracteres son conjunciones de dos o más de los simples, uno de los cuales aporta la fonética y la pronunciación y el otro, que recibe el nombre de *radical*, el significado.

Los caracteres fueron definidos como similares si compartían el mismo radical principal y a la vez el mismo número de trazos. Con el fin de controlar la variable de la complejidad se excluyeron aquellos caracteres con un número de trazos inferior a 6 y superior a 12, siendo la media de 10. Además, una pequeña muestra de estímulos se analizó mediante un software diseñado especialmente para discriminar el grado de similitud entre caracteres (Párraga, 2007), cuya implementación se basa en un algoritmo computacional que calcula un índice (*image difference -d'-*) a partir de la distancia euclidiana entre cada píxel de dos imágenes. Cuanto mayor es el valor de  $d'$ , más diferentes son las imágenes comparadas.

La determinación de la similitud en función del número de trazos y del radical cuenta con el apoyo teórico de un estudio llevado a cabo por Yeh, Li y Chen (1997), en el que realizaron una serie de experimentos para determinar en qué se basa la similitud visual de los caracteres chinos a partir de un análisis multidimensional. Observaron que para los participantes no nativos y sin conocimiento previo de la escritura china, la similitud efectivamente venía dada por los radicales y número de trazos, mientras que para lectores hábiles, la similitud se basaba

principalmente en la estructura (es decir, en cómo se distribuyen los componentes que los forman en base a la posición relativa de unos con los otros).

Como se ha comentado en el apartado introductorio, el material se sometió a la evaluación de diez jueces independientes para obtener un indicador de tipo subjetivo sobre el grado de similitud y observar si los juicios subjetivos de similitud eran consistentes con las medidas objetivas descritas. Los jueces completaron un test compuesto por 40 ensayos en los que aparecían 4 ítems en el centro de la pantalla, 20 similares y 20 disimilares, obtenidos al azar del mismo set de estímulos utilizados en el experimento. La tarea consistía en juzgar cada ensayo mediante una escala de 5 puntos utilizada con la misma finalidad por Saito et al. (2008), con la que se medía el grado de similitud entre estímulos (dónde 1 representa *muy diferentes* y 5 *muy similares*), poniendo énfasis en que se juzgara cada ensayo individualmente intentando minimizar la comparación entre ellos. Los resultados mostraron un alto nivel de acuerdo entre evaluadores ( $W$  de Kendall=,83), con medias de 3,88 puntos ( $DE=0,45$ ) para las letras chinas similares y de 1,49 ( $DE=0,44$ ) para las letras chinas disimilares. La comparación de medias confirmó que efectivamente había diferencias significativas entre las puntuaciones de los sets de ítems similares y los disimilares  $t(9)=16,432$ ;  $p<,001$  (véase Anexo B). Estos datos apoyan el criterio objetivo en el sentido que, efectivamente, los sets de letras chinas similares difieren significativamente de los sets disimilares en lo que a similitud subjetiva se refiere.

Una vez determinada la manipulación de la similitud, se construyó una lista que contenía 80 series de ítems (tantos como el número de ensayos). En cada serie se disponía un target, 10 ítems similares y 10 ítems disimilares (véase Anexo C). Con los ítems de cada serie se configuraron los ensayos de las ocho versiones distintas del experimento de manera que todos los estímulos aparecían el mismo número de veces en cada condición de similitud, es decir, los ítems que habían aparecido en la fase de recuperación para un participante eran utilizados en la fase de codificación para otro, evitando de este modo efectos del material y garantizando la rotación completa de los caracteres en todas las condiciones experimentales.

Se controló también la posición del target en la pantalla durante la fase de codificación, equilibrando su localización espacial en función de cuatro coordenadas (derecha, izquierda, arriba y abajo) dentro de cada nivel de tamaño del set y condición de similitud. Asimismo, se controló la posición del target en la fase de reconocimiento, de manera que apareciese el mismo número de veces en cada una de las seis alternativas.

### 5.2.2.3. Diseño

La variable dependiente era la proporción de aciertos en el reconocimiento. Las variables independientes manipuladas intrasujeto eran tres: tamaño del set, con 4 niveles (2, 3, 4

y 5 ítems), similitud en la codificación, con 2 niveles (similitud, disimilitud) y similitud en la recuperación, con 2 niveles (similitud, disimilitud). De las combinaciones entre estas variables resultaban cuatro condiciones experimentales dentro de cada nivel del tamaño del set, es decir, los ensayos podían contener ítems similares en ambas fases, similares en la codificación y disimilares en la recuperación, disimilares en la codificación y similares en la recuperación o disimilares en ambas fases (en adelante SS, SD, DS y DD respectivamente). Se manipuló además la variable independiente intersujeto supresión articulatoria (con, sin). El resultado era un diseño mixto multifactorial univariable  $4 \times 2 \times 2 \times 2$ .

Cabe destacar que para análisis posteriores se tuvieron en cuenta dos variables dependientes complementarias: tiempo de respuesta y grado de seguridad.

#### **5.2.2.4. Procedimiento**

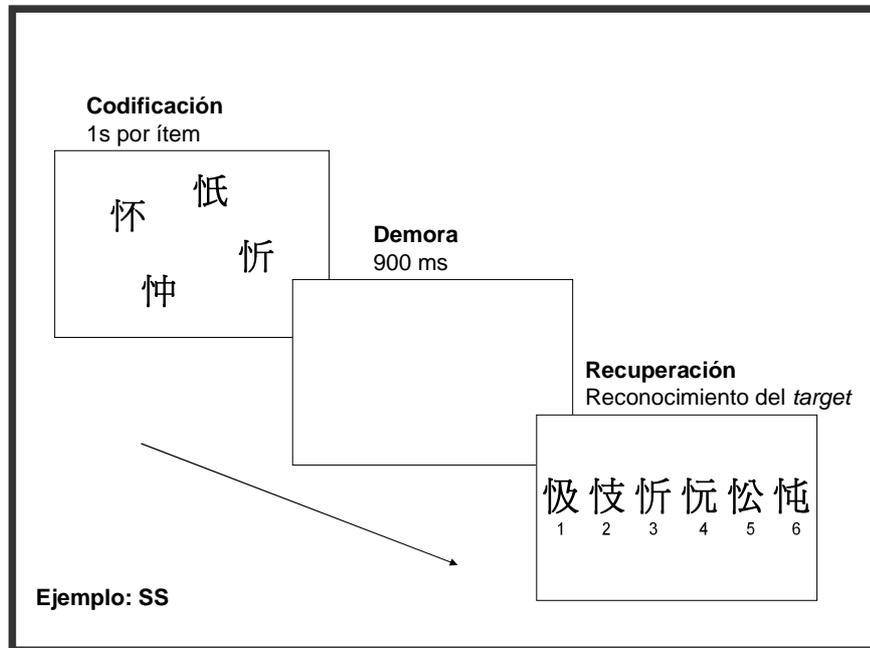
La tarea se realizó individualmente en una sala oscura e insonorizada y la distancia del participante al monitor era de 50 cm. La experimentadora explicaba verbalmente la tarea (véase Anexo D) y cuando las instrucciones eran entendidas por los participantes empezaba la fase de entrenamiento consistente en ocho ensayos. A continuación comenzaba el experimento, que tenía una duración total aproximada de unos 22 minutos.

En la fase de codificación, se presentaban simultáneamente 2, 3 4 o 5 ítems (similares o disimilares entre sí) que los participantes debían retener. La duración era proporcional al número de ítems (1 segundo por ítem), de manera que oscilaba entre 2 y 5 segundos. Todos los caracteres eran de color negro, de un tamaño de 80 x 80 píxeles, se presentaban sobre un fondo blanco y se disponían de forma aleatoria pero de manera equidistante formando un patrón circular.

A continuación se producía un intervalo en blanco de 900 ms. después del cual se presentaba la fase de recuperación. En esta pantalla, que se mostraba hasta que el participante respondía, se presentaban seis alternativas de respuesta (similares o disimilares entre sí) que consistían en el target y cinco distractores (en ningún caso aparecían ítems que hubieran acompañado al target en la fase de codificación). La tarea consistía en decidir cuál de los caracteres había aparecido previamente y marcar el número correspondiente en el teclado. Tanto este valor como el tiempo de reacción eran registrados por el software. Después de cada ensayo, se pedía el grado de seguridad con el que habían respondido, en una escala del 1 al 5, dónde 1 era el nivel de seguridad más bajo y 5 el más elevado (véase Figura 5.1).

El número total era de 80 ensayos, 20 para cada nivel del tamaño del set, de los cuales 5 correspondían a cada condición experimental, resultando en 20 ensayos totales de cada combinación de similitud y disimilitud. La presentación de las condiciones era aleatoria, ya que

en un estudio piloto realizado previamente, en el que el número de ítems a codificar aparecía en bloques (primero de 2, después de 3, 4 y 5) se observó que el paso de un tamaño del set inferior a uno superior producía un efecto que iba en detrimento de la ejecución en los tamaños del set mayores.



**Figura 5.1:** Esquema del procedimiento empleado. Ejemplo de la presentación de un ensayo de la condición SS.

La mitad de los participantes realizaba de forma concurrente una tarea de supresión articulatoria consistente en repetir en voz alta la secuencia “1, 2, 3, 4” a un ritmo de dos dígitos por segundo. La supresión empezaba antes de cada ensayo por indicación de una instrucción en la pantalla y duraba todo el tiempo en que los ítems de la fase de codificación permanecían visibles.

### 5.2.3. Resultados

#### 5.2.3.1. Análisis de los datos de reconocimiento

Con el fin de determinar si las puntuaciones brutas totales de los participantes así como las medias obtenidas en las diferentes condiciones diferían significativamente del azar, se calcularon los intervalos de confianza de 95% de la puntuación esperada por azar, basados en la aproximación normal de la distribución binomial mediante la fórmula:  $[IC = Nivel\ de\ azar \pm 100 * \sqrt{(p(1-p)/n)*t}]$ , donde  $n$ =número de ensayos (80),  $p$ =probabilidad de acertar al azar (1/6 alternativas) y  $t$  = valor de  $t$  para  $n-1$  grados de libertad (1,99). El resultado fue un intervalo de

confianza de entre 10,78% y 22,54%, de manera que si la ejecución supera el 22,54% puede considerarse que difiere significativamente del azar con una  $p < ,05^{16}$ . Efectivamente, para todos los participantes, las puntuaciones en cada condición así como el acierto total obtuvieron una puntuación por encima del nivel de azar  $t(47) = 36,545, p < ,001$  (véase Anexo E)

Los análisis posteriores se llevaron a cabo a partir de las proporciones de reconocimiento corregido según el criterio clásico [aciertos-(errores/ $n-1$ )], donde  $n$  es el número de alternativas de respuesta. Dicha fórmula se aplica para situar el valor del azar en 0 (Brown, 1964), con lo cual es una corrección que resulta apropiada para la comparación con experimentos posteriores en los que el nivel de azar se sitúa también en 0. La Tabla 5.1 resume las proporciones corregidas de acierto en el reconocimiento en cada condición experimental.

**Tabla 5.1:** Estadísticos descriptivos generales. Proporción corregida de reconocimiento (desviaciones estándar) en cada condición

Tamaño del set	Condición				
	Supresión	SS	SD	DS	DD
2	Sup.	0,53 (0,21)	0,94 (0,13)	0,37 (0,31)	0,77 (0,23)
	No sup.	0,51 (0,29)	0,95 (0,99)	0,42 (0,29)	0,77 (0,22)
3	Sup.	0,39 (0,29)	0,79 (0,16)	0,10 (0,28)	0,53 (0,25)
	No sup.	0,50 (0,27)	0,86 (0,16)	0,33 (0,24)	0,55 (0,25)
4	Sup.	0,44 (0,26)	0,79 (0,16)	0,15 (0,21)	0,44 (0,29)
	No sup.	0,48 (0,26)	0,86 (0,16)	0,33 (0,24)	0,55 (0,25)
5	Sup.	0,44 (0,25)	0,82 (0,20)	0,19 (0,25)	0,34 (0,26)
	No sup.	0,36 (0,33)	0,84 (0,15)	0,31 (0,31)	0,44 (0,29)

El test no paramétrico de Kolmogorov-Smirnov demostró normalidad en la distribución de las medidas. La proporción corregida de reconocimiento se sometió a un análisis de la variancia factorial mixto con medidas repetidas (Modelo Lineal General)  $2 \times 2 \times 2 \times 4$ , para evaluar el efecto individual y conjunto de los factores similitud en la codificación (similitud, disimilitud), similitud en la recuperación codificación (similitud, disimilitud) y tamaño del set (2, 3, 4 o 5 ítems) en función de la variable intersujeto supresión articulatoria (con, sin).

Los resultados de este análisis revelaron que la variable intersujeto supresión articulatoria resultó ser significativa ( $p = ,01$ ) indicando que el reconocimiento global fue superior en el grupo que no realizaba la tarea concurrente ( $M = 0,57$ ) que en el grupo que

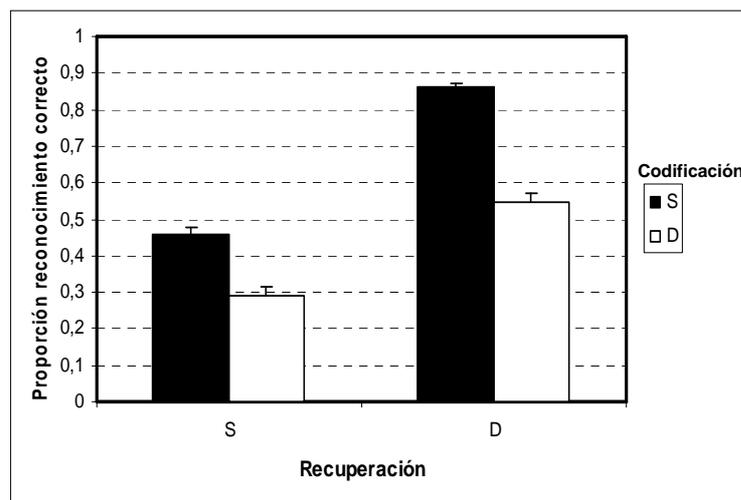
<sup>16</sup> En todas las pruebas estadísticas se empleó un criterio de significación  $p < 0,05$ .

realizaba supresión articulatoria ( $M=0,51$ ). Sin embargo, no interactuó con ninguna de las otras variables.

En referencia a las variables intrasujeto, los tres efectos principales fueron significativos. El reconocimiento fue superior cuando había similitud en la codificación ( $M=0,66$ ) respecto a cuando había disimilitud ( $M=0,42$ ):  $F(1,46)=164,216$ ,  $p<,001$ ,  $MSE=0,067$ ,  $\eta_p^2=,78$  mientras que en la recuperación se observó el patrón contrario: el reconocimiento fue superior cuando había disimilitud ( $M=0,71$ ) en comparación a cuando había similitud ( $M=0,37$ ):  $F(1,46)=286,404$ ,  $p<,001$ ,  $MSE=0,074$ ,  $\eta_p^2= ,86$ .

Dicho efecto estaba mediado por una interacción significativa entre las variables similitud en la codificación y similitud en la recuperación:  $F(1,46)=26,626$ ,  $p<,001$ ,  $MSE=0,048$ ,  $\eta_p^2=,33$ . La interacción era debida a que las diferencias producidas por la presentación de ítems similares en la codificación eran significativamente superiores cuando los ítems eran disimilares en la recuperación respecto a cuando éstos eran similares ( $p<,001$ ), es decir, a una ejecución muy superior en SD respecto al resto de condiciones, como puede apreciarse en la Figura 5.2.

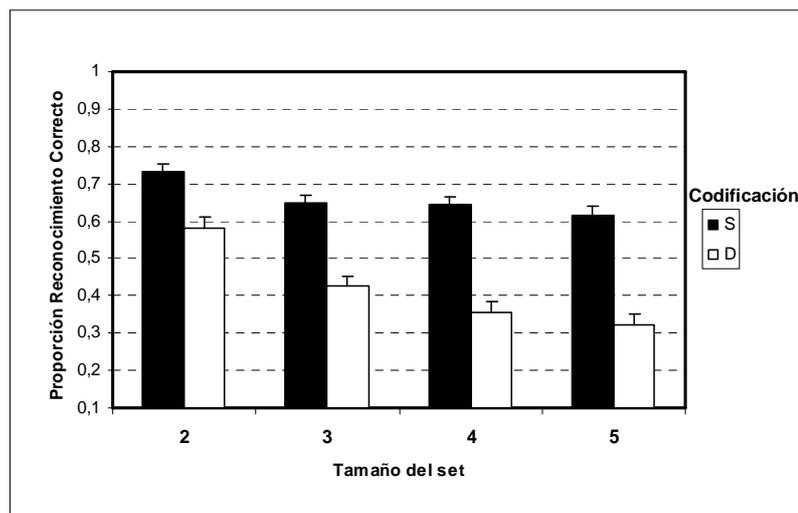
Así pues, la condición que obtuvo mayor proporción de aciertos fue SD ( $M=0,86$ ;  $DE=0,08$ ) seguida por la condición DD ( $M=0,55$ ;  $DE=0,15$ ), SS ( $M=0,46$ ;  $DE=0,14$ ) y DS ( $M=0,29$ ;  $DE=0,17$ ). Las comparaciones por pares ajustadas mediante la corrección de Bonferroni revelaron que la diferencia de medias entre las 4 combinaciones entre si fue significativa en todos los casos ( $p<,001$ ). El resto de interacciones no resultaron significativas.



**Figura 5.2:** Gráfico de la interacción entre similitud en la codificación y similitud en la recuperación. Las barras representan el error estándar.

El efecto principal tamaño del set indicó que la ejecución disminuyó a medida que aumentaba el número de ítems a recordar:  $F(3,138)=19,648$ ,  $p<,001$ ,  $MSE=.068$ ,  $\eta_p^2= ,30$ . Sin

embargo, este efecto estaba modulado por la interacción significativa entre similitud en la codificación y tamaño del set  $F(3,138)=4,540$ ,  $p=,005$ ,  $MSE= 0,048$ ,  $\eta_p^2=,09$ . Las comparaciones post hoc ajustadas mediante la corrección de Bonferroni indicaron que la causa de la interacción era que, como se puede apreciar en la Figura 5.3, la diferencia entre similitud y disimilitud en la codificación era significativamente menor en el tamaño del set 2 que en el tamaño del set 5 ( $p=,005$ ). Además, en ambos niveles de la variable similitud, la diferencia entre las medias solamente era significativa al comparar el tamaño del set 2 con el resto ( $p<,05$ ), mientras que las medias entre los tamaños del set 3, 4 y 5 no difirieron entre sí.



**Figura 5.3:** Proportión de reconocimiento corregido en función del tamaño del set y de la similitud en la codificación. Las barras representan el error estándar.

### 5.2.3.2. Análisis del tiempo de respuesta

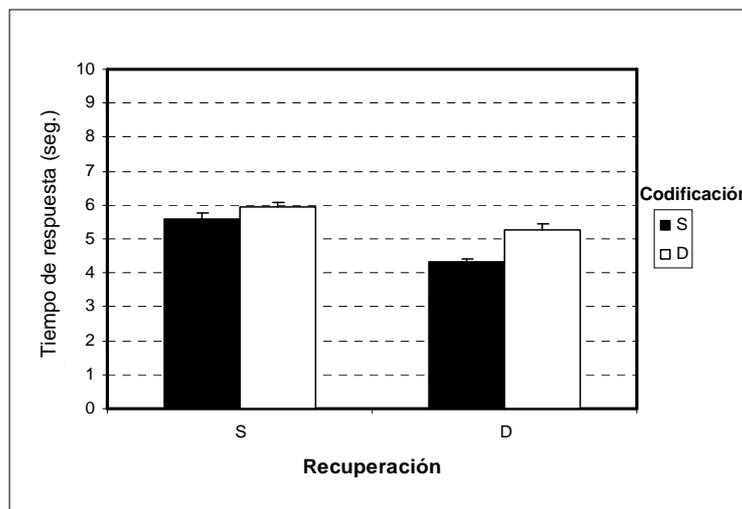
Como medida complementaria se analizaron los tiempos de respuesta. Aquellos valores situados 3 desviaciones estándar por encima de la media no fueron tenidos en cuenta en los análisis (debido a este criterio se eliminaron un 1,2% de los ensayos).

**Tabla 5.2:** Medias (desviaciones estándar) del tiempo de respuesta (seg.) en cada condición

Tamaño del set	Condición			
	SS	SD	DS	DD
2	4,95 (1,14)	3,90 (1,07)	5,42 (1,39)	4,62 (1,32)
3	5,49 (1,65)	4,41 (1,31)	5,87 (1,27)	5,27 (1,49)
4	5,79 (1,49)	4,41 (0,98)	6,08 (1,49)	5,67 (1,37)
5	6,05 (1,42)	4,52 (1,19)	6,28 (1,65)	5,46 (1,58)

En la Tabla 5.2 se muestran las medias y desviaciones estándar de los valores de tiempo de respuesta expresado en segundos en cada condición experimental. Los resultados del ANOVA con medidas repetidas sobre el tiempo de respuesta revelaron una ausencia de efecto de la variable intersujeto supresión articularia ( $p=,25$ ) indicando que el tiempo de respuesta no difería significativamente entre el grupo que realizaba la tarea concurrente ( $M=5,43$ ) y el que no ( $M=5,12$ ). Además, dicha variable no interactuó con las demás.

En referencia a las variables intrasujeto, los tres efectos principales fueron significativos. Respecto al tamaño del set, los tiempos de respuesta eran mayores a medida que aumentaba el número de ítems a recordar:  $F(3,129)=23,172$ ,  $p<,001$ ,  $MSE=1,149$ ,  $\eta_p^2=,35$ . Los tiempos de respuesta eran significativamente inferiores cuando había similitud en la codificación ( $M=4,95$ ) respecto a cuando había disimilitud ( $M=5,60$ ):  $F(1,43)=39,214$ ,  $p<,001$ ,  $MSE= 1,936$ ,  $\eta_p^2=,48$ . En cambio, los tiempos de respuesta fueron inferiores cuando había disimilitud en la recuperación ( $M=4,79$ ) en comparación con cuando había similitud ( $M=5,77$ ):  $F(1,43)=107,510$ ,  $p<,001$ ,  $MSE=1,576$ ,  $\eta_p^2=,71$ . Estos efectos estaban modulados por la interacción significativa entre similitud en la codificación y similitud en la recuperación  $F(1,43)=11,872$ ,  $p=,001$ ,  $MSE= 1,488$ ,  $\eta_p^2=,06$ , causada nuevamente porque los tiempos de respuesta eran significativamente inferiores en la condición SD respecto al resto (véase Figura 5.4). Además, las comparaciones por pares ajustadas mediante la corrección de Bonferroni mostraron que las diferencias entre las cuatro condiciones eran significativas en todos los casos ( $p<,05$ ).



**Figura 5.4:** Gráfico de la interacción entre similitud en la codificación y similitud en la recuperación en la medida tiempo de respuesta. Las barras representan el error estándar.

### 5.2.3.3. Análisis del grado de seguridad

Otro análisis complementario fue el del efecto de las variables independientes sobre la medida subjetiva grado de seguridad en la respuesta, expresado en una escala del 1 al 5 (5 indica el nivel máximo). Los datos se muestran en la Tabla 5.3.

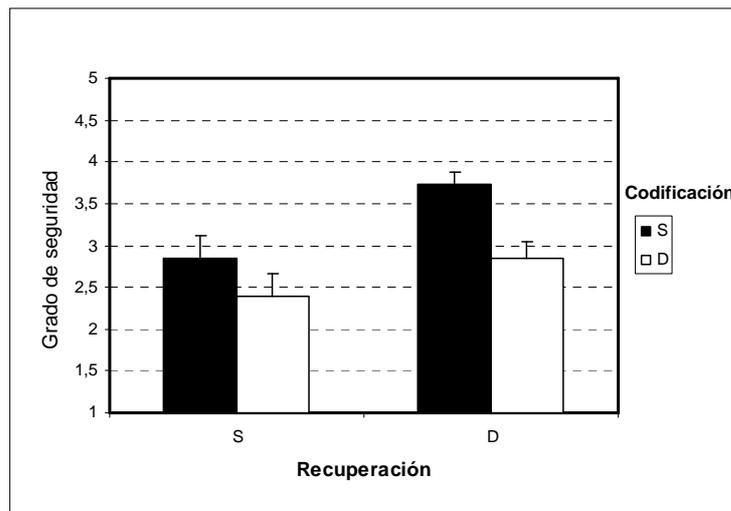
**Tabla 5.3:** Medias (desviaciones estándar) del grado de seguridad en cada condición

Tamaño del set	Condición			
	SS	SD	DS	DD
2	3,14 (0,65)	4,09 (0,80)	2,77 (0,78)	3,44 (0,97)
3	2,83 (0,83)	3,71 (0,82)	2,36 (0,76)	2,93 (0,79)
4	2,85 (0,84)	3,65 (0,83)	2,30 (0,74)	2,71 (0,77)
5	2,59 (0,71)	3,48 (0,85)	2,17 (0,83)	2,33 (0,72)

Respecto a la variable intersujeto supresión articularia, los resultados del ANOVA con medidas repetidas mostraron que los niveles de seguridad eran significativamente superiores ( $p=0,02$ ) en el grupo que no realizaba supresión ( $M=3,12$ ) respecto al grupo que sí realizaba la tarea concurrente ( $M=2,79$ ).

Por otro lado, los tres efectos principales fueron significativos y consistentes con los de reconocimiento. Cuando había similitud en la codificación, los niveles de seguridad eran más elevados ( $M=3,29$ ) que cuando había disimilitud ( $M=2,63$ ):  $F(1,46)=72,996$ ,  $p<,001$ ,  $MSE=1,169$ ,  $\eta_p^2=,61$ . En cambio, en la recuperación la seguridad era mayor cuando se presentaban ítems disimilares ( $M=3,29$ ) respecto a cuando los ítems eran similares ( $M=2,63$ ):  $F(1,46)=100,783$ ,  $p<,001$ ,  $MSE=0,852$ ,  $\eta_p^2=,69$ . Asimismo, el nivel de seguridad disminuyó significativamente a medida que aumentaba el número de ítems a recordar.  $F(3,138)=55,457$ ,  $p<,001$ ,  $MSE=0,308$ ,  $\eta_p^2=,55$ .

También resultaron significativas las interacciones entre las variables similitud en la codificación y similitud en la recuperación  $F(1,46)=16,612$ ,  $p<,001$ ,  $MSE=0,527$ ,  $\eta_p^2=,27$  (véase Figura 5.5) y entre las variables tamaño del set y similitud en la recuperación  $F(3,138)=2,730$ ,  $p=,046$ ,  $MSE=0,284$ ,  $\eta_p^2=,06$ .



**Figura 5.5:** Gráfico de la interacción entre similitud en la codificación y similitud en la recuperación en la medida grado de seguridad. Las barras representan el error estándar.

#### 5.2.4. *Discusión*

El objetivo de este experimento era el de estudiar el efecto de la similitud visual en el reconocimiento de caracteres chinos, que son estímulos que no tienen una representación previa en la memoria a largo plazo de los participantes. El hecho de utilizar una tarea de reconocimiento permitió, por un lado, manipular la similitud entre los estímulos tanto en la fase de codificación como en la de recuperación, lo cual posibilitó evaluar los efectos concretos de la similitud en cada fase y, por otro, determinar la influencia de la similitud a nivel de memoria de ítem (independientemente de la memoria para el orden).

Con la introducción de una tarea de supresión articulatoria en la mitad de los participantes, se pudo observar un rendimiento general superior cuando ésta no se requería, con lo cual se puede afirmar que existe cierta contribución verbal en la codificación de los estímulos visuales empleados. Sin embargo, la supresión no interactuó con el resto de variables y por consiguiente se puede afirmar que únicamente tuvo un efecto sobre la ejecución general. Respecto al efecto de la supresión sobre las medidas complementarias, se observó que el hecho de suprimir la articulación no tuvo ningún efecto apreciable sobre la medida de tiempo de respuesta pero sí sobre el grado de seguridad general, indicando que la realización de esta tarea concurrente únicamente influyó en la confianza subjetiva atribuida a las respuestas. Probablemente, los participantes que realizaban supresión tomaron consciencia de que su ejecución global estaba siendo interferida por la supresión y por ese motivo sus niveles subjetivos de seguridad fueron sensiblemente más bajos. A la vista de estos resultados, consideramos apropiado introducir la tarea concurrente de supresión articulatoria en el resto de

experimentos con el fin de minimizar la contribución de códigos verbales, puesto que interesa obtener una medida lo más pura posible en términos visuales.

Por otro lado, los resultados mostraron un efecto robusto de la similitud visual en el rendimiento, como puede comprobarse principalmente en las diferencias encontradas entre las cuatro condiciones. Además, los resultados de reconocimiento fueron totalmente consistentes con los tiempos de respuesta y el grado de seguridad: las condiciones que obtuvieron menor puntuación de reconocimiento también mostraban una mayor latencia de respuesta y un nivel de seguridad subjetivo inferior, lo cual refleja el grado de dificultad en cada condición, mientras que en las condiciones con mejor reconocimiento se observó el patrón contrario.

Uno de los principales hallazgos de este experimento es el efecto interactivo entre la manipulación de la similitud en la codificación y en la recuperación, que indica que la ejecución depende de la combinación de similitud entre fases. Manteniendo la recuperación constante, el reconocimiento fue superior cuando los ítems eran similares en la codificación tanto si las alternativas eran disimilares (SD superior a DD) o similares en la recuperación (SS superior a DS), sin embargo, el efecto de interacción entre ambas variables mostró que las diferencias producidas por la presentación de ítems similares en la codificación eran significativamente superiores cuando los ítems eran disimilares en la recuperación respecto a cuando éstos eran similares, que también se puede resumir como una mejor ejecución en la condición SD respecto al resto. El mecanismo que subyace a este patrón podría ser interpretado en términos de la combinación entre dos tipos de procesamiento:

a) El hecho de presentar alternativas disimilares en la recuperación revierte en un mejor reconocimiento puesto que los efectos de distintividad ocurren en esta fase y por lo tanto la discriminación se ve facilitada (Hunt, 2003; Tulving, 1981). Efectivamente, el papel beneficioso de la disimilitud en la recuperación se puede observar en las dos condiciones que obtuvieron las puntuaciones más elevadas (SD y DD).

b) El procesamiento de tipo relacional (al que nos hemos referido en el Apartado 4.2 del Capítulo 4) podría explicar el beneficio de la similitud en la codificación. La presencia de similitud entre los ítems presentados puede ser considerada como información de tipo relacional que facilita la abstracción de los elementos comunes mediante la creación de un esquema global de la presentación, que a su vez trae como consecuencia la reducción de la carga de memoria mediante la simplificación de la representación de los estímulos a recordar. Efectivamente, la carga de información es menor cuando los ítems son similares comparado con una situación en la que éstos son diferentes entre sí. Por ejemplo, un set de 3 ítems que estén configurados por 4 rasgos cada uno implica la codificación de un total de 12 trazos; si en cambio, uno de estos rasgos es compartido, la carga informativa se reduce a 10 elementos.

Existen diversas evidencias que apoyan el argumento del procesamiento relacional, como por ejemplo las teorías de organización en las que se hace hincapié en la codificación de aquella información que es común a todos los elementos (Puff, 1979) y también los estudios sobre la percepción de la similitud como el de Goldstone y Barsalou (1998). Estos autores afirman que la similitud favorece la integración de varias fuentes de información que aportan los objetos en lugar de centrarse únicamente en los atributos individuales y, por lo tanto, los participantes tienden a formarse una impresión global de la similitud. Este argumento se apoya en trabajos en los que se ha demostrado que los participantes son más rápidos en responder si dos sets de ítems son similares entre sí que si dos sets contienen un único elemento en común y también que son más rápidos en juzgar la similitud global que en responder sobre una sola dimensión concreta (Sekuler y Abrams, 1968). Un dato interesante que se desprende de estos trabajos es que las personas sin experiencia, bajo condiciones de presión o de distracción se apoyan más en procesos holísticos que analíticos.

Por otro lado, las investigaciones que utilizan tareas de búsqueda visual también han demostrado que la similitud entre distractores puede contribuir a un mejor rendimiento mediante la facilitación de estrategias de agrupación perceptiva (Duncan, 1989; Duncan y Humphreys, 1989; Humphreys, Quinlan y Riddoch, 1989). Según la teoría de estos autores sobre el procesamiento de la información visual, la ejecución ante una tarea de búsqueda visual depende directamente del grado de similitud que existe entre el conjunto de distractores y el target. Afirman que la homogeneidad entre distractores da lugar a un tipo de búsqueda especial basada principalmente en la percepción unitaria del conjunto de ítems, circunstancia en la cual la respuesta del sujeto está determinada por la percepción de la globalidad.

Dicho esto, sería plausible afirmar que, por un lado, la codificación de la información relativa al esquema global extraído de los estímulos similares presentados que puede ser utilizada como una pista de recuperación útil (Einstein y Hunt, 1980) y por otro lado, la presentación de alternativas disimilares en la recuperación, que propician una mejor discriminación, haya dado como resultado un mejor rendimiento en la condición SD respecto al resto. Sin embargo, en esta condición existen pistas suficientes para discriminar el target entre los distractores que no necesariamente están apoyadas en una representación detallada en la memoria de trabajo a nivel de cada ítem individual, sino que únicamente ha sido necesario un proceso de discriminación entre los distractores para escoger cuál de ellos se asemejaba a cualquiera de los anteriores. Sobre esta cuestión, tanto las tareas de discriminación como de reconocimiento son sensibles a las similitudes y diferencias entre estímulos, pero mientras que las de discriminación sólo reflejan la similitud entre los ítems sobre los cuales se debe emitir una respuesta, en las de reconocimiento es necesario que los participantes comparen la similitud del target con todos los ítems que se han presentado previamente (Kahana y Sekuler, 2002). Se

podría argumentar, por lo tanto, que la condición SD refleja principalmente un proceso de discriminación y no de reconocimiento efectivo del target.

El rendimiento en el resto de condiciones también puede ser explicado en base a los efectos diferenciales que tiene la similitud en la codificación sobre el tipo de procesamiento, combinado con las dificultades de discriminación en la recuperación. Hemos comprobado que la presencia de ítems similares en la recuperación es la responsable de la ejecución más pobre (condiciones SS y DS) y este hecho se puede sostener en varias teorías que han descrito los procesos de degradación y de sobreescritura de la información en la fase de recuperación. Por ejemplo, según Frick (1988), las pistas de los ítems mantenidos en la memoria visual se degradan, y estas representaciones degeneradas producen confusiones entre ítems. En la fase de recuperación es necesario poner en marcha un proceso que permita seleccionar entre los distractores aquel estímulo que ha aparecido anteriormente en base a la descripción parcial mantenida en memoria y desde este punto de vista, las confusiones visuales se deben a un error en este proceso. Otro argumento viene dado en términos de procesos de concordancia (*matching*) entre los ítems de cada fase. Dent y Smyth (2005), retomando la idea de Frick (1988) sobre la degradación de las representaciones, postulan que la memoria de trabajo registra la representación de cada ítem que se presenta durante la fase de codificación en términos de su forma visual, aunque la calidad o fidelidad difieren del ítem original. Cuando en la fase de recuperación los participantes deben decidir qué ítem ha aparecido anteriormente, se llevan a cabo procesos de concordancia entre cada alternativa y cada representación almacenada, el resultado de los cuales determina la elección. Este tipo de modelo se inscribe dentro de los denominados *modelos de competición* (Humphreys et al., 1989), según los cuales, para cada comparación se establece un valor de concordancia y la alternativa que obtiene un valor superior es la que se escoge en la recuperación. Lo que nos interesa de este modelo como posible explicación sobre nuestros resultados, es que el valor de concordancia depende básicamente de la fidelidad con que se mantienen las representaciones y de la similitud percibida entre éstas y las alternativas. A medida que la fidelidad se reduce, también lo hace el valor entre la alternativa y el target (dificultando escoger el correcto) mientras que el valor entre las parejas de alternativas y los ítems que no son el target incrementa, produciendo más confusiones y dificultando la discriminación efectiva del target. Además, si a este hecho se suma un cierto grado de similitud entre los ítems de ambas fases, a menudo no se escogerá el target correcto, ya sea porque la pareja no ha conseguido un valor de concordancia suficientemente elevado o porque un distractor ha obtenido un valor superior. Este tipo de errores en la accesibilidad a una representación se atribuyen únicamente a la fase de recuperación de la información, lo cual no implica que los ítems no hayan sido almacenados de forma apropiada en la memoria.

No obstante, respecto a estas condiciones, en las que hay similitud en la recuperación, un hallazgo interesante es que la similitud en la codificación continuó ejerciendo un efecto positivo respecto a cuando los ítems eran disimilares en esta fase (mejor ejecución en la condición SS que en DS). Esto ha sucedido aun cuando en la condición SS sería esperable un rendimiento inferior de acuerdo con los modelos descritos anteriormente, ya que los procesos de concordancia implican parejas en las que están involucrados estímulos que son similares a todos los elementos presentados anteriormente. Este fenómeno hace que las condiciones SS y DS sean las consideradas “críticas” para evaluar el efecto positivo de la similitud encontrado en este experimento.

La suposición de que la similitud ayuda a simplificar la estructura de las descripciones de los estímulos a recordar se puede aplicar para explicar este hallazgo (la superioridad de la condición SS frente a DS). Cuando se presentan estímulos similares en la fase de codificación, la referencia común permite descartar las características compartidas y centrarse específicamente en aquellas que distinguen un ítem de otro. Este procesamiento adicional a nivel ítem-específico de los atributos distintivos proporciona información discriminativa durante la recuperación, lo cual favorece el rechazo de las alternativas que no poseen un detalle específico (Tulving, 1981). Por el contrario, en la condición DS, la mayor carga de información a codificar dificulta la atención selectiva dirigida a las características particulares, con la consecuencia de una peor habilidad para discriminar entre las alternativas similares presentadas en la recuperación.

Este razonamiento podría aplicarse también para explicar porqué la similitud produjo un mayor efecto positivo a medida que aumentaba el tamaño del set (véase Figura 5.4). Las diferencias entre la presentación de ítems similares y disimilares durante la fase de codificación aumentaron a medida que se presentaba mayor cantidad de ítems, debido al contraste entre la estabilidad en la ejecución producida por la presencia de similitud y el declive progresivo producido por la presentación de ítems disimilares. Es posible argumentar que, cuando se muestran pocos ítems, los participantes son capaces de mantener todas sus características individuales; no obstante, cuando el tamaño del set aumenta hasta cierto punto, la capacidad de la memoria visual de trabajo se sobrecarga (Luck y Vogel, 1997) y emerge con más facilidad un esquema común del episodio, que resulta ser más eficiente ya que produce una disminución de la carga de información, con la consecuencia de que la similitud en la codificación da lugar a un mayor efecto positivo.

El patrón general de los resultados también puede ser descrito por los modelos duales de reconocimiento, que distinguen entre los procesos de familiaridad y recolección. Según estos modelos, en la condición SD, que obtiene tiempos de respuesta más rápidos, es posible que los

participantes se basaran en juicios únicamente de familiaridad. Este hecho es consistente con los trabajos de Heathcote, Raymond y Dunn (2006) y Rotello y Heit (1999), en los que afirman que en esta condición la recolección no está implicada puesto que las alternativas disimilares presentadas en la fase de recuperación no se corresponden con ninguna de las pistas almacenadas en memoria, motivo por el cual la familiaridad evocada por el target es suficiente para responder acertadamente. Sin embargo, la mayor dificultad en el resto de condiciones, que se ve reflejada en mayores tiempos de respuesta, grados de seguridad inferiores y menor reconocimiento correcto, parece indicar que es menos probable basar la decisión únicamente en una sensación de familiaridad, por lo que la recolección podría haber actuado y dominado la decisión en el reconocimiento. Aunque plausible, esta interpretación es un tanto especulativa ya que este experimento no aborda directamente esta cuestión y además no cuenta con suficientes evidencias empíricas que permitan apoyarla.

En resumen, nuestros resultados indican que las manipulaciones de la similitud tienen un fuerte impacto en la recuperación, aunque la discriminación en esta fase está moderada por el tipo de procesamiento implicado en la codificación. Los datos parecen mostrar que la similitud en la codificación y la consiguiente puesta en marcha de procesos holísticos como el procesamiento relacional de la información presentada, ha sido beneficiosa, hecho que se observa tanto en la mayor puntuación obtenida en la condición SD como en la superioridad de la condición SS sobre DS.

Una vez presentada la discusión de los resultados obtenidos, que son claros y consistentes, debemos preguntarnos hasta qué punto las tendencias observadas (especialmente el hallazgo inesperado de la superioridad de la condición SS respecto a la condición DS) responden concretamente al tipo de material utilizado, debido a que se trata de estímulos fácilmente segregables en sus partes constituyentes y, por lo tanto, resulta más eficiente focalizar la atención en los detalles distintivos una vez se han descartado los elementos comunes. Para poder afirmar que efectivamente la similitud en la codificación resulta positiva para el reconocimiento visual, resulta necesario comprobar si los efectos hallados se replican utilizando un tipo de material más simple, menos segregable en partes y cuya similitud además pueda ser determinada mediante un procedimiento más objetivo.

## **5.3. Experimento 2: Reconocimiento de elección forzada entre varias alternativas (polígonos)**

### ***5.3.1. Introducción***

A la vista de los resultados obtenidos en el Experimento 1, se planteó la necesidad de realizar una replicación de la tarea basada en la utilización de otro tipo de material visual, más simple en el sentido de que es más difícil de segmentar en sus partes constituyentes y menos proclive a ser codificado en términos semánticos o verbales. Un cambio en el tipo de material visual empleado y por lo tanto en el tipo de similitud, permite comprobar si las diferencias halladas en el Experimento 1 fueron efectivamente debidas al tipo de tarea y a la manipulación de la similitud o bien a las características del material, especialmente a su complejidad.

Con este objetivo diseñamos un segundo experimento, análogo al primero, pero para el cual se escogió un set de polígonos aleatorios, creados mediante un software especial que genera familias de polígonos similares a partir de un prototipo (las características particulares se describen en apartados siguientes). Así pues, se introdujo una mejora respecto al Experimento 1, que es la de contar con un juego de material visual en el que la similitud está determinada de forma más objetiva, mediante la manipulación de una serie de parámetros.

Además, en este experimento todos los participantes realizaron una tarea concurrente de supresión articulatoria en todos los ensayos. Esta decisión estaba basada en los resultados del Experimento 1, que mostraron que esta variable influía en el rendimiento general, indicando cierta contribución verbal en la tarea visual, que pretendemos minimizar con el fin de obtener una medida más puramente visual.

En resumen, el hecho de replicar el patrón de resultados hallado en el experimento previo con un tipo de material visual distinto y menos complejo permite obtener conclusiones con mayor fiabilidad en lo que al efecto de similitud se refiere.

### 5.3.2. Método

#### 5.3.2.1. Participantes

Participaron en el experimento 30 estudiantes de la Facultad de Psicología de la Universitat Autònoma de Barcelona, 28 mujeres y 2 hombres, de edades comprendidas entre 17 y 32 años ( $M=20,03$  años,  $DE=3,2$ ). Todos los participantes presentaban visión normal o corregida.

#### 5.3.2.2. Materiales

El experimento se llevó a cabo en un ordenador con procesador Pentium IV CPU a 3,00 GHz y 512MB de RAM, con monitor de 21'', resolución de 1024 x 768 píxeles y tasa de refresco de 76 Hz. El software utilizado para la presentación de estímulos y el registro de respuestas fue E-Prime versión 1.2.1.847 (Psychology Software Tools, Inc).

Se empleó el programa MatLab versión 7.0 para la creación de los estímulos. Se utilizó el procedimiento de generación de polígonos propuesto por Collin y McCullen (2002) que mediante la implementación de un código de lenguaje de programación en MatLab (ShapeFamily.m), genera polígonos aleatorios que pueden ser manipulados a través de diferentes parámetros como la longitud, el número de lados, el vértice o la semejanza entre prototipos. Entre estos parámetros destaca este último, ya que hace referencia a cómo el software cambia las localizaciones de los vértices en direcciones y distancias aleatorias para crear miembros similares al prototipo. La distancia varía en una distribución de probabilidad que tiene un rango de 0 a 1, de manera que cuanto mayor es el valor, menor es la distancia media en la que cambia un vértice cuando se crea un polígono.

Dichos polígonos reciben el nombre de *Attneave Shapes* (Attneave, 1957) y se definen como familias de formas en dos dimensiones que difieren en el grado de similitud entre ellas a partir de un prototipo y que están diseñadas de forma algorítmica. Este método de generación de formas aporta la ventaja de que permite configurar un set preciso y objetivo respecto al uso de figuras arbitrarias, cuyas características visuales son difícilmente cuantificables en términos objetivables y por lo tanto no permiten determinar el grado de similitud de forma controlada. Para el presente experimento se generaron diferentes grupos de familias de polígonos mediante el código de programación descrito anteriormente con los siguientes parámetros: número de lados de entre 8 y 10, 6 puntos o vértices que cambian (valor por defecto), método aleatorio de elección y coeficiente de similitud igual a 0,8 que es el valor recomendado por Collin y McMullen (2002) para crear formas con un grado de similitud subjetiva. Los polígonos eran negros y su tamaño era de 80 x 80 píxeles (véase Anexo F).

El set de polígonos utilizado fue sometido a la evaluación de los mismos jueces por el procedimiento descrito en el Experimento 1. El acuerdo entre evaluadores fue también muy elevado en este caso ( $W$  de Kendall=,85) y las medias obtenidas fueron de 3,94 ( $DE=0,48$ ) para los polígonos similares y de 1,57 ( $DE=0,44$ ) para polígonos disimilares (véase Anexo B). La comparación de medias reveló un efecto significativo de la variable similitud:  $t(9)=24,091$ ,  $p<,001$ , confirmando de nuevo la existencia de diferencias significativas entre las puntuaciones de los sets de ítems similares y disimilares. Estas diferencias apoyan el criterio objetivo, es decir, los sets de polígonos similares difieren de los disimilares en lo que a similitud subjetiva se refiere. Además se compararon las medias de los sets similares y disimilares de polígonos con las de los de letras chinas. El análisis de la variancia con medidas repetidas no reveló diferencias a nivel del tipo de material ni de la interacción entre similitud y material ( $F<1$ ), indicando que las medias no difieren en función de si se presentan polígonos o letras chinas, con lo cual, se puede asumir que el grado subjetivo de similitud es el mismo para ambos tipos de material.

El número de estímulos empleados así como la creación de listas y rotaciones de los materiales fueron los mismos que en el Experimento 1.

### 5.3.2.3. Diseño

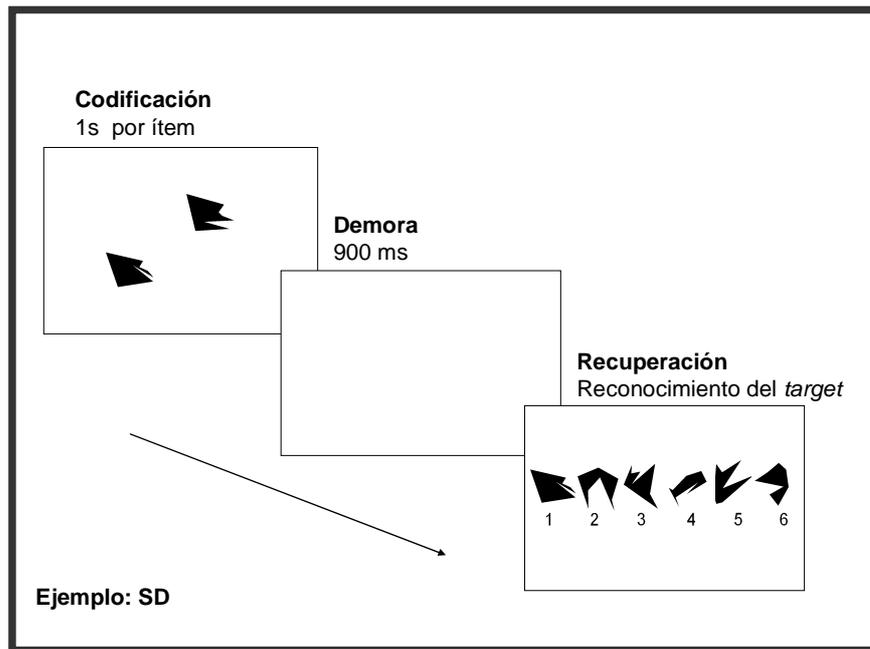
La variable dependiente era la proporción de aciertos en el reconocimiento, aplicando la corrección [aciertos-(errores/5)]. Las variables independientes intrasujeto eran tres: tamaño del set, con 4 niveles (2, 3, 4 y 5), similitud en la codificación, con 2 niveles (similitud, disimilitud) y similitud en la recuperación, con 2 niveles (similitud, disimilitud). De las combinaciones entre estas dos variables resultaban las mismas cuatro condiciones experimentales (SD, SS, DS y DD) dentro de cada nivel del tamaño del set. El resultado era un diseño intrasujeto multifactorial univariable  $4 \times 2 \times 2$ .

También en este caso se tuvieron en cuenta las variables dependientes complementarias tiempo de respuesta y grado de seguridad.

El número total era de 80 ensayos, 20 para cada nivel del tamaño del set (2, 3, 4 o 5 ítems en la fase de codificación) de los cuales 5 correspondían a cada condición experimental, resultando en 20 ensayos totales en cada combinación similitud-disimilitud. La presentación era aleatoria.

### 5.3.2.4. Procedimiento

El procedimiento fue el mismo que el empleado en el Experimento 1 y se esquematiza en la Figura 5.6.



**Figura 5.6:** Esquema del procedimiento empleado. Ejemplo de la presentación de un ensayo de la condición SD.

### 5.3.3. Resultados

#### 5.3.3.1. Análisis de los datos de reconocimiento

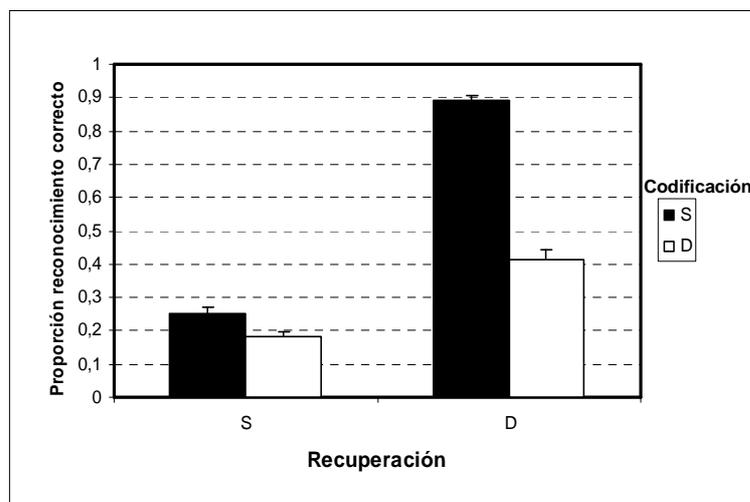
El procedimiento empleado para el cálculo del nivel de azar fue el mismo que en el Experimento 1 (IC de 95% entre 10,78% y 22,45%). Las puntuaciones globales de acierto brutas difirieron significativamente del nivel de azar  $t(29)=28,687$ ,  $p<,001$  (véase Anexo E). También en este caso se optó por corregir las puntuaciones brutas, situando en 0 el nivel de azar para facilitar la comparación entre experimentos.

**Tabla 5.4:** Estadísticos descriptivos generales. Proporción corregida de reconocimiento (desviaciones estándar) en cada condición.

Tamaño del set	Condición			
	SS	SD	DS	DD
2	0,42 (0,30)	0,93 (0,11)	0,42 (0,21)	0,62 (0,32)
3	0,25 (0,22)	0,87 (0,15)	0,12 (0,18)	0,43 (0,29)
4	0,18 (0,21)	0,90 (0,19)	0,08 (0,18)	0,38 (0,32)
5	0,14 (0,21)	0,86 (0,17)	0,10 (0,21)	0,24 (0,23)

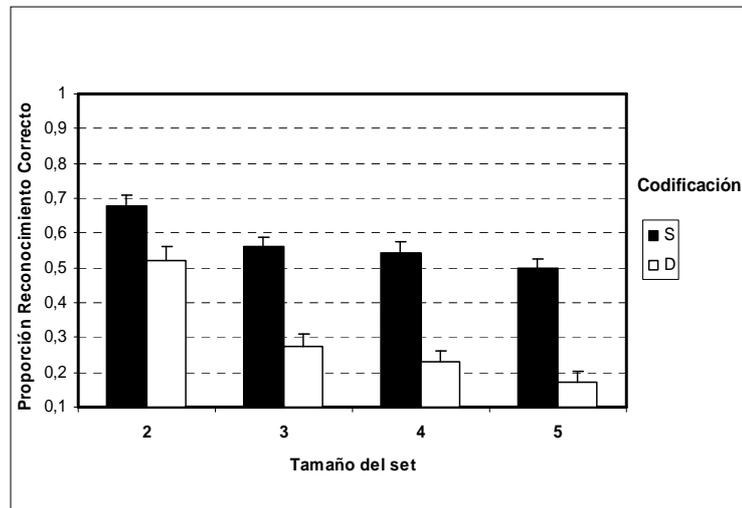
Nuevamente, el test no paramétrico de Kolmogorov-Smirnov demostró que existía normalidad en la distribución de las medidas. La proporción media corregida de reconocimiento correcto (véase Tabla 5.4) se sometió a un análisis intrasujeto de la variancia factorial con medidas repetidas (Modelo Lineal General)  $2 \times 2 \times 4$ , para evaluar el efecto individual y conjunto de los factores similitud en la codificación (similitud, disimilitud), similitud en la recuperación (similitud, disimilitud) y tamaño del set (2, 3, 4 o 5 ítems).

Consistentemente con el Experimento 1, los resultados del análisis revelaron significación en los tres efectos principales: en la codificación el reconocimiento fue superior cuando había similitud ( $M=0,57$ ) respecto a cuando había disimilitud ( $M=0,30$ ):  $F(1,29)=151,382$ ,  $p<,001$ ,  $MSE=0,058$ ,  $\eta_p^2=,84$  mientras que en la recuperación se observó el patrón contrario: el reconocimiento fue superior cuando había disimilitud ( $M=0,65$ ) en comparación a cuando había similitud ( $M=0,22$ ):  $F(1,29)=578,030$ ,  $p<,001$ ,  $MSE=0,040$ ,  $\eta_p^2=,95$ . Este efecto estaba modulado por la interacción significativa entre similitud en la codificación y similitud en la recuperación  $F(1,29)=112,097$ ,  $p<,001$ ,  $MSE=0,044$ ,  $\eta_p^2=,79$ , que era debida, de nuevo, a que las diferencias producidas por la presentación de ítems similares en la codificación eran significativamente superiores cuando los ítems eran disimilares en la recuperación respecto a cuando éstos eran similares ( $p<,001$ ), como puede apreciarse en la Figura 5.7. Siguiendo la misma tendencia hallada en el Experimento 1, la condición que obtuvo mayor proporción de reconocimiento correcto fue SD ( $M=0,89$ ;  $DE=0,09$ ) seguida por DD ( $M=0,42$ ;  $DE=0,15$ ), SS ( $M=0,25$ ;  $DE=0,12$ ) y finalmente DS ( $M=0,18$ ;  $DE=0,09$ ). Las comparaciones por pares ajustadas mediante la corrección de Bonferroni revelaron que la diferencia de medias entre las 4 combinaciones entre sí fue significativa en todos los casos ( $p<,05$ ). La interacción triple no resultó significativa ( $F<1$ ).



**Figura 5.7:** Gráfico de la interacción entre similitud en la codificación y similitud en la recuperación. Las barras representan el error estándar.

Por otro lado, el efecto principal tamaño del set indicó que la ejecución disminuía a medida que aumentaba el número de ítems a recordar:  $F(3,87)=29,200$ ,  $p<,001$ ,  $MSE=0,054$ ,  $\eta_p^2=,50$ , aunque en esta ocasión el efecto estaba modulado por dos interacciones significativas: por un lado entre similitud en la codificación y tamaño del set  $F(3,87)=2,842$ ,  $p=,042$ ,  $MSE=0,066$ ,  $\eta_p^2=,09$  y por otro entre similitud en la recuperación y tamaño del set  $F(3,87)=4,335$ ,  $p=,007$ ,  $MSE=0,033$ ,  $\eta_p^2=,13$ . En la misma línea que en el experimento anterior, los contrastes adicionales indicaron que la causa de la primera interacción fue que la diferencia entre similitud y disimilitud en la codificación era significativamente menor en el tamaño del set 2 que en el tamaño del set 5 ( $p=,008$ ). Además, en ambos niveles de la variable similitud, la diferencia entre las medias de acierto solamente era significativa al comparar el tamaño del set 2 con el resto ( $p<,05$ ), mientras que las medias entre los tamaños del set 3, 4 y 5 no difirieron entre sí (véase Figura 5.8).



**Figura 5.8:** Proporción de reconocimiento corregido en función del tamaño del set y de la similitud en la codificación. Las barras representan el error estándar.

Con respecto a la segunda interacción, se observó que cuando había similitud en la recuperación, nuevamente se encontraron diferencias únicamente al comparar el tamaño del set 2 con el resto ( $p<,001$ ), pero cuando había disimilitud, también el tamaño del set 3 difería significativamente del 5 ( $p=,038$ ). Sin embargo, en esta interacción no se refleja el patrón anterior, que mostraba que la diferencia entre similitud y disimilitud aumenta significativamente a medida que se presentan más estímulos en la codificación, puesto que las diferencias entre similitud y disimilitud en la recuperación no difirieron entre sí ( $p>,05$ ).

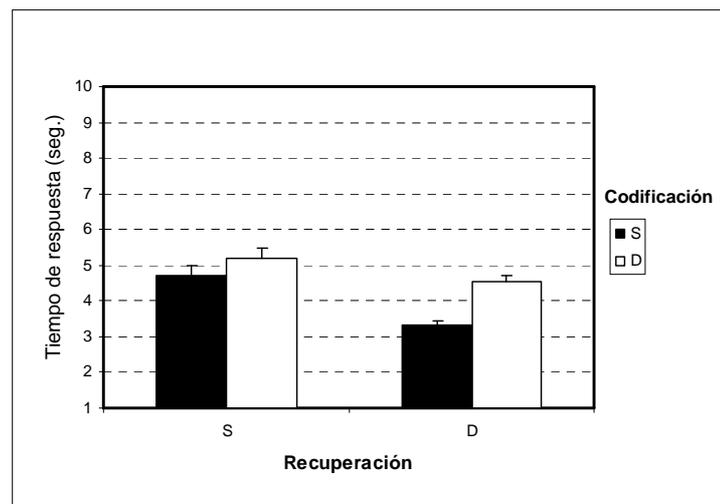
### 5.3.3.2. Análisis del tiempo de respuesta

Como en el experimento anterior, los tiempos de respuesta situados 3 desviaciones estándar por encima de la media no fueron tenidos en cuenta en los análisis (debido a este criterio se eliminó un 2,2% de los ensayos). En la Tabla 5.5 se muestran las medias y desviaciones estándar del tiempo de respuesta expresado en segundos en cada condición experimental.

**Tabla 5.5:** Medias (desviaciones estándar) del tiempo de respuesta (seg.) en cada condición

Tamaño del set	Condición			
	SS	SD	DS	DD
2	4,36 (1,72)	2,96 (0,71)	4,67 (1,25)	3,98 (1,10)
3	4,89 (1,87)	3,46 (1,01)	5,43 (1,79)	4,89 (1,41)
4	4,98 (1,49)	3,16 (0,93)	5,32 (1,88)	4,46 (1,47)
5	4,66 (1,48)	3,63 (1,16)	5,40 (1,83)	4,78 (1,56)

Los resultados del ANOVA sobre el tiempo de respuesta revelaron que los tres efectos principales eran significativos. Respecto al tamaño del set, los tiempos de respuesta eran mayores a medida que aumentaba el número de ítems a recordar:  $F(3,87)=14,081$ ,  $p<,001$ ,  $MSE=0,813$ ,  $\eta_p^2=,33$ . En cuanto a la manipulación de la similitud, los tiempos de respuesta eran inferiores cuando había similitud en la codificación ( $M=4,95$ ) respecto a cuando había disimilitud ( $M=5,60$ ):  $F(1,29)=68,941$ ,  $p<,001$ ,  $MSE= 1,264$ ,  $\eta_p^2=,70$ . En cambio, los tiempos de respuesta fueron inferiores cuando había disimilitud en la recuperación ( $M=4,79$ ) en comparación a cuando había similitud ( $M=5,77$ ):  $F(1,29)=57,376$ ,  $p<,001$ ,  $MSE=2,309$ ,  $\eta_p^2=,66$ . Estos efectos estaban modulados por la interacción significativa entre similitud en la codificación y similitud en la recuperación  $F(1,43)=13,277$ ,  $p=,001$ ,  $MSE= 1,251$ ,  $\eta_p^2=,31$  (véase Figura 5.9), causada de nuevo porque las diferencias en el tiempo de respuesta debidas a la presentación de ítems similares en la codificación eran significativamente superiores cuando los ítems eran disimilares en la recuperación respecto a cuando éstos eran similares ( $p<,001$ ). Además, las comparaciones por pares ajustadas mediante la corrección de Bonferroni mostraron que las diferencias entre las cuatro condiciones eran significativas en todos los casos ( $p<,05$ ).



**Figura 5.9:** Gráfico de la interacción entre similitud en la codificación y similitud en la recuperación en la medida tiempo de respuesta. Las barras representan el error estándar.

### 5.3.3.3. Análisis del grado de seguridad

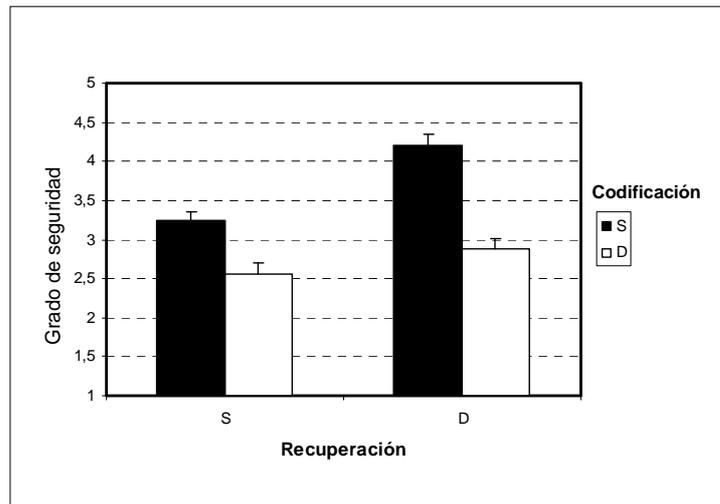
Los efectos de las variables independientes sobre la medida subjetiva grado de seguridad, expresados en una escala del 1 al 5, se sometieron también a un análisis de la variancia. Las medias de cada condición se recogen en la Tabla 5.6.

**Tabla 5.6:** Medias (desviaciones estándar) del grado de seguridad en cada condición

Tamaño del set	Condición			
	SS	SD	DS	DD
2	3,66 (0,77)	4,39 (0,67)	3,06 (0,91)	3,48 (0,75)
3	3,26 (1,03)	4,02 (0,72)	2,43 (0,79)	2,76 (0,88)
4	3,07 (0,75)	4,23 (0,73)	2,49 (0,97)	2,75 (0,82)
5	3,02 (0,79)	4,20 (0,79)	2,25 (0,85)	2,57 (0,78)

Los tres efectos principales fueron significativos: la similitud en la codificación produjo niveles de seguridad superiores ( $M=3,73$ ) en comparación a cuando los ítems eran disimilares ( $M=2,72$ ):  $F(1,29)=197,636$ ,  $p<,001$ ,  $MSE=0,618$ ,  $\eta_p^2=,87$ , mientras que en la recuperación se observó el patrón era el contrario: el grado de seguridad era superior cuando los ítems eran disimilares ( $M=3,55$ ) respecto a cuando eran similares ( $M=2,91$ ):  $F(1,29)=61,478$ ,  $p<,001$ ,  $MSE= 0,814$ ,  $\eta_p^2=,68$ . El factor tamaño del set indicó que el grado de seguridad disminuía significativamente a medida que aumentaba el número de ítems a recordar  $F(3,87)=29,229$ ,  $p<,001$ ,  $MSE= 0,336$ ,  $\eta_p^2=,50$ .

Estos efectos principales estaban modulados por las interacciones significativas entre similitud en la codificación y similitud en la recuperación  $F(1,29)= 20,934$ ,  $p<,001$ ,  $MSE= 0,560$ ,  $\eta_p^2=,42$  (véase Figura 5.10) y entre las variables tamaño del set y similitud en la codificación  $F(3,87)=3,768$ ,  $p=,014$ ,  $MSE= 0,274$ ,  $\eta_p^2=,12$ .



**Figura 5.10:** Gráfico de la interacción entre similitud en la codificación y similitud en la recuperación en la medida grado de seguridad. Las barras representan el error estándar.

### 5.3.4. Discusión

El objetivo de este segundo experimento era el de someter a prueba un tipo de material visual distinto, que tampoco tiene una representación previa en la memoria a largo plazo de los participantes, replicando el diseño del Experimento 1 con el fin de estudiar el efecto de la similitud visual en el reconocimiento con otra clase de estímulos. En este caso, el material empleado fueron polígonos aleatorios, que aportan la ventaja de que son creados con criterios objetivos mediante la implementación de un software especial. Esta clase de formas dan lugar a un tipo de similitud diferente al obtenido con los caracteres chinos, puesto que son figuras menos complejas y difícilmente segregables en partes distintas. Además, están menos sujetas a la recodificación verbal puesto que, al ser más abstractas, no tienen un referente verbal al que puedan ser fácilmente asociadas.

Sin embargo los resultados mostraron que, a pesar de utilizar un tipo de material más simple, las tendencias fueron idénticas a las obtenidas en el Experimento 1. Se observó de nuevo un efecto interactivo de la similitud en la codificación y en la recuperación, que era consecuencia del mayor acierto en la condición SD. Hay que destacar que en este experimento, la diferencia en el rendimiento entre esta condición y el resto era todavía mayor que en el anterior, lo cual sugiere que, posiblemente, la abstracción de un patrón global resulta más

facilitada con la presentación de este tipo de material visual, menos segregable en partes distintas y por lo tanto con menos atributos distintivos. El hecho de que la condición SD diera lugar a un nivel de reconocimiento claramente superior al resto, especialmente si se compara con el experimento en el que se utilizaban letras chinas, es consistente con el punto de vista de Goldstone y Barsalou (1998), que hipotetizaron que los participantes tienden a procesar los estímulos similares de forma holística en lugar de focalizar la atención en las propiedades particulares y que este tipo de procesamiento es especialmente eficiente cuando los estímulos en cuestión son difícilmente separables en las partes que los componen.

No obstante, todavía resulta más interesante haber encontrado también en este caso diferencias entre las condiciones críticas SS y DS en favor nuevamente de SS, hecho que apunta a que, a pesar de tratarse de estímulos que contienen menos atributos distintivos, los participantes fueron capaces de focalizar la atención en aquellos elementos que distinguían un ítem de otro. Esto es así puesto a que, como ya se ha comentado, en la condición SS es necesario haber codificado los detalles distintivos con el fin de acertar el target entre alternativas similares. Posiblemente en este caso, dichos detalles no eran partes concretas de los ítems sino aspectos más globales como el grado de apertura de los vértices de los polígonos. Aunque los datos parecen indicar que, a nivel del efecto de similitud producido, ambos materiales se comportan de manera equiparable, existen algunas diferencias notables entre el presente experimento y el precedente, en el que se emplearon letras chinas. Concretamente, las diferencias se hallan en las condiciones que presentan similitud en la recuperación (SS y DS) en las cuales se constató un peor rendimiento global con el uso de polígonos respecto a las letras chinas.

Como ya señalaron Fitts, Weinstein, Rappaport, Anderson y Leonard (1956) la complejidad de la forma de un objeto influye directamente en su recuerdo o reconocimiento. Por ejemplo, en tareas de reconocimiento se ha encontrado que las formas más complejas son más fácilmente discriminables mientras que las formas redundantes o que contienen menos información son más difíciles de discriminar pero en cambio necesitan menos ensayos para ser correctamente reproducidas. Siguiendo este razonamiento, si bien los polígonos son figuras más simples que las letras chinas, esto no implica que sean más fácilmente reconocidas puesto que son más difíciles de comparar entre sí. Las letras chinas son más complejas, tienen más detalles, con lo cual resultan más difíciles de retener pero son más fácilmente comparables y, por lo tanto, discriminables. Por este motivo cuando en la recuperación se presentan alternativas similares, el rendimiento resulta mucho más perjudicado cuando se emplean polígonos, ya que su estructura más abstracta y simplificada beneficia la codificación y retención pero en cambio empeora la recuperación.

Así pues, parece confirmarse de nuevo que la similitud en la codificación resultó positiva para el reconocimiento mediante procesos de simplificación y reducción de la carga de memoria. En la misma línea que en el Experimento 1, esta ventaja se observó de forma clara en el hecho que las diferencias entre similitud y disimilitud en la codificación aumentaban a medida que se presentan más ítems a recordar (véase Figura 5.9). Tal y como se ha argumentado en la discusión anterior, la simplificación resulta más eficiente en los tamaños del set mayores, mientras que en los más pequeños, se dispone todavía de suficiente capacidad de memoria de trabajo para retener los detalles específicos de los ítems, con lo cual los procesos de simplificación no son tan necesarios para una correcta ejecución. Sin embargo, este patrón no se observó en la recuperación, puesto que las diferencias entre similitud y disimilitud de los ítems en esta fase no variaron sensiblemente entre los diversos tamaños del set. De todas formas, hay que tener en cuenta que la dificultad introducida por la presencia de ítems similares en la recuperación, especialmente en el tamaño del set mayor, pudo ser la responsable de una ejecución muy pobre, con lo cual debe tomarse con cautela este resultado.

Por último, destacar que también en esta ocasión, las medidas complementarias de tiempo de respuesta y nivel de seguridad fueron en la misma línea que los resultados de reconocimiento: una vez más, las variables que produjeron un mayor acierto fueron acompañadas de tiempos de respuesta menores y niveles de seguridad más elevados y lo contrario se observó para las variables que produjeron una menor tasa de reconocimiento correcto. Así pues, observamos de nuevo que tanto una medida objetiva (tiempo de respuesta) como una subjetiva (seguridad) apoyan completamente a los datos de reconocimiento, aportando consistencia a los resultados.

A la vista de los resultados obtenidos en los Experimentos 1 y 2, surge una nueva pregunta: si los efectos positivos de similitud en la codificación se deben especialmente al tipo de tarea de reconocimiento empleado. Hemos comprobado que el efecto se replica con las dos clases de material utilizado a pesar de presentar distintos grados de complejidad. Sin embargo, es posible que las características del tipo de recuperación influyan en mayor medida que el tipo de material empleado en los procesos que se dan en el momento de la codificación. Por este motivo, nos planteamos la necesidad de someter a prueba el efecto de similitud con un tipo de tarea de reconocimiento basado principalmente en la comparación entre los ítems y la información retenida en memoria, mediante el paradigma de reconocimiento Sí/No, en lugar de emplear una tarea en la que los participantes deben establecer las comparaciones entre alternativas. El hecho de no contar con alternativas que contrastar entre sí durante la recuperación, hace que la tarea no pueda realizarse únicamente mediante procesos de descarte de ítems, sino que en principio requiere una precisión y una demanda de memoria mayores.

Además, la tarea de reconocimiento Sí/No, que se emplea en el siguiente experimento, comporta ciertas ventajas respecto a la utilizada hasta el momento ya que permite obtener más información a nivel no sólo de porcentaje correcto de reconocimiento sino de aciertos, por un lado, y de falsas alarmas, por otro. La obtención de estas medidas da pie a un análisis de discriminación más detallado y además posibilita la obtención de curvas ROC y  $z$ -ROC, que aportan información muy valiosa para poder caracterizar los procesos subyacentes al reconocimiento en términos de familiaridad y recolección. La posterior comparación entre tareas permitirá observar si se producen diferencias en el efecto de similitud en función del tipo de recuperación empleado.

## 5.4. Experimento 3: Reconocimiento Sí/No (letras chinas)

### 5.4.1. Introducción

Partiendo de los resultados hallados en los Experimentos 1 y 2, en los que se observó un efecto claramente positivo de la similitud en la codificación independientemente del tipo de material visual empleado, surgió la necesidad de comprobar si el efecto se obtiene también empleando un tipo de recuperación diferente que permita analizar con mayor detalle los procesos de reconocimiento.

Para ello, diseñamos un tercer experimento en el que se utilizó la tarea modificada de Sternberg (1966), en la que los participantes debían indicar si el ítem presentado en la fase de test había aparecido previamente o no. Este tipo de tarea, que recibe el nombre de *single probe recognition* o de reconocimiento Sí/No, es una de las pruebas de reconocimiento más ampliamente empleadas en las investigaciones sobre memoria de trabajo visual (Allen et al., 2006; Ueno, Allen, Baddeley, Hitch y Saito, enviado; Wheeler y Treisman, 2002, entre otros) y potencialmente proporciona una medida de memoria menos sesgada (Gajewski y Brockmole, 2006) ya que no existe interferencia provocada por otras alternativas presentadas en la fase de test.

Esta tarea propicia además el análisis de los aciertos y de las falsas alarmas, análisis que representa una ventaja frente a los experimentos previos puesto que permite observar no sólo los ítems correctamente juzgados como estudiados sino los errores que se dan ante la presentación de ítems nuevos, similares o disimilares. Las proporciones de aciertos y falsas alarmas en función del nivel de seguridad son la base para la elaboración de curvas ROC y z-ROC, que de alguna manera reflejan la contribución de los procesos de familiaridad y recolección en el reconocimiento.

Basándonos en los resultados de los dos primeros experimentos, el tamaño del set se redujo a únicamente 3 y 4 ítems. En los experimentos previos, se observó una disminución del rendimiento a medida que se presentaban más ítems en la fase de codificación. Debido a que en este caso interesaba especialmente realizar un análisis más minucioso de los aciertos pero también de las falsas alarmas, descartamos los tamaños de set extremos (2 y 5) con el fin de evitar posibles efectos suelo y techo respectivamente. El número de ítems presentados (3 o 4) no sobrepasa el límite de la capacidad de memoria de trabajo visual (Luck y Vogel, 1997) lo cual conlleva la garantía de que los participantes son capaces, en términos generales, de almacenar en memoria todos los estímulos.

De nuevo, y como consecuencia de los resultados del Experimento 1, en todos los ensayos los participantes debían realizar una tarea concurrente de supresión articulatoria, con el fin de minimizar en lo posible la contribución verbal.

En resumen, el objetivo concreto era el de determinar si los efectos de similitud encontrados en los Experimentos 1 y 2, en los que se empleaba una tarea de reconocimiento de elección forzada entre varias alternativas, se observan también cuando el test consiste en reconocer si el ítem presentado ha aparecido previamente o no (tarea de respuesta Sí/No), forzando a los participantes a comparar el target con los ítems almacenados en memoria.

## **5.4.2. Método**

### **5.4.2.1. Participantes**

Participaron en el experimento 30 estudiantes de la Titulación de Psicología de la Universitat Autònoma de Barcelona, 26 mujeres y 4 hombres, de edades comprendidas entre 18 y 35 años ( $M=19,3$ ,  $DE=3,4$ ). Todos los participantes presentaban visión normal o corregida.

### **5.4.2.2. Materiales**

Los materiales utilizados fueron los mismos que en el Experimento 1, es decir letras chinas, y el programa utilizado para la presentación de los ítems y registro de respuestas fue DMDX versión 3 (Forster y Forster, 2003). En este caso, para cada nivel de tamaño del set, se construyeron 6 listas, cada una de las cuales contenía 8 grupos de 3 o 4 ítems (la mitad similares y la otra mitad disimilares entre sí) y que aparecían aleatoriamente en la fase de codificación. A partir de estas listas se realizaron 3 versiones del experimento mediante rotaciones del material, en las que a cada lista utilizada para la fase de codificación le correspondía un probe correcto o bien un foil similar o uno disimilar en la fase de recuperación. Asimismo se controló la posición del target en la fase de codificación, que aparecía el mismo número de veces en cada cuadrante de la pantalla.

### **5.4.2.3. Diseño**

La variable dependiente era la proporción de reconocimiento correcto. Las variables independientes eran tres: tamaño del set, con 2 niveles (3 o 4 estímulos), similitud en la fase de codificación con 2 niveles (similitud/disimilitud) y tipo de ítem en la fase de recuperación con 3 niveles (foil similar/ foil disimilar/ target). De las combinaciones resultaban seis condiciones experimentales para cada nivel de tamaño del set, es decir, en función de la fase, los ensayos

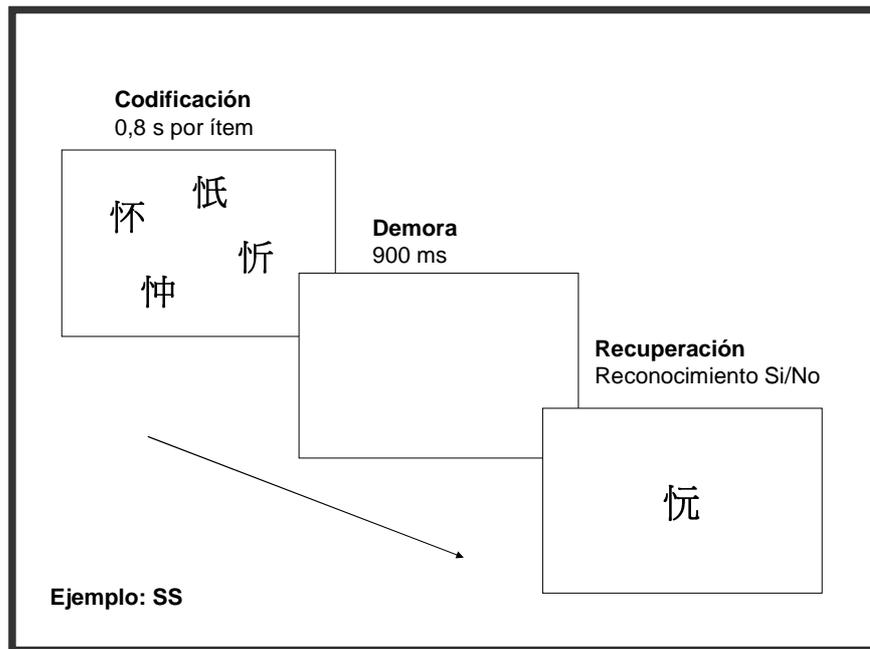
podían contener: a) ítems similares en la codificación y un foil similar a los anteriores en la fase de recuperación, b) ítems similares en la codificación y un foil disimilar a los anteriores en la fase de recuperación, c) ítems similares en la codificación y un ítem igual a uno de los anteriores en la recuperación (target), d) ítems disimilares en la codificación y un foil similar a alguno de los anteriores e) ítems disimilares y un foil disimilar en la recuperación y f) ítems disimilares y un ítem igual a uno de los anteriores en la recuperación (target). En total había ocho ensayos de cada una de las seis condiciones experimentales descritas por cada condición de tamaño del set y la presentación era aleatoria. Cabe destacar que un diseño similar ha sido empleado con anterioridad en este tipo de tareas (Malmberg, Holden y Shiffrin, 2004). El resultado era un diseño intrasujeto multifactorial univariante  $2 \times 2 \times 3$ .

Igual que en los experimentos precedentes, se contó también con las medidas complementarias tiempo de respuesta y grado de seguridad.

#### 5.4.2.4. Procedimiento

La tarea se realizó individualmente en una sala oscura e insonorizada y la distancia del participante al monitor era de 50 cm. La experimentadora explicaba verbalmente la tarea (véase Anexo D) y a continuación empezaba la fase de entrenamiento, consistente en 8 ensayos. La duración total aproximada era de 25 minutos.

Igual que en el Experimento 1, el número de estímulos que aparecían en la fase de codificación era aleatoria y el tiempo que se presentaban los ítems era de 0,8 segundos por ítem (Atkinson y Shiffrin, 1968; Coltheart, 1993), de forma que en los ensayos de 3 ítems la duración de presentación era de 2,4 segundos y en los de 4 era de 3,2 segundos. En la fase de codificación se presentaban 3 o 4 caracteres chinos (similares o disimilares) de color negro sobre un fondo blanco y dispuestos nuevamente de manera equidistante formando un patrón circular. El tamaño de los caracteres era de 80 x 80 píxeles. Después de un intervalo en blanco de 900 ms., aparecía la fase de recuperación, que en este caso consistía en la presentación de un solo carácter, que podía ser idéntico a uno de los presentados previamente o bien diferente. En este último caso, podía ser similar o disimilar a los de la fase anterior (véase Figura 5.11). La tarea consistía en decidir si el ítem había aparecido o no en la codificación, pulsando las teclas “s” (respuesta SI) o “n” (respuesta NO). De la misma manera que en los experimentos anteriores, después de cada ensayo se requería el grado de seguridad en responder y tanto estos valores como el tiempo de respuesta eran registrados por el software. El número total era de 96 ensayos, 48 para cada nivel del tamaño del set.



**Figura 5.11:** Esquema del procedimiento empleado. Ejemplo de la presentación de un ensayo de la condición SS.

En todos los ensayos se requería que los participantes suprimieran la articulación mediante la repetición en voz alta de la secuencia “1, 2, 3, 4”, a un ritmo de dos dígitos por segundo. La supresión empezaba antes de cada ensayo por indicación de una instrucción en la pantalla y duraba durante todo el tiempo en que los ítems de la fase de codificación eran visibles.

### 5.4.3. Resultados

#### 5.4.3.1. Análisis de los datos de reconocimiento

A partir de los valores de cada nivel de la variable similitud en la recuperación (foil similar/ foil disimilar/ target) se obtuvieron los aciertos (responder “sí” al target) y las falsas alarmas (responder “sí” a un foil similar o disimilar). Se analizaron las puntuaciones corregidas de reconocimiento obtenidas mediante la sustracción de las falsas alarmas de los aciertos (Aciertos – FA), corrección que se ha utilizado en la mayoría de estudios similares (Allen et al., 2006; Holdstock et al., 2002, Ueno et al., enviado; Wheeler y Treisman, 2002). Mediante esta corrección se obtiene la puntuación de reconocimiento para cada una de las cuatro condiciones que nos interesan -SS, SD, DS y DD- (véase Tabla 5.7). Se analizaron también los parámetros

derivados de la TDS,  $A'$  y  $d'$  que miden la discriminabilidad<sup>17</sup>, así como sus parámetros de sesgo de respuesta,  $B''$  y  $c$ , respectivamente (Macmillan y Creelman, 1991; Stanislaw y Todorov, 1999) -véase Anexo G-. Sin embargo, el sesgo de respuesta ( $B''$ ) difería significativamente entre condiciones, situación en la que  $A'$  no puede considerarse una medida adecuada de sensibilidad (Allen et al., 2006; Pastore, Crawley, Berens y Skelly, 2003) y por lo tanto no consideramos pertinente su análisis. Por otro lado, los análisis utilizando  $d'$  dieron lugar al mismo patrón de resultados (el índice global  $d'$  para este experimento fue de 1,56).

Por consiguiente, se optó por analizar los datos de reconocimiento corregido puesto que, como hemos comentado con anterioridad, para este tipo de puntuación el nivel de azar se sitúa en 0 y la ejecución perfecta da como resultado una diferencia entre aciertos y falsas alarmas de 100 (en porcentaje), de manera que la escala es equiparable con los Experimentos 1 y 2, en los que la corrección aplicada a las puntuaciones brutas también situaba el nivel de azar en 0 (Naveh-Benjamin, Guez y Marom, 2003; Stanislaw y Todorov, 1999). Tanto en términos de reconocimiento corregido como de  $d'$  (véase Anexos E y G), todas las condiciones diferían significativamente del nivel de azar ( $p < .001$ )<sup>18</sup>.

**Tabla 5.7:** Proporción media de aciertos, falsas alarmas y de reconocimiento corregido (desviaciones estándar) en cada condición

Codificación	Recuperación	p(Hits) Set 3 / Set 4	p(Falsas Alarmas) Set 3 / Set 4	p(Hits-FA) Set 3 / Set 4
Similar	Similar	0,75 (0,19) / 0,74 (0,22)	0,41 (0,21) / 0,55 (0,21)	0,34 (0,23) / 0,19 (0,23)
Similar	Disimilar		0,13 (0,11) / 0,07 (0,13)	0,63 (0,21) / 0,68 (0,23)
Disimilar	Similar	0,67 (0,17) / 0,64 (0,21)	0,33 (0,16) / 0,42 (0,25)	0,33 (0,21) / 0,23 (0,32)
Disimilar	Disimilar		0,09 (0,09) / 0,11 (0,13)	0,57 (0,19) / 0,53 (0,19)

Nota: P(hits) corresponde a la proporción de targets correctamente identificados, para cada condición de similitud durante la codificación.

Igual que en los experimentos precedentes, el test no paramétrico de Kolmogorov-Smirnov demostró normalidad en la distribución de las medidas y las puntuaciones corregidas de reconocimiento correcto se sometieron a un análisis de la variancia intrasujeto factorial con medidas repetidas (Modelo Lineal General) 2x2x2, para evaluar el efecto individual y conjunto

<sup>17</sup> La discriminabilidad se define como la relación entre la probabilidad de clasificar correctamente un ítem estudiado (aciertos) y la probabilidad de clasificar incorrectamente un ítem nuevo (falsas alarmas)

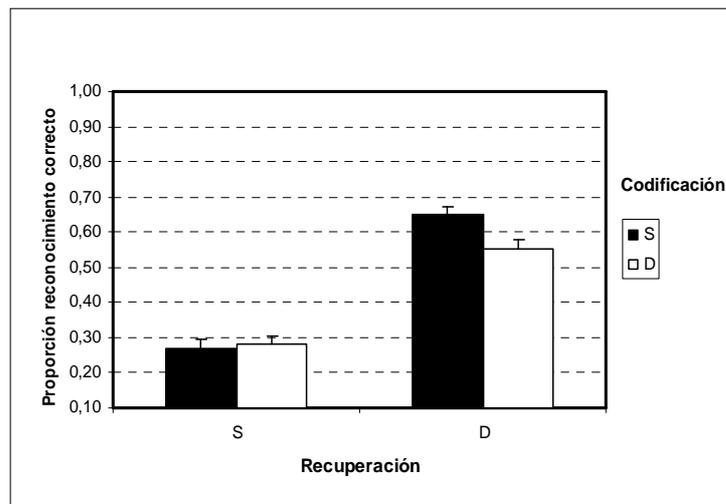
<sup>18</sup> El nivel de azar para la medida  $d'$  se sitúa también en 0.

de los factores similitud en la codificación (similitud, disimilitud), similitud en la recuperación (similitud, disimilitud) y tamaño del set (3 o 4 ítems).

Los resultados del análisis revelaron que solamente dos de los tres efectos principales eran significativos: tamaño del set y similitud en la recuperación,  $F(1,29)=4,151$ ,  $p=,05$ ,  $MSE=0,051$ ,  $\eta_p^2=,13$  y  $F(1,29)=186,792$ ,  $p<,001$ ,  $MSE=0,035$ ,  $\eta_p^2=,87$ , respectivamente, mientras que la variable similitud en la codificación no resultó ser significativa ( $F<1$ ). El reconocimiento fue superior cuando había disimilitud en la recuperación ( $M=0,60$ ) en comparación a cuando había similitud ( $M=0,27$ ) y cuando se presentaban tres ítems ( $M=0,47$ ) en lugar de cuatro ( $M=0,41$ ). Sin embargo, estos efectos estaban modulados por la interacción entre similitud en la recuperación y tamaño del set,  $F(1,29)=12,296$ ,  $p=,001$ ,  $MSE=0,022$ ,  $\eta_p^2=,30$ , y entre similitud en la codificación y similitud en la recuperación  $F(1,29)=7,533$ ,  $p=0,01$ ,  $MSE=0,026$ ,  $\eta_p^2=,21$ .

La causa de la primera interacción era que solamente existían diferencias significativas en función del tamaño del set cuando los ítems eran similares en la recuperación ( $p=0,004$ ), siendo superior el reconocimiento cuando se presentaban tres ítems en lugar de cuatro. La segunda interacción (véase Figura 5.12) era debida a que únicamente la presentación de ítems disimilares en la recuperación producía diferencias significativas cuando se presentaban ítems similares en la codificación respecto a cuando éstos eran disimilares ( $p<,05$ ). Hay que destacar que incluso en las condiciones con menor puntuación de reconocimiento, la ejecución fue significativamente superior al nivel de azar, así que estadísticamente, no puede afirmarse que se trate de una falsa interacción debida a efectos suelo (Naveh-Benjamin et al., 2003).

La condición que obtuvo mayor proporción de aciertos fue SD ( $M=0,65$ ;  $DE=0,18$ ) seguida por la condición DD ( $M=0,55$ ;  $DE=0,16$ ), DS ( $M=0,28$ ;  $DE=0,19$ ) y finalmente SS ( $M=0,27$ ;  $DE=0,16$ ). Las comparaciones por pares ajustadas mediante la corrección de Bonferroni revelaron que la diferencia de medias entre las diferentes combinaciones era significativa ( $p<,05$ ) excepto entre las condiciones SS y DS ( $p=,76$ ). La interacción triple no resultó significativa ( $F<1$ ).



**Figura 5.12:** Gráfico de la interacción entre similitud en la codificación y similitud en la recuperación. Las barras representan el error estándar.

### 5.4.3.2. Análisis de los Aciertos y las Falsas Alarmas

Como se ha comentado en la breve introducción a este experimento, debido al tipo de tarea empleado resulta apropiado analizar los aciertos y las falsas alarmas. Este análisis aporta datos interesantes sobre los procesos que se ponen en marcha cuando se manipula la similitud, puesto que no solamente refleja el reconocimiento correcto sino también el tipo de error concreto que tiene lugar en la fase de recuperación.

Con este fin se realizó un ANOVA 2x2 (Tamaño del set x Similitud en la codificación) con medidas repetidas sobre la proporción de aciertos (véase Tabla 5.7), que reveló un efecto significativo de la variable similitud en la codificación  $F(1,29)=7,883$ ,  $p=,009$ ,  $MSE=0,035$ ,  $\eta_p^2=,21$ , siendo los aciertos superiores cuando se presentaban ítems similares ( $M=0,75$ ) respecto a cuando éstos eran disimilares en la codificación ( $M=0,65$ ).

En cuanto a las falsas alarmas, el ANOVA 2x2x2 mostró que los tres efectos principales eran significativos: tamaño del set  $F(1,29)=7,974$ ,  $p=,008$ ,  $MSE=0,017$ ,  $\eta_p^2=,22$ , similitud en la codificación  $F(1,29)=10,731$ ,  $p=,003$ ,  $MSE=0,016$ ,  $\eta_p^2=,27$  y similitud en la recuperación  $F(1,29)=186,792$ ,  $p<,001$ ,  $MSE=0,035$ ,  $\eta_p^2=,87$ . Había más falsas alarmas cuando se presentaban cuatro ítems ( $M=0,29$ ) respecto a cuando se presentaban tres ( $M=0,24$ ), y cuando había similitud respecto a cuando había disimilitud, tanto en la codificación ( $M=0,29$  y  $M=0,24$  respectivamente), como en la recuperación ( $M=0,43$  y  $M=0,09$ , respectivamente).

Dichos efectos estaban mediados por las interacciones entre tamaño del set y similitud en la recuperación  $F(1,29)=12,296$ ,  $p=,001$ ,  $MSE=0,022$ ,  $\eta_p^2=,29$  y entre similitud en la codificación y similitud en la recuperación  $F(1,29)=7,533$ ,  $p=,01$ ,  $MSE=0,026$ ,  $\eta_p^2=,21$ . La

primera estaba causada por el hecho de que solamente había diferencias significativas entre los tamaños del set 3 y 4 cuando había similitud en la recuperación (más falsas alarmas con 4 ítems que con 3 cuando los ítems eran similares en la recuperación). Por otro lado, la segunda interacción estaba causada por un mayor número de falsas alarmas en la condición SS ( $M=0,48$ ) respecto a DS ( $M=0,38$ ), mientras que la diferencia no era significativa entre las condiciones SD ( $M=0,09$ ) y DD ( $M=0,10$ ).

### 5.4.3.3. Análisis del tiempo de respuesta

Siguiendo el criterio de los experimentos precedentes, los tiempos de respuesta situados 3 desviaciones estándar por encima de la media no fueron tenidos en cuenta en los análisis (debido a este criterio se eliminó un 0,48% de los ensayos). En la Tabla 5.8 se muestran las medias y desviaciones estándar del tiempo de respuesta expresado en segundos en cada condición experimental.

**Tabla 5.8:** Medias (desviaciones estándar) del tiempo de respuesta (seg.) en cada condición

Tamaño del set	Condición					
	SC	SD	SS	DC	DD	DS
3	1,48 (0,47)	1,38 (0,39)	1,71 (0,56)	1,48 (0,46)	1,40 (0,53)	1,42 (0,38)
4	1,51 (0,41)	1,31 (0,36)	1,65 (0,45)	1,52 (0,46)	1,32 (0,29)	1,48 (0,47)

Nota: SC y DC son las condiciones en las que el probe es efectivamente uno de los ítems aparecidos durante la fase de codificación (target).

De nuevo, se realizó un análisis de la variancia de la medida complementaria tiempo de respuesta. Los resultados del ANOVA 2x2x3 revelaron que el efecto principal tamaño del set no fue significativo ( $F < I$ ) mientras que las manipulaciones de similitud si lo fueron, tanto en la codificación, en que los tiempos de respuesta eran inferiores cuando había disimilitud ( $M=1,44$ ) respecto a cuando había similitud ( $M=1,51$ ):  $F(1,29)=8,746$ ,  $p=,006$ ,  $MSE= 0,051$ ,  $\eta_p^2=,23$ , como en la recuperación,  $F(2,58)=19,915$ ,  $p<,001$ ,  $MSE=0,069$ ,  $\eta_p^2= ,41$ . En la recuperación los tiempos de respuesta fueron inferiores cuando había disimilitud ( $M=1,35$ ) en comparación con cuando había similitud ( $M=1,56$ ). Cuando se presentaba el target ( $M=1,49$ ), los tiempos de respuesta no diferían significativamente de cuando aparecía un foil similar, ( $p=0,12$ ), pero sí de cuando éste era disimilar ( $p=,001$ ).

Estos efectos estaban moderados por la interacción significativa entre similitud en la codificación y similitud en la recuperación  $F(2,58)=10,012$ ,  $p<,001$ ,  $MSE= 0,059$ ,  $\eta_p^2=,26$ . Las comparaciones por pares ajustadas mediante la corrección de Bonferroni mostraron que había

diferencias significativas en el tiempo de respuesta entre todas las condiciones excepto entre SD y DD ( $p=,64$ ).

#### 5.4.3.4. Análisis del grado de seguridad

Se sometieron también a un análisis de la variancia 2x2x3 las variables independientes sobre la medida subjetiva grado de seguridad. La Tabla 5.9 muestra las medias de cada condición.

**Tabla 5.9:** Medias (desviaciones estándar) del grado de seguridad en cada condición

Tamaño del set	Condición					
	SC	SD	SS	DC	DD	DS
3	3,78 (0,74)	3,88 (0,37)	3,62 (0,41)	3,64 (0,78)	3,73 (0,33)	3,63 (0,32)
4	3,53 (0,69)	3,85 (0,38)	3,43 (0,42)	3,56 (0,78)	3,58 (0,42)	3,38 (0,49)

Nota: SC y DC son las condiciones en las que el probe es efectivamente uno de los ítems aparecidos durante la fase de codificación (target).

Solamente dos de los tres efectos principales fueron significativos: el tamaño del set, con valores de seguridad superiores para tres ( $M=3,71$ ) que para cuatro ítems ( $M=3,56$ ):  $F(1,29)=20,364$ ,  $p<,001$ ,  $MSE=0,113$ ,  $\eta_p^2=,41$ , y la similitud en la codificación: cuando los ítems eran similares, el nivel de seguridad era superior ( $M=3,68$ ) en comparación a cuando los ítems eran disimilares ( $M=3,59$ ):  $F(1,29)=4,612$ ,  $p=,04$ ,  $MSE=0,161$ ,  $\eta_p^2=,14$ . Además, resultó significativa la interacción entre similitud en la codificación y similitud en la recuperación  $F(2,58)=4,082$ ,  $p=,02$ ,  $MSE=0,079$ ,  $\eta_p^2=,12$ , causada por niveles de seguridad superiores en la condición SD respecto al resto. A pesar de que el factor similitud en la recuperación no fue significativo, es destacable que en las condiciones en las que en la recuperación se presentaba el target ( $M=3,63$ ), el grado de seguridad no difería de cuando se presentaba un foil similar ( $M=3,52$ ) ni disimilar ( $M=3,76$ ), ( $p=1,00$  en ambos casos), mientras que la presentación de foils similares y disimilares sí difería en términos del grado de seguridad percibido ( $p<,001$ ).

#### 5.4.3.5. Análisis de las curvas ROC y z-ROC

Las curvas ROC (*Receiver Operator Characteristic*) han sido extensamente estudiadas en el marco de la TDS (Macmillan y Creelman, 1991) y representan la relación entre la tasa de aciertos (sensibilidad) y la de falsas alarmas (1-especificidad) a lo largo de diferentes criterios de respuesta (en nuestro caso, en función del nivel de seguridad asignado a cada decisión de reconocimiento, con un rango del 1 al 5, dónde 5 es el nivel máximo). La sensibilidad se refiere a la probabilidad de clasificar correctamente como positivo cuando realmente es positivo

mientras que la especificidad es la probabilidad de clasificar correctamente cuando en realidad es negativo.

Un aspecto importante de las curvas ROC es que permiten obtener una estimación de la sensibilidad con una simple ojeada. Los puntos que se sitúan en la diagonal principal (línea de no discriminación) indican el nivel de azar y a medida que aumenta la sensibilidad la curva se mueve hacia la esquina superior izquierda. Así pues, la mejor ejecución o la clasificación perfecta daría lugar a un punto situado en dicha coordenada del espacio ROC, representando un 100% de sensibilidad y un 100% de especificidad. Paralelamente, el estadístico que recibe el nombre de *área bajo la curva*, informa sobre la ejecución general y oscila entre 0,5 (nivel de azar) a 1 (ejecución perfecta).

Según Yonelinas (1994), si se asume que las decisiones de reconocimiento se basan en juicios de familiaridad (siendo ésta una variable continua) y que las variancias de las distribuciones de familiaridad para ítems estudiados y nuevos son iguales, las curvas ROC deberían ser simétricas. Sin embargo, desde el punto de vista de los modelos de doble proceso, las curvas ROC son de hecho la suma de dos tipos de curva: una función continua y curvilínea que se corresponde con la familiaridad y una función lineal que refleja la contribución de la recolección, y que es lineal debido a la naturaleza “todo o nada” de este tipo de memoria. El resultado predicho sería una función curvilínea pero asimétrica puesto que el aumento de los aciertos debido a la recolección produce una elevación de la curva.

Cuando los aciertos y falsas alarmas se transforman en puntuaciones  $z$ , la curva resultante se denomina  $z$ -ROC. La función  $z$ -ROC lineal es consistente con las distribuciones normales para ítems nuevos y estudiados. Según Wixted (2007), una tarea de reconocimiento que implica procesos de recolección, da como resultado una curva ROC lineal y una curva  $z$ -ROC curvilínea (en forma de U) siguiendo los supuestos de los modelos duales, mientras que si solamente implica procesos de familiaridad, como predicen los modelos basados en la TDS, la curva ROC obtenida debería ser curvilínea y la  $z$ -ROC lineal, con una pendiente igual a 1. Sin embargo, la pendiente hallada en la mayoría de estudios sobre reconocimiento es menor a 1 y suele estar influida por diversas manipulaciones como la duración de la fase de codificación o el tipo de material (Yonelinas, 1994).

A partir de la tasa de aciertos y de falsas alarmas en función del nivel de seguridad (en una escala de 1 a 5 puntos) se calcularon las curvas ROC sobre las proporciones acumuladas de aciertos y de falsas alarmas, y las curvas  $z$ -ROC, aplicando la función inversa estandarizada sobre las proporciones acumuladas de aciertos y de falsas alarmas (véase Anexo H). Para ello se utilizó un software que estima la curva ROC binomial mediante el método de máxima verosimilitud (*maximum likelihood*) a partir de datos categóricos (Eng, 2006) así como la

función lineal relativa a la función  $z$ -ROC, de donde se obtiene la pendiente lineal. Los promedios del coeficiente de determinación relativos al ajuste fueron superiores a 0,93 para las ROC y a 0,98 para las  $z$ -ROC y el área bajo la curva difirió significativamente del azar en todas las condiciones ( $p < 0,05$ ).

**Tabla 5.10:** Parámetros de las curvas ROC y  $z$ -ROC en cada condición

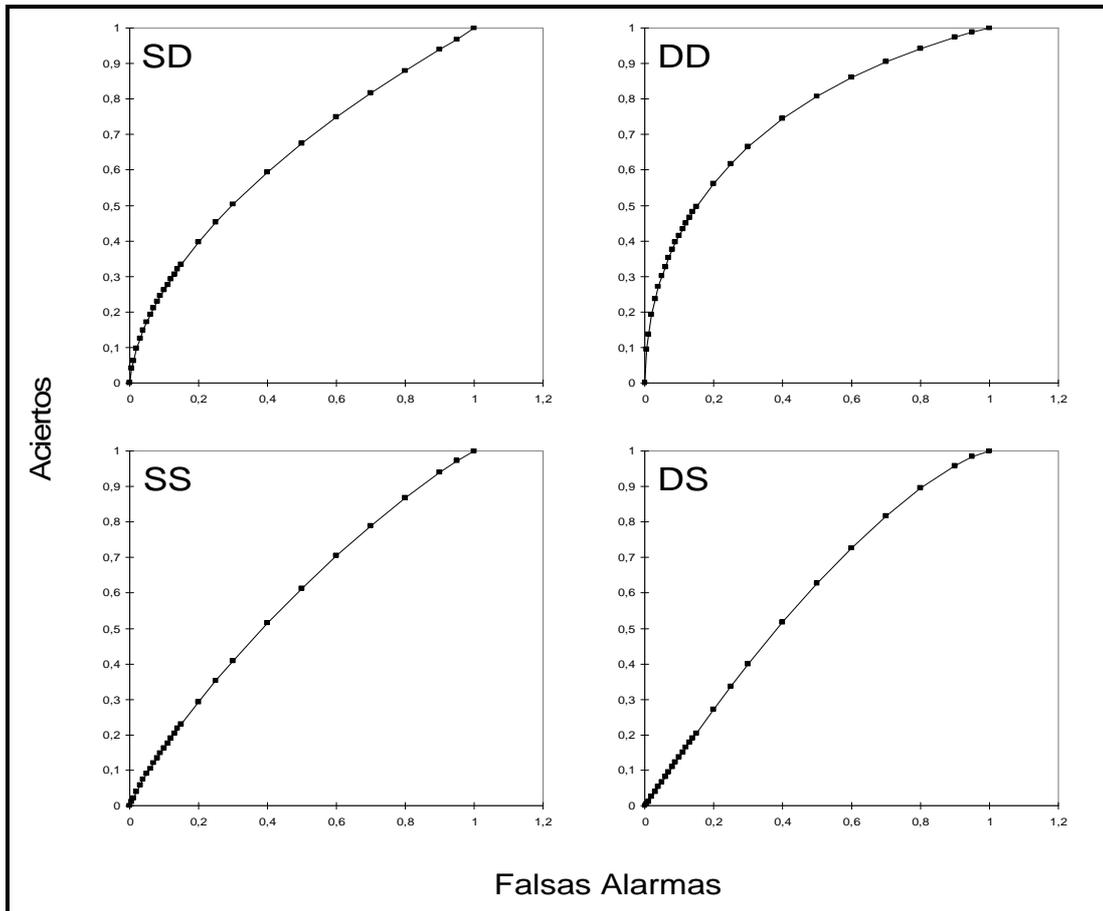
Parámetros	Condición			
	SD	DD	SS	DS
Área bajo la curva ROC	0,62	0,74	0,58	0,59
Const cuad*. ROC	-0,53 (0,22)	-0,72 (0,12)	-0,26 (0,06)	-0,49 (0,27)
R (cuadr.) ROC	0,99	0,99	1	0,99
R (lineal) ROC	0,97	0,93	0,99	0,98
Pendiente $z$ -ROC	0,807	0,837	1,007	1,08
Const cuad*. $z$ -ROC	-0,08 (0,05)	-0,06 (0,11)	0,08 (0,03)	-0,03 (0,17)
R (cuadr.) $z$ -ROC	0,99	0,98	1	0,99
R (lineal) $z$ -ROC	0,99	0,99	0,99	0,99

\*Constante cuadrática (error típico)

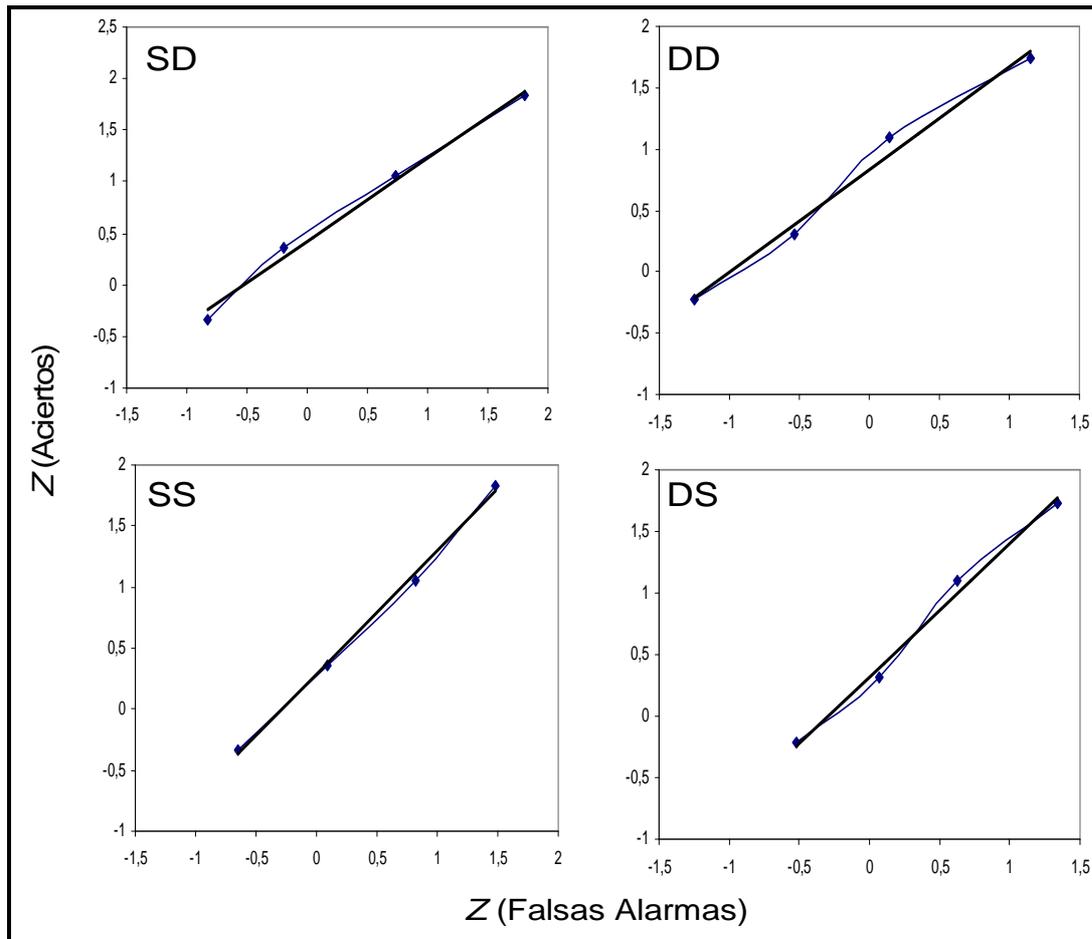
La Tabla 5.10 contiene los parámetros obtenidos mediante las regresiones lineales y cuadráticas. Se observa que los componentes cuadráticos obtenidos al ajustar los datos de las curvas ROC a una ecuación cuadrática ( $ax^2 + by + c$ ) fueron negativos en todos los casos (indicando convexidad) y además la bondad de ajuste fue ligeramente superior para la función cuadrática que para la lineal. Observamos que las constantes de las condiciones DD y SS diferían significativamente de 0 ( $t(2)=6,00$ ;  $p=,03$  y  $t(2)=4,33$ ;  $p=,04$ , respectivamente), indicando, por lo tanto, que efectivamente las funciones son curvilíneas. Sin embargo, las constantes de las condiciones SD y DS no difirieron significativamente de 0 ( $t(2)=2,40$ ;  $p=,14$  y  $t(2)=1,81$ ;  $p=,21$ , respectivamente). A este respecto, si una función lineal es suficiente para describir la relación entre aciertos y falsas alarmas, es de esperar que el valor de las constantes cuadráticas sea igual a 0, es decir, que las funciones podrían considerarse lineales en estas dos situaciones. De todas formas, la bondad de ajuste es superior para las funciones cuadráticas que para las lineales en todos los casos.

Por otro lado, las constantes cuadráticas de las curvas  $z$ -ROC son negativas (lo cual implica ligera convexidad aunque no se ajustan al modelo dual que predice una curva con forma de U) y los datos están bien descritos por una función lineal (añadir un componente cuadrático no indica una mejora sensible del ajuste). Ninguna de las constantes difería de 0 (SD:  $t(2)=1,60$ ;  $p=,25$ ; DD:  $t(2)=0,54$ ;  $p=,64$ ; SS:  $t(2)=2,66$ ;  $p=,12$  y DS:  $t(2)=0,18$ ;  $p=,87$ ), por lo tanto puede afirmarse que las  $z$ -ROC son lineales en todas las condiciones. La obtención de curvas  $z$ -ROC de este tipo añade evidencias a que las curvas ROC pueden considerarse curvilíneas. Las pendientes, con un valor alrededor de 1, sugieren que las curvas ROC, además de curvilíneas son simétricas, especialmente en las condiciones SS y DS.

En las Figuras 5.13 y 5.14 se presentan las curvas ROC y  $z$ -ROC para cada condición:



**Figura 5.13:** Curvas ROC para cada condición



**Figura 5.14:** Curvas z-ROC para cada condición

#### 5.4.4. Discusión

La diferencia principal entre este experimento y los precedentes fue la utilización de una tarea de reconocimiento distinta, de tipo “Sí/No”, en lugar de la de elección forzada entre varias alternativas, con el fin de determinar si los efectos de similitud hallados hasta el momento se replicaban cuando se empleaba un tipo de tarea de reconocimiento en la que el probe de la fase de recuperación debía compararse con los estímulos almacenados en memoria, sin posibilidad de contrastar directamente con otras alternativas. Esta tarea aporta la ventaja de que da lugar a un análisis más preciso debido a que se obtienen tanto los aciertos como las falsas alarmas para cada condición de similitud. En cuanto al material utilizado, este experimento puede considerarse análogo al primero, ya que se emplearon los mismos estímulos (letras chinas) cambiando únicamente el modo en que los participantes debían recuperar la información.

El principal hallazgo obtenido es que en este caso la única manipulación de similitud que adquirió peso en el rendimiento es la que se da en la fase de recuperación, es decir, el reconocimiento era superior cuando el ítem que se presentaba en dicha fase era disimilar a los

presentados en la fase de codificación. Además, la dificultad introducida por la presentación de un ítem similar en la fase de test se reflejó también en el efecto del tamaño del set, puesto que los resultados mostraron que solamente en esta situación la ejecución era inferior y presentaba mayor tasa de falsas alarmas para cuatro ítems que para tres. Cabe destacar también que los tiempos de respuesta diferían en función de la cantidad de ítems presentados durante la codificación, siendo menores para tres que para cuatro ítems.

Sin embargo, no puede afirmarse con tanta seguridad como en los experimentos precedentes que la similitud en la codificación resultara ser beneficiosa en esta tarea. Por un lado, se observó que el reconocimiento en la condición SD, que en los Experimentos 1 y 2 resultaba ser claramente superior al resto, aun siendo superior que las demás en el presente experimento, comparativamente produjo un beneficio menor. Este hecho se refleja también en el tiempo de respuesta en la condición SD, puesto que a pesar de que obtuvo los tiempos de respuesta más breves, éstos no difirieron de la segunda mejor condición (DD). Además, a diferencia de los experimentos anteriores, los tiempos fueron menores cuando los ítems eran disimilares en la fase de codificación. Es posible que en este experimento, los estímulos disimilares utilizados en la recuperación estuvieran más sujetos a falsas alarmas ya que al tratarse de caracteres complejos, el probe contenía estructuralmente muchos atributos (mayor carga de memoria) que debían ser comparados uno a uno con los ítems almacenados en memoria, lo que hizo que los procesos de discriminación en la recuperación no fueran tan eficientes. Hay que tener en cuenta también que en los Experimentos 1 y 2, el target, que era similar a cualquiera de los ítems presentados anteriormente, era más fácilmente discriminable ya que aparecía entre alternativas claramente diferentes.

El otro aspecto que apunta a que la similitud en la codificación no pareció resultar beneficiosa en la codificación se observa en la ausencia de diferencias entre las condiciones críticas, SS y DS. Es posible argumentar que la simplificación de la carga de información en la fase de codificación tuvo lugar también en este experimento (hecho que se observa principalmente en los aciertos, superiores cuando hay similitud respecto a cuándo hay disimilitud) aunque este procesamiento resultó insuficiente para acertar, especialmente en la condición SS, en la que necesariamente se deben codificar los detalles distintivos para poder rechazar un foil similar. En esta tarea la decisión se tomaba comparando el probe con los ítems almacenados en memoria, sin alternativas con las que comparar y, al no disponer de distractores de comparación, no era posible descartar aquellos que no poseían un detalle crítico, con lo cual la precisión era menor y este efecto negativo enmascaró el posible efecto positivo de la similitud en la codificación.

Como se puede apreciar en los resultados, las condiciones con ítems similares en la codificación obtuvieron de forma global más aciertos que aquellas en las que los ítems eran disimilares, pero a la vez, la presencia de un ítem similar en la fase de recuperación produjo más falsas alarmas cuando la codificación era similar (condición SS) respecto a cuando era disimilar (condición DS). En la condición SS, por un lado resultó más fácil acertar cuando el target había sido presentado, pero a la vez, se produjeron más confusiones cuando se presentaba un foil similar y por lo tanto un mayor número de falsas alarmas. Por su parte, en la condición DS, la mayor carga de información en memoria producida por la presencia de ítems disimilares en la codificación, hizo que los aciertos disminuyeran, pero por otro lado, también el número de falsas alarmas fue inferior, ya que la probabilidad de confundir el foil similar era menor porque solamente se parecía a uno de los ítems presentados previamente, y no a todos ellos como ocurría en la condición SS. Esta combinación entre aciertos y falsas alarmas se tradujo en un nivel de reconocimiento correcto equivalente entre ambas condiciones.

Así pues, si nos fijamos únicamente en los aciertos, los resultados aparentemente fueron consistentes con los Experimentos 1 y 2, puesto que la similitud en la codificación pareció ser beneficiosa para acertar, sin embargo, no hay que dejar de lado la elevada tasa de falsas alarmas ante foils similares, que es precisamente la medida que permite precisar hasta qué punto es positiva la similitud en la codificación: los datos reflejan que lo que ocurrió es que los participantes respondieron afirmativamente con mayor probabilidad ante la presentación de un foil parecido a cualquiera de los ítems almacenados en memoria y esto dio lugar a un mayor número de aciertos, pero también a una mayor cantidad de falsas alarmas, es decir que no puede afirmarse que la discriminación fuera mejor cuando había similitud en la codificación.

El análisis de las curvas ROC y  $z$ -ROC, mostró que nuestros datos no se ajustan a los modelos de doble proceso, que predicen curvas ROC lineales y  $z$ -ROC curvilíneas (en forma de U). No obstante, cumplen solamente de forma parcial las predicciones de los modelos de reconocimiento basados en la TDS, puesto que dos de las cuatro condiciones obtuvieron curvas ROC lineales. Sin embargo, todas las  $z$ -ROC resultaron ser lineales y esto se considera un dato clave para discernir entre los modelos de reconocimiento subyacentes, cuyas predicciones se basan a menudo en las propiedades de las curvas  $z$ -ROC. Así pues, parece plausible enfatizar el papel destacado de la familiaridad como un proceso continuo aunque, como han señalado algunos autores, la simetría de las curvas ROC refleja un recuerdo débil y no necesariamente una ausencia de recolección (Squire, Wixted y Clark, 2007). Este argumento puede ser directamente aplicado a nuestros resultados si tenemos en cuenta que las condiciones en las que se observó mayor simetría (SS y DS, con pendientes de 1 en las  $z$ -ROC) son también aquellas que presentaban una curva ROC más cercana a la diagonal principal, que efectivamente refleja un recuerdo pobre.

Dicho esto, y a pesar de no haber obtenido indicios empíricos de la implicación de la recolección, es plausible afirmar que, al menos en ciertas condiciones, los juicios de familiaridad pudieron haber estado respaldados por un proceso más lento, que recibe el nombre de “recordar para rechazar” *-recall to reject-* (Rotello y Heit, 1999; Rotello et al., 2000). Mediante este proceso, los participantes son capaces de rechazar los ítems que son similares a los estímulos estudiados debido a que detectan pistas que pueden ser recuperadas de la memoria pero que presentan cierta discordancia respecto a algunos detalles concretos. Es decir, no es necesario un proceso de recolección efectivo del ítem, sino de ciertos detalles que permitan descartar un foil similar. Un ejemplo en una tarea verbal sería haber estudiado la palabra “casa” y presentar la palabra “casas” en la fase reconocimiento: el ítem sería rechazado y juzgado como nuevo a pesar de contar con cierto nivel de familiaridad asociada a la similitud con el target (Rotello et al., 2000). Este proceso pudo haber tenido lugar en las condiciones en las que se presentaba un foil similar en la recuperación. Un mecanismo complementario sería el de “recordar para aceptar” *-recall to accept-*, que actuaría incrementando la probabilidad de aceptar un ítem como estudiado cuando se encuentra una pista de memoria concordante. Además, debe tenerse en cuenta que las curvas ROC y *z*-ROC analizadas incluían los ensayos tanto de tres como de cuatro ítems a recordar, motivo por el cual las interpretaciones sobre la implicación de la familiaridad y la recolección deben tomarse con cautela ya que posiblemente su contribución difiera en función de variables como el tamaño del set.

Como se ha comentado en la discusión del Experimento 1, cuando en la recuperación aparece un ítem nuevo totalmente diferente al target (condición SD), no es necesario un proceso de recolección adicional para rechazarlo, puesto que no hay ninguna correspondencia con este ítem en memoria. Así pues, en esta condición, parece obvio que la recolección no juega ningún papel y que las decisiones se basan únicamente en procesos de familiaridad (Heathcote et al., 2006; Rotello y Heit, 1999). En general, en todas las condiciones, los tiempos de respuesta también son informativos y apuntan globalmente a una posible mayor implicación de la familiaridad puesto a que fueron demasiado breves como para que los participantes pudieran poner en marcha mecanismos de recolección, tal y como indica Malmberg (2008). Además, el autor apunta que tareas más complejas que las de respuesta Sí/No conllevan más tiempo, de manera que el tiempo de decisión adicional implica que haya más información disponible para su recolección.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que la similitud, especialmente en la recuperación, es una manipulación que incide en las estrategias utilizadas por los participantes. Heathcote et al. (2006) argumentan que los factores estratégicos afectan a la forma de las curvas ROC y citan estudios en los que el simple hecho de instruir a los participantes a rechazar con alto nivel de seguridad los ítems que no contengan un detalle específico hace que la curva ROC

sea lineal, lo que apoya las predicciones del modelo de doble proceso, mientras que si no se instruye, aparece la curva que indica principalmente la contribución de la familiaridad. Consistentemente, Park, Reder y Dickison (2005) manipularon las instrucciones en una tarea verbal, de manera que la mitad de los participantes eran conscientes de la existencia de palabras similares y de que, por lo tanto, el test requería una mayor discriminación. Observaron que se producían más falsas alarmas cuando no se avisaba de los detalles que requerían ser discriminados posteriormente (e.g. que la palabra se presentara en plural) y estas diferencias en la cantidad de falsas alarmas correspondían a las respuestas basadas en juicios de familiaridad. En nuestro experimento, los participantes no conocían a priori la existencia de las diferentes condiciones de similitud, con lo cual, no estaban instruidos explícitamente a centrarse en los detalles para poder realizar la tarea con éxito. Esta podría ser la causa de un mayor número de falsas alarmas y, a su vez, de una mayor implicación de procesos de familiaridad.

A este respecto, podría argumentarse que los participantes tenían la sensación subjetiva de estar realizando correctamente la tarea aun cuando estuvieran cometiendo falsas alarmas, cosa que se refleja tanto en el grado de seguridad expresado subjetivamente (responder a un target o a un foil similar dio lugar a niveles de seguridad equivalentes) como en el tiempo de respuesta (los tiempos fueron inferiores ante foils disimilares, pero no diferían entre responder a un target o a un foil similar). Estos resultados apuntan a la posibilidad de que en este tipo de prueba de reconocimiento resulta más complejo tomar consciencia de la existencia de diferentes condiciones de similitud y de la necesidad de discriminar entre un foil muy similar y un ítem que efectivamente ha aparecido anteriormente para acertar. Es plausible predecir que si los participantes hubieran obtenido una retroalimentación sobre su ejecución después de cada ensayo, la discriminación (especialmente entre las condiciones críticas) hubiera mejorado sensiblemente, puesto que tomar consciencia de la presencia de foils similares y el consiguiente esfuerzo de focalización en los detalles distintivos, posiblemente hubieran revertido en un mejor rendimiento.

En resumen, los datos parecen indicar un papel decisivo de los juicios basados meramente en la familiaridad. A pesar de que la familiaridad no conlleva la retención de información relacionada con detalles específicos de los ítems estudiados en la codificación, puede utilizarse como un indicador relativamente fiable de que un ítem ha sido presentado anteriormente, aunque en este caso, el hecho de no focalizar la atención en los detalles que resultan críticos para discriminar el target de un foil similar, fue en detrimento de la ejecución global, que además era inferior a la de los Experimentos 1 y 2. En vista de los resultados obtenidos en el presente experimento, que contradicen en parte a los hallados en los experimentos previos en el sentido que no se puede concluir que la similitud en la codificación resultara positiva, surgió la necesidad de emplear esta misma tarea con estímulos más simples.

Si los resultados se replican con el uso de otro tipo de estímulos, podremos afirmar con mayor consistencia que la similitud en la codificación resulta beneficiosa principalmente en función del tipo de tarea empleado y que no es un efecto debido al tipo de material visual.

## 5.5. Experimento 4: reconocimiento Sí/No (polígonos)

### 5.5.1 Introducción

Con el fin de despejar algunas dudas aparecidas a raíz de los resultados obtenidos en el Experimento 3, en este experimento se sometió a prueba el mismo tipo de material abstracto que en el Experimento 2 (polígonos aleatorios) pero empleando de nuevo la tarea modificada de Sternberg de reconocimiento Sí/No. Como se ha comentado en la discusión anterior, es posible que la ausencia de efecto positivo de la similitud en la codificación hallada se debiera a la complejidad de los estímulos empleados. Debido a que se trata de juzgar si el ítem presentado ha aparecido previamente sin la posibilidad de comparar entre diversas alternativas en la fase de reconocimiento, una mayor complejidad puede dar como resultado una mayor dificultad para almacenar tanta información, que a su vez puede inducir confusiones entre el probe y los ítems en memoria, ya que los ítems contienen más elementos que deben ser contrastados uno a uno con las representaciones almacenadas.

Con el uso de polígonos aleatorios, que son menos complejos estructuralmente, es posible determinar si la ausencia de efecto positivo encontrada en el Experimento 3 es debida principalmente al tipo de estímulos utilizados o bien a la tarea de recuperación utilizada.

### 5.5.2. Método

#### 5.5.2.1. Participantes

Participaron en el experimento 32 estudiantes de la Titulación de Psicología de la Universitat Autònoma de Barcelona, 26 mujeres y 6 hombres, de edades comprendidas entre los 18 y los 49 años ( $M=21,5$ ;  $DE=6,2$ ). Todos los participantes presentaban visión normal o corregida.

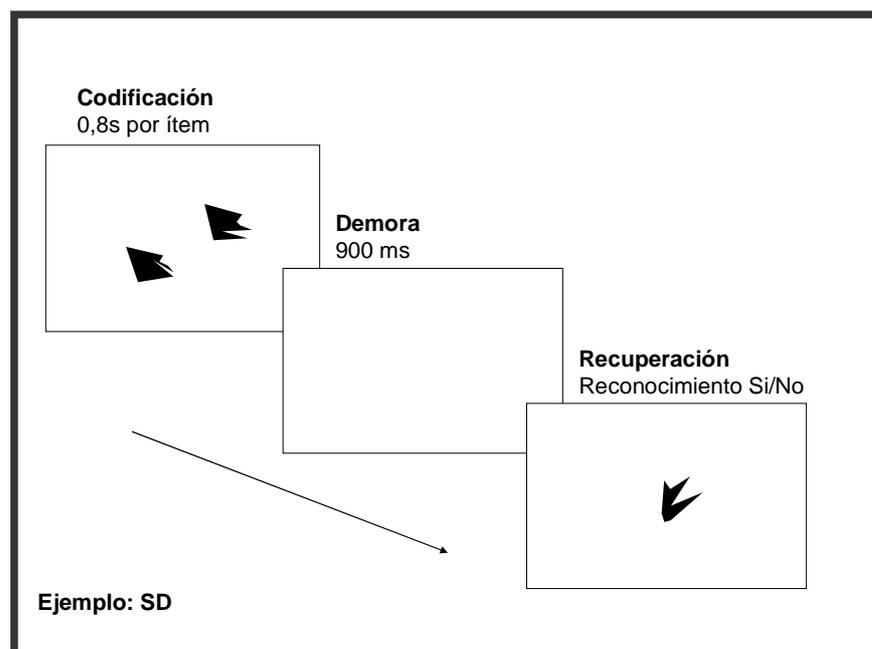
#### 5.5.2.2. Materiales

Los estímulos utilizados fueron los mismos que en el Experimento 2 y el programa utilizado para la presentación de los ítems y registro de respuestas fue E-Prime versión 1.2.1.847 (Psychology Software Tools, Inc). Se construyeron 48 listas formadas cada una por 9 polígonos similares entre sí. Los ítems de cada lista podían aparecer como distractores en la fase de codificación o como probe correcto o foils similares o disimilares en la fase de recuperación. La mitad de los ensayos contenía ítems seleccionados de una única lista (similares) y la otra mitad contenía ítems individuales obtenidos, de forma aleatoria y sin repetición, de diversas

listas (disimilares). Para las condiciones en las que se requería un foil similar, éste era seleccionado de la misma lista de estímulos similares no usado en la fase de codificación y cuando el foil era disimilar, se obtenía de una lista diferente a la de la fase de codificación. El software seleccionaba aleatoriamente los ítems de las distintas listas y se construyeron 4 versiones diferentes para garantizar una rotación completa del material. Asimismo, se controló la posición de cada target, que a lo largo del experimento aparecía el mismo número de veces en cada localización de la pantalla.

### 5.5.2.3. Diseño y procedimiento

Igual que en el experimento previo, la variable dependiente era la cantidad de aciertos en el reconocimiento (y como medidas complementarias el tiempo de respuesta y el grado de seguridad) y las variables independientes eran: tamaño del set, con 2 niveles (3 o 4 estímulos), similitud en la fase de codificación con 2 niveles (similitud/disimilitud) y tipo de ítem en la fase de recuperación con 3 niveles (foil similar/ foil disimilar/ target). De las combinaciones resultaban las mismas seis condiciones experimentales descritas anteriormente por cada nivel de tamaño del set. El resultado era un diseño intrasujeto factorial univariante  $2 \times 2 \times 3$ . El número total era de 96 ensayos, 48 para cada nivel del tamaño del set, de los cuales 8 correspondían a cada condición experimental, resultando en 16 ensayos totales de cada combinación. La presentación era aleatoria. El procedimiento empleado era idéntico al del Experimento 3 y se representa gráficamente en la Figura 5.15.



**Figura 5.15:** Esquema del procedimiento empleado. Ejemplo de la presentación de un ensayo de la condición SD.

### 5.5.3. Resultados

#### 5.5.3.1. Análisis de los datos de reconocimiento

Siguiendo el razonamiento del Experimento 3, se analizaron las puntuaciones corregidas de reconocimiento obtenidas mediante la sustracción de las falsas alarmas de los aciertos (Aciertos – FA). Se analizaron también los parámetros derivados de la TDS,  $A'$  y  $d'$  (véase Anexo G). Sin embargo, nuevamente el sesgo de respuesta ( $B''$ ) difería significativamente entre condiciones y los análisis utilizando  $d'$  dieron lugar al mismo patrón de resultados (el índice global  $d'$  para este experimento fue de 1,63). Igual que en el Experimento 3, el nivel de azar para el reconocimiento corregido se sitúa en 0 y tanto para estas puntuaciones como para  $d'$ , todas las condiciones diferían significativamente del nivel de azar ( $p < .001$ ).

El test no paramétrico de Kolmogorov-Smirnov demostró normalidad en la distribución de las medidas. Las puntuaciones corregidas de reconocimiento (véase Tabla 5.11) se sometieron a un análisis intrasujeto de la variancia factorial con medidas repetidas (Modelo Lineal General) 2x2x2.

**Tabla 5.11:** Proporción media de aciertos, falsas alarmas y de reconocimiento corregido (desviaciones estándar) en cada condición

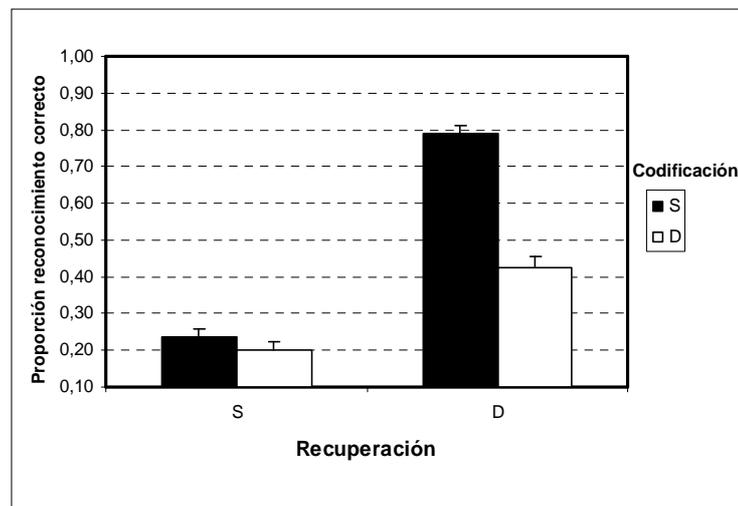
Codificación	Recuperación	p(Hits)	p(Falsas Alarmas)	p(Hits-FA)
		Set 3 / Set 4	Set 3 / Set 4	Set 3 / Set 4
Similar	Similar	0,84 (0,14) / 0,79 (0,15)	0,54 (0,18) / 0,63 (0,17)	0,30 (0,18) / 0,17 (0,17)
Similar	Disimilar		0,02 (0,06) / 0,04 (0,07)	0,82 (0,15) / 0,76 (0,16)
Disimilar	Similar	0,57 (0,22) / 0,51 (0,17)	0,35 (0,22) / 0,32 (0,16)	0,22 (0,22) / 0,19 (0,13)
Disimilar	Disimilar		0,09 (0,09) / 0,12 (0,13)	0,46 (0,22) / 0,39 (0,19)

Nota: P(hits) corresponde a la proporción de targets correctamente identificados, para cada condición de similitud durante la codificación.

Los resultados del análisis revelaron que los tres efectos principales eran significativos. El reconocimiento fue superior cuando había similitud en la codificación ( $M=0,51$ ) respecto a cuando había disimilitud ( $M=0,31$ ):  $F(1,31)=40,852$ ,  $p < .001$ ,  $MSE= 0,062$ ,  $\eta_p^2=.57$ . En la recuperación se observó el patrón contrario: el reconocimiento fue superior cuando había disimilitud ( $M=0,61$ ) en comparación a cuando había similitud ( $M=0,22$ ):  $F(1,31)=389,779$ ,  $p < .001$ ,  $MSE=0,025$ ,  $\eta_p^2=.93$ . Este efecto estaba modulado por la interacción entre similitud en la codificación y similitud en la recuperación (véase Figura 5.16)  $F(1,31)=80,654$ ,  $p < .001$ ,  $MSE=0,022$ ,  $\eta_p^2=.72$ , interacción que era debida a que únicamente la presentación de ítems

disimilares en la recuperación producía diferencias significativas cuando se presentaban ítems similares en la codificación respecto a cuando éstos eran disimilares ( $p<,001$ ).

La condición que obtuvo mayor proporción de aciertos fue SD ( $M=0,79$ ;  $DE=0,13$ ) seguida por la condición DD ( $M=0,42$ ;  $DE=0,17$ ), SS ( $M=0,23$ ;  $DE=0,14$ ) y por último DS ( $M=0,20$ ;  $DE=0,12$ ). Las comparaciones por pares ajustadas mediante la corrección de Bonferroni revelaron que la diferencia de medias entre las cuatro combinaciones entre si fue significativa en todos los casos ( $p<,001$ ) excepto entre las condiciones SS y DS ( $p=,37$ ). La interacción triple no resultó significativa ( $F<1$ ). Igual que en los experimentos precedentes, la ejecución en la condición más baja (DS) fue significativamente superior al nivel de azar.



**Figura 5.16:** Gráfico de la interacción entre similitud en la codificación y similitud en la recuperación. Las barras representan el error estándar.

Por otro lado, el efecto principal tamaño del set indicó que la ejecución disminuyó cuando se presentaban cuatro ítems respecto a cuando se presentaban tres:  $F(1,31)=8,070$ ,  $p=,008$ ,  $MSE=0,045$ ,  $\eta_p^2=,21$ . En esta ocasión, la variable tamaño del set no interactuó con el resto.

### 5.5.3.2. Análisis de los Aciertos y de las Falsas Alarmas

Por los mismos motivos comentados en el experimento anterior, se analizaron los aciertos y las falsas alarmas (véase Tabla 5.10). El ANOVA 2x2 (Tamaño del set x Similitud en la codificación) con medidas repetidas sobre los aciertos reveló un efecto significativo de las variables tamaño del set  $F(1,31)=4,481$ ,  $p=,042$ ,  $MSE=0,021$ ,  $\eta_p^2=,13$  y similitud en la codificación  $F(1,31)=74,027$ ,  $p<,001$ ,  $MSE=0,033$ ,  $\eta_p^2=,71$ . Por un lado, los aciertos eran superiores cuando se presentaban tres ítems ( $M=0,71$ ) respecto a cuatro ( $M=0,65$ ) y por otro

cuando se presentaban ítems similares en la codificación ( $M=0,82$ ) respecto a cuando éstos eran disimilares ( $M=0,54$ ).

En cuanto a las falsas alarmas, el ANOVA 2x2x2 mostró que solamente dos de los tres efectos principales eran significativos: similitud en la codificación  $F(1,31)=14,579$ ,  $p=,001$ ,  $MSE=0,027$ ,  $\eta_p^2=,32$  y similitud en la recuperación  $F(1,31)=389,779$ ,  $p<,001$ ,  $MSE=0,025$ ,  $\eta_p^2=,93$ . Había más falsas alarmas cuando se presentaban ítems similares respecto a cuando eran disimilares tanto en la codificación ( $M=0,31$  y  $M=0,23$  respectivamente) como en la recuperación ( $M=0,46$  y  $M=0,07$ , respectivamente). Dichos efectos estaban mediados por la interacción significativa entre similitud en la codificación y similitud en la recuperación  $F(1,31)=80,654$ ,  $p<,001$ ,  $MSE=0,022$ ,  $\eta_p^2=,72$ , que estaba causada por una mayor diferencia en el número de falsas alarmas entre las condiciones SS ( $M=0,58$ ) y DS ( $M=0,34$ ), que entre las condiciones SD ( $M=0,03$ ) y DD ( $M=0,12$ ), a pesar de ser significativas en todos los casos ( $p<,001$ ).

### 5.5.3.3. Análisis del tiempo de respuesta

Los tiempos de respuesta situados 3 desviaciones estándar por encima de la media no fueron tenidos en cuenta en los análisis (debido a este criterio se eliminó un 0,45% de los ensayos). En la Tabla 5.12 se muestran las medias y desviaciones estándar del tiempo de respuesta expresado en segundos en cada condición experimental.

**Tabla 5.12:** Medias (desviaciones estándar) del tiempo de respuesta (seg.) en cada condición

Tamaño del set	Condición					
	SC	SD	SS	DC	DD	DS
3	1,32 (0,39)	1,13 (0,29)	1,42 (0,41)	1,41 (0,40)	1,29 (0,37)	1,43 (0,45)
4	1,35 (0,36)	1,09 (0,27)	1,42 (0,45)	1,40 (0,48)	1,34 (0,29)	1,49 (0,45)

Nota: SC y DC son las condiciones en las que el probe es efectivamente uno de los ítems aparecidos durante la fase de codificación (target).

Se realizó un análisis de la variancia del tiempo de respuesta. Los resultados del ANOVA 2x2x3 revelaron que el efecto principal tamaño del set no fue significativo ( $F<1$ ) mientras que las manipulaciones de similitud si lo fueron, tanto en la codificación, donde los tiempos de respuesta eran inferiores cuando había similitud ( $M=1,26$ ) respecto a cuando había disimilitud ( $M=1,39$ ):  $F(1,31)=17,361$ ,  $p<,001$ ,  $MSE=0,064$ ,  $\eta_p^2=,36$ , como en la recuperación,  $F(2,62)=27,268$ ,  $p<,001$ ,  $MSE=0,064$ ,  $\eta_p^2=,47$ . En la recuperación los tiempos de respuesta

fueron superiores cuando había similitud ( $M=1,44$ ) en comparación a cuando había disimilitud ( $M=1,21$ ). Cuando en la fase de recuperación aparecía el target -ítem que había sido presentado en la codificación- ( $M=1,37$ ), los tiempos de respuesta no diferían significativamente de cuando se presentaba un foil similar ( $p=0,08$ ), pero sí de cuando éste era disimilar ( $p<,001$ ).

Estos efectos estaban moderados por la interacción significativa entre similitud en la codificación y similitud en la recuperación  $F(2,62)=4,369$ ,  $p=,02$ ,  $MSE= 0,059$ ,  $\eta_p^2=,12$ . Las comparaciones por pares ajustadas mediante la corrección de Bonferroni mostraron que había diferencias significativas en el tiempo de respuesta entre todas las condiciones excepto entre SS y DS ( $p=,445$ ).

#### 5.5.3.4. Análisis del grado de seguridad

A continuación se presentan los resultados del ANOVA 2x2x3 sobre la medida subjetiva grado de seguridad. La Tabla 5.13 muestra las medias de cada condición.

**Tabla 5.13:** Medias (desviaciones estándar) del grado de seguridad en cada condición

Tamaño del set	Condición					
	SC	SD	SS	DC	DD	DS
3	3,84 (0,76)	4,13 (0,23)	3,60 (0,28)	3,41 (0,77)	3,52 (0,31)	3,35 (0,30)
4	3,69 (0,79)	4,05 (0,23)	3,61 (0,23)	3,42 (0,58)	3,40 (0,28)	3,27 (0,29)

Nota: SC y DC son las condiciones en las que el probe es efectivamente uno de los ítems aparecidos durante la fase de codificación.

En esta ocasión solamente dos de los tres efectos principales fueron significativos: la similitud en la codificación resultó en grados de seguridad más elevados ( $M=3,82$ ) que la disimilitud ( $M=3,39$ ):  $F(1,31)=91,754$ ,  $p<,001$ ,  $MSE=0,191$ ,  $\eta_p^2=,75$ , y, contrariamente, en la recuperación el grado de seguridad era significativamente superior cuando los ítems eran disimilares ( $M=3,78$ ) respecto a cuando eran similares ( $M=3,46$ ):  $F(2,62)=5,844$ ,  $p=,005$ ,  $MSE=0,566$ ,  $\eta_p^2=,16$ . La comparación por pares indicó que el grado de seguridad en las condiciones en las que en la recuperación se presentaba el target ( $M=3,59$ ) no difería de cuando se presentaba un foil similar ( $p=,72$ ) ni disimilar ( $p=,34$ ). Además, la interacción entre similitud en la codificación y similitud en la recuperación fue también significativa  $F(2,62)=7,203$ ,  $p=,002$ ,  $MSE=0,144$ ,  $\eta_p^2=,19$ , y fue causada de nuevo por niveles de seguridad claramente superiores en la condición SD respecto al resto.

### 5.5.3.5. Análisis de las curvas ROC y z-ROC

Siguiendo el mismo procedimiento que en el Experimento 3, se calcularon las curvas ROC y las curvas z-ROC a partir de la tasa de aciertos y falsas alarmas en función del nivel de seguridad, en una escala de 1 a 5 puntos (véase Anexo H). Para ello se utilizó el mismo procedimiento y software empleados en el Experimento 3 (Eng, 2006). Los coeficientes de determinación relativos al ajuste fueron iguales o superiores a 0,91 para las ROC y a 0,94 para las z-ROC y el área bajo la curva difirió significativamente del azar en todas las condiciones ( $p < ,05$ ).

**Tabla 5.14:** Parámetros de las curvas ROC y z-ROC en cada condición

Parámetros	Condición			
	SD	DD	SS	DS
Área bajo la curva ROC	0,63	0,72	0,60	0,65
Const cuadr*. ROC	-0,76 (0,72)	-0,42 (0,19)	-0,40 (0,08)	-0,41 (0,19)
R (cuadr.) ROC	0,94	0,99	0,99	0,99
R (lineal) ROC	0,91	0,97	0,99	0,98
Pendiente z-ROC	0,72	0,67	0,91	0,74
Const cuadr*. z-ROC	-0,22 (0,24)	-0,07 (0,01)	-0,07 (0,01)	-0,13 (0,03)
R (cuadr.) z-ROC	0,96	1	1	0,98
R (lineal) z-ROC	0,94	0,99	0,99	0,99

\*Constante cuadrática (error típico)

La Tabla 5.14 contiene los parámetros obtenidos mediante las regresiones lineales y cuadráticas. Se observó que los componentes cuadráticos obtenidos al ajustar los datos de las curvas ROC a una ecuación cuadrática ( $ax^2 + by + c$ ) fueron negativos en todos los casos (indicando convexidad) y además la bondad de ajuste fue superior para la función cuadrática que para la lineal. Sin embargo, sólo la constante cuadrática de la condición SS difería significativamente de 0 ( $t(2)=5,00$ ;  $p=,03$ ) mientras que el resto de valores no difería de 0 (SD:  $t(2)=1,05$ ;  $p=,40$ ; DD:  $t(2)=2,21$ ;  $p=,16$  y DS:  $t(2)=2,27$ ;  $p=,15$ ).

Por otro lado, las curvas z-ROC estaban bien descritas por una función lineal (añadir un componente cuadrático no hace variar prácticamente la bondad de ajuste). Ninguno de los

valores de las constantes cuadráticas diferían significativamente de 0 (SD:  $t(2)=0,91$ ;  $p=,46$ ; DD:  $t(2)=3,50$ ;  $p=,07$ ; SS:  $t(2)=3,50$ ;  $p=,07$  y DS:  $t(2)=4,19$ ;  $p=,052$ , por lo tanto se asume que las curvas z-ROC fueron lineales en todas las condiciones. Además, aun tratándose de constantes negativas, la ligera convexidad no se ajusta al modelo dual que predice una curva z-ROC con forma de U.

En las Tablas 5.17 y 5.18 se representan gráficamente las curvas ROC y z-ROC respectivamente.

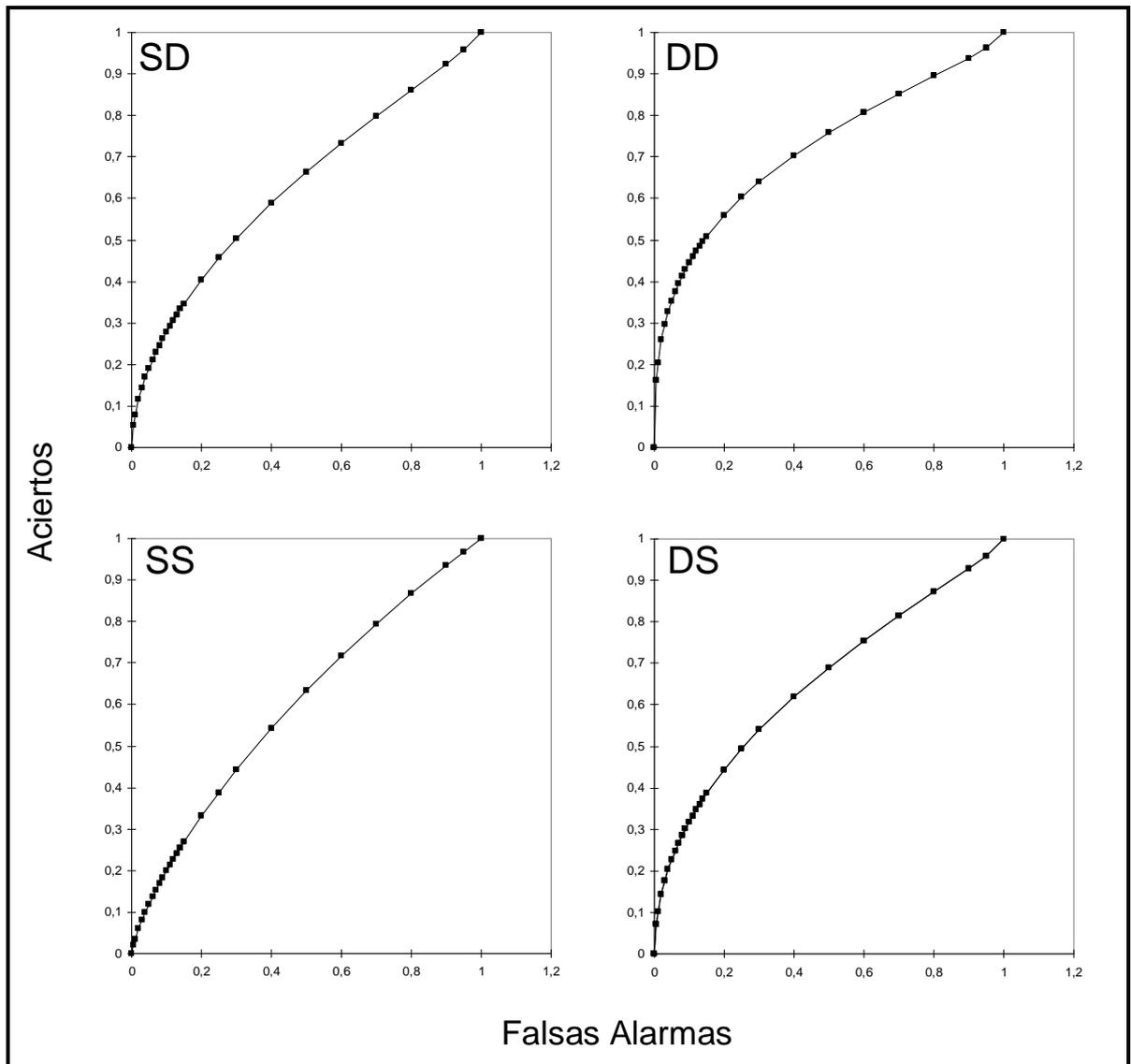


Figura 5.17: Curvas ROC para cada condición

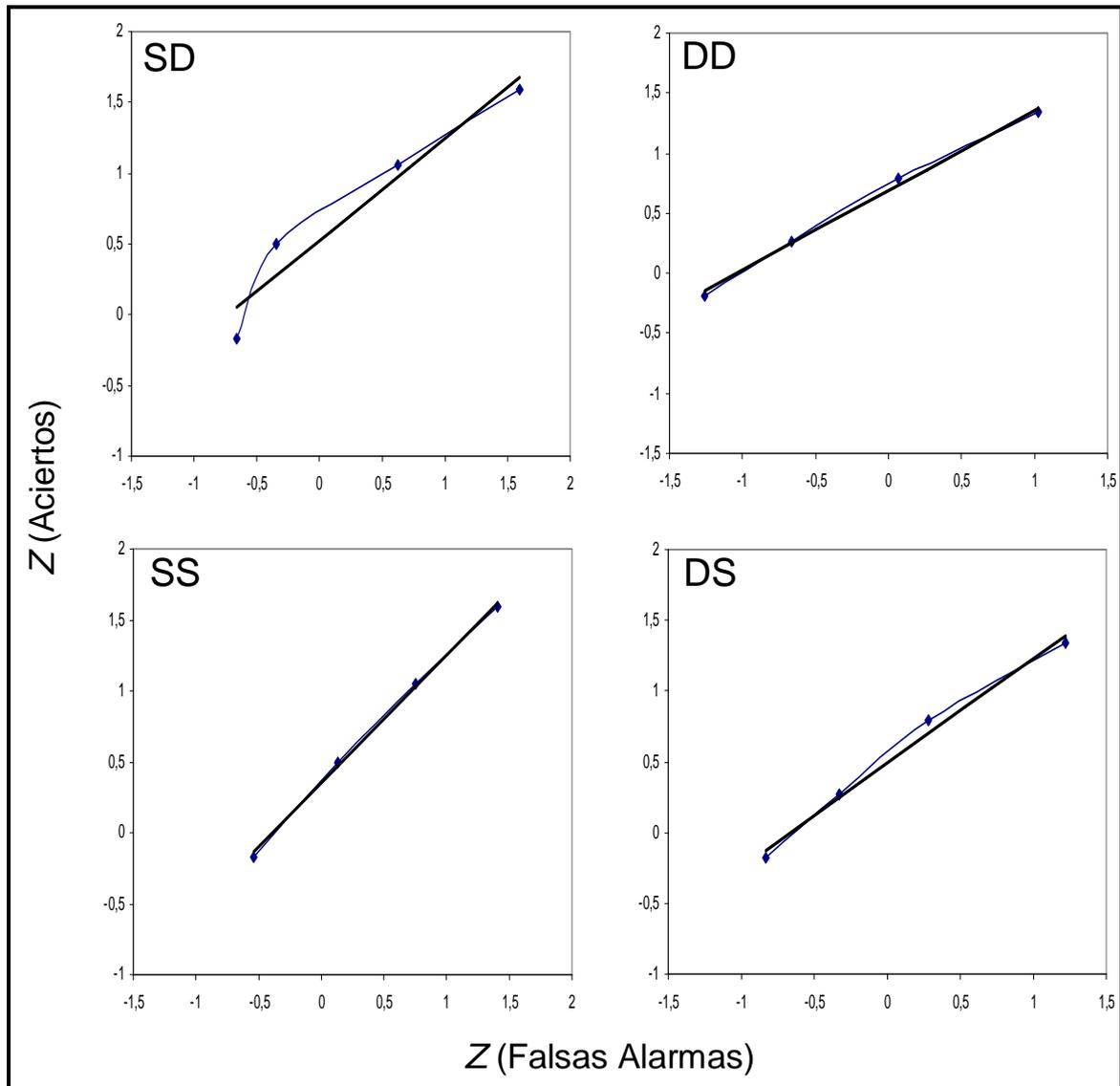


Figura 5.18: Curvas z-ROC para cada condición

#### 5.5.4. Discusión

Con este experimento nos proponíamos replicar las condiciones del experimento precedente pero empleando otro tipo de material, con el fin de determinar si la complejidad de los estímulos a recordar desempeña un papel importante en la ejecución y si las tendencias halladas en relación a la manipulación de la similitud se mantienen o varían cuando la tarea de recuperación es la misma, pero en cambio se emplea un tipo de ítems más simple (en este caso, polígonos). Podemos constatar que se han replicado parcialmente los resultados obtenidos en el experimento anterior. Veamos paso a paso en qué difieren y en qué coinciden ambos experimentos.

En primer lugar, hay que destacar que, a diferencia del experimento anterior, la presentación de tres estímulos durante la codificación daba lugar a un mayor acierto que la presentación de cuatro ítems, a pesar de que en esta ocasión, esta variable no interactuó con el resto. Por otro lado, el análisis sobre la proporción de reconocimiento indicó que en este caso, a pesar de obtener un efecto principal significativo de la similitud en la codificación como sucedió en los Experimentos 1 y 2, tampoco podemos concluir con seguridad que exista un efecto positivo de la similitud en la codificación puesto que, del mismo modo que ocurrió en el experimento anterior, no se hallaron diferencias entre las condiciones críticas SS y DS. Por consiguiente, el único efecto importante de la similitud en la codificación viene dado por la superioridad de la condición SD frente al resto, lo cual consideramos que es insuficiente para poder concluir que efectivamente aparece un efecto positivo, por las razones que hemos venido comentando en las discusiones precedentes.

Por lo tanto, el presente experimento difiere del anterior principalmente en la diferencia entre el rendimiento en la condición SD respecto al resto, que volvió a acentuarse. Además, otro detalle que difiere respecto al experimento previo es que se observaron tiempos de respuesta menores ante la presencia de ítems similares en la codificación. Una interpretación posible frente a estas discrepancias puede basarse en la complejidad de los estímulos, claramente superior en el Experimento 3. Sobre la primera observación, referente a la mejor ejecución en la condición SD, nos referiremos de nuevo a la explicación ofrecida en el Experimento 2, en que también se emplearon polígonos. Resulta plausible especular que las características propias de este tipo de material menos complejo facilite en mayor medida la abstracción de un patrón general puesto que es difícilmente segregable en sus partes constituyentes. Esta abstracción favorece un procesamiento de tipo relacional pero a su vez, la falta de detalles distintivos presentes en los estímulos, dificulta la puesta en marcha de un procesamiento ítem-específico, de manera que la condición SD se ve facilitada ya que únicamente un procesamiento del primer tipo es suficiente para rechazar un target que es claramente distinto al patrón general codificado. Sin embargo, la dificultad para llevar a cabo una focalización en los detalles de cada ítem individualmente se refleja en la peor ejecución en las condiciones críticas (especialmente en la condición SS) y en la falta de diferencias entre ellas, por los motivos aludidos en la discusión del Experimento 3. A este respecto, cabe destacar de nuevo que en este experimento los participantes debían basar su decisión comparando el target con las representaciones, posiblemente degradadas, almacenadas en memoria. Además, la ausencia de alternativas que promuevan la utilización de mecanismos de descarte por no presentar un detalle específico, unido a la mayor simplicidad del tipo de material, que dificulta precisamente la focalización en elementos distintivos, dio lugar a una disminución en la precisión a la hora de discriminar.

Además, debemos tener en cuenta que en la condición SS los niveles de seguridad fueron superiores a los de la condición DS cuando se trata de una condición que a su vez presenta mayor tasa de falsas alarmas. Esto puede indicar que, subjetivamente, los participantes mostraban cierta seguridad de estar realizando con éxito la tarea, aun cuando en realidad estuvieran cometiendo falsas alarmas. Posiblemente, en este tipo de tarea se produzca una mayor dificultad para tomar consciencia de la existencia de diferentes condiciones de similitud en comparación con la tarea de elección entre alternativas, de manera que los participantes juzgan un foil similar como ya presentado con mayor probabilidad, estando además relativamente seguros de estar acertando. De nuevo, la falta de diferencias tanto en el grado de seguridad como en los tiempos de respuesta ante targets y foils similares parece estar apoyando también este argumento.

Por otro lado, los análisis de los aciertos y falsas alarmas pueden considerarse análogos a los del Experimento 3, en el sentido que la similitud en la codificación dio lugar a un mayor número de aciertos pero también a un mayor número de falsas alarmas, con lo cual nuevamente podemos afirmar que la discriminación no se vio beneficiada cuando los ítems de la fase de codificación eran similares.

Por su parte, los análisis de las curvas ROC y  $z$ -ROC son también consistentes con los obtenidos en el experimento anterior. A pesar de que las curvas ROC están claramente mejor descritas por una función cuadrática, solamente la constante cuadrática de una de ellas difería de 0. De todas formas todas las curvas  $z$ -ROC obtenidas fueron lineales y por lo tanto podemos asumir que se cumplen (aunque parcialmente) las predicciones de los modelos de reconocimiento basados en la TDS, que destacan el rol de la familiaridad como proceso subyacente a las tareas de reconocimiento. En este caso, las pendientes de las  $z$ -ROC son sensiblemente menores que 1, indicando una mayor asimetría en las curvas ROC respecto al Experimento 3. Como se ha comentado en la discusión anterior, la simetría puede ser un indicador de un recuerdo débil, con lo cual se podría argumentar que en este experimento, los participantes han sido ligeramente más precisos que en el experimento anterior, debido posiblemente a la menor complejidad de los polígonos. Tal y como hemos comentado en la discusión anterior, los tiempos de respuesta hallados en este experimento contribuyen también a la afirmación de la mayor implicación de la familiaridad, puesto que al ser tan breves, no favorecen la puesta en marcha de procesos de recolección.

En resumen, los resultados de este último experimento van en la misma línea que los del anterior, en términos generales, lo cual sugiere que es el tipo de tarea, y no la manipulación de la complejidad del material, lo que da lugar a los efectos de similitud hallados, que en este caso, se resumen en un efecto de similitud en la recuperación pero una falta de efecto (positivo) en la

codificación como era el caso de los experimentos en los que se empleó una tarea de elección entre alternativas. De todas formas, no hay que dejar de lado el hecho de que en este caso, y contrariamente a lo sucedido en el Experimento 3, sí que se observó un efecto principal de la similitud en la codificación, que venía dado por la superioridad de la condición SD. Esta diferencia con el experimento anterior, como ya hemos comentado, puede achacarse directamente a la menor complejidad de los polígonos en relación a las letras chinas.

Sin embargo, no debe descartarse completamente la posibilidad de hallar diferencias entre las condiciones críticas cuando se emplea este tipo de tarea. Como se ha argumentado en la discusión anterior, es posible que si los participantes hubieran sido advertidos de la existencia de foils similares (bien por entrenamiento o por retroalimentación después de cada ensayo), la tasa de falsas alarmas podría haberse visto reducida sensiblemente, dando lugar a una mejor ejecución en la condición SS en comparación con DS. Si tenemos en cuenta todos estos elementos, a pesar de ser meramente especulativos, deberíamos tomar con cautela la afirmación de que la similitud en la codificación no ha resultado positiva en esta ocasión. Lo que los presentes resultados, así como los del experimento precedente, parecen demostrar, es que los efectos de similitud varían en función del tipo de tarea de reconocimiento empleada y que, en cualquier caso, la similitud de los ítems a recordar no empeora la ejecución.



## CAPÍTULO 6

# DISCUSIÓN GENERAL Y CONCLUSIONES

---

Con esta serie de experimentos nos proponíamos estudiar el efecto de la similitud visual en tareas de reconocimiento a corto plazo, utilizando en todos los casos estímulos sin representación mental previa en la memoria a largo plazo de los participantes (letras chinas y polígonos). La observación del impacto de la similitud es el punto de partida sobre el cual nos planteábamos el objetivo más general de profundizar en el estudio de la representación de la información visual, de las propiedades de la memoria de trabajo visual y de las implicaciones para los modelos de reconocimiento visual.

El empleo de tareas de reconocimiento en este ámbito supone una novedad respecto a investigaciones previas, en las que tradicionalmente se han utilizado pruebas de recuerdo serial inmediato y que por lo tanto: a) sólo manipulan la similitud en la codificación y b) no aíslan el efecto en el recuerdo específicamente a nivel de ítem. Así pues, estos experimentos han permitido, por un lado, determinar en qué fase de la memoria (codificación o recuperación) tiene más peso el hecho de que los ítems sean similares o diferentes y, por otro lado, observar el efecto en la memoria del ítem sin tener en cuenta el orden, el cual se sabe que está especialmente afectado por el efecto de similitud. Cabe destacar que el tiempo de presentación era suficiente como para asegurar que los ítems eran discriminables y, por lo tanto, poder afirmar que estamos hablando de efecto de similitud como fenómeno memorístico y no perceptivo (véase, por ejemplo, Avons y Mason, 1999).

Gracias al hecho de realizar dos tipos diferentes de tarea de reconocimiento (elección forzada entre varias alternativas y reconocimiento Sí/No) ha sido posible observar diferencias en el rendimiento en función del modo de recuperación, fenómeno de gran interés puesto que pone de manifiesto que en el reconocimiento visual, el tipo de recuperación de la información puede dar lugar a diferentes patrones en el efecto estudiado. Con el fin de estructurar esta discusión general, veremos en primer lugar un resumen de los principales hallazgos que son comunes en todos los experimentos y, posteriormente, aquellos que difieren y que permiten obtener conclusiones mediante la comparación entre ambos tipos de tarea.

A modo de resumen y para facilitar la comprensión, presentamos una tabla comparativa del tamaño del efecto para cada efecto principal e interacciones entre experimentos (véase Tabla 6.1). En ella podemos apreciar que en todos los experimentos apareció un efecto de interacción

entre la similitud en la codificación y la similitud en la recuperación, señalando que la responsable de una mejora en la ejecución es precisamente la combinación entre ambas fases. En los experimentos en los que se emplearon polígonos fue donde se observó un tamaño del efecto superior en relación a esta interacción. Aun así, en todos los casos se observó que la variable que explica un mayor porcentaje de la variabilidad es sin duda la manipulación de la similitud de los ítems en la fase de recuperación: concretamente la disimilitud entre ellos es lo que favorece en mayor medida el reconocimiento.

Sin embargo, el hallazgo que es quizás el más interesante, puesto que se trata de un efecto novedoso en este ámbito de estudio, es que la similitud en la codificación no solamente no empeoró la ejecución sino que incluso resultó beneficiosa para el reconocimiento: excepto en el Experimento 3, la similitud en la codificación resultó positiva en todos los casos, mostrando tamaños del efecto también elevados. Gran parte de esta discusión se desarrolla en torno a este fenómeno, debido al interés que suscita. Por último, cabe destacar que la manipulación del tamaño del set así como su interacción con el resto de variables obtuvieron un peso relativamente bajo, aunque no despreciable, en el rendimiento.

**Tabla 6.1:** Comparación del tamaño del efecto ( $\eta_p^2$ ) para cada efecto principal e interacción

Experimento	Efectos principales e interacciones					
	SimCod	SimRec	TamSet	SimCod x SimRec	SimCod x TamSet	SimRec x TamSet
1	0,78	0,86	0,30	0,33	0,09	No sign
2	0,84	0,95	0,50	0,79	0,09	0,13
3	No sign	0,87	0,13	0,21	No sign	0,30
4	0,57	0,93	0,21	0,72	No sign	No sign

En la Tabla 6.2 se muestra el resumen de la proporción media de reconocimiento corregido en cada condición y para cada experimento. Se observa que la combinación que obtuvo un acierto mayor fue siempre aquella en la que se presentaban ítems similares en la codificación y disimilares en la recuperación (SD) seguida de la condición en la que los ítems eran disimilares en ambos casos (DD). Aquellas que recibieron menos aciertos fueron las que constaban de ítems similares en ambas fases (SS) y de ítems disimilares en la codificación y similares en la recuperación (DS) siendo mayoritariamente la segunda la que menos aciertos presentó. Como se ha comentado en la discusión del Experimento 1, es posible que en la condición SD los participantes simplemente realizaran una tarea de discriminación, puesto que

para acertar es suficiente con seleccionar aquella alternativa que es similar a cualquiera de los ítems presentados anteriormente en la tarea de elección forzada, o rechazar el ítem ya que es claramente diferente a cualquiera de los presentados en la codificación en la tarea de reconocimiento Sí/No. La segunda condición que obtuvo un mejor reconocimiento fue DD, como era esperable en el supuesto de que efectivamente apareciera un efecto de la similitud. Al no haber similitud entre los ítems en esta situación, el reconocimiento fue superior puesto que las representaciones de los ítems, al ser distintivos, no se confunden en la memoria de trabajo. Retomaremos estos datos en el apartado siguiente, en el que nos centraremos en discutir en profundidad las diferencias en función de la tarea de recuperación empleada.

**Tabla 6.2:** Proporción media (desviaciones estándar) de reconocimiento corregido en cada condición

Experimento	Condición			
	SS	SD	DS	DD
1	0,46 (0,14)	0,86 (0,08)	0,29 (0,17)	0,55 (0,15)
2	0,25 (0,12)	0,89 (0,09)	0,18 (0,09)	0,42 (0,15)
3	0,27 (0,16)	0,65 (0,18)	0,28 (0,19)	0,55 (0,16)
4	0,23 (0,14)	0,79 (0,13)	0,20 (0,12)	0,42 (0,17)

Siguiendo con aquellos aspectos comunes a todos los experimentos, cabe destacar que con respecto a la contribución de códigos verbales, la introducción de una tarea de supresión articulatoria manipulada intersujetos en el Experimento 1, mostró que el hecho de suprimir la articulación no interfería con la manipulación de la similitud, sino que únicamente afectaba a la ejecución general, consistentemente con trabajos anteriores como los de Avons y Mason (1999) y Walker et al. (1993). Así pues, mediante su realización concurrente en el resto de los experimentos se aseguró una mayor probabilidad de que la codificación se llevara a cabo de la manera más puramente visual posible.

También a nivel del tipo de material utilizado, a modo de resumen, observamos que las tendencias generales en términos del rendimiento dentro de cada condición se replicaron, aun empleando tipos distintos de tarea de recuperación. El hecho de presentar estímulos visuales que difieren en el grado de complejidad no tuvo un efecto diferencial en cada tarea. Sin embargo, hay que destacar un efecto apreciable en la comparación entre los tipos de material en ambas tareas y es que los polígonos produjeron un peor rendimiento cuando la recuperación era similar respecto a las letras chinas (las puntuaciones en las condiciones SS y DS fueron claramente inferiores en los Experimentos 2 y 4, en los que se emplearon polígonos, en comparación con

los Experimentos 1 y 3 respectivamente). Esto puede ser debido a que al tratarse de un material más simple y abstracto dificulta el establecimiento de comparaciones (tanto entre alternativas en los Experimentos 1 y 2 como entre el target y los ítems almacenados en memoria en los Experimentos 3 y 4) que permitan discriminar el target correcto o juzgar si ha aparecido con anterioridad o no. Además, se observó otro efecto interesante: las diferencias entre la condición SD y el resto eran más acentuadas cuando se presentaban polígonos en comparación con cuando se empleaban letras chinas, es decir, los polígonos eran más proclives a dar lugar a un procesamiento de tipo relacional, posiblemente debido a que, por su naturaleza más simplificada, no contienen elementos claramente diferenciables y la parte común es a nivel de su estructura global y no de una parte concreta, motivo por el cual emerge con mayor rapidez un patrón general de los ítems presentados. Como se ha comentado en la discusión del Experimento 1, existen evidencias a favor de que las formas más simples y que contienen menos información o rasgos distintivos (en nuestro caso, los polígonos) son más fácilmente codificables y reproducibles pero al mismo tiempo presentan más dificultades en los procesos de discriminación. Por el contrario, cuando se trata de formas más complejas (en este caso, las letras chinas) es precisamente el mayor número de detalles, en otras palabras, la mayor complejidad, lo que las hace más fácilmente discriminables en la recuperación aunque más costosas de codificar o reproducir (Fitts et al., 1956).

Respecto a los efectos de tamaño del set, globalmente se constató un declive en la ejecución a medida que se presentaban más ítems, consistente con las teorías de las limitaciones en la capacidad en la memoria de trabajo visual. Sin embargo, hay que tener en cuenta las diferencias que se produjeron en el rendimiento en función del tamaño del set cuando se presentaban ítems similares o disimilares en cada fase, hecho que parece mostrar que la manipulación de la similitud tiene un peso mayor que el número de ítems presentados y, por lo tanto, de alguna manera nuestros resultados son más acordes con las teorías que afirman que las limitaciones en la capacidad vienen dadas en mayor medida por el aumento en la complejidad y la degradación de las representaciones almacenadas (Alvarez y Cavanagh, 2004) que por el número de ítems por sí mismo (Luck y Vogel, 1997). De todas formas, hay que considerar que se trata de una interpretación especulativa. Como se ha venido comentado a lo largo de las discusiones, parece ser que la presencia de ítems similares en la codificación reduce la carga de memoria debido a la puesta en marcha de un procesamiento de tipo relacional que a su vez favorece un procesamiento ítem-específico de los detalles distintivos, con lo cual, en esta situación el reconocimiento correcto prácticamente no disminuye a medida que aumenta el tamaño del set. Sin embargo, este declive sí ocurre cuando los ítems son disimilares, puesto que la ausencia de elementos comunes que facilite el procesamiento relacional hace que el número

de elementos a codificar sea mayor y en consecuencia se sobrepase el límite de la capacidad de la memoria de trabajo visual.

En relación a la medida complementaria de tiempo de respuesta, en los cuatro experimentos se observó una relación inversa entre el acierto en el reconocimiento y el tiempo de respuesta, es decir, los tiempos fueron más cortos en las condiciones que obtuvieron mejor reconocimiento y más largos en aquellas relacionadas con una peor ejecución. Esta relación indica el grado de dificultad y es compatible con el modelo de fuerza de la pista (*trace strength theory*) propuesto, entre otros, por Baddeley y Ecob (1973), que asume que cuanto más débil es la pista en memoria, más lento es su proceso de recuperación. Además, tal y como afirman Awh et al., (2007), si el ítem que se presenta en la fase de test es muy similar a uno de los que se encuentra mantenido en la memoria, será necesario un tiempo adicional para compararlos detalladamente. Por otro lado, se constata que los tiempos de respuesta fueron mayores cuando la recuperación era de elección entre alternativas respecto a cuándo se trataba de una tarea Sí/No, con lo cual se evidencia que en el primer caso los participantes realizaron comparaciones entre las alternativas presentadas.

Por su parte, la medida grado de seguridad también resultó ser consistente con los datos de reconocimiento en todos los experimentos. Según Haist, Shimamura y Squire (1992), una falta de correspondencia entre la ejecución en una tarea de reconocimiento y el grado de seguridad reportado por los participantes (es decir, una buena puntuación que obtiene niveles de seguridad subjetivos muy bajos) estaría indicando una dependencia de la memoria no declarativa o implícita. No obstante, en nuestros experimentos sí que se produjo dicha correspondencia (las condiciones con mejor puntuación en el reconocimiento obtuvieron medias mayores en el grado de seguridad y lo contrario sucedió con aquellas condiciones con reconocimiento más pobre). Así pues, podemos afirmar que el tipo de memoria implicado depende básicamente de la memoria explícita y que los procesos implicados no se apoyan en una facilitación inducida por efectos de *priming* perceptivo.

Así pues, constatamos que los datos de reconocimiento obtenidos se vieron apoyados tanto por una medida complementaria objetiva (tiempo de respuesta) como una medida subjetiva (grado de seguridad), lo cual aporta consistencia a los resultados.

Otro punto común entre experimentos es que el impacto de la similitud visual fue robusto y este hecho adquiere especial importancia debido a que la presentación de las diferentes condiciones era aleatoria. Probablemente, si la presentación hubiera sido por bloques, se hubiera facilitado la puesta marcha de estrategias concretas para cada condición de similitud, de manera que el hecho de haber obtenido el efecto a pesar de la aleatorización confiere mayor validez a nuestros resultados.

## **Diferencias en función del formato de recuperación e implicaciones de los diversos modelos de reconocimiento**

Hasta este punto, hemos intentando ofrecer un resumen general de los aspectos que son comunes entre experimentos. En este apartado, nos adentraremos en analizar aquellos resultados que han presentado discrepancias en función del tipo de recuperación empleado.

En primer lugar, el interés se centra en analizar las diferencias entre las condiciones SS y DS, que hemos llamado “críticas”, puesto que en ellas, únicamente difería la configuración de los ítems en la fase de codificación y la posible ventaja de la similitud en la codificación en estos casos no estaba mediada simplemente por procesos de discriminación en la recuperación como los que se dan en la condición SD. Observamos que se produjeron diferencias entre estas condiciones críticas únicamente cuando se utilizaba la tarea de elección forzada entre varias alternativas (Experimentos 1 y 2), donde además la condición SS obtuvo mejores puntuaciones que DS cuando teóricamente se esperaba el patrón inverso. Los efectos positivos de la similitud en la codificación sobre el reconocimiento en este tipo de tarea mediante la contribución de procesos relacionales e ítem-específicos se han desarrollado en profundidad en la discusión del Experimento 1, argumento que retomaremos en breve. Hay que destacar que en ambos experimentos se replicaron los resultados y la tendencia observada fue la misma aun empleando diferentes tipos de material visual sin significado.

Sin embargo, hay que tomar con mayor cautela los resultados de los Experimentos 3 y 4 a la hora de afirmar que la presencia de ítems similares en la codificación resulta positiva para el reconocimiento. Si bien en el Experimento 4 se halló un efecto principal de la similitud en la codificación (debido básicamente a la superioridad de la condición SD frente al resto), lo cierto es que en ambos experimentos, la similitud en la recuperación es la manipulación que adquirió mayor peso y no se hallaron diferencias entre las condiciones críticas. A pesar de encontrar un mayor número de aciertos cuando había similitud en la codificación, que a simple vista parece indicar que también en esta ocasión la similitud resultó beneficiosa, no hay que olvidar que las falsas alarmas eran mayores cuando la recuperación constaba de un foil similar. Esto sugiere que la similitud en la codificación solo fue positiva aparentemente, puesto que la alta tasa de falsas alarmas ante un foil similar indica que los participantes respondían “sí” con mayor probabilidad en las condiciones de similitud en la codificación, resultando en una mayor tasa de aciertos cuando efectivamente dicho ítem era el target correcto pero también en más falsas alarmas cuando se trataba de un foil similar.

Veamos una posible explicación a la aparente disociación hallada en función del tipo de recuperación empleado. Partimos de la base de que en ninguno de los presentes experimentos se instruyó a los participantes a centrarse en los detalles para realizar la tarea con éxito. No

obstante, en los Experimentos 1 y 2, esta estrategia estaba inducida implícitamente por el tipo de tarea de recuperación, ya que el simple hecho de tener que establecer una comparación entre alternativas, forzaba necesariamente a los participantes a codificar los detalles distintivos con el fin de poder identificar correctamente el target entre alternativas que en ocasiones eran similares entre sí. Contrariamente, en los Experimentos 3 y 4, no se requería una comparación entre alternativas sino entre el ítem presentado y las representaciones almacenadas en memoria y, muy probablemente, las representaciones degradadas no contaban con suficientes detalles informativos que permitieran distinguir el target de un foil similar. A este hecho cabe añadir el hallazgo de que ni el grado de seguridad ni los tiempos de respuesta diferían ante un target y un foil similar, que de alguna manera indica que los participantes no eran conscientes de la presencia de foils similares y, por consiguiente, de la necesidad de focalizar la atención en los detalles distintivos.

Dicho esto, es plausible que los resultados de nuestros experimentos sean en parte consecuencia de decisiones estratégicas tomadas por los participantes. Los ítems similares en la recuperación pueden haber inducido la puesta en marcha de un procesamiento más profundo o elaborado de la información disponible en la recuperación o un examen más detallado de las evidencias relevantes. Esto pudo haber sucedido especialmente en el caso de la tarea de elección forzada entre varias alternativas, ya que como afirma Tulving (1981), un procesamiento de tipo elaborativo y estratégico en la recuperación se da cuando existe un alto grado de similitud perceptiva entre alternativas, mientras que en la tarea de reconocimiento Sí/No la probabilidad de cometer un error o falsa alarma viene determinada por su similitud ecfórica, es decir, entre el probe y los ítems almacenados en memoria. Si a todo esto unimos el posible sesgo a cometer falsas alarmas ya que la proporción de ensayos de respuesta Sí (1/3) y de respuesta No (2/3) probablemente fomenta la tendencia a responder afirmativamente, contamos con argumentos que pueden explicar la ausencia de diferencias entre las condiciones críticas y, por lo tanto, de efecto positivo de la similitud en la codificación cuando se emplea una tarea de respuesta Sí/No.

Una posible mejora a introducir sería la de potenciar la discriminabilidad dentro del contexto de la similitud. Por ejemplo, una vía sería preexponer a los participantes con los estímulos a recordar, para así aumentar la discriminabilidad de los detalles distintivos. Esta idea además representaría un puente entre los estudios sobre memoria de trabajo y los de aprendizaje perceptivo (véase por ejemplo Lavis y Mitchell, 2006). Una vía alternativa sería entrenar más a los participantes o bien añadir una retroalimentación después de cada ensayo con el fin de que fueran conscientes de la aparición de foils muy similares a los targets y, por lo tanto, de la necesidad de precisar más en la respuesta.

En relación a la contribución de los procesos de recolección y familiaridad en ambos tipos de tarea de reconocimiento, es posible que, debido a los detalles que se requieren para reconocer correctamente un target, la familiaridad tenga un papel destacado y que la recolección contribuya a la ejecución siempre y cuando los participantes cuenten con alternativas en la recuperación que permitan contrastar los detalles concretos, ya que en esta situación, un mero juicio de familiaridad no es suficiente para discriminar el target entre ítems similares a los presentados anteriormente puesto que todos ellos suscitan cierto grado de familiaridad. Por consiguiente, una posible interpretación sería que la ejecución en la tarea de reconocimiento Sí/No se basara principalmente en juicios de familiaridad por encima de juicios más precisos de recolección (consistentemente con el análisis de las curvas ROC y z-ROC) mientras que en la tarea de elección forzada entre alternativas influyeran con más peso los juicios basados en la recolección. Sin embargo, hay que destacar nuevamente el argumento de Squire et al. (2007) según el cual, la simetría de las curvas ROC refleja un recuerdo débil y no necesariamente una ausencia de recolección, cosa que puede aplicarse a los resultados obtenidos en la tarea de reconocimiento Sí/No. Dicho esto, no se puede afirmar que los procesos de recolección no tuvieran lugar, pero sí que probablemente la familiaridad gobernó en mayor medida las decisiones.

En términos generales, pues, parece que nuestros resultados son en parte opuestos a los hallados en diversos estudios que afirman que la familiaridad destaca principalmente en la ejecución de tareas de elección entre alternativas mientras que la recolección lo hace en tareas de respuesta Sí/No (Bastin y Van der Linden, 2003; Holdstock et al., 2002; Migo et al., 2009; Parkin et al. 1994). Sin embargo, hay otros estudios que apuntan en la línea hallada por nosotros, en el sentido que la contribución de la familiaridad y la recolección no necesariamente se distribuye en estos términos entre ambos tipos de recuperación (Bayley et al., 2008; Khoe et al., 2000). Hay que tener en cuenta que la similitud es una manipulación que incide directamente en los procesos de reconocimiento y, por lo tanto, nuestros resultados no son del todo comparables con estudios de reconocimiento general en los que no se tiene en cuenta esta variable. De todas formas, hay que tomar con cautela todas estas afirmaciones, ya que se trata meramente de posibles interpretaciones puesto que no contamos con un índice de la contribución de la familiaridad y la recolección en la ejecución en la tarea de elección forzada entre alternativas. En este sentido, cabría contemplar la opción de realizar los experimentos mediante el paradigma “recuerdo/sé”, que permitiría obtener indicadores directos de la contribución de ambos tipos de procesos y, de este modo, poder concluir con mayor fiabilidad sobre su implicación.

Dejando de lado los modelos de doble proceso, los resultados de nuestros experimentos (especialmente los de los Experimentos 3 y 4, en los que la familiaridad tuvo un papel

destacado), parece que pueden ser bien explicados mediante los modelos simples de reconocimiento, especialmente los llamados modelos globales basados en la similitud de los ejemplares (Kahana et al., 2007; Nosofsky, 1986). Nuestros resultados son acordes con sus predicciones iniciales, en el sentido que el cómputo de la similitud total del probe con cada uno de los ítems estudiados es el responsable de la ejecución. Según este punto de vista se espera, por un lado, que la tasa de falsas alarmas sea superior ante la presencia de un foil similar en la fase de test y, por otro, que dentro de esta situación (similitud en la recuperación) haya más falsas alarmas cuando los ítems son similares en la codificación, puesto que en este caso, el probe se parece a todos los ejemplares previamente presentados mientras que si la codificación es disimilar, solamente se parece a uno de ellos. Hemos observado que se cumplen ambas predicciones.

Si bien, hay que destacar de nuevo que a partir del hallazgo de Kahana y Sekuler (2002), replicado por Nosofsky y Kantner (2006), se han reformulado este tipo de modelos y se ha propuesto el llamado NEMO, que enfatiza la importancia de la homogeneidad de las listas a recordar, más allá de la mera similitud existente entre el probe y cada ítem presentado. Estos autores observaron que añadir un parámetro al modelo relacionado con la homogeneidad de las listas en la codificación acomodaba mucho mejor los resultados empíricos. La nueva reformulación predice que cuando los ítems de la fase de codificación son similares, se reduce la probabilidad de falsas alarmas (aunque también lo hacen los aciertos), es decir, que los sujetos mejoran su habilidad para no reconocer falsamente ítems parecidos a los previamente presentados en comparación con las predicciones de los modelos globales. A diferencia de otros estudios, en nuestros experimentos se manipula la similitud de los ítems durante la codificación y los resultados no parecen ir en la línea apuntada por el modelo NEMO: los participantes mostraron una tendencia menos conservadora ante listas similares en la codificación, presentando más aciertos y también más falsas alarmas. Sin embargo, hay que tomar con cautela estas afirmaciones, puesto que a menudo el modelo se ha examinado empleando una presentación secuencial, cosa que influye en el sumatorio de similitud entre el probe y cada ítem almacenado en función de su posición serial. En todo caso, en términos generales, nuestros resultados son consistentes con las predicciones apuntadas por los modelos globales basados en la similitud de los ejemplares, y además también apoyan la afirmación de que los participantes ajustan sistemáticamente su criterio de decisión en función de la homogeneidad de las listas a codificar.

## **Implicaciones para los modelos de organización y representación de la información visual**

Con el análisis de nuestros resultados queremos ir un paso más allá en la comprensión de la organización y la representación de la información visual en la memoria de trabajo ya que aportan evidencias destacables sobre la implicación del procesamiento relacional e ítem-específico en tareas de reconocimiento a corto plazo. Cuando se manipula la similitud de los ítems, tienen lugar efectos diferenciales sobre el tipo de procesamiento que se lleva a cabo en el momento de la codificación, que se deben combinar con los procesos de discriminación en la recuperación para una correcta ejecución. A continuación repasaremos estos mecanismos. Además, veremos que el estudio de esta variable contribuye al debate sobre cuál es la unidad de la memoria de trabajo visual.

Como se ha venido comentando, cuando se presentan diversos ítems, en la memoria de trabajo visual se codifican dos tipos de información: por un lado la relacional, entendida como los elementos comunes de los objetos presentes en una escena, y por otro lado información ítem-específica, es decir, las características definitorias de cada elemento por separado. De acuerdo con Einstein y Hunt (1980), la combinación de los procesamientos de ambos tipos de información resulta positiva para la ejecución de la tarea, puesto que de cualquier episodio se extrae información específica y relacional. Como la posible interpretación de los resultados en términos de la contribución de ambos tipos de procesamiento ya se ha comentado extensamente en el Experimento 1, a continuación realizaremos un breve resumen común a los cuatro experimentos.

Hemos comprobado que la mera presencia de ítems similares en la codificación favorece la integración de los elementos comunes entre estímulos, es decir, facilita la puesta en marcha de un procesamiento de tipo relacional. Mediante este procesamiento, es posible la abstracción de un patrón global de los ítems presentados, con la consiguiente reducción de la carga de memoria, que a su vez se convierte en una pista de recuperación útil. La puesta en marcha de únicamente este proceso es por sí misma eficiente cuando en la fase de recuperación se presentan alternativas disimilares (Experimentos 1 y 2) o un foil disimilar (Experimentos 3 y 4), ya que una vez se ha generado y codificado el patrón global resulta fácil descartar los ítems que difieren de él y que devienen muy discriminativos durante la fase de recuperación (Hunt, 2003; Tulving, 1981) facilitando por consiguiente el reconocimiento. Sobre esta cuestión, Hunt y colaboradores (Einstein y Hunt, 1980; Hunt y Einstein, 1981; Hunt y McDaniel, 1993) destacan que los efectos de la información relacional e ítem-específica dependen básicamente del tipo de alternativas presentadas en la recuperación: si bien la información ítem-específica tiene un peso importante en el reconocimiento, si la decisión puede tomarse únicamente en base

a información general, el procesamiento relacional puede contribuir de forma igualmente positiva, especialmente cuando en la fase de recuperación el/los ítem/s son disimilares. Así pues, en la condición SD, únicamente un procesamiento de tipo relacional resulta eficiente (aunque no hay que olvidar, como ya se ha comentado, que esta condición posiblemente refleja un proceso de discriminación y no de reconocimiento propiamente del target).

Sin embargo, la presentación de las diferentes condiciones de similitud era aleatoria en todos los experimentos, con lo cual los participantes no sabían qué tipo de alternativas o de foils aparecerían después de la presentación de ítems similares en la codificación. En consecuencia, ante la aparición de un ensayo de la condición SS, no es suficiente la creación de un patrón abstracto, puesto que la correcta ejecución en este caso implica necesariamente haber codificado los detalles distintivos para poder disponer de elementos diferenciales que permitan escoger el target o rechazar correctamente un foil similar. Así pues, es necesaria la combinación de ambos tipos de procesamiento, tanto de tipo relacional, que posibilite la simplificación a nivel de características compartidas, como un procesamiento adicional de tipo ítem-específico mediante el cual los participantes puedan centrarse concretamente en aquellos elementos que distinguen un ítem de otro (Tulving, 1981), ya que estos elementos diferenciadores proporcionan información discriminativa que es especialmente útil en la fase de recuperación.

En resumen, en las condiciones de similitud en la codificación, es necesario combinar ambos tipos de procesamiento para obtener un buen rendimiento. Parece ser que así ha sido en nuestros Experimentos 1 y 2, en los que se ha observado consistentemente que, manteniendo la manipulación de similitud en la recuperación constante, la similitud en la fase de codificación ha resultado positiva (SD superior a DD y SS superior a DS). Sin embargo, estos argumentos no son del todo aplicables a los Experimentos 3 y 4, puesto a que en éstos, no se hallaron diferencias entre las condiciones críticas SS y DS. Para intentar explicar esta falta de efecto, podemos recurrir a la evidencia apuntada por diversos autores, que han señalado que las representaciones en memoria de trabajo visual son muy poco detalladas, es decir que aunque seamos capaces de almacenar y reconocer un número elevado de imágenes durante un periodo breve, los detalles de dichas imágenes son pobres y limitados (O'Regan, 1992; Rensink, 2000). En opinión de estos autores esto es así porque el mundo externo ya nos provee de dichos detalles, con lo cual no es necesaria una representación detallada de los mismos. Si aplicamos este argumento a nuestros experimentos, podemos intuir que en el caso de la tarea de reconocimiento Sí/No, a pesar de haber puesto en marcha de forma combinada los procesamientos de tipo relacional e ítem específico, solamente el primero ha resultado suficientemente eficiente (hecho que se constata en la superioridad de la condición SD). Sin embargo, aun habiendo codificado los detalles específicos, estos se han mantenido en memoria con un grado de fidelidad y calidad demasiado bajo como para poder establecer comparaciones

efectivas con el probe, especialmente cuando éste es similar. Por el contrario, en la tarea de elección forzada entre alternativas, a pesar de mantener en memoria los estímulos de manera poco detallada, la aparición del target acompañado de alternativas permite llevar a cabo mecanismos de descarte, que resultan más fáciles que la comparación con el contenido en memoria.

Por último, discutiremos brevemente la implicación de nuestros resultados en relación al debate sobre la unidad básica en la memoria de trabajo visual, retomando lo apuntado brevemente en la introducción de este capítulo. Los argumentos expuestos hasta el momento sugieren que, cuando los ítems a recordar son similares entre sí, predomina la contribución de un procesamiento relacional (si bien éste debe combinarse con un procesamiento ítem-específico para una correcta ejecución). Esto implica que la tendencia general es la codificación de un patrón interrelacionado de los elementos comunes en lugar de cada objeto por separado, cosa que contrasta con la idea de que los objetos se crean y se almacenan independientemente sin influirse los unos a los otros (Wheeler y Treisman, 2002). Por consiguiente, todo parece indicar que nuestros datos son consistentes con los de Jiang et al. (2000), que mostraron que en tareas de detección del cambio<sup>19</sup> la ejecución depende de las relaciones entre los ítems que se presentan en la misma configuración espacial, cosa que sugiere que las unidades se codifican y almacenan en función de la configuración global de los estímulos y no por separado. Consistentemente con estos autores, otras investigaciones también han sugerido que la representación en la memoria de trabajo visual se da en forma de una representación espacial global y no a nivel de los detalles precisos de los objetos (Simons, 1996; Smith y Jonides, 1997). Tal y como se afirma en estos estudios, es precisamente este tipo de representación abstracta lo que posibilita reconocer un gran número de estímulos visuales, aunque en una situación como la que se introduce en nuestros experimentos, en la que se manipula la similitud de los ítems, la efectividad de este tipo de representación está altamente relacionada con el tipo de recuperación. Además, como hemos comentado en apartados anteriores, nuestros resultados apuntan a que las limitaciones en la capacidad de la memoria de trabajo visual se deben en mayor medida a la complejidad del material (en este caso, introducida por la similitud entre estímulos) que al número de ítems per se.

---

<sup>19</sup> Hay que considerar que el punto en común entre la tarea de detección del cambio y la de reconocimiento utilizada en los presentes experimentos es que la fase de codificación implica una presentación simultánea de los ítems, que resulta más adecuada en el caso de la información visual puesto a que muchos aspectos de la visión son inherentemente paralelos.

### **Comparación con estudios sobre el efecto de similitud**

Por último, pondremos en relación nuestros resultados con los diversos estudios sobre similitud, tanto visual como verbal, que hemos venido repasando. Hay que recordar, no obstante, que el paradigma empleado en el presente trabajo, así como el tipo de material, son novedosos en el estudio del efecto de similitud visual, con lo cual nuestros resultados son difícilmente comparables con estudios previos. En primer lugar, cabe destacar que las investigaciones que han abordado el tema de la similitud visual citadas en la introducción utilizan principalmente tareas de recuerdo serial (Hue y Erickson, 1988; Logie et al., 2000; Walker et al., 1993; Wolford y Hollingsworth, 1974) y obtienen que la similitud entre ítems empeora el recuerdo del orden de presentación, de manera análoga al efecto que se encuentra en el componente verbal. Nuestros experimentos, por el contrario, exploran el efecto de similitud a nivel de ítem, que puede estar reflejando un tipo de funcionamiento distinto de la memoria de trabajo visual en comparación a cuando se estudia el orden y en este sentido hemos observado que se produce un efecto parcialmente inverso respecto a cuándo se evalúa el recuerdo del orden. En el presente trabajo se ha comprobado que, en la tarea de reconocimiento de elección forzada entre varias alternativas, la similitud en la codificación mejora consistentemente el reconocimiento, mientras que la similitud en la recuperación lo empeora. Por otro lado, en la tarea de reconocimiento Sí/No, si bien no podemos afirmar que la similitud en la codificación produzca un beneficio apreciable, lo cierto es que tampoco empeora el rendimiento como sucede en el caso del recuerdo del orden. En consecuencia, se puede afirmar que la similitud en dicha fase es especialmente positiva cuando el procesamiento de las características distintivas se ve forzada por el tipo de recuperación, como se ha desarrollado en el punto anterior.

A nivel de recuerdo del ítem, nuestros resultados contradicen a los encontrados en uno de los escasos estudios que se han interesado por el efecto de similitud visual sin tener en cuenta el orden. Avons y Mason (1999), no obtuvieron efecto de similitud en una tarea de reconocimiento de matrices con dos alternativas, cosa que les hizo concluir que el efecto únicamente tenía lugar en la recuperación del orden. No obstante, hay que destacar que su tarea de reconocimiento a nivel de ítem únicamente tenía el propósito de observar la tasa de aprendizaje de las descripciones de los ítems similares o disimilares y, además, no manipulaban la similitud en la fase de recuperación. Así pues, ni el objetivo ni el diseño de la tarea son del todo comparables con nuestros experimentos. De todas formas, a modo informativo, es remarcable que pese a que las diferencias entre sus condiciones experimentales (análogas a nuestras SS y DS) no fueron significativas, la tendencia era la misma a la que hemos encontrado en los Experimentos 1, 2 y 4, en el sentido que la condición SS dio lugar a menos errores en el reconocimiento que la condición DS.

Nuestros resultados tampoco son acordes con los de Saito et al. (2008), que observaron una falta consistente de efecto de similitud visual cuando se analizaba el recuerdo estrictamente del ítem en tareas de recuerdo serial. De todas formas, es destacable que hallaron un efecto de este tipo en la interacción significativa entre similitud visual y verbal, en la que se observó que los ítems visualmente disimilares eran mejor recordados que los similares cuando eran a su vez fonológicamente similares pero no cuando eran disimilares. Tal y como se ha comentado en el apartado teórico, consideramos que en este estudio, el efecto de similitud visual a nivel de ítem no es totalmente descartable, ya que si bien el efecto principal no resultó ser significativo en ninguno de los tres experimentos, en dos de ellos la interacción si lo fue, mostrando un recuerdo superior para estímulos visualmente disimilares en la codificación cuando no se tiene en cuenta el orden. De todas formas, la tendencia es en parte opuesta a la hallada por nosotros. Tampoco Chase y Calfee (1969) encontraron un efecto de similitud a nivel de ítem en el reconocimiento empleando la tarea de Sternberg. Como hemos señalado en apartados anteriores, esta investigación no es tampoco del todo comparable con nuestros experimentos ya que estos autores emplearon letras. Consideramos que estudiar el efecto de similitud visual a partir de material verbal produce una situación en la que obviamente los códigos verbales desempeñan un papel fundamental, más aun cuando no se emplea una tarea concurrente que minimice su uso, como es el caso del estudio citado.

No obstante, hay concretamente dos estudios muy recientes que obtienen resultados parcialmente consistentes con los nuestros. Uno es el de Yeh y Yang (2008), que encontraron un efecto positivo de la similitud en la codificación sobre el reconocimiento entre dos alternativas de dibujos de objetos familiares. La explicación ofrecida es en términos de los modelos globales de familiaridad a los que nos hemos venido refiriendo. Según los autores, la relación de similitud entre el ítem de la fase de recuperación y los presentados anteriormente hace aumentar la señal global de correspondencia, cosa que a su vez favorece la contribución de la familiaridad en comparación a cuando los objetos son disimilares. El otro estudio, de Lin y Luck (2009), tenía como objetivo comprobar el efecto de similitud del color empleando una tarea de detección del cambio. Sus resultados indicaron también que la ejecución en dicha tarea se veía facilitada por la similitud entre colores presentados en la fase de estudio, cosa que falsea la hipótesis de que en la memoria de trabajo visual las representaciones de elementos similares son menos precisas que las disimilares y que por lo tanto la ejecución se ve empeorada debido a la similitud. El hecho de que estos autores hayan encontrado un patrón similar al obtenido en nuestros experimentos, a pesar de que el paradigma empleado es distinto, da consistencia al efecto, puesto que se constata que éste no aparece únicamente por el hecho de haber empleado tareas de reconocimiento.

Por otro lado, en lo que se refiere a la comparación con el funcionamiento del bucle fonológico, hay que remarcar nuevamente el hecho de que los estudios que afirman la existencia de un efecto de similitud fonológica utilizan mayoritariamente el paradigma de recuerdo serial. Obviamente, en tareas de recuerdo no es posible manipular la similitud en la fase de recuperación, de forma que se concluye que el efecto se da porque las palabras son similares en la fase de codificación. Pocos estudios han estudiado el efecto de similitud fonológica en tareas de reconocimiento, aunque resultarían de gran interés puesto que la importancia no recaería únicamente en cómo son los estímulos en el momento de la codificación, sino en cómo se combina esta presentación con la posterior recuperación del material. Una de las investigaciones que sí que ha tenido en cuenta este aspecto es el ya citado estudio de Chase y Calfee (1969), en el que encontraron que los tiempos de búsqueda en la tarea de Sternberg eran superiores para ítems similares que para neutros, aunque en otro de los experimentos no consiguieron hallar efecto de similitud fonológica. A grandes rasgos, sus resultados mostraron que este efecto tiene mucho menos impacto en el reconocimiento que en el recuerdo.

En referencia al efecto de similitud a nivel de ítem en el dominio verbal, cuando se evalúa mediante tareas de recuerdo inmediato, sí que podemos afirmar que nuestros resultados parecen ser consistentes, en el sentido de que en ambos casos, el efecto clásico de similitud tiende a invertirse y, por lo tanto, facilita la ejecución en lugar de empeorarla (Fallon et al., 1999; Fournet et al., 2003; Gathercole et al., 1982; Karlsen et al., 2007). En el caso del efecto de similitud fonológica, se ha llegado a la conclusión de que los fonemas compartidos entre los estímulos a recordar sirven como pista categorial que mejora el recuerdo a nivel del ítem y podría ser que este efecto positivo se vea enmascarado por el efecto negativo de la similitud sobre el orden (Fallon et al., 1999; Gupta et al., 2005). También en el caso de estudios que emplean similitud de tipo semántica, se ha obtenido que la similitud (es decir, ítems que pertenecen a la misma categoría) es positiva para el recuerdo a nivel de ítem cuando se emplea un set abierto de estímulos (Poirier y Saint-Aubin, 1995). Los autores ofrecen una explicación basada en la hipótesis de la reintegración, sugiriendo que la similitud semántica mejora este mecanismo debido a que aporta una pista de recuperación adicional que delimita el número de posibles candidatos que se encuentran en la memoria a largo plazo. En nuestros experimentos, la facilitación vendría dada por la configuración estructural del material visual en términos de atributos compartidos que facilitan un procesamiento de tipo relacional y, por consiguiente, reducen la carga de memoria. Volveremos a mencionar esta posible interpretación en el último apartado. Sin embargo, no hay que olvidar que cuando se manipula la similitud visual, la ejecución depende de la combinación entre ambas fases: por un lado de la simplificación de la información a nivel de codificación y por otro, de los procesos de discriminabilidad en la

recuperación, con especial énfasis en este último aspecto, tal y como demuestra la disociación hallada en los dos tipos de tarea de reconocimiento utilizados.

Hay que destacar también el hecho de que el efecto positivo de la similitud se ha encontrado en diversos estudios cuando se emplean pseudopalabras, es decir, material sin significado para los participantes, que sería una situación análoga a nuestros experimentos (Karlsen y Lian, 2005; Lian y Karlsen, 2004; Lian et al., 2001; Nimmo y Roodenrys, 2005). Entre otros, Fallon et al. (1999), argumentan que este fenómeno se debe a los diferentes efectos que tiene el material a recordar sobre la memoria del ítem y del orden: en el caso de las pseudopalabras, que no tienen representaciones previas en la memoria a largo plazo, la similitud entre ellas se convierte en una pista útil de recuperación y esto favorece el recuerdo del ítem en una magnitud mayor que el detrimento que produce sobre el recuerdo del orden. En cambio, en el caso de las palabras, el posible efecto positivo en el recuerdo a nivel del ítem se encuentra enmascarado por un mayor efecto negativo sobre el recuerdo del orden.

Nuestros resultados, conjuntamente con las investigaciones que han estudiado el efecto de similitud, tanto verbal como visual, sugieren que podría tratarse de otro caso de disociación entre la memoria para el ítem y la memoria para el orden. Como se ha desarrollado en el marco teórico, otro fenómeno que beneficia un tipo de recuerdo en detrimento del otro en el ámbito verbal es el efecto de generación (Serra y Nairne, 1993) y es destacable que los autores basan su explicación en términos de procesamiento a nivel ítem-específico: el hecho de generar induce a los participantes a atender a los ítems individualmente y no a su relación de orden serial con el resto. Recientemente también se ha sugerido la posibilidad de que el fenómeno de longitud de la palabra tenga un efecto diferencial a nivel de ítem y de orden (Hendry y Tehan, 2005).

En resumen, en cierta medida los efectos encontrados aportan evidencias sobre el funcionamiento análogo entre los componentes verbal y visual a nivel de recuerdo del ítem y se puede afirmar que la similitud desempeña un papel crucial en la codificación y recuperación de la información en la memoria de trabajo. En todo caso, el posible paralelismo entre los mecanismos subyacentes a la similitud visual y verbal se debe observar bajo el supuesto de que el almacenamiento temporal de información verbal es secuencial, como consecuencia de que el discurso también lo es, mientras que en cambio, el procesamiento visual se realiza mayoritariamente en paralelo (pese a que también es posible escanear los escenarios visuales que nos rodean de forma secuencial).

## Conclusiones

Llegados a este punto, resumiremos las que quizás sean las aportaciones más destacables del presente trabajo. El estudio del efecto similitud ha hecho posible la exploración de los mecanismos de codificación, representación y recuperación de la información visual en la memoria de trabajo. Además, los resultados de este trabajo han puesto de manifiesto la relación entre memoria y percepción y los procesos de abstracción de la información que son los responsables de procesos tan necesarios como la categorización o la identificación de objetos visuales. El que probablemente es el efecto más interesante hallado mediante los experimentos presentados es el hecho de que la similitud de los ítems durante la codificación no empeora el reconocimiento, sino que, bajo ciertas condiciones, resulta incluso beneficioso. La explicación propuesta radica en la contribución complementaria de los procesamientos de tipo relacional e ítem específico, cuya integración puede aportar una mayor comprensión de los sistemas representacionales. Extrapolando al funcionamiento general del sistema visual los argumentos a los que nos hemos venido refiriendo a lo largo de las discusiones, podemos especular que éste se encarga de abstraer representaciones de los objetos individuales y de extraer información visual del entorno a partir de estos dos mecanismos que operan simultáneamente y que permiten que nos relacionemos con facilidad con el entorno visual.

Debido a que en una escena compleja existe una gran cantidad de información, un procesamiento relacional, de tipo holístico, resulta necesario para extraer la esencia o la organización espacial abstracta de dicha escena, y es especialmente útil cuanto mayor es la cantidad de elementos visuales a memorizar. Si además, los elementos presentes en el entorno visual son similares entre sí, posiblemente las personas tiendan a procesar la similitud de forma global en un primer momento ya que ante la presencia de ítems similares, se crean agrupaciones perceptivas de forma automática, que favorecen la codificación de una configuración relacional, basada en la abstracción de los elementos comunes. Esta simplificación resulta eficiente para el sistema cognitivo puesto que permite reducir la carga de información y, por lo tanto, aumenta la capacidad. Además, el sistema perceptivo es más hábil en la comparación entre objetos en paralelo, puesto que posibilita la categorización rápida de los elementos especialmente cuando se presentan varios objetos o cuando éstos tienen múltiples propiedades. Así pues, tal y como afirman Jiang et al. (2000), la formación de una configuración visual global que se da de forma rápida puede ser considerada una norma organizacional básica en el procesamiento visual.

Sin embargo, el procesamiento de la similitud no es estático, sino que cambia en función de las demandas a las que se enfrenta un individuo. Por ese motivo, después de la primera comparación en paralelo y una vez abstraído automáticamente el patrón general que reduce la carga de memoria, puede ser útil, en ocasiones, poner en marcha mecanismos ítem-

específicos, es decir, la focalización secuencial a nivel de cada objeto individual. De esta manera, la atención puede ayudar al sistema visual a extraer los aspectos más relevantes de los ítems que conforman un patrón global siempre y cuando sea necesario obtener información detallada de los distintos objetos. Este procesamiento de carácter ítem-específico permite centrarse en los detalles visuales de cada objeto individualmente y por ello resulta más preciso, pero está fuertemente limitado por la cantidad de información, como consecuencia, a medida que aumenta el número de objetos a codificar, mayor dificultad hay para codificar los detalles distintivos. Así pues, una vez se ha extraído un patrón o esquema general de la escena que posibilita el acceso a aspectos globales, las personas solamente son capaces de codificar una pequeña parte de ésta, básicamente la que se encuentra en el foco de atención, permitiendo mantener en memoria una pequeña cantidad de información detallada de cada ítem en particular. Siguiendo el argumento de algunos autores (O'Regan, 1992, Rensink, 2000), posiblemente no sea necesario codificar una gran cantidad de detalles y nos podemos permitir la creación de representaciones visuales con pocos elementos informativos debido a que disponemos suficientes elementos visuales detallados en nuestro entorno.

No obstante, la utilidad de llevar a cabo un tipo u otro de procesamiento solamente puede comprobarse en la fase de recuperación, ya que dependiendo de la información que se requiera en el momento de test, resultará más o menos útil haber realizado anteriormente un procesamiento basado en la información relacional o en la ítem-específica. Además, posiblemente la puesta en marcha de dichos mecanismos esté bajo la voluntad del participante, que puede desarrollar estrategias basadas en un procesamiento u otro en función de las necesidades de la tarea. Hemos podido comprobar, en la misma línea que otros autores (véase por ejemplo Einstein y Hunt, 1980), que para la memoria resulta óptimo combinar los dos tipos de procesamiento de la información visual y que ambos tienen diferentes funciones: el procesamiento relacional enfatiza las similitudes y facilita la recuperación debido a que pone en marcha una estrategia de búsqueda, es decir, sirve como base sobre la que reconstruir ya que señala a qué clase o categoría pertenece un conjunto de ítems, mientras que, por su parte, el procesamiento de carácter ítem-específico enfatiza las diferencias y predominantemente tiene una función discriminativa puesto que el procesamiento en detalle de los atributos de los objetos da lugar a una huella de memoria más distintiva.

A la vista de la importancia que la memoria de trabajo visual está cobrando en la investigación reciente, consideramos que es necesario continuar investigando sobre esta cuestión con la finalidad de poder perfilar con mayor precisión su funcionamiento y propiedades. Partiendo de la reflexión crítica, que representa una parte importante de cualquier proceso de aprendizaje, pretendemos implementar nuevas ideas en un futuro cercano que contribuyan a la continuidad de esta línea de trabajo.

## REFERENCIAS

---

- Allen, R.J., Baddeley, A.D. y Hitch, G.J. (2006). Is the binding of visual features in Working Memory resource-demanding? *Journal of Experimental Psychology: General*, 135(2), 298-313.
- Alvarez, G.A. y Cavanagh, P. (2004). The capacity of visual short-term memory is set both by visual information load and by number of objects. *Psychological Science*, 15(2), 106-111.
- Anderson, J.R. y Bower, G.H. (1972). Recognition and retrieval processes in free recall. *Psychological Review*, 79, 97-123.
- Anderson, J.R. y Bower, G.H. (1973). *Human associative memory*. Washington, DC: Winston.
- Andrade, J. (2001). (Ed.) *Working memory in perspective*. Hove, UK: Psychology Press.
- Andrade, J., Kemps, E., Werniers, Y., May, J. y Szmalec, A. (2002). Insensitivity of visual short-term memory to irrelevant visual information. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 55A(3), 753-774.
- Atkinson, R.C. y Juola, J.F. (1974). Search and decision processes in recognition memory. En D.H. Krantz, R.C. Atkinson, R.D. Lucek, y P. Suppes (Eds.), *Contemporary developments in mathematical psychology, Vol. 1. Learning, memory, & thinking* (pp. 242-293). San Francisco: Freeman.
- Atkinson, R.C. y Shiffrin, R.M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. En K.W. Spence (Ed.), *The psychology of learning and motivation: advances in research and theory, Vol. 2* (pp. 89-195). New York: Academic Press.
- Attneave, F. (1957). Physical determinants of the judged complexity of shapes. *Journal of Experimental Psychology*, 53, 221-227.
- Avons, S.E. (1998). Serial report and item recognition of novel visual patterns. *British Journal of Psychology*, 89, 285-308.
- Avons, S.E. y Mason, A. (1999). Effects of visual similarity on serial report and item recognition. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 52A(1), 217-240.
- Avons, S.E. y Sestieri, C. (2005). Dynamic visual noise: no interference with visual short-term memory or the construction of visual images. *European Journal of Cognitive Psychology*, 17(3), 405-424.
- Awh, E., Barton, B. y Vogel, E.K. (2007). Visual working memory represents a fixed number of items regardless of complexity. *Psychological Science*, 18(7), 622-628.
- Awh, E., Vogel, E.K. y Oh, S.H. (2006). Interactions between attention and working memory. *Neuroscience*, 139(1), 201-208.

- Baddeley, A.D. (1966). Short-term memory for word sequences as a function of acoustic, semantic, or formal similarity. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 18, 362-365.
- Baddeley, A.D. (1968). How does acoustic similarity influence short-term memory? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 20, 249-265.
- Baddeley, A.D. (1976). *The Psychology of Memory*. New York: Basic Books.
- Baddeley, A.D. (1981). The concept of working memory: a view of its current state and probable future development. *Cognition*, 10, 17-23.
- Baddeley, A.D. (1986). *Working memory*. Oxford, UK: Clarendon.
- Baddeley, A.D. (1990). The development of the concept of working memory: Implications and contributions of neuropsychology. En G. Vallar y T. Shallice (Eds.), *Neuropsychological Impairments of Short-term Memory*, (pp. 54-73). Cambridge: Cambridge University Press.
- Baddeley, A.D. (1992). Working memory. *Science*, 255, 556-559.
- Baddeley, A.D. (1996a). The concept of working memory. En Gathercole, S. (Ed.) *Models of short-term memory*, (pp. 1-27). UK: Psychology Press.
- Baddeley, A.D. (1996b). The fractionation of working memory. *National Academy of Sciences USA*, 93, 13468-13472.
- Baddeley, A.D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417-423.
- Baddeley, A.D. (2002). Is working memory still working?. *European Psychologist*, 7(2), 85-97.
- Baddeley, A.D. (2007). *Working memory, thought and action*. Oxford: Oxford University Press.
- Baddeley, A.D. y Ecob, J.R. (1973). Reaction time and short-term memory: Implications of repetition effects for high speed exhaustive scan hypothesis. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 25, 229-240.
- Baddeley, A.D., Gathercole, S. y Papagno, C. (1998). The Phonological Loop as a language learning device. *Psychological Review*, 105(1), 158-173.
- Baddeley, A.D. y Hitch, G. (1974). Working Memory. En G. H. Bower (Ed.), *The Psychology of Learning and Motivation Vol. 8*, (pp. 47-90). San Diego, CA: Academic Press.
- Baddeley, A.D. y Lieberman, K. (1980). Spatial working memory. En R. Nickerson (Ed.), *Attention and performance VIII*, (pp. 521-539). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Baddeley, A.D., Thompson, N. y Buchanan, M. (1975). Word length and the structure of memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, 14, 575-589.
- Baqués, J. y Sáiz, D. (1999). Medidas simples y compuestas de memoria de trabajo y su relación con el aprendizaje de la lectura. *Psicothema*, 11(4), 737-745.

- Barrouillet, P., Bernardin, S. y Camos, V. (2004). Time constraints and resource sharing in adults' working memory span. *Journal of Experimental Psychology: General* 133, 83-100.
- Bartlett, F.C. (1932). *Remembering: a study in experimental and social psychology*. London: Cambridge University Press.
- Barton, A., Matthews, B., Farmer, E. y Belyavin, A. (1995). Revealing the basic properties of the visuospatial sketchpad: the use of complete spatial arrays. *Acta psychologica*, 89(3), 197-216
- Bastin, C. y Van der Linden, M. (2003). The contribution of recollection and familiarity to recognition memory: a study of the effects of test format and aging. *Neuropsychology*, 17(1), 14-24.
- Bayley, P.J., Wixted, J.T., Hopkins, R.O. y Squire, L.R. (2008). Yes/no recognition, forced-choice recognition, and the human hippocampus. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20(3), 505-512.
- Bayliss, D.M., Jarrold, C., Gunn, D.M. y Baddeley, A.D. (2003). The complexities of complex span: explaining individual differences in working memory in children and adults. *Journal of Experimental Psychology: General*, 1, 71-92.
- Brener, R. (1940). An experimental investigation of memory span. *Journal of Experimental Psychology*, 26, 467-483.
- Broadbent, D.E. (Ed.). (1958). *Perception and Communication*. London: Pergamon.
- Broadbent, D.E. y Broadbent, M.H.P. (1981). Recency effects in visual memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 33A, 1-15.
- Brockmole, J.R. (Ed.). (2009). *The visual world in memory*. Hove: Psychology Press.
- Brooks, L.R. (1967). The suppression of visualization by reading. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 19, 289-299.
- Brown, J. (1964). Two tests of all-or-none learning and retention. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 16(2), 123-133.
- Brown, J. (1976). An analysis of recognition and recall and of problems in their comparison. En J.Brown (Ed.), *Recall and recognition*, (pp 1-34). Bath: Wiley.
- Brown, G.D.A. y Hulme, C. (1995). Modeling item length effects in memory span: No rehearsal needed? *Journal of Memory and Language*, 34, 594-621.
- Brown, G.D.A., Neath, I. y Chater, N. (2002). A ratio model of scale invariant memory and identification. *Memory Lab Technical Report 2002-01*, Purdue University.
- Brown, G.D.A., Preece, T. y Hulme, C. (2000). Oscillator-based memory for serial order. *Psychological Review*, 107, 127-181.
- Burgess, N. y Hitch, G.J. (1992). Toward a network model of the articulatory loop. *Journal of Memory and Language*, 31, 429-460.

- Butterworth, B.L., Campbell, R. y Howard, D. (1986). The uses of short term memory: a case study. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 38A, 705-737.
- Calkins, M.W. (1898). Short studies in memory and association from the Wellesley College psychological laboratory. *Psychological Review*, 5, 451-462.
- Campoy, G. (2008). The effect of word length in short-term memory: Is rehearsal necessary? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61, 724-734.
- Carlesimo, G.A., Perri, R., Turriziani, P., Tomaiuolo, F. y Caltagirone, C. (2001). Remembering what but not where: independence of spatial and visual working memory in the human brain. *Cortex*, 37(4), 457-473.
- Carpenter, P.A, Miyake, A. y Just, M. (1994). Working memory constraints in comprehension: evidence from individual difference, aphasia and aging. En M.A. Gernsbacher (Ed.). *Handbook of Psycholinguistics* (pp 1075-1122). New York: Academic Press.
- Ceraso, J. (1985). Unit formation in perception and memory. En G.H. Bower, (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory Vol. 19*, (pp. 179-210). New York: Academic Press.
- Chase, W.G. y Calfee, R.C. (1969). Modality and similarity effects in short-term recognition memory. *Journal of Experimental Psychology*, 81, 510-514.
- Chinese character database (2003). Research Centre for the Humanities Computing, Chinese University of Hong Kong. Obtenido el 4 de noviembre de 2007 de <http://humanum.arts.cuhk.edu.hk/lexis/lexis-can>
- Colle, H.A. y Welsh, A. (1976). Acoustic masking in primary memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 15, 17-31.
- Collin, C.A. y McCullen, P.A. (2002). Using Matlab to generate families of similar Attneave shapes. *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, 34(1), 55-68.
- Coltheart, V. (1993). Effects of phonological similarity and concurrent irrelevant articulation on short-term memory recall of repeated and novel word lists. *Memory & Cognition*, 4, 539-545.
- Conrad, R. (1964). Acoustic confusions in immediate memory. *British Journal of Psychology*, 55, 75-84.
- Conrad, R. y Hull, A.J. (1964). Information, acoustic confusion, and memory span. *British Journal of Psychology*, 55, 429-432.
- Cowan, N. (1988). Evolving conceptions of memory storage, selective attention, and their mutual constraints within the human information processing system. *Psychological Bulletin*, 104, 163-191.
- Cowan, N. (1993). Activation, attention, and short-term memory. *Memory & Cognition*, 21, 162-167.
- Cowan, N. (2001). The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences*, 24, 87-185.

- Cowan, N. (2005). *Working Memory Capacity*. New York: Psychology Press.
- Craik, F.I.M. y Lockhart, R.S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *11*, 671-684.
- Craik, F.I.M. y Tulving, E. (1975). Depth of processing and the retention of words in episodic memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, *104*, 268-294.
- De Fockert, J.W., Rees, G., Frith, C.D. y Lavie, N. (2001). The role of working memory in visual selective attention. *Science*, *29*, 1803-1806.
- Della Sala, S., Gray, C., Baddeley, A.D., Allamano, N. y Wilson, L. (1999). Pattern span: A means of unwelding visuo-spatial memory. *Neuropsychologia*, *37*, 1189-1199.
- Della Sala, S., Gray, C., Baddeley, A.D. y Wilson, L. (1997). *Visual Patterns Test. A test of short-term visual recall*. England: Thames Valley Test Company.
- Delvenne, J.F. y Bruyer, R. (2004). Does visual short-term memory store bound features?. *Visual Cognition*, *11(1)*, 1-27.
- Dent, K. y Smyth, M.M. (2005). Verbal coding and the storage of form-position associations in visual-spatial short-term memory. *Acta Psychologica*, *120*, 113-140.
- Diana, R.A., Reder, L.M., Arndt, J. y Park, H. (2006). Models of recognition: A review of arguments in favor of a dual-process account. *Psychonomic Bulletin & Review*, *13(1)*, 1-21.
- Drewnowski, A. (1980). Attributes and priorities in short-term recall: A new model of memory span. *Journal of Experimental Psychology: General*, *109*, 208-250.
- Duncan, J. (1984). Selective attention and the organization of visual information. *Journal of Experimental Psychology: General*, *113*, 501-517.
- Duncan, J. (1989). Boundary conditions on parallel processing in human vision. *Perception*, *18*, 457-469.
- Duncan, J. y Humphreys, G. (1989). Visual Search and stimulus similarity. *Psychological Review*, *96(3)*, 433-458.
- Düzel, E., Yonelinas, A. P., Mangun, G. R., Heinze, H. J. y Tulving, E. (1997). Event-related brain potential correlates of two states of conscious awareness in memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.*, *94*, 5973-5978.
- Einstein, G.O. y Hunt, R.R. (1980). Levels of processing and organization: Additive effects of individual-item and relational processing. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, *6*, 588-598.
- Elsley, J.V. y Parmentier, F.B.R. (2009). Is verbal-spatial binding in working memory impaired by a concurrent memory load? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *62(9)*, 1696-1705.
- Eng, J. (2006). *ROC analysis: web-based calculator for ROC curves*. Baltimore: Johns Hopkins University. Disponible en: <http://www.jrocf.it.org>.
- Eng, H.Y., Chen, D. y Jiang, Y. (2005). Visual working memory for simple and complex visual stimuli. *Psychonomic Bulletin & Review*, *12(6)*, 1127-1134.

- Engle, R.W., Kane, M.J. y Tuholski, S.W. (1999). Individual differences in working memory capacity and what they tell us about controlled attention, general fluid intelligence, and functions of the prefrontal cortex. En A. Miyake y P. Shah (Eds.), *Models of Working Memory*, (pp. 102-134). New York: Cambridge University Press.
- Epstein, M.L., Phillips, W.D. y Johnson, S.J. (1975). Recall of related and unrelated word pairs as a function of processing level. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 104(2), 149-152.
- Ericsson, K.A. y Kintsch, W. (1995). Long-term working memory. *Psychological Review*, 102(2), 211-245.
- Fallon, A.B., Groves, K. y Tehan, G. (1999). Phonological similarity and trace degradation in the serial recall task: When CAT helps RAT, but not MAN. *International Journal of Psychology*, 34, 301-307.
- Farrand, P. y Jones, D.M. (1996). Direction of report in spatial and verbal serial short-term memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A, 140-158.
- Fencsik, D.E., Seymour, T.L., Mueller, S.T., Kieras, D.E. y Meyer, D.E. (2002). *Representation, retention, and recognition of information in visual working memory*. Póster presentado en la 43rd Annual Meeting of the Psychonomic Society, Kansas City, MO, 21-24 de noviembre.
- Fitts, P.M., Weinstein, M., Rappaport, M., Anderson, N. y Leonard, J.A. (1956). Stimulus correlates of visual pattern perception: A probability approach. *Journal of Experimental Psychology*, 51, 1-11.
- Forster, K.I. y Forster, J.C. (2003). DMDX: A Windows display program with millisecond accuracy. *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, 35, 116-124.
- Fougnie, D. y Marois, R. (2006). Distinct capacity limits for attention and working memory: Evidence from attentive tracking and visual working memory paradigms. *Psychological Science*, 17(6), 526-534.
- Fournet, N., Juphard, A., Monnier, C. y Roulin, J.L. (2003). Phonological similarity in free and serial recall: The effect of increasing retention intervals. *International Journal of Psychology*, 38, 384-389.
- Frick, R.W. (1988). Issues of representation and limited capacity in the visuospatial sketch pad. *British Journal of Psychology*, 79, 289-308.
- Friedman, N.P. y Miyake, A. (2004). The relations among inhibition and interference control functions: a latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133(1), 101-135.
- Friedman, N.P., Miyake, A., Young, S.E., Defries, J.C., Corley, R.P. y Hewitt, J.K. (2008). Individual differences in executive functions are almost entirely genetic in origin. *Journal of Experimental Psychology: General*, 137(2), 201-225.
- Gajewski, D.A. y Brockmole, J.R. (2006). Feature bindings endure without attention: Evidence from an explicit recall task. *Psychonomic Bulletin & Review*, 13, 581-587.
- Galton, F. (1883) *Inquiries into human faculty and its development*. London: Dent.

- Gathercole, S.E. (1997). Models of verbal short-term memory. En M.A. Conway (Ed.), *Cognitive models of memory* (pp. 14-45). Cambridge, MA: MIT Press.
- Gathercole, S.E., Gardiner, J.M. y Gregg, V.H. (1982). Modality and phonological similarity effects in serial recall: Does one's own voice play a role? *Memory & Cognition*, *10*, 176-180.
- Gathercole, S.E. y Martin, A. (1996). Interactive processes in phonological memory. En S. E. Gathercole (Ed.), *Models of short-term memory* (pp. 73-100). Hove, U.K.: Erlbaum
- Gathercole, S.E., Pickering, S.J., Hall, M. y Peaker, S.M. (2001). Dissociable lexical and phonological influences on serial recognition and serial recall. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *54A*, 1-30.
- Gillund, C. y Shiffrin, R.M. (1984). A retrieval model for both recognition and recall. *Psychological Review*, *91(1)*, 1-67.
- Glanzer, M. (1972). Storage mechanisms in recall. En G.H. Bower y J.T. Spence (Eds.), *The psychology of learning and motivation Vol. 5*, (pp. 129-193). New York: Academic Press.
- Gold, J.M., Wilk, C.M., McMahon, R.P., Buchanan, R.W. y Luck, S.J. (2003). Working Memory for Visual Features and Conjunctions in Schizophrenia. *Journal of Abnormal Psychology*, *112(1)*, 61-71.
- Goldstone, R.L. y Barsalou, L. (1998). Reuniting perception and conception. *Cognition*, *65*, 231-262.
- Goldstone, R.L., Medin, D.L. y Halberstadt, J. (1997). Similarity in context. *Memory & Cognition*, *25(2)*, 237-255.
- Green, D.M. y Swets, J.A. (1966). *Signal detection theory and psychophysics*. New York: John Wiley & Sons.
- Greene, R.L. (2004). Recognition memory for pseudowords. *Journal of Memory and Language*, *50*, 259-267.
- Gregg, V. (1976). *Word frequency, recognition and recall*. En J.Brown (Ed.), *Recall and recognition*, (pp. 183-216). Bath: John Wiley & Sons.
- Gronlund, S.D., Edwards, M.B. y Ohrt, D.D. (1997). Comparison of the retrieval of item versus spatial position information. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, *23*, 1261-1274.
- Gupta, P., Lipinski, J. y Aktunc, E. (2005). Re-examining the phonological similarity effect in immediate serial recall: The roles of type of similarity, category cueing, and item recall. *Memory & Cognition*, *33(6)*, 1001-1016.
- Gupta, P. y MacWhinney, B. (1995). Is the articulatory loop articulatory or auditory? Re-examining the effects of concurrent articulation on immediate serial recall. *Journal of Memory and Language*, *34*, 63-88.
- Haist, F., Shimamura, A.P. y Squire, L.R. (1992). On the Relationship Between Recall and Recognition Memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *18(4)*, 691-702.

- Hasher, L. y Zacks, R. T. (1988). Working memory, comprehension, and aging: A review and a new view. En G.H. Bower (Ed.), *The Psychology of Learning and Motivation*, Vol. 22, (pp. 193-225). New York: Academic Press.
- Hay, D.C., Smyth, M.M., Hitch, G.J. y Horton, N.J. (2007). Serial position effects in short-term visual memory: A SIMPLE explanation? *Memory & Cognition*, 35, 176-190.
- Healy, A.F. (1974). Separating item from order information in short term memory. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, 13, 644-655.
- Heathcote, A., Raymond, F. y Dunn, J. (2006). Recollection and familiarity in recognition memory: Evidence from ROC curves. *Journal of Memory and Language*, 55, 495-514.
- Heathcote, D., Walker, P. y Hitch, G.J. (1994). Feature independence and the recovery of feature conjunctions. *Journal of General Psychology*, 121, 253-266.
- Hendry, L. y Tehan, G. (2005). An item/order trade-off explanation of word length and generation effects. *Memory*, 13(3/4), 364-371.
- Hintzman, D.L. (1986). "Schema abstraction" in a multiple-trace memory model. *Psychological Review*, 93, 411-428.
- Hintzman, D.L. (1988). Judgments of frequency and recognition memory in a multiple-trace memory model. *Psychological Review*, 9(4), 528-551.
- Hintzman, D.L. y Caulton, D.A. (1997). Recognition memory and modality judgments: A comparison of retrieval dynamics. *Journal of Memory and Language*, 37, 1-23
- Hitch, G.J., Halliday, M. S., Schaafstal, A.M. y Schraagen, J.M. (1988). Visual working memory in young children. *Memory & Cognition*, 16, 120-132.
- Hitch, G.J. Woodin, M.E. y Barker, S. (1989). Visual and phonological components of working memory in children. *Memory & Cognition*, 16, 175-185.
- Holdstock, J.S., Mayes, A.R., Roberts, N., Cezayirli, E., Isaac, C.L., O'Reilly, R.C. y Norman, K.A. (2002). Under what conditions is recognition spared relative to recall after selective hippocampal damage in humans? *Hippocampus*, 12(3), 341-351.
- Hollingworth, A. (2008). Visual Memory for Natural Scenes. En S.J. Luck y A. Hollingworth (Eds.) *Visual Memory* (pp.123-163). New York: Oxford University Press.
- Horowitz, T.S. y Wolfe, J.M. (1998). Visual search has no memory. *Nature*, 394(6693), 575-577.
- Hue, C.W. y Erickson, J.R. (1988). Short-term memory for Chinese characters and radicals. *Memory & Cognition*, 16(3), 196-205.
- Hulme, C., Newton, P., Cowan, N., Stuart, G. y Brown G. (1999). Think before you speak: pauses, memory search and trace reintegration processes in verbal memory span. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 25, 447-463.
- Hulme, C., Surprenant, A.M., Bireta, T.J., Stuart, G. y Neath, I. (2004). Abolishing the word length effect. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory & Cognition*, 30, 98-106.

- Humphreys, G.W. y Bruce, V. (1989). *Visual cognition: Computational, experimental and neuropsychological perspectives*. Hove, U.K: Erlbaum
- Humphreys, G.W., Quinlan, P. T. y Riddoch, M.J. (1989). Grouping processes in visual search: Effects with single and combined-feature targets. *Journal of Experimental Psychology: General*, 118, 258-279.
- Hunt, R.R. (2003). Two contributions of distinctive processing to accurate memory. *Journal of Memory & Language*, 48, 811-825.
- Hunt, R.R. y Einstein, G.O. (1981). Relational and item-specific information in memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 20, 497-514.
- Hunt R.R y McDaniel M.A. (1993). The enigma of organization and distinctiveness. *Journal of Memory & Language*, 32, 421-445.
- Hunt, R.R. y Worthen, J.B. (2006). *Distinctiveness and memory*. New York: Oxford University Press.
- Hunter, I.M.L. (1957). *Memory: facts and fallacies*. Baltimore: Penguin.
- Irwin, D.E. (1991). Information integration across saccadic eye movements. *Cognitive Psychology*, 23(3), 420-456.
- Itti, L. y Koch, C. (2001). Computational modeling of visual attention. *Nature Reviews Neuroscience*, 2(3), 194-203.
- Jalbert, A., Saint-Aubin, J. y Tremblay, S. (2008). Visual similarity in short-term recall for where and when. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61, 353-360.
- James, W. (1890). *Principles of psychology*. New York: Henry Holt.
- Jiang, Y., Olson, I.R. y Chun, M.M. (2000). Organization of Visual Short-Term Memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 26(3), 683-702.
- Johnson, J.S., Hollingworth, A. y Luck, S.J. (2008). The role of attention in the maintenance of feature bindings in visual short-term memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 34, 41-55.
- Jolicoeur, P. y Dell'Acqua, R. (1999). Attentional and structural constraints on visual encoding. *Psychological Research*, 6, 154-164.
- Jonides, J. (1981). Voluntary versus automatic control over the mind's eye's movement. En J.B. Long y A.D. Baddeley (Eds.), *Attention and performance IX* (pp. 187-203). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Jonides, J. (1995). Working memory and thinking: En E.E. Smith y D.N. Osherson, (Eds.), *Invitation to Cognitive Science: Thinking Vol. 3*, (pp. 215-265). Cambridge, MA: MIT Press.
- Jonides, J., Lewis, R., Nee, D.E., Lustig, C.A., Berman, M.G. y Moore K.S. (2008). The mind and brain of short-term memory. *Annual Review of Psychology*, 59, 193-224.

- Just, M.A. y Carpenter, P.A. (1992). A capacity theory of comprehension: Individual differences in working memory. *Psychological Review*, 99, 122-149.
- Kahana, M.J. y Sekuler, R. (2002). Recognizing spatial patterns: A noisy exemplar approach. *Vision Research*, 42, 2177-2192.
- Kahana, M.J., Zhou, F., Geller, A. y Sekuler, R. (2007). Lure-similarity affects visual episodic recognition: Detailed tests of a noisy exemplar model. *Memory & Cognition*, 35(6), 1222-1232.
- Kahneman, D., Treisman, A. y Gibbs, B.J. (1992). The reviewing of object files: object-specific integration of information. *Cognitive Psychology*, 24, 175-219.
- Kane, M.J. y Engle, R.W. (2000). Working-memory capacity, proactive interference, and divided attention: Limits on long-term memory retrieval. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 26, 336-358.
- Karlsen, P.J., Gravir, A.G., Johannessen, K., Endestad, T. y Lian, A. (2007). Why does the phonological similarity effect reverse with nonwords? *Psychological Research*, 71, 448-457.
- Karlsen, P.J. y Lian, A. (2005). Modulating the phonological similarity effect: the contribution of interlist similarity and lexicality. *Memory & Cognition*, 33(3), 542-556.
- Khoe, W., Kroll, N.E., Yonelinas, A.P., Dobbins, I.G. y Knight, R.T. (2000). The contribution of recollection and familiarity to yes-no and forced-choice recognition tests in healthy subjects and amnesics. *Neuropsychologia*, 38(10), 1333-1341.
- Kintsch, W. (1970). Models for free recall and recognition. En D.A. Norman (Ed.). *Models of human memory*. New York: Academic Press.
- Kirkpatrick, E.A. (1894). An experimental study of memory, *Psychological Review*, 1, 602-609.
- Kishiyama, M.M. y Yonelinas A.P. (2003). Novelty effects on recollection and familiarity in recognition memory. *Memory & Cognition*, 31(7), 1045-1051.
- Klauer, K.C. y Zhao, Z. (2004). Double dissociations in visual and spatial short-term memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133, 355-381.
- Klimesch, W. (1982). Verbal processes in visual short- and long- term memory: evidence against the hypothesis of independent visual and verbal codes? *International Journal of Psychology*, 17, 9-17.
- Kosslyn, S.M. (1980). *Image and mind*. Cambridge, MA: Harvard: University Press.
- Kosslyn, S.M. (1994). *Image and brain: The resolution of the imagery debate*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Kroll, N.E., Parks, T., Parkinson, S.R., Bieber, S.L. y Johnson, A.L. (1970). Short-term memory while shadowing: Recall of visually and of aurally presented letters. *Journal of Experimental Psychology*, 85, 220-224.
- Lavis, Y. y Mitchell, C. (2006). Effects of preexposure on stimulus discrimination: an investigation of the mechanisms responsible for human perceptual learning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59(12), 2083-2101.

- Lazarte, A.A. y Schonemann, P.H. (1991). Saliency metric for subadditive dissimilarity judgments on rectangles. *Perception & Psychophysics*, 49(2), 142-158.
- Lee, D. y Chun, M.M. (2001). What are the units of visual short-term memory: Objects or spatial locations?. *Perception & Psychophysics*, 63, 253-257.
- Lewandowsky, S. y Farrell, S. (2008). Phonological similarity in serial recall: Constraints on theories of memory. *Journal of Memory and Language*, 58, 429-448.
- Lewandowsky, S., y Murdock, B.B. (1989). Memory for serial order. *Psychological Review*, 96, 25-57.
- Lian, A. y Karlsen, P.J. (2004). Advantages and disadvantages of phonological similarity in serial recall and serial recognition of nonwords. *Memory & Cognition*, 32(2), 223-234.
- Lian, A., Karlsen, P.J. y Winsvold, B. (2001). A re-evaluation of the phonological similarity effect in adults' short-term memory of words and nonwords. *Memory*, 9, 281-299.
- Lin, P.H. y Luck, S.J. (2009). The influence of similarity on visual working memory representations. *Visual Cognition*, 17(3), 356-372.
- Logie, R.H. (1986). Visuospatial processing in working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology A: Human Experimental Psychology*, 38(2), 229-247.
- Logie, R.H. (1995). *Visuo-Spatial Working Memory*. Hove, UK: Lawrence Erlbaum Associates.
- Logie, R.H., Brockmole, J. y Vandembroucke, A.R.E. (2009). Bound feature combinations in visual short-term memory are fragile but influence long-term learning. *Visual Cognition*, 17 (1/2), 160-179.
- Logie, R.H., Della Sala, S., Wynn, V. y Baddeley, A.D. (2000). Visual similarity effects in immediate serial recall. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 53A(3), 626-646.
- Logie, R. H. y Marchetti, C. (1991). Visuo-spatial working memory: Visual, spatial or central executive? En R.H. Logie y M. Denis (Eds.), *Mental images in human cognition* (pp. 105-115). Amsterdam: North Holland Press.
- Logie, R.H. y Pearson, D.G. (1997). The inner eye and the inner scribe of visuo-spatial working memory: Evidence from developmental fractionation. *European Journal of Cognitive Psychology*, 9, 241-257.
- Logie, R.H., Zucco, G.M. y Baddeley, A.D. (1990). Interference with visual short-term memory. *Acta Psychologica*, 75, 55-74.
- Longoni, A.M., Richardson, A.T.E. y Aiello, A. (1993). Articulatory rehearsal and phonological storage in working memory. *Memory & Cognition*, 21, 11-22
- Luck, S.J. y Hollingworth, A. (2008). *Visual Memory*. New York: Oxford University Press.
- Luck, S.J. y Vecera, S.P. (2002). *Attention*. En H. Pashler i S.Yantis (Eds.), *Steven's Handbook of Experimental Psychology: Vol 1. Sensation and perception*, (pp.235-286). New York: Wiley.
- Luck, S.J. y Vogel, E.K. (1997). The capacity of visual working memory for features and conjunctions. *Nature*, 390(20), 279-281.

- Macmillan, N.A., y Creelman, C.D. (1991). *Detection theory: A users guide*. Cambridge University Press.
- Magnussen, S. y Greenlee, M.W. (1999). The psychophysics of perceptual memory. *Psychological Research*, 62, 81-92.
- Malmberg, K.J. (2008). Recognition memory: a review of the critical findings and an integrated theory for relating them. *Cognitive Psychology*, 57(4), 335-384.
- Malmberg, K.J., Holden, J.E. y Shiffrin, R.M. (2004). Modeling the effects of repetitions, similarity, and normative word frequency on old–new recognition and judgments of frequency. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 30(2), 319-331
- Mandler, G. (1980). Recognizing: The judgment of previous occurrence. *Psychological Review*, 87, 252-271.
- Martin, M. (1978). Memory span as a measure of individual differences in memory capacity. *Memory & Cognition*, 6, 194-198.
- Marr, D. (1982). *Vision*. San Francisco: W. H. Freeman.
- Mate, J. (2007). *La memòria de treball visual: propietats bàsiques i limitacions en la capacitat en una tasca de reconeixement (Visual working memory: Basic properties and capacity limitations in a recognition task)*. Trabajo de investigación de tercer ciclo no publicado. Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona.
- Mate, J. y Baqués, J. (2009). Visual similarity at encoding and retrieval in an item recognition task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62(7), 1277-1284.
- McConnell, J. y Quinn, J.C. (2000). Interference in visual working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 53A, 53-67.
- Medin, D. y Coley, J. (1998). Concepts and categorization. En J.Hochberg (Ed.), *Perception and cognition at century's end* (pp.403-430). New York: Academic press.
- Medin, D., Goldstone, R. y Gentner, D. (1993). Respects for similarity. *Psychological Review*, 100(2), 254-278.
- Melton, A.W. (1963). Implications of short-term memory for a general theory of memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, 2, 1-21.
- Mewhort, D.J.K. y Johns, E.E. (2000). The extralist feature effect: Evidence against item matching in short-term recognition memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 129, 262-284.
- Migo, E., Montaldi, D., Norman, K.A., Quamme, J. y Mayes, A.R. (2009). The contribution of familiarity to recognition memory is a function of test format when using similar foils. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62, 1198-1215.
- Miller, G.A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63, 81-97.

- Miller, G.A. (2003). The cognitive revolution: a historical perspective. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(3), 141-144.
- Milner, B. (1971). Interhemispheric differences in the localisation of psychological processes in man. *Cortex*, 27, 272-277.
- Miyake, A., Friedman, N.P., Rettinger, D.A., Shah, P. y Hegarty, M. (2001). How are visuospatial working memory, executive functioning, and spatial abilities related? A latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130 (4), 621-540.
- Mohr, H.M. y Linden, D.E.J. (2005). Separation of the systems for color and spatial manipulation in working memory revealed by a dual-task procedure. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17(2), 355-366.
- Moray, N. (1959). Attention in dichotic listening: Affective cues and the influence of instructions. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 11, 56-60.
- Morey, C.C. y Cowan, N. (2004). When visual and verbal memories compete: Evidence of cross-domain limits in working memory. *Psychonomic Bulletin & Review*, 11(2), 296-301.
- Murdock, B.B. (1976). Item and order information in short-term serial memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 105, 191-216.
- Murdock, B.B. (1982). A theory for the storage and retrieval of item and associative information. *Psychological Review*, 89, 609-626.
- Murray, D.J. (1968). Articulation and acoustic confusability in short term memory. *Journal of Experimental Psychology*, 78, 679-684.
- Murray, D.J., Rowan, A.J. y Smith, K.H. (1988). The effect of articulatory suppression on short-term recognition. *Canadian Journal of Psychology*, 42, 424-436.
- Nairne, J.S. (1990). A feature model of immediate memory. *Memory & Cognition*, 18, 251-269.
- Nairne, J.S. y Kelley, M.R. (1999). Reversing the phonological similarity effect. *Memory & Cognition*, 27, 45-53.
- Nairne, J.S. y Neumann, C. (1993). Enhancing effects of similarity on long-term memory for order. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 19, 329-337.
- Naveh-Benjamin, M., Guez, J. y Marom, M. (2003). The effects of divided attention at encoding on item and associative memory. *Memory & Cognition*, 31(7), 1021-1035.
- Neath, I. (2000). Modeling the effects of irrelevant speech on memory. *Psychonomic Bulletin & Review*, 7, 403-423.
- Neath, I., y Surprenant, A.M. (2003). *Human Memory, Second Edition*. Belmont, CA: Wadsworth.
- Neisser, U. (1967). *Cognitive psychology*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Newell, A. y Simon, H.A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

- Nimmo, L.M. y Roodenrys, S. (2004). Investigating the phonological similarity effect: Syllable structure and the position of common phonemes. *Journal of Memory and Language*, 50(3), 245-258.
- Nimmo, L.M. y Roodenrys, S. (2005). The phonological similarity effect in serial recognition. *Memory*, 13(7), 773-784.
- Norman, K.A. y O'Reilly, R.C. (2003). Modeling hippocampal and neocortical contributions to recognition memory: A complementary-learning-systems approach. *Psychological Review*, 110(4), 611-646.
- Norman, D. y Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behavior. En R. Davidson, G. Schwartz y D. Shapiro (Eds.), *Consciousness and Self Regulation: Advances in Research and Theory, Volume 4* (pp. 1-18). New York: Plenum.
- Nosofsky, R.M. (1986). Attention, similarity, and the identification-categorization relationship. *Journal of Experimental Psychology: General*, 115(1), 39-57.
- Nosofsky, R.M. y Kantner, J. (2006). Exemplar similarity, study-list homogeneity, and short-term perceptual recognition. *Memory & Cognition*, 34, 112-124.
- Oberauer, K. (2002). Access to information in Working Memory: exploring the focus of attention. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 28, 411-421
- Oberauer, K., Lange, E. y Engle, R.W. (2004). Working memory capacity and resistance to interference. *Journal of Memory and Language*, 51, 80-96.
- Oberauer, K., Süß, H.M., Schulze, R., Wilhelm, O. y Wittmann, W.W. (2000). Working memory capacity-facets of a cognitive ability construct. *Personality and Individual Differences*, 29, 1017-1045.
- Olson, I.R. y Jiang, Y. (2002). Is visual short-term memory object based? Rejection of the "strong-object" hypothesis. *Perception & Psychophysics*, 64(7), 1055-1067.
- O'Regan, K. (1992). Solving the 'real' mysteries of visual perception. The world as an outside memory. *Canadian Journal of Psychology*, 46, 461-488.
- Page, M.P.A. y Norris, D. (1998). The primacy model: A new model of immediate serial recall. *Psychological Review*, 105(4), 761-781.
- Paivio, A. (1971). *Imagery and verbal processes*. New York: Holt.
- Paivio, A. (1986). *Mental representations*. Oxford: Oxford University Press.
- Park, H., Reder, L.M. y Dickison, D. (2005). The effects of word frequency and similarity on recognition judgments: The role of recollection. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 31(3), 568-578
- Parkin, A.J., Yeomans, J. y Bindschaedler, C. (1994). Further characterization of the executive memory impairment following frontal lobe lesions. *Brain and Cognition*, 26, 23-42.
- Parmentier, F.B.R., Tremblay, S. y Jones, D. (2004). Exploring the suffix effect in serial visuospatial short-term memory. *Psychonomic Bulletin & Review*, 11(2), 289-295

- Párraga, A. (2007). *ImgDiscrimination.exe [software]*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Pashler, H. (1988). Familiarity and the detection of change in visual displays. *Perception & Psychophysics*, 44, 369-378.
- Pastore, R.E., Crawley, E.J., Berens, M. y Skelly, M. (2003). "Nonparametric" A' and other modern misconceptions about signal detection theory. *Psychonomic Bulletin & Review*, 10(3), 556-569.
- Pearson, D.G. (2001). Imagery and the visuo-spatial sketchpad. En J. Andrade (Ed.), *Working memory in perspective* (pp. 33-59). Hove, UK: Psychology Press.
- Pearson, D.G., Logie, R.H. y Green, C. (1996). Mental manipulation, visual working memory, and executive processes. *Psychologische Beitrage*, 38, 324-342.
- Phillips, W.A. (1974). On the distinction between sensory storage and short-term visual memory. *Perception & Psychophysics*, 16, 283-290.
- Phillips, W.A. (1983). Short-term visual memory. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London: Series B*, 302, 295-309.
- Phillips, W.A. y Baddeley, A.D. (1971). Reaction time and short-term visual memory. *Psychonomic Science*, 22(2), 73-74.
- Phillips, W.A. y Christie, D.F.M. (1977). Components of visual memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 29(1), 117-133.
- Phylyshyn, Z. W. (1973). What the mind's eye tells the mind's brain: A critique of mental imagery. *Psychological Bulletin*, 80, 1-24.
- Pickering, S.J. (2001). Cognitive approaches to the fractionation of visuo-spatial working memory. *Cortex*, 37, 457-473.
- Pickering, S.J., Baqués, J. y Gathercole, S.E. (1999). *Bateria de Tests de Memoria de Trabajo. Laboratori de Memòria*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Pickering, S.J. y Gathercole, S.E. (1999). *Working memory battery*. Department of Experimental Psychology. University of Bristol.
- Poirier, M., y Saint-Aubin, J. (1995). Memory for related and unrelated words: further evidence on the influence of semantic factors in immediate serial recall. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 48A(2), 384-404.
- Poirier, M., y Saint-Aubin, J. (1996). Immediate serial recall, word frequency, item identity and item position. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 50, 408- 412.
- Poirier, M., Saint-Aubin, J., Musselwhite, K., Mohanadas, T. y Mahammed, G. (2007). Visual similarity effects on short-term memory for order: The case of verbally labeled pictorial stimuli. *Memory & Cognition*, 35, 711-723.
- Posner, M.I. (1980). Orienting of attention. The VIIth Sir Frederic Bartlett Lecture. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 3-25.
- Posner, M.I., Boies, S.J., Eichelman, W.H. y Taylor, R.L. (1969). Retention of visual and name codes of single letters. *Journal of Experimental Psychology*, 79, 1-16.

- Posner, M.I. y Keele, S.W. (1967). Decay of visual information from a single letter. *Science*, 158, 137-139.
- Postle, B.R., D'Esposito, M. y Corkin, S. (2005). Effects of verbal and nonverbal interference on spatial and object visual working memory. *Memory & Cognition*, 33(2), 203-212.
- Postman, L. (1963). One trial learning. En C. F. Cofer y B.S. Musgrave (Eds.), *Verbal learning and verbal behavior* (pp. 295-332). New York: McGraw-Hill.
- Puff, C.R. (1979). *Memory organization and structure*. New York: Academic Press.
- Quinn, J.G. (2008). Movement and visual coding: the structure of visuo-spatial working memory. *Cognitive Processing*, 9, 35-43.
- Quinn, J.G. y McConnell, J. (1996). Irrelevant pictures in visual working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A, 200-215.
- Rensink, R.A. (2000). When good observers go bad: Change blindness, inattention blindness, and visual experience. *Psyche*, 6(9).
- Ribot, T. (1882). *Diseases of memory*. New York: Appleton
- Riggs, K.J., McTaggart, J., Simpson, A. y Freeman, R.P.J. (2006). Changes in the capacity of visual working memory in 5- to 10-year-olds. *Journal of Experimental Child Psychology*, 95, 18-26.
- Roediger III, H.L. (1999). Retrieval is key in understanding human memory. En E. Tulving (Ed.) *Memory, consciousness and the brain. The Tallinn Conference* (pp.52-75). Philadelphia PA: Psychology Press.
- Rotello, C.M. y Heit, E. (1999). Two-process models of recognition memory: Evidence for recall-to-reject? *Journal of Memory and Language*, 40, 432-453.
- Rotello, C.M., Macmillan, N.A. y Van Tassel, G. (2000). Recall-to reject in recognition: Evidence from ROC curves. *Journal of Memory and Language*, 43, 67-88.
- Ruiz-Vargas, J.M. (1991). *Psicología de la memoria*. Madrid: Alianza.
- Ruiz-Vargas, J.M. (1994). *La memoria humana. Función y estructura*. Madrid: Alianza.
- Saint-Aubin, J. y Poirier, M. (1999). The influence of long-term memory factors on immediate serial recall: An item and order analysis. *International Journal of Psychology*, 34, 347-352.
- Saito, S., Logie, R. H., Morita, A. y Law, A. (2008). Visual and phonological similarity effects in verbal immediate serial recall: A test with kanji materials. *Journal of Memory and Language*, 59, 1-17.
- Sáiz, D., Sáiz, M. y Baqués, J. (1996). *Psicología de la memoria. Manual de Prácticas*. Barcelona: Avesta
- Salamé, P. y Baddeley, A.D. (1982). Disruption of short-term memory by unattended speech: Implications for the structure of working memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 21, 150-164.

- Salthouse, T.A. (1992). Why do adult age differences increase with task complexity? *Developmental Psychology*, 28, 905-918.
- Serra, M. y Nairne, J.S. (1993). Design controversies and the generation effect: support for an item-order hypothesis. *Memory & Cognition*, 21(1), 34-40.
- Schmidt, S.R. (1991). Can we have a distinctive theory of memory? *Memory & Cognition*, 19, 523-542.
- Schmidt, B.K., Vogel, E.K., Woodman, G.F. y Luck, S. J. (2002). Voluntary and automatic attentional control of visual working memory. *Perception & Psychophysics*, 64, 754-763.
- Schneider, W.X. (1999). Visual-Spatial working memory, attention, and scene representation: a neuro-cognitive theory. *Psychological Research*, 62, 220-236.
- Sekuler, R.W. y Abrams, M. (1968). Visual sameness: A choice time analysis of pattern recognition processes. *Journal of Experimental Psychology*, 77, 232-238.
- Sekuler, R. y Kahana, M.J. (2007). A stimulus-oriented approach to memory. *Current Directions in Psychological Science*, 16, 305-310.
- Shallice, T. y Warrington, E.K. (1970). Independent functioning of verbal memory stores: a neuropsychological study. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 22, 261-273.
- Shepard, R.N. (1962). The analysis of proximities: Multidimensional scaling with an unknown distance function. *Psychometrika*, 27(2), 125-140.
- Shepard, R.N. y Podgorny, P. (1978). Cognitive processes that resemble perceptual processes. En W.K. Estes (Ed.), *Handbook of learning and cognitive processes: Volume 5. Human information processing* (pp. 189-237). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Shiffrin, R.M. y Steyvers, M. (1997). A model for recognition memory: REM retrieving effectively from memory. *Psychonomic Bulletin & Review*, 4, 145-166.
- Simons, D.J. (1996). In sight, out of mind: When object representations fail. *Psychological Science*, 7, 301-305.
- Smith, E.E. y Jonides, J. (1997). Working memory: A view from neuroimaging. *Cognitive Psychology*, 33, 5-42.
- Smith, E.E., Jonides, J., Koeppe, R.A., Awh, E., Schumacher, E.H. y Minoshima, S. (1995). Spatial versus object working memory: PET investigations. *Journal of Cognitive Neurosciences*, 7, 337-356.
- Spelke, E.S., Gutheil, G. y Van de Walle, G. (1995). The development of object perception. En D. Osherson (Ed.), *Invitation to cognitive science, 2nd ed., Vol. 2: Visual cognition* (pp. 297-330). Cambridge, MA: MIT Press.
- Sperling, G. (1960). The information available in brief visual presentations. *Psychological Monographs: General and applied*, 74, 1-29.
- Squire, L.R., Wixted, J.T. y Clark, R.E. (2007). Recognition memory and the medial temporal lobe: a new perspective. *Nature Reviews Neuroscience*, 8, 872-883

- Standing, L. (1973). Learning, 10,000 pictures. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 25, 207-222.
- Stanislaw, H. y Todorov, N. (1999). Calculation of signal detection theory measures. *Behavior Research Methods, Instruments, and Computers* 31(1), 137-149.
- Sternberg, S. (1966). High-speed scanning in human memory. *Science*, 153, 652-654.
- Strong, E.K. (1912). The effect of time-interval upon recognition memory. *Psychological Review*, 20, 339-372.
- Towse, J.N. y Hitch, G.J. (1995). Is there a relationship between task demand and storage space in tests of working memory capacity? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, A 48, 108-124.
- Treisman, A. (2006). Object tokens, binding and visual memory. En H. Zimmer, A. Mecklinger y U. Lindenberger (Eds.). *Handbook of Binding and Memory: Perspectives from Cognitive Neuroscience* (pp. 315-338). New York, Oxford University Press.
- Treisman, A.M. y Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12, 97-136.
- Treisman, A., Sykes, M. y Gelade, G. (1977). Selective attention and stimulus integration. En S. Dornic (Ed.), *Attention and performance VI*, (pp. 333-361). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Tresch, M.C., Sinnamon, H.M. y Seamon, J.G. (1993). Double dissociation of spatial and object visual memory: Evidence from selective interference in intact human subjects. *Neuropsychologia*, 31, 211-219.
- Tulving, E. (1972). Episodic and semantic memory. En E. Tulving y W. Donaldson (Eds.), *Organization of memory*. New York: Academic Press.
- Tulving, E. (1981). Similarity relations in recognition. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 20, 479-496.
- Tulving, E. (1983). Ecphoric processes in episodic memory. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 302(1110), 361-370.
- Tversky, B. (1969). Pictorial and verbal encoding in a short-term memory task. *Perception & Psychophysics*, 5, 225-233.
- Ueno, T., Allen, R.J., Baddeley, A.D., Hitch, G.J. y Saito, S. (enviado). Disruption of binding in visual working memory.
- Vecera, S.P. y Farah, M.J. (1994). Does visual attention select objects or locations? *Journal of Experimental Psychology: General*, 123, 146-160.
- Vogel, E.K., Woodman, G.F. y Luck, S.J. (2001). Storage of features, conjunctions, and objects in visual working memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 27(1), 92-114.
- Walker, P. y Cuthbert, L. (1998). Remembering Visual Feature Conjunctions: Visual Memory for Shape–Colour Associations is Object-based. *Visual Cognition*, 5(4), 409-455.

- Walker, P. y Hinkley, L. (2003). Visual memory for shape-colour conjunctions utilizes structural descriptions of letter shape. *Visual Cognition*, 10(8), 987-1000.
- Walker, P., Hitch, G.J. y Duroe, S. (1993). The effect of visual similarity on short-term memory for spatial location: implications for the capacity of visual short-term memory. *Acta Psychologica*, 83(3), 203-224.
- Walker, I. y Hulme, C. (1999). Concrete words are easier to recall than abstract words: Evidence for a semantic contribution to short-term serial recall. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 25, 1257-1271.
- Ward, G., Avons, S.E. y Melling, L. (2005) Serial position curves in short-term memory: functional equivalence across modalities. *Memory*, 13, 308-317.
- Warrington, E.K. y Shallice, T. (1972). Neuropsychological evidence of visual storage in short-term memory tasks. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 24, 30-40.
- Waters, D. y Caplan, D. (2005). The relationship between age, processing speed, working memory capacity and language comprehension. *Memory*, 13(3/4), 403-413.
- Watkins, M.J., Watkins, O.C. y Crowder, R.G. (1974). The modality effect in free and serial recall as a function of phonological similarity. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, 13, 430-447.
- Waugh, N.C. y Norman, D.A. (1965). Primary Memory. *Psychological Review*, 72(2), 89-104.
- Wheeler, M.E. y Treisman, A.M. (2002). Binding in short-term visual memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 131, 48-64.
- Wickens, D.D. (1973). Some characteristics of word encoding. *Memory & Cognition*, 1, 485-490.
- Wickens, C.D. (1984). Processing resources in attention. En R. Parasuraman y R. Davies (Eds.), *Varieties of attention* (pp. 63-101). New York: Academic Press.
- Wixted, J.T. (2007). Dual-process theory and signal-detection theory of recognition memory. *Psychological Review*, 114(1), 152-176.
- Wixted, J.T., y Stretch, V. (2004). In defense of the signal detection interpretation of remember/know judgments. *Psychonomic Bulletin & Review*, 11, 616-641.
- Wolfe, J.M., Yu, K.P., Stewart, M.I., Shorter, A.D., Friedman-Hill, S.R. y Cave, K.R. (1990). Limitations on the parallel guidance of visual search: Color  $\times$  Color and Orientation  $\times$  Orientation conjunctions. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16, 879-892.
- Wolford, G. y Hollingsworth, S. (1974). Evidence that short-term memory is not the limiting factor in the tachistoscopic full-report procedure. *Memory & Cognition*, 2(4), 796-800.
- Wundt, W.M. (1897). *Outlines of psychology*. C. H. Judd (Trad). Leipzig: Wilhelm Engelmann.
- Xu, Y. (2002). Limitations of Object-Based Feature Encoding in Visual Short-Term Memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 28(2), 458-468.

- Xu, Y. y Chun, M.M. (2006). Dissociable neural mechanisms supporting visual short-term memory for objects. *Nature*, 440(2), 91-95.
- Yago, E. e Ishai, A. (2006). Recognition memory is modulated by visual similarity. *NeuroImage* 31, 807-817.
- Yeh, S.L., Li, J.L. y Chen, I.P. (1997). The perceptual dimensions underlying the classification of the shapes of Chinese characters. *Chinese Journal of Psychology*, 39, 47-74.
- Yeh, Y.Y. y Yang, C.T. (2008). Object memory and change detection: Dissociation as a function of visual and conceptual similarity. *Acta Psychologica*, 127, 114-128.
- Yonelinas, A.P. (1994). Receiver-operating characteristics in recognition memory: Evidence for a dual-process model. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 20, 1341-1354.
- Yonelinas, A.P. (2002). The nature of recollection and familiarity: A review of 30 years of research. *Journal of Memory and Language*, 46, 441-512.

# ANEXOS

---

- A. English version (reduced)
- B. Evaluación del material por parte de jueces externos
- C. Ejemplos de materiales empleados en los Experimentos 1 y 3
- D. Instrucciones dadas a los participantes
- E. Comparaciones de las puntuaciones respecto al nivel de azar
- F. Ejemplos de materiales empleados en los Experimentos 2 y 4
- G. Parámetros de la TDS
- H. Parámetros de las curvas ROC



## **Anexo A. English version (reduced)**

The present document is a translated summary of the Thesis entitled “The similarity effect in visual working memory: Evidence from recognition tasks”. It provides a brief introduction and outline of the experiments, the main results and the discussion of the most relevant findings, with a special emphasis on the general discussion. An extensive theoretical framework and the specific details about the experimental series can be found in the Thesis document.

### **Introduction**

Our relationship with the environment is essentially visual and our ability to interact with visual elements depends largely on the mechanisms responsible for temporarily holding and manipulating relevant visual information as it appears and disappears around us. Thus, studying the properties of visual memory is of great interest as it is involved in a multitude of everyday tasks and it interacts with a variety of skills such as orientation, perception or imagination. Among other things, visual memory enables the classification of objects into categories or the identification and recognition of objects based on their visual features. The present work focuses on the role of working memory in the processing of visual information and the main goal is to provide tools to understand the cognitive functions and the processes underlying this type of memory.

Until the 60s, research on short-term memory prioritized the role of temporary storage in simple tasks, but as the collection of empirical data and the understanding of the underlying mechanisms increased, so did the interest in the role of short-term memory in higher cognitive abilities. A more powerful concept (working memory) was introduced by Baddeley and Hitch (1974), which highlighted the functional role of short-term memory. This concept is developed

in depth in Chapter 1. The chapter provides a theoretical context of the emergence of the concept of working memory as well as its definition, explanatory models and measures.

Visual working memory, which is the main topic of this research work, did not receive much attention until the '60s and early '70s when paradigms were developed to characterize a specific system capable of storing visual information different from sensory persistence. Researchers began to conduct experiments that suggested the existence of a post-iconic visual memory, generally known as visual short-term memory, which allows the storing of visual information beyond the first stage of sensory retention. Posner and colleagues (Posner & Keele, 1967; Posner, Boyas, Eichelman, & Taylor, 1969) and Phillips (1974), showed differences between iconic memory and a short term memory system with limited capacity. In Chapter 2, we present an extensive review of these and other investigations that explore the properties and functioning of visual working memory, including the classical paradigms and more recent approaches such as the determination of the basic unit, capacity limitations and the representation of visual information. In the preface of a recent book, Brockmole (2009) states that the 66% of research articles on visual memory indexed in PsycInfo database from 1897 were submitted in the last ten years of scientific production, which highlights the importance that this type of memory has gained in the recent years.

So, this thesis aims to develop a more accurate description of how visual working memory operates. With this purpose, we studied an effect that has not been sufficiently explored in the context of visual working memory, but which has received much interest in the verbal domain: the similarity effect, which refers to the robust, replicated finding that similar-sounding items are less accurately recalled in immediate serial recall tasks than dissimilar-sounding items (Conrad & Hull, 1964). Within the verbal component of working memory, research has focused on the effect of similarity on order memory, but some investigations have also been conducted on its effects on item memory and an inverse pattern has been found, that is, similarity seems to improve performance under some circumstances (for a review, see Gupta, Lipinski, & Aktunc, 2005)

Visual similarity plays a crucial role in our representation of the world since it is involved in object recognition, generalization, and the creation of categories and concepts. Understanding the influence of similarity effects in visual working memory is of great interest because it addresses the question of whether information can be represented in a purely visual code in working memory and may also explain how visual objects are encoded and represented. Trying to replicate well-known verbal effects such as phonological similarity can be useful for characterizing visual working memory (Avons & Mason, 1999; Logie, 1995). Few studies have explored the visual similarity effect on order memory by employing several paradigms such as change detection, free recall or serial recall (Hue & Ericsson, 1988; Logie, Della Sala, Wynn, & Baddeley, 2000; Walker, Hitch, & Duroe, 1993; Wolford & Hollingsworth, 1974). However, studies conducted on this effect on item memory regardless of order are almost non-existent. Therefore, it is necessary to provide experimental evidence on this topic that has not been sufficiently explored so far. Moreover, in the case of visual material is more informative to study item, rather than order memory as many aspects of vision are predominantly processed in parallel, whereas in the verbal domain studying effects on order memory becomes more interesting as the storage verbal information is primarily sequential.

In the series of experiments included in this work, two types of recognition tasks are used, in which similarity among target and lures is manipulated at encoding and at retrieval to test the effect of similarity in each phase. To our knowledge, recognition paradigms have not been used before to assess visual similarity effects. Chapter 3 is dedicated to recognition memory. In addition, we intend to explore the implications that this study may have on the existing theoretical models on recognition. Chapter 4 focuses specifically on similarity and its effects on both verbal and visual memory. In Chapter 5 (the first chapter of the empirical block), we present a series of four experiments designed to study the effect of similarity in working memory using recognition tasks. Assessing the effect of visual similarity represents an interesting way to study the representation of visual objects and the processes underlying encoding and retrieval.

Thus, the main goals are:

a) To explore the characteristics of the processing and representation of visual information in working memory through the study of the similarity effect at encoding and at retrieval in recognition tasks.

b) To study the similarity effect on item memory, regardless of order, with the aim of establishing a parallelism between the visual and the verbal domains.

The specific aims, which are developed in the experimental series, are:

a) To determine whether the classical similarity effect arises (better recall of dissimilar than of similar items) in visual short-term recognition tasks.

b) To observe whether this effect occurs regardless of the type of retrieval task employed (6 alternative forced choice -6AFC- and single-probe recognition).

c) To study whether similarity has differential effects depending on the complexity of the to-be-remembered stimuli, by comparing two types of non-figurative visual material that differ in the number of details.

### **Outline of the experiments**

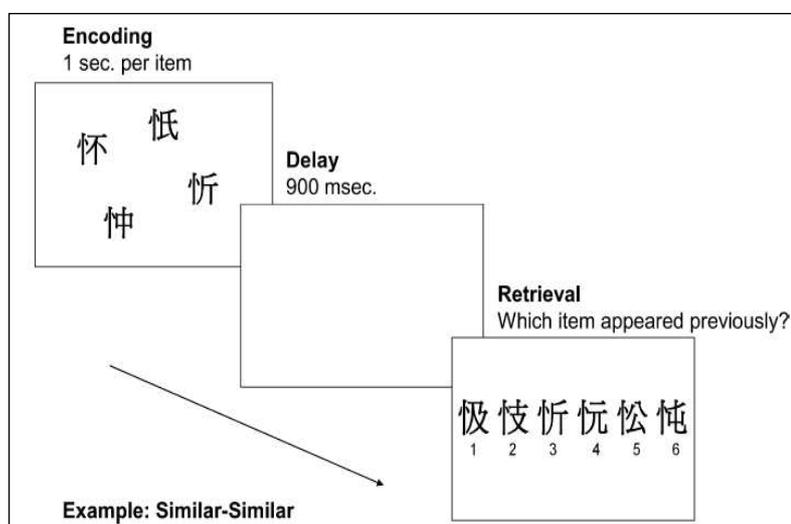
Four experiments were designed in order to explore the effect of visual similarity on recognition. Both tasks (a 6AFC task in Experiments 1 and 2 and a single-probe task in Experiments 3 and 4) allowed to manipulate similarity at encoding and at retrieval and to study item memory regardless of order. By using an open set of non-figurative visual stimuli, verbal labeling and the contribution of long term memory were minimized, thus providing a better way to study how visual information is represented (Saint-Aubin & Poirier, 1997). Moreover, articulatory suppression tasks were used in all the experiments to discourage verbal encoding of the visual shapes.

Similarity between items was assessed by objective procedures such as controlling the number of strokes in Chinese characters (Yeh, Li, & Chen, 1997) and generating families of

similar random polygons from a prototype (Collin & McMullen, 2002). Moreover, subjective similarity ratings were obtained from 10 external judges showing high levels of agreement (Kendall's coefficient of agreement ranged between .83 and .85).

### Experiment 1

The first experiment was a recognition task of Chinese characters. The task consisted of studying 2,3,4 or 5 items and after a brief delay (900 ms), to recognize which one of them had appeared previously among six alternatives (see Figure 1).



**Figure 1:** Example of a trial

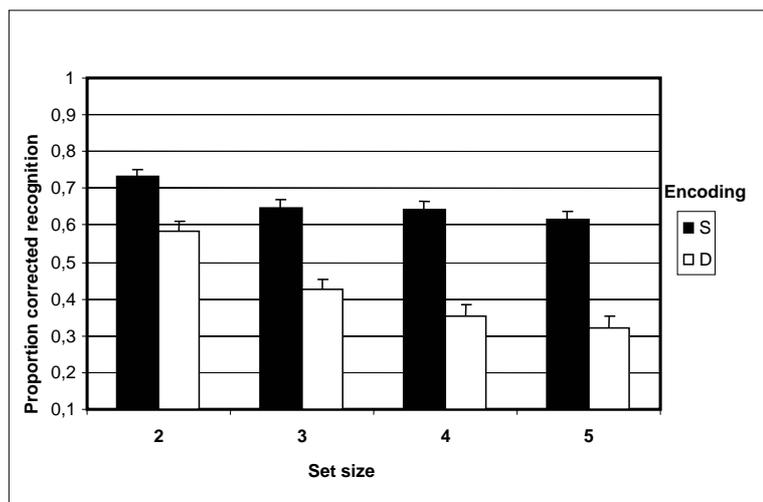
In order to assess verbal contribution, half of the participants were asked to perform a concurrent articulatory suppression task in which they continuously repeated “1, 2, 3, 4” at a rate of two digits per second. At encoding and also at retrieval, items could be similar or dissimilar and the combination of the two factors resulted in four conditions of similarity within each set size, so trials could contain similar items at encoding and similar items at retrieval (SS condition), dissimilar items at encoding and dissimilar items at retrieval (DD condition), similar items at encoding and dissimilar items at retrieval (SD condition) and dissimilar items at encoding and similar items at retrieval (DS condition), resulting in a 4(Set Size) x 2(Similarity at Encoding) x 2(Similarity at Retrieval) x 2(Articulatory Suppression) mixed factorial design.

The 80 trials were presented randomly and the position of the target at both memory phases was controlled. Response time and confidence judgments were also registered after each trial.

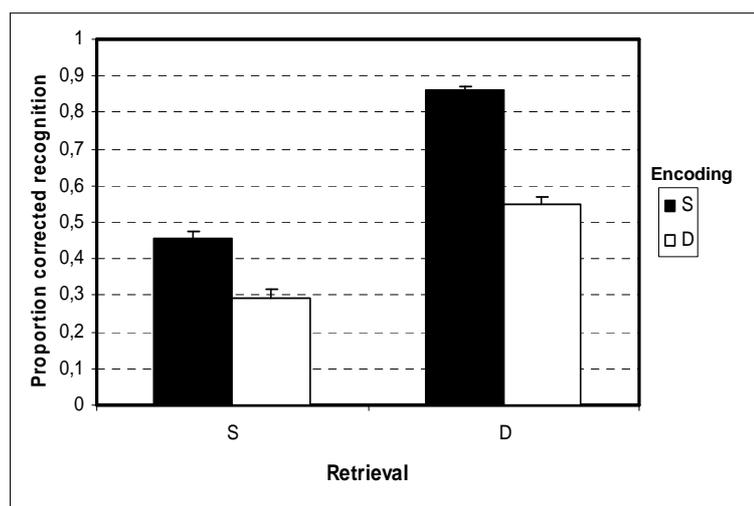
**Table 1:** Mean corrected recognition (SD) in each condition. Recognition scores were corrected [hits-(errors/*n alternatives*-1)], to avoid chance guessing.

Set size	Condition				
	Suppression	SS	SD	DS	DD
2	Sup.	.53 (.21)	.94 (.13)	.37 (.31)	.77 (.23)
	No sup.	.51 (.29)	.95 (.99)	.42 (.29)	.77 (.22)
3	Sup.	.39 (.29)	.79 (.16)	.10 (.28)	.53 (.25)
	No sup.	.50 (.27)	.86 (.16)	.33 (.24)	.55 (.25)
4	Sup.	.44 (.26)	.79 (.16)	.15 (.21)	.44 (.29)
	No sup.	.48 (.26)	.86 (.16)	.33 (.24)	.55 (.25)
5	Sup.	.44 (.25)	.82 (.20)	.19 (.25)	.34 (.26)
	No sup.	.36 (.33)	.84 (.15)	.31 (.31)	.44 (.29)

Results showed a main effect of the between-subjects variable, articulatory suppression, indicating that when verbal encoding of visual items was minimized performance declined. Nevertheless, this factor did not interact with the others, so it only affected overall performance. Set size effect was moderated by similarity at encoding  $F(3,138)=4.540$ ,  $p=.005$ ,  $MSE=0.048$ ,  $\eta_p^2=.09$ , showing that the difference between similarity and dissimilarity at encoding increased as a function of set size: The presence of similar items at encoding did not make performance decrease as set size increased, while dissimilarity did (see Figure 2). Moreover, there was a significant main effect of similarity at encoding  $F(1,46)=164.216$ ,  $p<.001$ ,  $MSE=0.067$ ,  $\eta_p^2=.78$ , and also of similarity at retrieval  $F(1,46)=286.404$ ,  $p<.001$ ,  $MSE=0.074$ ,  $\eta_p^2=.86$ : Recognition was higher when items were similar to each other at encoding and the opposite pattern was found at retrieval. However, these effects were moderated by a significant interaction between similarity at encoding and at retrieval  $F(1,46)=26.626$ ,  $p<.001$ ,  $MSE=0.048$ ,  $\eta_p^2=.33$  showing that performance depends on the combination of similarity between phases and that performance was particularly good in SD condition (see Figure 3).



**Figure 2:** Interaction between similarity at encoding and set size. Bars represent standard error



**Figure 3:** Interaction between similarity at encoding and similarity at encoding. Bars represent standard error

## Experiment 2

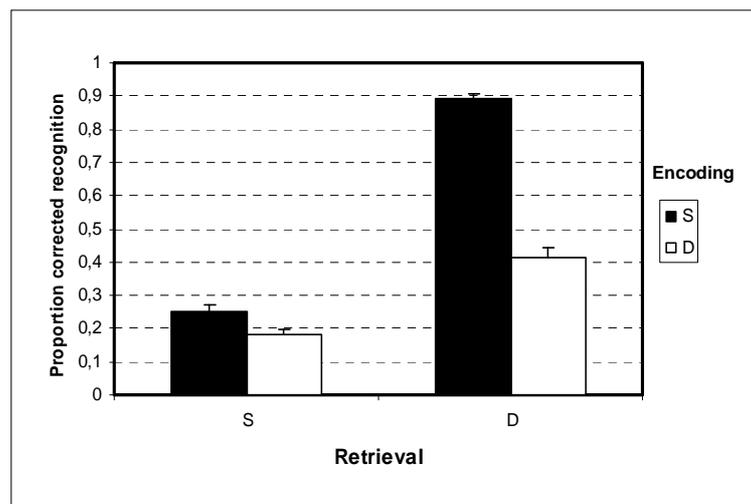
In order to rule out visual complexity as a contributory factor of the pattern found, we carried out a further experiment, which was identical to the first one but using random polygons. Polygons are less complex stimuli as they do not contain as many details as Chinese characters. Based on the results found in the previous experiment, all participants performed articulatory suppression in all trials to prevent the use of verbal coding. The design was 4(Set Size) x 2(Similarity at Encoding) x 2(Similarity at Retrieval) within-subjects design.

Results showed exactly the same trends found in Experiment 1 (see Table 2). The three main effects were significant: similarity at encoding  $F(1,29)=151.382$ ,  $p<.001$ ,  $MSE=0.058$ ,  $\eta_p^2=.84$ ; similarity at retrieval  $F(1,29)=578.030$ ,  $p<.001$ ,  $MSE=0.040$ ,  $\eta_p^2=.95$ , and set size  $F(3,87)=29.200$ ,  $p<.001$ ,  $MSE=0.054$ ,  $\eta_p^2=.50$ .

**Table 2:** Mean corrected recognition (SD) in each condition

Set size	Condition			
	SS	SD	DS	DD
2	.42 (.30)	.93 (.11)	.42 (.21)	.62 (.32)
3	.25 (.22)	.87 (.15)	.12 (.18)	.43 (.29)
4	.18 (.21)	.90 (.19)	.08 (.18)	.38 (.32)
5	.14 (.21)	.86 (.17)	.10 (.21)	.24 (.23)

These effects were moderated by a significant interaction between similarity at encoding and similarity at retrieval  $F(1,29)=112.097$ ,  $p<.001$ ,  $MSE=0.044$ ,  $\eta_p^2=.79$ ; caused by the superiority of SD condition relative to the others, and even in a higher degree than in the previous experiment (see Figure 4). Set size also interacted with similarity at encoding  $F(3,87)=2.842$ ,  $p=.042$ ,  $MSE=0.066$ ,  $\eta_p^2=.09$  and with similarity at retrieval  $F(3,87)=4.335$ ,  $p=.007$ ,  $MSE=0.033$ ,  $\eta_p^2=.13$ .



**Figure 4:** Interaction between similarity at encoding and similarity at encoding. Bars represent standard error

### Experiment 3

In these first two experiments, participants had to compare between alternatives in order to choose the correct target, so it is not possible to isolate the errors that may appear at recognition. A third experiment with the same conditions but using a single-probe recognition paradigm was conducted. This task reduces the interference from other items in the display and thus provides a less biased measure.

Participants were shown 3 or 4 similar or dissimilar Chinese characters at encoding followed by a single item which could be a correct probe or a similar or dissimilar foil, resulting in a 2 (Set Size) x 2 (Similarity at Encoding) x 3 (Similarity at Retrieval) within-subjects design. All participants performed an articulatory suppression task.

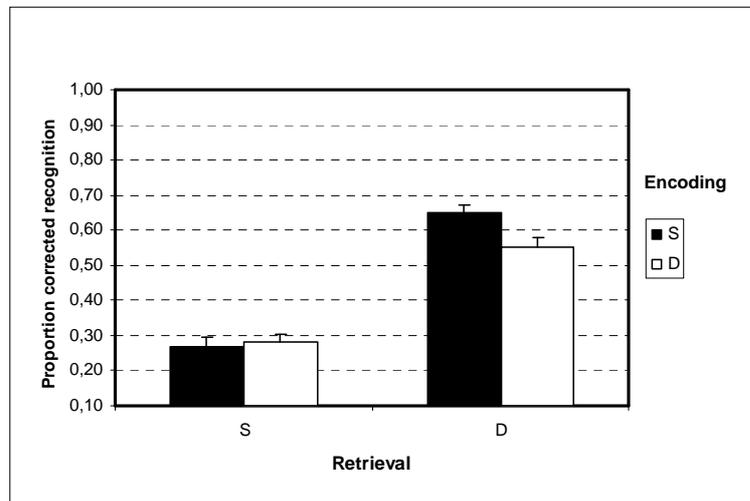
Corrected recognition (Hits-False alarms) for each condition (SS, SD, DS and DD) in each set size was submitted to a 2x2x2 repeated measures ANOVA. STD discriminability parameters ( $A'$  and  $d'$ ) were also calculated but they yielded the same pattern. The analysis of corrected recognition scores (see Table 3) makes it possible to compare the results with the previous experiments, in which chance guessing is also 0.

**Table 3:** Mean proportion of hits, false alarms and corrected recognition (SD) in each condition

Encoding	Retrieval	p(Hits)	p(False Alarms)	p(Hits-FA)
		Set 3 / Set 4	Set 3 / Set 4	Set 3 / Set 4
Similar	Similar	.75 (.19) / .74 (.22)	.41 (.21) / .55 (.21)	.34 (.23) / .19 (.23)
Similar	Dissimilar		.13 (.11) / .07 (.13)	.63 (.21) / .68 (.23)
Dissimilar	Similar	.67 (.17) / .64 (.21)	.33 (.16) / .42 (.25)	.33 (.21) / .23 (.32)
Dissimilar	Dissimilar		.09 (.09) / .11 (.13)	.57 (.19) / .53 (.19)

There was a main effect of set size  $F(1,29)=4.151$ ,  $p=.05$ ,  $MSE=0.051$ ,  $\eta_p^2=.13$  and of similarity at retrieval  $F(1,29)=186.792$ ,  $p<.001$ ,  $MSE=0.035$ ,  $\eta_p^2=.87$ : Dissimilar items had a significant positive effect in recognition. The interaction between similarity at encoding and at

retrieval was also significant  $F(1,29)=7.533, p=.01, MSE=0.026, \eta_p^2=.21$ , and was caused again by a higher performance in SD (see Figure 5).



**Figure 5:** Interaction between similarity at encoding and similarity at encoding. Bars represent standard error

Additional analyses based on ROC and z-ROC curves showed that ROC curves were mainly curvilinear and z-ROC curves were linear, as predicted by recognition models based on the Signal Detection Theory (STD) which emphasize the role of familiarity over recollection processes. Familiarity is a rapid and automatic process that involves low demands on cognitive resources (for a review, see Yonelinas, 2002).

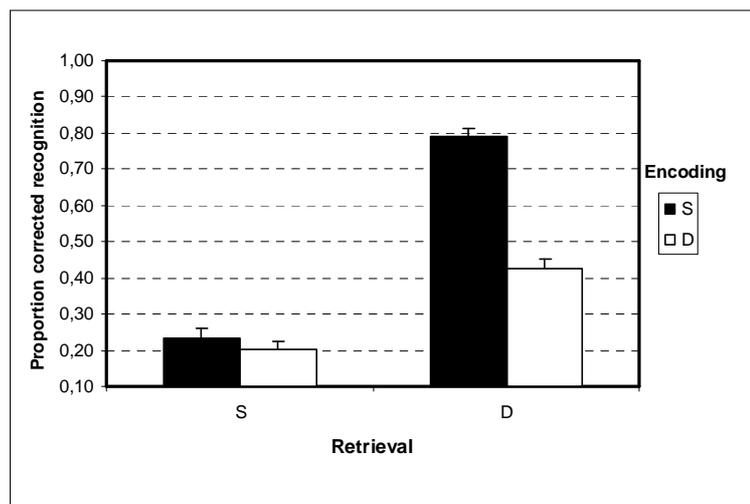
#### Experiment 4

Experiment 4 was designed in order to replicate the results of the previous experiment but using the same material as in Experiment 2 (random polygons) to assess the impact of less complex visual stimuli. Corrected recognition was analyzed (see Table 4) and showed the same trend found in Experiment 3: Dissimilarity at retrieval  $F(1,31)=389.779, p<.001, MSE=0.025, \eta_p^2=.93$  and set size  $F(1,31)=8.070, p=.008, MSE=0,045, \eta_p^2=.21$  were both significant and also the interaction between similarity at encoding and similarity at retrieval  $F(1,31)=80.654, p<.001, MSE=0.022, \eta_p^2=.72$  (see Figure 6). In contrast with the previous experiment, the main

effect of similarity at encoding was significant again  $F(1,31)=40.852$ ,  $p<.001$ ,  $MSE= 0.062$ ,  $\eta_p^2=.57$ .

**Table 4:** Mean proportion of hits, false alarms and corrected recognition (SD) in each condition

Encoding	Retrieval	p(Hits)	p(False Alarms)	p(Hits-FA)
		Set 3 / Set 4	Set 3 / Set 4	Set 3 / Set 4
Similar	Similar	.84 (.14) / .79 (.15)	.54 (.18) / .63 (.17)	.30 (.18) / .17 (.17)
Similar	Dissimilar		.02 (.06) / .04 (.07)	.82 (.15) / .76 (.16)
Dissimilar	Similar	.57 (.22) / .51 (.17)	.35 (.22) / .32 (.16)	.22 (.22) / .19 (.13)
Dissimilar	Dissimilar		.09 (.09) / .12 (.13)	.46 (.22) / .39 (.19)



**Figure 6:** Interaction between similarity at encoding and similarity at encoding. Bars represent standard error

Again, ROC and z-ROC curves analyses showed a pattern consistent with simple models of recognition, thus it seems plausible that familiarity judgments occurred and dominated recognition decisions.

## General discussion

The aim of the four experiments reported was to study the effect of visual similarity on short-term recognition by using non-figurative stimuli that differed in terms of complexity (Chinese characters and random polygons). This phenomenon enables to observe how visual information is represented in working memory.

The use of recognition tasks represents a new approach in the study of visual similarity. This effect has been traditionally assessed by serial recall tasks and therefore similarity is only manipulated at encoding and the effect on item memory is not directly addressed. Thus, the experiments reported here allowed to determine in which memory phase similarity plays a crucial role and to observe the effect on item memory regardless of order. By using two different types of recognition tasks (6AFC and single-probe recognition) it was possible to examine differences in memory performance as a function of the type of retrieval task employed. These differences showed that in visual recognition, the retrieval task leads to a different pattern of the studied effect.

As shown in Table 5, there was a significant interaction between similarity at encoding and at retrieval in the four experiments, caused mainly by the best performance in SD condition. Experiments in which polygons were used obtained higher effect sizes in this interaction. Nevertheless, in all cases the variable that explained a higher percentage of variance was similarity at retrieval: Dissimilarity at retrieval improved recognition in a higher degree. Set size and its interaction with the other factors showed a low, although non-negligible, effect on recognition performance. However, the most striking finding is that similarity at encoding not only did not impair performance but instead proved to be positive under certain circumstances: Except in Experiment 3, similarity at encoding benefited performance, showing high effect sizes. Most part of this discussion is focused on this novel effect.

**Table 5:** Comparison of size effects ( $\eta_p^2$ ) across experiments

Experiment	Main effects and interactions					
	SimEnc	SimRet	SetSize	SimEnc x SimRet	SimEnc x SetSize	SimRet x SetSize
1	.78	.86	.30	.33	.09	<i>ns</i>
2	.84	.95	.50	.79	.09	.13
3	<i>ns</i>	.87	.13	.21	<i>ns</i>	.30
4	.57	.93	.21	.72	<i>ns</i>	<i>ns</i>

Table 6 shows the mean proportion of corrected recognition in each condition across experiments. The highest condition was SD, followed by DD. Conditions with lower recognition scores were SS and DS respectively. It is plausible that in SD condition participants only needed to discriminate which alternative was more similar to any of the previously shown items, or to reject a probe that was clearly different to the items shown at encoding. A good performance was expected in DD condition, as the lack of similarity between items made them distinctive and thus they were not confounded in working memory.

**Table 6:** Mean proportion (standard deviation) of corrected recognition in each condition across experiments

Experiment	Condition			
	SS	SD	DS	DD
1	.46 (.14)	.86 (.08)	.29 (.17)	.55 (.15)
2	.25 (.12)	.89 (.09)	.18 (.09)	.42 (.15)
3	.27 (.16)	.65 (.18)	.28 (.19)	.55 (.16)
4	.23 (.14)	.79 (.13)	.20 (.12)	.42 (.17)

Experiment 1 showed that articulatory suppression affected overall performance but did not interact with the other variables, consistent with previous research (Avons & Mason, 1999; Walker et al., 1993). Based on this result, suppression was used in all experiments.

The two types of visual material employed, that differed in complexity, led to the same trends in performance in each condition of similarity and in each type of recognition task indicating that the degree of complexity did not have a differential effect. However, it must be noted that polygons produced lower performance when items were similar at retrieval (scores in SS and DS were clearly lower when polygons were used compared to Chinese characters). It must be due to the fact that polygons are more simple and abstract shapes and therefore the comparison between alternatives in Experiments 1 and 2 and between the probe and the items held in memory in Experiments 3 and 4 is difficulted. In addition, SD was higher than the other conditions when using polygons compared to Chinese characters, showing that polygons were more prone to engage relational processing and to facilitate the emergence of a global scheme due to their simplified representations. Evidence shows that simple visual stimuli are more easily encoded and reproduced but discrimination processes at retrieval are more impaired. On the contrary, complex shapes are readily discriminated but are more difficult to encode and reproduce (Fitts, Weinstein, Rappaport, Anderson, & Leonard, 1956).

Regarding the number of to-be-remembered items, performance declined as set size increased, a finding that is consistent with theories about visual working memory capacity. However, set size interactions with similarity manipulations suggest that similarity plays a more crucial role than the number of items. Such a finding is in line with studies that show that capacity limitations are due to stimulus complexity and the degradation of representations held in memory (Alvarez & Cavanagh, 2004) rather than to the number of items *per se* (Luck & Vogel, 1997). On the other hand, results indicated that the presence of similar items at encoding reduces memory load and facilitates the engagement of relational processing thus allowing resources to process distinctive details. This might be put forward to explain why in this situation performance does not decline as set size increases, but it does when dissimilar items are shown as the absence of common features increases the number of different elements to be encoded, and therefore overloads visual working memory capacity.

In regard to the complementary measure of response time, an inverse relationship between correct recognition and time was found in the four experiments: Response times were shorter in those conditions that obtained higher recognition scores and the opposite was found in the lower conditions. This finding is consistent with the *trace strength theory* (Baddeley & Ecob, 1973) that assumes that retrieval processes are slower with weaker memory traces. In the same line, Awh, Barton and Vogel (2007) suggested that when highly similar items are shown at retrieval, an additional time is necessary to compare them with items held in memory. On the other hand, response times were faster when a 6AFC task was used compared to a single-probe recognition task as in the former, more time is needed to establish comparisons between alternatives.

Confidence judgments were also consistent with recognition data in all experiments. As suggested by Haist, Shimamura, and Squire (1992), a lack of correspondence between performance and confidence judgments in a recognition task (e.g. high recognition scores but low degrees of confidence) might indicate dependence on implicit memory. In our experiments there was a correspondence between both measures and therefore priming effects can be ruled out. In summary, recognition data was supported by both an objective (response time) and a subjective (confidence judgments) measure.

Finally, it must be noted that the impact of visual similarity was robust in all experiments even though similarity conditions were randomly distributed whereas a blocked presentation might have facilitated the use of specific strategies in each condition. The fact of obtaining these effects without using a blocked presentation adds consistency to our results.

### **Differences as a function of the type of retrieval task and contribution of recognition memory models**

So far, we have summarised the main common findings. In this section we will focus on the differential effects of similarity as a function of the type of recognition task employed.

It is of interest to analyse the so-called critical conditions, SS and DS, because they differ in how items are at encoding and the positive effect of similarity at encoding is not only due to discrimination processes as in the SD condition. Differences in performance in these conditions only arose when a 6AFC task was used (Experiments 1 and 2). Moreover performance in SS was higher than in DS when the opposite pattern should be expected. Relational and item-specific processing can be put forward to explain the positive effects of similarity at encoding in this task, and they will be discussed in further sections. However, results of Experiments 3 and 4 must be taken with caution when assuming a positive effect of similarity at encoding. Although the main effect of similarity at encoding reached significance in Experiment 4 (mainly due to the superiority of condition SD), similarity at retrieval played a major role in both experiments and we failed to find differences between the critical conditions. Regardless of the fact that hit rate was higher when similar items were shown at encoding, which might indicate a positive effect, false alarm rate was also higher when a similar foil was tested. False alarm rates suggest that participants responded “yes” with a higher probability in conditions in which similar items were shown at encoding, resulting in high hit rates when the target was tested but in more false alarms when a similar foil was shown.

A possible explanation for the dissociation as a function of the type of recognition task can be found in the instructions given to participants. Participants were not aware of the different similarity conditions and were not explicitly instructed to focus on distinctive details to perform successfully. However, in Experiments 1 and 2, this strategy was implicitly induced by the demands of the task: Having to compare between alternatives that were occasionally similar forced them to encode those details that differentiated one item from the other in order to choose the correct target. On the contrary, in Experiments 3 and 4, the probe had to be compared with degraded representations held in memory, which might not contain enough distinctive details to distinguish between a target and a similar foil. In addition to this respect, the lack of differences both in time response and confidence judgements when a target or a

similar foil were tested might indicate that participants were not aware of the presence of similar foils and consequently in the need to focus on distinctive elements.

So, it is plausible that the results of our experiments are in part a consequence of strategic decisions: Similar items at retrieval might have induced the engagement of a more elaborated or deep processing or a more detailed examination of the relevant evidences, especially in 6AFC tasks. Tulving (1981) suggested that an elaborative and strategic processing at retrieval is engaged when there is a high level of perceptual similarity (between alternatives), as opposed to ephoric similarity (between the probe and the items held in memory). Adding the fact that a bias towards false alarms could have been induced by the design of the single-probe recognition task, in which the proportion of “yes” responses (1/3) was less than that of “no” responses (2/3), we have enough arguments to explain the lack of differences between the critical conditions and therefore, the lack of a positive effect of similarity at encoding when this task is used.

A possible improvement would be to enhance discriminability within similarity contexts. One way to do so would be to preexpose participants with the to-be-remembered items so that discriminability of the distinctive details would be enhanced. This idea would be in line with recent perceptual learning studies (see Lavis & Mitchell, 2006). An alternative way would be to add feedback after each trial in order to make participants aware of the presence of similar foils and of the importance of being accurate.

Regarding the contribution of familiarity and recollection, results seem to indicate that familiarity plays a major role and that recollection aids performance especially in the 6AFC task. In this task familiarity judgements are not enough to discriminate the target from similar alternatives as all of them evoke some feeling of familiarity, so recollection could have occurred and dominated recognition decisions, whereas in the single-probe task, ROC curve analyses suggested that participants relied mainly in familiarity. However, we must take into account that symmetric ROC curves might be reflecting a weak recall and not a total absence of recollection (Squire et al., 2007) and this was probably the case in Experiments 3 and 4.

This pattern of results is somewhat contrary to previous research that showed that familiarity is more involved in AFC tasks whereas recollection seems to be more important in single-probe recognition tasks (Bastin & Van der Linden, 2003; Holdstock, Mayes, Roberts, Cezayirli, Isaac, O'Reilly et al., 2002; Migo, Montaldi, Norman, Quamme, & Mayes, 2009). However, our findings are in line with other studies that show that the contribution of familiarity and recollection is not necessarily distributed in these terms (Bayley, Wixted, Hopkins, & Squire, 2008; Khoe, Kroll, Yonelinas, Dobbins, & Knight, 2000). Similarity manipulations affect recognition processes directly, so our data must be taken with caution when compared with recognition studies in which this factor is not manipulated. In addition, these interpretations are somewhat speculative, as we do not have a proper measure of familiarity and recollection in the 6AFC task. We will address this question in future experiments by using the “remember/known” paradigm, which would allow obtaining direct measures of the contribution of both processes.

Besides double-process models of recognition, our results (especially in Experiments 3 and 4) can be explained by single-process models such as global matching models based on exemplar similarity (Kahana, Zhou, Geller, & Sekuler, 2007; Nosofsky, 1986; Nosofsky & Kantner, 2006). Our data are consistent with their initial predictions in the sense that the compute of global similarity of the probe with each of the studied items seems to be responsible for the execution. From this point of view, false alarm rate is expected to be higher when similar foils are tested, and this pattern was encountered in our experiments. Moreover, participants showed less conservative responses when similar items were shown at encoding, with more hits and more false alarms, as predicted by global matching models. It should be noted, however, that these models have been recently reformulated. For example, the NEMO model (Kahana & Sekuler, 2002; Nosofsky & Kantner, 2006), emphasizes the importance of the to-be-remembered lists homogeneity over the similarity between the probe and the items held in memory. These authors found that adding a parameter to the model related with list homogeneity provided a better fit to empirical data. The new reformulation predicts that when

list homogeneity is taken into account and similar items are shown at encoding, participants improve their ability to not falsely recognize similar foils thus reducing false alarm rate (and also hit rate). Our results do not seem to be consistent with NEMO model, as participants showed a less conservative response criterion when similar items were shown at encoding. However, the comparison with the model must be taken with caution because it has been usually tested with sequential presentations, which affect the summed similarity between the probe and the items held in memory as a function of their serial position. In any case, our data are consistent with the predictions of global matching models based on exemplar similarity and also suggest that participants systematically adjust their response criterion as a function of list homogeneity.

### **Implications for models of organization and representation of visual information**

Our study wants to go one step further in the understanding of how visual information is organised and represented in working memory. This section focuses mainly on the contribution of relational and item-specific processing on recognition. Similarity manipulations have differential effects upon the type of processing engaged at encoding that must be combined with discrimination processes at retrieval in order to improve performance.

When several items are shown, two types of information are encoded in working memory: On the one hand relational information, which involves the common elements shared by the items in a display, and on the other hand, item-specific information, which refers to the definitory characteristics of each individual object. According to Einstein and Hunt (1980), the combination of the processing of both types of information benefits memory performance.

The presence of similar items at encoding helps the integration of the shared elements, namely, it facilitates the engagement of relational processing. This kind of processing enables the abstraction of a global pattern of the display thus reducing memory load and becoming an efficient retrieval cue. The engagement of this processing itself is useful when similar items are

shown at encoding and dissimilar items are tested at retrieval: Once a general scheme has been encoded it becomes easy to disregard those alternatives or foils that differ from the general display and that become highly discriminative at retrieval and facilitate recognition (Hunt, 2003; Tulving, 1981). Hunt and colleagues (Einstein & Hunt, 1980; Hunt & Einstein, 1981; Hunt & McDaniel, 1993) highlighted the idea that the effects of relational and item-specific information depend basically on the type of alternatives shown at test. Item-specific information plays an important role in recognition but if the decision can be achieved by relying on the general pattern, relational processing can be positive as well. Thus, in SD condition, a relational processing itself is enough to assist performance (however, we must insist on the idea that this condition probably reflects a discrimination process and not a proper recognition of the target).

Nevertheless, the presentation of the similarity conditions was randomised in all the experiments, so participants were not aware of what type of alternatives or foils were going to be tested. Consequently, when facing a SS trial, the creation of a global pattern was not enough: Correct performance in this situation implies a proper encoding of the distinctive details in order to distinguish the target among similar alternatives or to reject a similar foil. Therefore, the combination of both types of mechanisms is necessary, on the one hand, to reduce information load by abstracting commonalities of the display and on the other, to focus on distinctive details that provide discriminative information at retrieval (Tulving, 1981).

In summary, in conditions in which similar items are shown at encoding, both relational and item-specific processing must be combined in order to perform correctly. This seems to be the case in Experiments 1 and 2, in which similarity at encoding benefited performance (SD was higher than DD and SS was higher than DS). However, these arguments do not apply in Experiments 3 and 4, as we failed to find differences between the critical conditions SS and DS.

A plausible interpretation for the lack of effect could be linked to the idea that suggests that representations in visual working memory are not detailed. Although people are capable of storing and recognizing a large amount of images during a brief period of time, their details are poor and limited (O'Regan, 1992; Rensink, 2000). This is the case because the external world

provides such details so we do not need to maintain rich representations. Applying this argument to our experiments, it is possible that in the single-probe task, even engaging both relational and item-specific processing, only the former proved to be efficient (a fact that is observed mainly in the superiority of the SD condition). Even though participants encoded the specific details, their maintained representations might have been too low in fidelity and quality to enable proper comparisons with the probe, especially when it was a similar foil. On the contrary, in the 6AFC task, the presence of alternatives facilitated disregarding mechanisms, that were easier than comparing directly with the items held in memory.

Finally, the implications of the present results in the debate about the basic unit in visual working memory will be discussed. The arguments exposed so far suggest that a relational processing is engaged when similar items are shown. It implies that the general trend is the creation of a global pattern of the common elements rather than the encoding of each individual item and thus contradicts the idea that objects are created and stored independently without mutual interference (Wheeler & Treisman, 2002). Our results are therefore consistent with those found by Jiang, Olson, and Chun (2000), who showed that performance in change detection<sup>20</sup> tasks depends on the relations between items shown in the same spatial configuration, suggesting that units are encoded and stored as a function of the global configuration of stimuli rather than separately.

In the same line, other researchers suggest that visual information is represented as a global spatial representation in visual working memory and not in terms of detailed objects (Simons, 1996; Smith & Jonides, 1997). As shown by these investigations, the abstract representation allows recognizing a large amount of visual stimuli. Nevertheless, in our experiments, the efficiency of this type of representation is highly related to retrieval demands.

---

<sup>20</sup> The common aspect between change detection tasks and recognition tasks used in the present work is that the presentation of to-be-remembered items at the encoding phase is simultaneous.

### Comparison with studies about similarity effects

In this section, the results will be compared with research focused on visual and verbal similarity effects. However, it must be taken into account that both the paradigm and the visual material used in our experiments are novel, so results are not directly comparable with other studies. Previous research on visual similarity effects has mainly used serial recall tasks (Hue & Ericsson, 1988; Logie et al., 2000; Walker et al., 1993; Wolford & Hollingsworth, 1974) and the findings show that similarity at encoding impairs order recall, in the same line as in the verbal domain. Our experiments explored the similarity effect on item memory, which can be reflecting a distinct functioning of visual working memory than when order memory is assessed. We have consistently proved that similarity at encoding benefits recognition and similarity at retrieval impairs performance in a 6AFC. However, when a single-probe task is used, similarity at encoding does not improve performance (although is not impaired). Therefore, similarity at encoding seems to be especially beneficial when the processing of the distinctive details is forced by the type of retrieval.

Regarding item recall, our results contradict one of the studies that have focused on the effect of similarity on item memory. Avons and Mason (1999), failed to obtain an effect of similarity in a 2AFC recognition task using abstract matrix, and concluded that the effect only appears when participants are required to recall order. Nevertheless, their item task was designed to determine the learning rate of similar and dissimilar descriptions of items and similarity was not manipulated at retrieval. Thus, neither the design nor the task is comparable with our experiments. However, it has to be noted that even though the differences between their experimental conditions (analogue to our SS and DS) did not reach significance, the trend was the same: SS was better than DS.

Our results also contradict Saito et al. (2008) findings, who failed to obtain a similarity effect when item memory was assessed in serial recall tasks. However, it is worth noting that this effect was present in the significant interaction between visual and verbal similarity caused by dissimilar items being better recalled than similar items when they were phonologically

similar. So, a visual similarity effect in item memory can not be ruled out even though their results showed the opposite trend compared to our experiments. Chase and Calfee (1969) did not find visual a similarity effect in item memory by employing a Sternberg task either. However, letters were used and so verbal encoding played a determinant role, especially because a concurrent articulatory suppression task was not required.

There are two recent studies that obtained partially consistent results. On the one hand, Yeh and Yang (2008) found a positive similarity effect at encoding on a 2AFC task using drawings of familiar objects. The explanation provided is in terms of the global matching models of recognition. The authors suggest that the similarity relationship between the probe and the previously shown items increases the signal of global correspondence, thus facilitating the contribution of familiarity. On the other hand, Lin and Luck (2009) aimed to determine the effect of colour similarity in a change detection task. Their results indicated that performance increased when similar colours were shown at encoding. Taken together, our results along with these findings contradict the hypothesis that representations of similar features in visual working memory are less accurate and that similarity impairs performance.

Regarding the comparison with the functioning of the phonological loop, it must be noted again that studies focused on similarity effects have traditionally used serial recall paradigms. In these tasks similarity is not manipulated at retrieval and authors conclude that similarity effects are due to the presence of similar words at encoding. A few studies have investigated the phonological similarity effect on recognition and it is of great interest as it allows to study how similarity interacts between phases. One of the investigations that have taken it into account is the one from Chase and Calfee (1969), in which search times in a Sternberg task were slower for similar than for neutral items. However, in subsequent experiments they failed to obtain a phonological similarity effect and the authors concluded that the effect is greater in recall than in recognition tasks.

Our results seem to be partly consistent with investigations about phonological similarity effects on item memory in the sense that in both cases, the classical effect is inverted

and thus facilitates performance (Fallon, Groves, & Tehan, 1999; Fournet, Juphard, Monnier, & Roulin, 2003; Gathercole, Gardiner, & Gregg, 1982; Karlsen, Gravir, Johannessen, Endestad, & Lian, 2007). The interpretation of these findings is in terms of the phonemes shared between words that can be used as a categorial cue that improves item recall. It is plausible that this positive effect is masked by the negative effect on order memory (Fallon et al, 1999; Gupta et al, 2005). Also in semantic similarity investigations (using items that belong to the same semantic category), similarity seems to be positive for item recall when an open set of stimuli is used (Poirier & Saint-Aubin, 1995). These authors based their explanation in the redintegration hypothesis, and suggested that semantic similarity improves this mechanism because it provides an additional retrieval cue that delimitates the number of possible candidates in long term memory. In our experiments, the facilitation would come from the structural configuration of the visual material in terms of shared attributes that facilitate relational processing that reduces memory load. However, when visual similarity is manipulated, performance depends on the combination between phases, namely, the simplification of information in the display at encoding and the discriminability processes at retrieval, with an especial emphasis on the latter, as seen in the dissociation between recognition tasks.

Moreover, the positive effect of similarity has been found in several studies that used nonwords, which do not have a previous representation in long term memory (Karlsen & Lian, 2005; Lian & Karlsen, 2004; Lian, Karlsen, & Winsvold, 2001; Nimmo & Roodenrys, 2005). Among others, Fallon et al. (1999) suggested that this phenomenon is due to the differential effects that to-be-remembered items have on item and order memory. When nonwords are used, similarity acts as an efficient retrieval cue that improves item recall in a higher degree than it impairs order recall. On the contrary, when words are used, it is possible that item recall is masked by a greater negative effect on order recall. Our results, along with other visual and verbal similarity effect studies, suggest that this could be a case of dissociation between item and order memory. Some examples of other phenomena which show differential effects on item

and order recall are the generation effect (Serra & Nairne, 1993) and the word-length effect, as recently suggested by Hendry and Tehan (2005).

In summary, the effects found provide evidence about a similar functioning of the verbal and the visual components in item recall and it can be assumed that similarity plays a crucial role in the formation of representations in visual working memory. However, the parallelism between the mechanisms underlying visual and verbal similarity effects must be seen under the assumption that the temporary storage of verbal information is sequential whereas visual processing takes place mainly in parallel (although it is also possible to scan visual scenes sequentially).

## **Conclusions**

In this last section, we will summarize the main implications of the present work. The study of the visual similarity effect has allowed exploring the mechanisms underlying encoding, representation, and retrieval of visual information in working memory. In addition, results have highlighted the relationship between memory and perception and the processes of information abstraction, which are responsible of important processes such as categorization and identification of visual objects. Probably, the most striking finding is the fact that similarity between items at encoding does not impair recognition but instead, at least under certain circumstances, is even positive.

A possible interpretation arises from the implications of relational and item-specific processing and the integration of both mechanisms can contribute to a better understanding of representational systems. Extrapolating the arguments exposed so far to the general functioning of the visual system, it can be assumed that it is the responsible for abstracting representations of individual objects and for extracting visual information from the environment through these two mechanisms that operate simultaneously and allow people to interact with the visual environment easily.

Due to the fact that in a complex scene there is a large amount of visual information, a relational (holistic) processing is necessary to extract the essence or the abstract organisation (scene gist) and it is especially useful as more visual elements are shown. Moreover, if these elements are similar, people tend to process similarity in a global way as the presence of similar items promotes an automatic perceptual grouping that facilitates the encoding of a relational configuration based on the shared features. This simplification is efficient for the cognitive system because information load is reduced and capacity increases. In addition, the perceptual system is more efficient in a parallel comparison between objects because it enables a fast categorisation of elements especially when a large number of them is shown or when they contain several features. So, a fast formation of a global visual configuration can be considered as a basic organisational rule in visual processing (Jiang et al., 2000).

However, similarity processing is not static, but it changes as a function of the demands of a given situation. For this reason, after a first parallel comparison of a scene and once a general pattern has been abstracted, thus reducing memory load, it can also be beneficial to engage an item-specific processing, namely, a sequential focusing on each individual object. In that way attention can help the visual system to extract the most relevant aspects of the items that configure a global scheme in occasions in which it is necessary to obtain detailed information of visual objects. Item-specific processing allows focusing on distinctive details and is more accurate, but it is highly limited by the amount of information, so the greater the number of objects, the more difficult it becomes to encode distinctive details. Therefore, once a global scheme is abstracted, people are only capable of encoding a small part of the scene, basically the part that is in the focus of attention, allowing the storage of a small amount of detailed information of each individual object. Following the arguments of some researches (O'Regan, 1992, Rensink, 2000), it is plausible to assume that it is not necessary to encode a large amount of details and that the creation of visual representations that contain few informative elements is sufficient because the external world already provides the details.

Nevertheless, the utility of one type of processing or the other can only be evaluated at retrieval: Depending on what kind of information is required at test, the processing of relational or item-specific information will be useful. In addition, it is possible to think that the engagement of these mechanisms is under participants' will, who can develop strategies based on one type of processing or the other as a function of task demands. As stated by Einstein and Hunt (1980), our results suggest that the combination of both types of processing of visual information is optimal for memory and that they have different functions: Relational processing emphasizes similarities and facilitates retrieval because it acts as a search strategy, that is, serves as a basis to reconstruct because it points the class or category to which an object belongs whereas item-specific processing emphasizes differences and has a discriminative function because the processing of detailed attributes creates a distinctive memory trace.

With this work, we aimed to provide some evidence about the functioning and properties of visual working memory. Considering the importance that this type of memory is gaining in recent research, it is necessary to further investigate this topic in order to describe it more accurately.

## Anexo B. Evaluación del material por parte de jueces externos

### Instrucciones dadas a los jueces:

- A continuación verás diapositivas que contienen 4 figuras.
- Se trata de que evalúes del 1 al 5 hasta qué punto te parece que son similares entre sí. Donde:  
1= MUY DIFERENTES      2=BASTANTE DIFERENTES      3=NEUTROS  
4=BASTANTE SIMILARES      5=MUY SIMILARES
- Procura no basar tus juicios comparando “entre” diapositivas, lo importante es cómo de similares te parecen entre sí las figuras de cada presentación.

### Ejemplos de sets a juzgar:



### Estadísticos descriptivos:

	Media	Desv. típ.	N
xin_sim	3,8750	,44737	10
xin_diss	1,4850	,43656	10
pol_sim	3,9400	,47598	10
pol_diss	1,5700	,44234	10

(xin=letras chinas, pol=polígonos, sim=similares, diss=disimilares)

### Nivel de acuerdo entre evaluadores (W de Kendall)

Letras chinas:

N	10
W de Kendall <sup>a</sup>	,827
Chi-cuadrado	653,110
gl	79
Sig. asintót.	,000

a. Coeficiente de concordancia de Kendall

Polígonos:

N	10
W de Kendall <sup>a</sup>	,849
Chi-cuadrado	331,038
gl	39
Sig. asintót.	,000

a. Coeficiente de concordancia de Kendall

### Anexo C. Ejemplos de materiales empleados en los Experimentos 1 y 3

Target	Ítems similares	Ítems disimilares
奸	媯 媯 姪 改 如 她 好 妯 妯	劣 吉 帽 徭 合 吊 匈 匄 吏
困	园 圉 囫 固 囧 囧 困 囧 囧	壯 峯 羨 耒 兌 垚 形 弢 役
扛	扣 技 地 托 扌 扌 扌 托 扌	向 晃 旭 魔 米 窆 网 彙 徯
邠	邠 邠 邠 邠 邠 邠 邠 邠 邠	糸 絨 舅 肆 而 虜 羽 弑 畹
沈	汎 汧 汧 汧 汧 汧 汧 汧	纒 見 寢 亶 谷 豸 身 言 辰
定	宀 宗 宕 官 宜 宛 完 宏 宀	盯 幪 仟 猢 即 巡 氙 設 務
忻	忡 怀 忡 忡 忡 忡 忡 忡 忡	豆 車 聃 窳 豕 足 系 男 寘
岍	岐 岍 岍 岍 岍 岍 岍 岍 岍	我 祁 卮 氙 私 秀 究 貝 罕

## **Anexo D. Instrucciones dadas a los participantes**

### **EXPERIMENTOS 1 y 2**

“Se trata de una prueba de memoria visual, concretamente de una tarea de reconocimiento. Cada ensayo consta de dos fases: la de codificación, en la que se presentaran 2,3,4 o 5 ítems de color negro en la pantalla que deberás memorizar, y la fase de recuperación, en la que tendrás que escoger cual de ellos ha aparecido previamente entre 6 alternativas posibles. Entre las alternativas siempre aparecerá una que es idéntica a uno de los ítems anteriores. Debes registrar tu respuesta apretando el número correspondiente a la alternativa que creas que es la correcta y a continuación, juzgar con qué grado de seguridad has contestando, siendo 1 el nivel de seguridad más bajo y 5 el más alto. (Para la mitad de participantes del Experimento 1 y para todos los del Experimento 2, las instrucciones continúan: En todos los ensayos deberás repetir en voz alta, a un ritmo constante de dos dígitos por segundo la secuencia “1,2,3,4” durante todo el tiempo en que los ítems estén en pantalla, solamente en la fase de codificación y empezando cuando aparezca la instrucción). Si no tienes preguntas al respecto a continuación realizarás una fase de entrenamiento”.

### **EXPERIMENTOS 3 y 4**

“Se trata de una prueba de memoria visual, concretamente de una tarea de reconocimiento. Cada ensayo consta de dos fases: la de codificación, en la que se presentaran 3 o 4 ítems de color negro en la pantalla que deberás memorizar, y la fase de recuperación, en la que tendrás que decidir si el ítem que se presenta es idéntico a uno de los que ha aparecido previamente o no. Debes registrar tu respuesta apretando la tecla “S” si crees que el ítem ha aparecido y la tecla “N” si crees que se trata de un ítem nuevo y a continuación, juzgar con qué grado de seguridad has contestando, siendo 1 el nivel de seguridad más bajo y 5 el más alto. En todos los ensayos deberás repetir en voz alta, a un ritmo constante de dos dígitos por segundo la secuencia “1,2,3,4” durante todo el tiempo en que los ítems estén en pantalla, solamente en la fase de codificación y empezando cuando aparezca la instrucción. Si no tienes preguntas al respecto a continuación realizarás una fase de entrenamiento”.

## Anexo E. Comparación de las puntuaciones respecto al nivel de azar

### EXPERIMENTO 1

Prueba para una muestra

	Valor de prueba = 0.2245					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
EncertTotal	36,545	47	,000	,39217	,3706	,4138
total_SS	18,340	47	,000	,32238	,2870	,3577
total_SD	71,126	47	,000	,66092	,6422	,6796
total_DS	8,990	47	,000	,18592	,1443	,2275
total_DD	21,983	47	,000	,39946	,3629	,4360

Nota: EncertTotal=acierto global. total\_SS, total\_SD, total\_DS y total\_DD representa la proporción de reconocimiento corregido en cada condición (SS, SD,DS y DD respectivamente).

### EXPERIMENTO 2

Prueba para una muestra

	Valor de prueba = 0.2245					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
EncertTotal	28,687	29	,000	,30425	,2826	,3259
totalSS	8,261	29	,000	,15050	,1132	,1878
totalSD	47,487	29	,000	,68383	,6544	,7133
totalDS	6,665	29	,000	,09383	,0650	,1226
totalDD	12,498	29	,000	,28883	,2416	,3361

### EXPERIMENTO 3

Prueba para una muestra

	Valor de prueba = 0					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
EncertTotal	22,211	29	,000	,43594	,3958	,4761
Rss	8,933	29	,000	,26458	,2040	,3252
Rsd	19,511	29	,000	,65000	,5819	,7181
Rds	7,996	29	,000	,27917	,2078	,3506
Rdd	18,791	29	,000	,55000	,4901	,6099

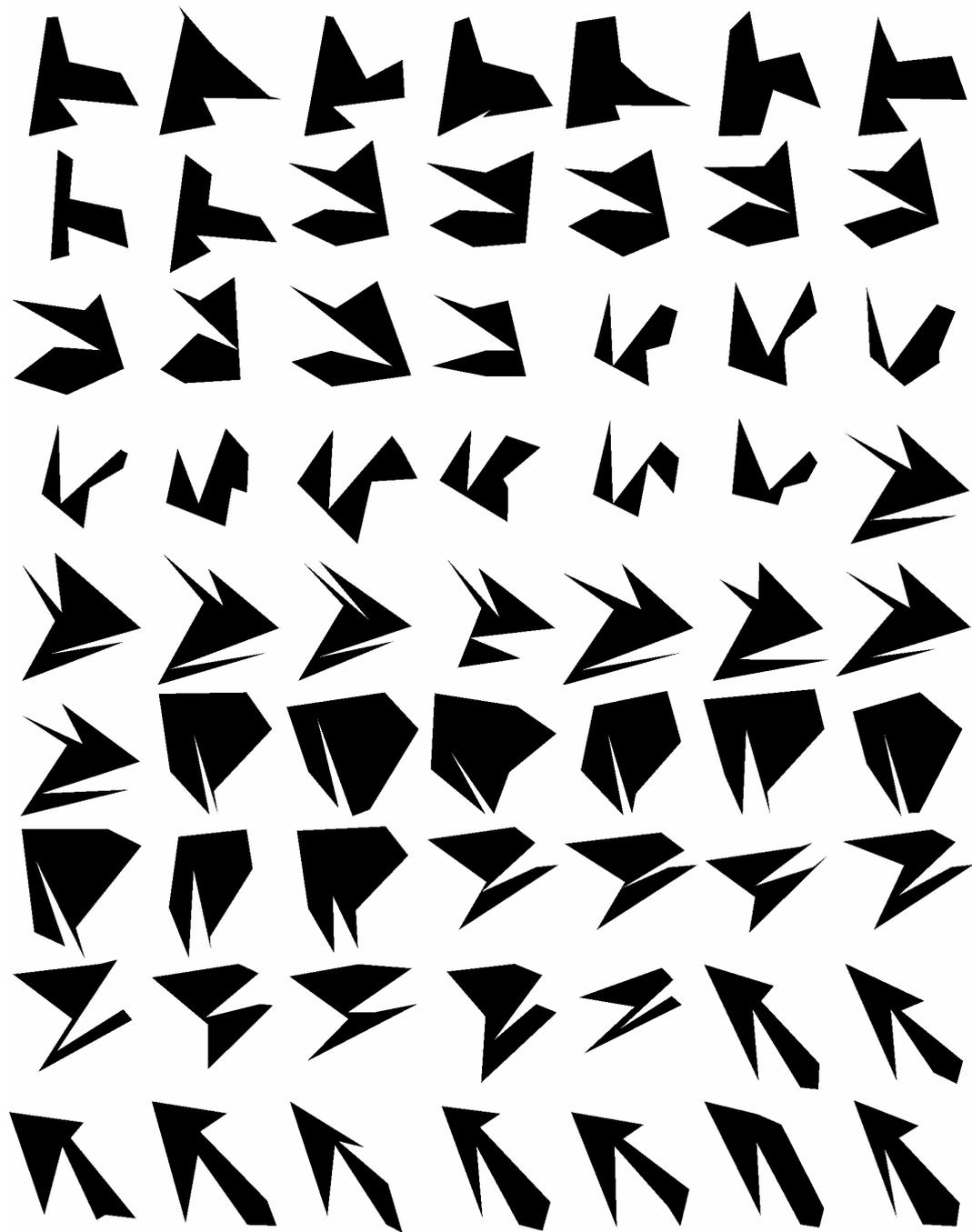
Nota: EncertTotal=acierto global. Rss, Rsd, Rds y Rdd representa la proporción de reconocimiento corregido en cada condición (SS, SD,DS y DD respectivamente).

### EXPERIMENTO 4

Prueba para una muestra

	Valor de prueba = 0					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
EncertTotal	29,337	31	,000	,41260	,3839	,4413
Rss	9,775	31	,000	,23438	,1855	,2833
Rsd	33,911	31	,000	,78906	,7416	,8365
Rds	9,267	31	,000	,20313	,1584	,2478
Rdd	14,224	31	,000	,42383	,3631	,4846

## Anexo F. Ejemplos de materiales empleados en los Experimentos 2 y 4



## Anexo G. Parámetros relativos a la TDS

### EXPERIMENTO 3

Parámetros de la TDS ( $d'$ ,  $A'$  y sesgos respectivos,  $c$  y  $B''$  entre paréntesis desviación estándar)

Parámetro	3 SS	3 SD	3 DS	3 DD	4 SS	4 SD	4 DS	4 DD
$d'$	1,0997 (0,84)	2,2453 (0,92)	0,9935 (0,74)	2,0514 (0,84)	0,7453 (0,89)	2,7615 (1,13)	0,5539 (1,11)	2,0451 (0,81)
$c$	-0,327 (0,57)	0,2458 (0,62)	0,0412 (0,42)	0,5702 (0,44)	-0,5176 (0,62)	0,4905 (0,59)	-0,1965 (0,61)	0,549 (0,66)
$A'$	0,7409 (0,15)	0,8878 (0,07)	0,738 (0,13)	0,8647 (0,09)	0,6644 (0,16)	0,9101 (0,07)	0,6631 (0,22)	0,8628 (0,07)
$B''$	-0,1951 (0,39)	0,2441 (0,68)	0,0292 (0,32)	0,5376 (0,47)	-0,2634 (0,42)	0,4953 (0,59)	-0,0364 (0,43)	0,4692 (0,62)

Prueba para una muestra. Diferencia de  $d'$  respecto al nivel de azar (situado en 0)

#### Prueba para una muestra

	Valor de prueba = 0						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia		
					Inferior	Superior	
eptss	7,156	29	,000	1,09973	,7854	1,4141	
eptsd	13,351	29	,000	2,24530	1,9014	2,5892	
eptds	7,330	29	,000	,99347	,7163	1,2707	
eptdd	13,369	29	,000	2,05143	1,7376	2,3653	
epqss	4,559	29	,000	,74530	,4109	1,0797	
epqsd	13,419	29	,000	2,76150	2,3406	3,1824	
epqds	2,738	29	,010	,55393	,1401	,9677	
epqdd	13,747	29	,000	2,04513	1,7409	2,3494	

Comparaciones de medias del sesgo ( $B''$ ) entre condiciones

#### Prueba de muestras relacionadas

	Diferencias relacionadas						t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia					
				Inferior	Superior				
Par 1 betaSD - betaDS	,37331	,48221	,08804	,19325	,55337	4,240	29	,000	
Par 2 betaSD - betaDD	-,13371	,54745	,09995	-,33813	,07071	-1,338	29	,191	
Par 3 betaSD - betaSS	,59896	,35682	,06515	,46572	,73220	9,194	29	,000	
Par 4 betaDS - betaDD	-,50702	,38805	,07085	-,65192	-,36212	-7,156	29	,000	
Par 5 betaDD - betaSS	,73267	,51432	,09390	,54062	,92472	7,803	29	,000	
Par 6 betaDS - betaSS	,22565	,34684	,06332	,09614	,35517	3,563	29	,001	

**EXPERIMENTO 4**

Parámetros de la TDS ( $d'$ ,  $A'$  y sesgos respectivos,  $c$  y  $B''$  entre paréntesis desviación estándar)

Parámetro	3 SS	3 SD	3 DS	3 DD	4 SS	4 SD	4 DS	4 DD
$d'$	1,2529 (0,95)	3,4098 (0,85)	0,838 (0,99)	1,8089 (0,99)	0,6303 (0,68)	3,0119 (0,85)	0,6093 (0,52)	1,4702 (0,82)
$c$	-0,6209 (0,49)	0,4574 (0,46)	0,0786 (0,56)	0,5640 (0,51)	-0,6844 (0,51)	0,5063 (0,47)	0,2469 (0,54)	0,6773 (0,51)
$A'$	0,7428 (0,12)	0,9556 (0,04)	0,6724 (0,15)	0,8191 (0,11)	0,6547 (0,15)	0,9358 (0,05)	0,6744 (0,10)	0,7970 (0,09)
$B''$	-0,3982 (0,39)	0,5829 (0,57)	0,0537 (0,34)	0,4435 (0,47)	-0,2889 (0,34)	0,6124 (0,61)	0,0933 (0,33)	0,4676 (0,46)

Prueba para una muestra. Diferencia de  $d'$  respecto al nivel de azar (situado en 0)

## Prueba para una muestra

	Valor de prueba = 0					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
eptss	7,450	31	,000	1,25291	,9099	1,5959
eptsd	22,822	31	,000	3,40975	3,1050	3,7145
eptds	4,762	31	,000	,83800	,4791	1,1969
eptdd	10,264	31	,000	1,80891	1,4495	2,1683
epqss	5,213	31	,000	,63028	,3837	,8769
epqsd	19,946	31	,000	3,01191	2,7039	3,3199
epqds	6,601	31	,000	,60931	,4211	,7976
epqdd	10,122	31	,000	1,47022	1,1740	1,7664

Comparaciones de medias del sesgo ( $B''$ ) entre condiciones

## Prueba de muestras relacionadas

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 betaSD - betaDS	,52415	,40036	,07078	,37980	,66849	7,406	31	,000
Par 2 betaSD - betaDD	,14208	,45753	,08088	-,02288	,30703	1,757	31	,089
Par 3 betaSD - betaSS	,94122	,35686	,06308	,81256	1,06988	14,920	31	,000
Par 4 betaDS - betaDD	-,38207	,31945	,05647	-,49725	-,26689	-6,766	31	,000
Par 5 betaDS - betaSS	,41707	,34452	,06090	,29286	,54128	6,848	31	,000
Par 6 betaDD - betaSS	,79914	,36514	,06455	,66750	,93079	12,381	31	,000

## Anexo H. Parámetros relativos a las curvas ROC y z-ROC

Proporciones acumuladas de aciertos y falsas alarmas y transformaciones Z (se obtienen aplicando la función inversa estandarizada sobre las proporciones acumuladas)

### EXPERIMENTO 3 (letras chinas)

#### Condición SS

Prop. acumuladas Aciertos	Prop. Acumuladas Falsas Alarmas	Z (prop acumuladas) Aciertos	Z (prop acumuladas) Falsas Alarmas
1	1		
0,966386291	0,93038168	1,83015063	1,47863968
0,854371979	0,79312977	1,05537021	0,81732897
0,641563618	0,5369084	0,36264142	0,092648
0,369782186	0,25740458	-0,33243029	-0,65136769

#### Condición SD

Prop. acumuladas Aciertos	Prop. acumuladas Falsas Alarmas	Z (prop acumuladas) Aciertos	Z (prop acumuladas) Falsas Alarmas
1	1		
0,966386291	0,96428571	1,83015063	1,80274309
0,854371979	0,7702381	1,05537021	0,73963119
0,641563618	0,425	0,36264142	-0,18911843
0,369782186	0,2047619	-0,33243029	-0,82473191

#### Condición DS

Prop. acumuladas Aciertos	Prop. acumuladas Falsas Alarmas	Z (prop acumuladas) Aciertos	Z (prop acumuladas) Falsas Alarmas
1	1		
0,958679352	0,91052632	1,73556208	1,34400315
0,863379827	0,73552632	1,09563087	0,62961368
0,622087398	0,52894737	0,31096766	0,07262408
0,412742885	0,30263158	-0,22049487	-0,51684673

#### Condición DD

Prop. acumuladas Aciertos	Prop. acumuladas Falsas Alarmas	Z (prop acumuladas) Aciertos	Z (prop acumuladas) Falsas Alarmas
1	1		
0,958679352	0,87454545	1,73556208	1,14814408
0,863379827	0,55818182	1,09563087	0,14636106
0,622087398	0,29636364	0,31096766	-0,53488805
0,412742885	0,10545455	-0,22049487	-1,25106959

**EXPERIMENTO 4 (polígonos)****Condición SS**

Prop. acumuladas Aciertos	Prop. acumuladas Falsas Alarmas	Z (prop acumuladas) Aciertos	Z (prop acumuladas) Falsas Alarmas
1	1		
0,944861954	0,92015399	1,596953	1,40610809
0,853877878	0,77481884	1,053211	0,75481112
0,691201741	0,55149457	0,49926	0,12943827
0,432065529	0,29542572	-0,171118	-0,53760258

**Condición SD**

Prop. acumuladas Aciertos	Prop. acumuladas Falsas Alarmas	Z (prop acumuladas) Aciertos	Z (prop acumuladas) Falsas Alarmas
1	1		
0,944861954	0,94444444	1,596953	1,59321882
0,853877878	0,73333333	1,053211	0,62292572
0,691201741	0,36666667	0,49926	-0,34069483
0,432065529	0,25555556	-0,171118	-0,65710857

**Condición DS**

Prop. acumuladas Aciertos	Prop. acumuladas Falsas Alarmas	Z (prop acumuladas) Aciertos	Z (prop acumuladas) Falsas Alarmas
1	1		
0,909747102	0,8895664	1,339199	1,2242254
0,786143309	0,6098916	0,793111	0,27903652
0,605637513	0,37181572	0,267967	-0,32704819
0,427713383	0,20257453	-0,182199	-0,83246052

**Condición DD**

Prop. acumuladas Aciertos	Prop. acumuladas Falsas Alarmas	Z (prop acumuladas) Aciertos	Z (prop acumuladas) Falsas Alarmas
1	1		
0,909747102	0,84792627	1,339199	1,02757994
0,786143309	0,52764977	0,793111	0,06936327
0,605637513	0,25403226	0,267967	-0,66185443
0,427713383	0,10368664	-0,182199	-1,26082121