



TESIS DOCTORAL

**ORGANIZACIÓN PERCEPTIVA Y ATENCIÓN:  
EFECTOS DEL PROCESAMIENTO PREATENENCIONAL  
SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DE LA ATENCIÓN SELECTIVA**

**Pedro Raúl Montoro Martínez**

Licenciado en Psicología

Departamento de Psicología Básica I

FACULTAD DE PSICOLOGÍA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA

Madrid, 2008





Departamento de Psicología Básica I  
Facultad de Psicología  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA

**ORGANIZACIÓN PERCEPTIVA Y ATENCIÓN:  
EFECTOS DEL PROCESAMIENTO PREATENENCIONAL  
SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DE LA ATENCIÓN SELECTIVA**

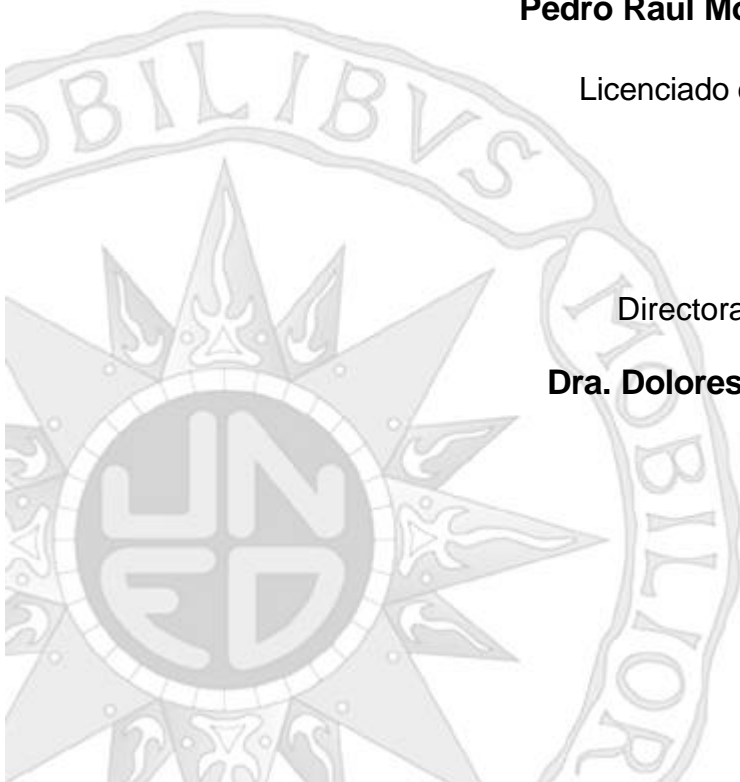
Autor:

**Pedro Raúl Montoro Martínez**

Licenciado en Psicología

Directora de Tesis:

**Dra. Dolores Luna Blanco**





*En general, puede afirmarse que no hay cuestiones agotadas, sino hombres agotados en determinada cuestión. El terreno esquilmo para un sabio, se muestra fecundo para otro.*

**Santiago Ramón y Cajal**

*Discurso de Recepción en la Real Academia de Ciencias, Madrid, 1897*

*Si buscas resultados distintos, no hagas siempre lo mismo.*

**Albert Einstein**



*Dedicado a Belén, mi hermana,  
porque ella nunca entenderá lo que contienen estas páginas.*





## AGRADECIMIENTOS

---

Todo comenzó en Mula.

Como todos los comienzos, ocurrió muy pronto. Un día cualquiera de mi infancia, hurgando donde no debía, descubrí un enorme libro de pastas rojas en casa de mis abuelos. En realidad no era un libro, sino unos cuantos ejemplares de la revista "Muy Interesante" encuadernados por mi abuelo Ginés. Aun puedo recordar que la primera revista que observé al abrir aquellas tapas tenía en la portada un dibujo de Albert Einstein encendiendo una especie de cerilla que generaba un hongo nuclear. Gracias, abuelo, por legarme aquel maravilloso tesoro de divulgación científica que implantó en mí la semilla de la curiosidad por el mundo, las estrellas, los inventos y el cerebro. Aquel día decidí que quería ser inventor. Lo tengo difícil, pero nunca es tarde.

Mi familia es un tesoro.

¡Qué fácil me ha resultado ser feliz junto a mis padres y hermanos! Gracias, papá, por llevarme contigo a la feria del libro de ocasión de Murcia y comprarme libros y tebeos sin (apenas) rechistar; gracias por enseñarme tantas y tantas cosas. Gracias, mamá, por apoyarme incondicionalmente en todo lo que he hecho, por cuidarme con tanto mimo, por alegrarme la vida a diario. Gracias, Fran, por ser mi compañero de aficiones, mi amigo del alma, además de ser mi hermano. Gracias, Belén, porque sin tí nada tendría sentido.

En la Universidad de Murcia tuve extraordinarios profesores que luego se convirtieron en grandes amigos, a los que sigo admirando como modelos profesionales y vitales.

Gracias, Juan Antonio Vera Ferrandiz, por enseñarme, por vez primera, la esencia de la psicología científica y despertarme de mi sueño *materialista*. No tengo dudas de que si no hubieras sido mi profesor en aquella asignatura de "Introducción a la Psicología", nunca habría intentado ser psicólogo experimental. Espero serlo algún día.

Gracias, María José Pedraja, por ser mi mentora, la auténtica culpable de mi aterrizaje en el apasionante campo de la atención y percepción visuales. Gracias también por enseñarme a hacer mi primer experimento psicológico con aquel fabuloso taquitoscopio. Gracias por apoyarme y ayudarme con tanto cariño. Siempre te estaré agradecido y ojalá alguna vez pueda devolvarte, aunque sólo sea un poquito, todo lo que me has dado.

Gracias, Julia García-Sevilla, por todo lo que aprendí en tu asignatura con tu pedagógico libro y por todo lo que me he reído a tu lado.

Gracias, Pedro Martín Oviedo, por enseñarme a dudar de todo, por explicarme la teoría ecológica de Gibson, por revelarme cuál es el verdadero *arjé*, por comenzar (y continuar) conmigo en esto de la psicología; en definitiva, gracias por ser el mejor amigo que un psicólogo puede tener.

Gracias, José Alfonso Rabadán, por tantas y tantas apasionantes tertulias de café, cerveza y/o vino, por tus lecciones vitales y tus consejos de maestro.

Gracias, Javier Olmo, por enseñarme que un sacapuntas puede ser utilizado como un telescopio.

Me gusta mucho Madrid. Me gusta aun más la UNED.

Nunca me he sentido extraño. Puedo confirmar que es absolutamente cierto que *si vienes a Madrid, eres de Madrid*. Exactamente lo mismo ocurre con la UNED. Llegué a la UNED y al día siguiente ya era de la UNED. Y todo gracias a mis queridos y admirados compañeros del Departamento de Psicología Básica I, que con tanta calidez me acogieron desde el primer día. Gracias también a muchos otros compañeros y amigos del resto de la Facultad.

Gracias, Loli Luna, por ser la mejor directora que puede tener doctorando alguno. Siempre he expresado a todo aquel con el que he hablado lo inmensamente afortunado que me he sentido por ser tu discípulo. Me has dado toda la libertad que he necesitado, pero cuando he requerido tu ayuda, tu consejo, siempre has estado ahí con ese espíritu tan entrañable que te caracteriza. Mi máxima ilusión sería continuar trabajando a tu lado para

devolverte, aunque sólo sea una pequeña parte, todo lo que me has dado. Te aseguro que lucharé para intentar conseguirlo.

Gracias, Rosa Elosúa, por hacerme tan fácil mi llegada a Madrid, por ayudarme, apoyarme y aconsejarme (¡tan sabiamente!) durante todo este tiempo. Gracias, amiga mía.

Gracias, Javier Moreno, por todos y cada uno de los millones de consejos, ayudas, apoyos, bromas, noticias, artículos, fotos y demás cosas que me has dedicado en estos años. Cada una de estas páginas, sin faltar ninguna, te debe algo. Debería figurar tu nombre en la misma portada. Muchas gracias, compañero y amigo, por preocuparte y ocuparte tanto por mí.

Gracias, Juan Antonio Moriano, por todo lo que me has motivado en estos años, por todos tus acertadísimos consejos (excepto en el pádel), por tu ejemplo continuo, por tus empujones, por tu amistad. Has sido mi entrenador personal psicológico. De mayor quiero ser como tú.

Gracias, Julia Mayas, por tu empatía y comprensión en los momentos más duros, por tu alegría y simpatía en los más distendidos. Nadie me ha comprendido como tú lo has hecho durante todo este tiempo. Como ya te dije, ojalá algún día podamos investigar juntos: no puedo imaginar mejor compañera que tú.

Gracias, Javier Órtiz-Caro, por tus sabios y sinceros consejos. Siempre has sido capaz de decirme todo lo que otros no se atrevían a comentarme. Gracias, también, por todos esos botellines a los que me invitaste. Puede que no ayudaran a la tesis, pero las buenas costumbres hay que respetarlas.

Gracias, M.J. Contreras, por tu carácter entusiasta y tu alegría natural. Es un gustazo encontrarse con una compañera tan emprendedora y trabajadora, y al mismo tiempo, tan entusiasta. Eres un ejemplo de que alegría y esfuerzo son plenamente compatibles.

Gracias, Marcos Ruiz, por responder a todas mis dudas y preguntas con tanta sapiencia, transmitiéndome la pasión por nuestra disciplina. Sólo puedo decir que te admiro.

Gracias, Pilar Sánchez, por todo el cariño con el que me has tratado, por tu calidez, por tu cercanía, por tu calidad humana.

Gracias, Belén Jiménez, por tu compañía en la travesía *precaria* que, en ocasiones, nos ha costado molestos dolores de cabeza transitar. Has sido la mejor compañera de viaje posible.

Gracias, Nieves, por todas esas charlas vespertinas tan entretenidas.

Mi estancia en Almería fue una experiencia extraordinaria. Gracias a Juanjo Ortells y a todos los compañeros de la Universidad de Almería, por hacerme sentir un investigador almeriense más durante esos maravillosos meses en aquellas hermosas tierras.

My short stay at Birmingham University was like a whole life compressed into three and a half months. Thanks a lot, Glyn, for showing me that the greatest scientist who I have ever known is just the more modest, kindest and friendly one.

Gracias, David Soto, por todo lo que me ayudaste en mi estancia en Birmingham, por todas aquellas pintas que regaron nuestro gaznate mientras discutíamos sobre atención, percepción, TMS y otros temas menos académicos. Gracias por tus ánimos constantes y tu preocupación por mí. Es un placer y un orgullo tenerte como amigo.

Gracias, Shei, porque me lo has dado todo y no has pedido nada, porque has sufrido esta tesis más que nadie y ahora mereces disfrutarla antes que todos. ¿Recuerdas lo que dije que haría cuando hubiera terminado la tesis? Pues ya sabes que soy un hombre de palabra... Por cierto, te quiero.

# ÍNDICE

---

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	IX
<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b> .....	XIX
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	XXI
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	XXV

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
---------------------------	---

## **Capítulo 1**

<b>ORGANIZACIÓN PERCEPTIVA EN EL ÁMBITO DE LA VISIÓN</b>	7
--	---

---

1.1. EL PROBLEMA DE PERCIBIR OBJETOS Y SUS SOLUCIONES.....	10
1.1.1. Los principios de segregación de la figura y el fondo.....	12
1.1.1.1. Figura, fondo y atención.....	14
1.1.2. Los principios de agrupamiento perceptivo.....	14
1.2. ¿ES EL AGRUPAMIENTO UN PROCESO TEMPRANO, INTERMEDIO O TARDÍO?.....	18
1.2.1. Agrupamiento temprano versus tardío.....	19
1.2.2. Influencia de la atención sobre el agrupamiento perceptivo.....	23
1.3. LA MULTIPLICIDAD DE PROCESOS DEL AGRUPAMIENTO PERCEPTIVO.....	25
1.3.1. Evidencia comportamental.....	25
1.3.2. Evidencia neuropsicológica.....	27
1.4. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES TEÓRICAS.....	28

## Capítulo 2

### PROCESAMIENTO VISUAL PREATENENCIONAL

31

---

2.1. LOS ORÍGENES DE LA DICOTOMÍA ATENCIÓN/PREATENCIÓN.....	33
2.1.1. La Teoría de Filtro Temprano de Donald Broadbent (1958).....	35
2.1.2. La aportación de Ulric Neisser (1967).....	37
2.1.3. La Teoría de los Textones de Bela Julesz.....	39
2.2. LA TEORÍA DE INTEGRACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE ANNE TREISMAN.....	41
2.2.1. Evidencia empírica de la TIC.....	43
2.2.2. Influencia y devenir de la TIC.....	46
2.2.3. El agrupamiento perceptivo en la TIC.....	49
2.3. ALTERNATIVAS A LA TEORÍA DE INTEGRACIÓN DE CARACTERÍSTICAS....	50
2.3.1. La Teoría de la Semejanza de Duncan y Humphreys.....	51
2.3.2. Los herederos de Treisman: la Teoría de la Búsqueda Guiada.....	55
2.3.2.1. Procesamiento preatencional en la TGB: mapas de dimensiones y mapa de activación global.....	56
2.3.2.2. El despliegue de la atención en la TBG.....	58
2.3.2.3. Agrupamiento perceptivo y TBG.....	58
2.3.2.4. La dicotomía entre búsquedas paralela y serial y el estado actual de la TBG.....	60
2.4. OTRAS APORTACIONES RELACIONADAS CON EL PROCESAMIENTO VISUAL PREATENENCIONAL.....	64
2.4.1. ¿Procesamiento preatencional o procesamiento prefocalizado?.....	65
2.4.2. El paradigma de doble tarea de Braun y Sagi.....	67
2.4.3. Atención al espacio, atención al objeto.....	70
2.4.3.1. Atención al espacio.....	71
2.4.3.2. Atención al objeto.....	72
2.4.3.3. Integración de teorías espaciales y basadas en el objeto.....	74
2.4.4. ¿Y si no existiera nada llamado preatención?.....	75
2.4.5. Procesamiento preatencional dentro de una región atendida.....	78
2.5. CONCLUSIONES.....	79

### Capítulo 3

#### **PROCESAMIENTO VISUAL INATENCIONAL** 81

---

3.1. EL DESAFÍO DE MACK Y ROCK.....	84
3.1.1. Otras cegueras inatencionales más dinámicas: ceguera inatencional sostenida y ceguera al cambio.....	89
3.2. LA REVISIÓN DEL DESAFÍO: MOORE Y EGETH (1997).....	91
3.2.1. Otros estudios que apoyan el agrupamiento inatencional.....	95
3.3. LA TAREA DE DETECCIÓN DEL CAMBIO DE RUSSELL Y DRIVER.....	96
3.4. CONCLUSIONES.....	102

### Capítulo 4

#### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. EL PARADIGMA DE PREATENCIÓN** 105

---

4.1. DE LO PRE-ATENCIONAL A LO IN-ATENCIONAL.....	107
4.1.1. ¿Por qué in-atención y pre-atención no son necesariamente lo mismo?.....	111
4.2. EL OBJETIVO.....	112
4.3. EL MÉTODO: EL PARADIGMA DE PREATENCIÓN.....	115
4.3.1. Independencia mediante preexposición concurrente con tarea distractora.....	115
4.3.2. Precedencia temporal mediante la separación entre fase de preexposición y fase de respuesta.....	117
4.3.3. Relación de lo preatencional con lo atencional mediante medida de la influencia de la preexposición sobre la tarea atencional.....	118
4.4. PROCEDIMIENTO GENERAL.....	119
4.4.1. Tarea distractora y matriz de fondo.....	122
4.4.2. Tarea atencional.....	125

4.4.3. Condición de control intersujetos: grupos preatencional versus grupo atencional.....	128
4.5. CONCLUSIONES.....	130
<b>Capítulo 5</b>	
<b>EXPERIMENTOS</b>	<b>131</b>
<hr/>	
5.1. SERIE EXPERIMENTAL I: TAREA DE IDENTIFICACIÓN.....	134
5.1.1. Experimento 1.....	135
5.1.1.1. Método.....	135
5.1.1.2. Resultados.....	140
5.1.1.3. Discusión.....	146
5.1.2. Experimento 2.....	152
5.1.2.1. Método.....	153
5.1.2.2. Resultados.....	153
5.1.2.3. Discusión.....	158
5.1.3. Experimento 3.....	165
5.1.3.1. Método.....	167
5.1.3.2. Resultados.....	170
5.1.3.3. Discusión.....	175
5.1.4. Experimento 4.....	177
5.1.4.1. Experimento 4A: Preexposición de 86 ms.....	179
5.1.4.1.1. Resultados y discusión.....	180
5.1.4.2. Experimento 4B: Preexposición de 200 ms.....	184
5.1.4.2.1. Resultados y discusión.....	184
5.1.4.3. Discusión de los Experimentos 4A y 4B.....	187
5.1.5. Resumen de resultados de la Serie Experimental I.....	190
5.2. SERIE EXPERIMENTAL II: TAREA DE BÚSQUEDA VISUAL.....	191
5.2.1. Experimento 5.....	197
5.2.1.1. Método.....	198
5.2.1.2. Resultados.....	201
5.2.1.3. Discusión.....	205
5.2.2. Experimento 6.....	210
5.2.2.1. Método.....	212
5.2.2.2. Resultados.....	215



5.2.2.3. Discusión.....	223
5.2.3. Resumen de resultados de la Serie Experimental II.....	224
<b>Capítulo 6</b>	
<b>DISCUSIÓN GENERAL Y CONCLUSIONES</b>	<b>229</b>
<hr/>	
6.1. EL PARADIGMA DE PREATENCIÓN: APORTACIONES METODOLÓGICAS Y CAMINOS PARA EL FUTURO.....	232
6.1.1. Los patrones agrupados.....	233
6.1.2. La tarea distractora.....	236
6.1.3. La señalización del estímulo objetivo.....	240
6.1.4. La tarea que requiere atención.....	241
6.1.5. La fase de preexposición en el grupo atencional.....	242
6.2. EL PROCESAMIENTO PREATENENCIONAL DE PATRONES GENERADOS POR AGRUPAMIENTO PERCEPTIVO: APORTACIONES TEÓRICAS.....	244
6.2.1. ¿Es posible el agrupamiento perceptivo sin atención?.....	244
6.2.2. ¿Influye el agrupamiento perceptivo sin atención sobre la atención?..	247
6.2.3. ¿Cómo influye el procesamiento preatencional del agrupamiento sobre la atención? La relevancia del curso temporal del procesamiento.....	248
6.2.4. Pero, ¿es útil el concepto de preatención?.....	253
6.3. RESUMEN FINAL DE APORTACIONES METODOLÓGICAS Y CONCLUSIONES TEÓRICAS.....	258
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>261</b>
<b>APENDICE I: Análisis de varianza</b> .....	<b>285</b>
<b>APENDICE II: Resumen y conclusiones en inglés</b> .....	<b>295</b>



## LISTA DE ABREVIATURAS

---

<b>ANOVA</b> .....	Análisis de varianza
<b>CIM</b> .....	Ceguera inducida por movimiento
<b>diff</b> .....	Diferencia
<b>e.g.</b> .....	Exempli gratia
<b>IDR</b> .....	Inhibición de retorno
<b>ms</b> .....	Milisegundos
<b>PN</b> .....	Priming negativo
<b>RVSP</b> .....	Rapid visual serial presentations
<b>SOA</b> .....	Stimulus onset asynchrony
<b>TBG</b> .....	Teoría de la búsqueda guiada
<b>TIC</b> .....	Teoría de integración de características
<b>TR</b> .....	Tiempo de reacción
<b>VD</b> .....	Variable dependiente
<b>vs.</b> .....	Versus



## LISTA DE FIGURAS

---

<b>Figura 1.</b> Características y principios de la organización figura-fondo.....	13
<b>Figura 2.</b> Principios intrínsecos y extrínsecos de agrupamiento perceptivo.....	16
<b>Figura 3.</b> Ejemplos de la aplicación de los principios de agrupamiento perceptivo.....	17
<b>Figura 4.</b> Presentaciones estímulares utilizadas por Rock y Brosgole (1964).....	22
<b>Figura 5.</b> Ejemplos de estímulos utilizados en la tarea de discriminación de la repetición de Beck y Palmer (2002).....	24
<b>Figura 6.</b> Teoría de los procesos de agrupamiento perceptivo de Palmer (2003).....	30
<b>Figura 7.</b> Esquema de la Teoría de Integración de Características de Treisman. (Adaptado de Treisman, 1988).....	43
<b>Figura 8.</b> Distribución de pendientes de búsqueda de sesiones individuales en un amplio rango de tareas de búsqueda visual. (Adaptado de Wolfe y Horowitz, 2004).....	61
<b>Figura 9.</b> Características visuales que podrían guiar el despliegue de la atención. (Adaptado de Wolfe, 2005 y Wolfe y Horowitz, 2004).....	64
<b>Figura 10.</b> Secuencia de eventos del paradigma de inatención aplicado al agrupamiento perceptivo. (Adaptado de Mack y Rock, 1998).....	86
<b>Figura 11.</b> Secuencia de eventos en el procedimiento de Moore y Egeth (1997) con la ilusión de Ponzo.....	94
<b>Figura 12.</b> Secuencia de eventos del procedimiento de tarea de detección del cambio de Rusell y Driver (2005).....	98
<b>Figura 13.</b> Patrón de resultados típico en la tarea de detección del cambio de Rusell y Driver (2005).....	99
<b>Figura 14.</b> Ejemplos de patrones agrupados utilizados por Kimchi y Razpurker-Apfeld (2004). que interfirieron con la tarea central (a) y que no lo hicieron (b).....	101
<b>Figura 15.</b> Procedimiento general del paradigma de preatención con una tarea de identificación como tarea atencional (Experimentos 1 y 2).....	120-121

<b>Figura 16.</b> (a) Matriz no agrupada de 16 círculos oscuros y (b, c, d, e) patrones agrupados de 12 círculos claros utilizados en los Experimentos 1-5.....	124
<b>Figura 17.</b> Distancias centro-a-centro en grados de ángulo visual ( $d= 60$ cm.) entre el centro de la presentación y los patrones agrupados utilizadas en los Experimentos 1 y 2. <i>El brillo y el contraste de las imágenes ha sido aumentado para facilitar su visionado.....</i>	139
<b>Figura 18.</b> Posiciones relativas de los estímulos agrupados utilizadas en los Experimentos 1 al 4. <i>El brillo y el contraste originales de las imágenes ha sido aumentado para facilitar su visionado.....</i>	139
<b>Figura 19.</b> Medias de latencia de respuesta para la combinación de <i>grupo</i> y <i>preexposición</i> en el Exp. 1.....	147
<b>Figura 20.</b> Medias de latencia de respuesta para la combinación de <i>grupo</i> y <i>preexposición</i> en el Exp. 2.....	159
<b>Figura 21.</b> Secuencia de eventos en las condiciones experimentales del factor <i>tipo de preexposición</i> del Exp. 3. <i>El brillo y el contraste originales de las imágenes ha sido aumentado para facilitar su visionado.....</i>	171
<b>Figura 22.</b> Medias de latencia de respuesta para la combinación de los factores <i>tipo de estímulo preexpuesto</i> , <i>grupo</i> y <i>preexposición</i> en el Exp. 3.....	176
<b>Figura 23.</b> Secuencia de eventos en cada ensayo de los Experimentos 4A y 4B. <i>El brillo y el contraste originales de las imágenes ha sido aumentado para facilitar su visionado.....</i>	183
<b>Figura 24.</b> Secuencia de eventos en las condiciones experimentales del factor <i>preexposición</i> de Exp. 5. <i>El brillo y el contraste originales de las imágenes ha sido aumentado para facilitar su visionado.....</i>	203
<b>Figura 25.</b> Medias de latencia de respuesta para la combinación de <i>grupo</i> y <i>preexposición</i> en el Exp. 5.....	207
<b>Figura 26.</b> Configuraciones estímulares en función de las condiciones del factor <i>número de estímulos</i> : (a) dos, (b) cuatro y (c) patrones agrupados.....	216
<b>Figura 27.</b> Secuencia de eventos en las condiciones experimentales del factor <i>tipo de preexposición</i> del Exp. 6.....	218

<b>Figura 28.</b> Medias de latencia de respuesta para la combinación de los factores experimentales en el grupo <i>preatencional</i> de Exp. 6.....	221
<b>Figura 29.</b> Medias de latencia de respuesta para la combinación de los factores experimentales en el grupo <i>atencional</i> de Exp. 6.....	222
<b>Figura 30.</b> Funciones de búsqueda que muestran la relación entre el número de patrones y la latencia de respuesta en los ensayos de presencia y ausencia del estímulo objetivo para los grupos <i>atencional</i> y <i>preatencional</i> del Exp. 6.....	224
<b>Figura 31.</b> Curso temporal de la influencia de la preexposición sobre la tarea de identificación en los grupos <i>preatencional</i> (a) y <i>atencional</i> (b) a partir de los resultados de los Experimentos 1 y 2. Para su diseño se ha calculado la diferencia entre los TRs promedio de las condiciones de preexposición menos el TR de su correspondiente condición de <i>control</i> o <i>pre0</i> . Los puntos representan los intervalos de 29, 57, 71, 86, 257 y 1113 ms, respectivamente.....	253





## LISTA DE TABLAS

---

<b>Tabla 1.</b> Distribución de la proporción de ensayos válidos según la ejecución en la tarea de dígitos de los sujetos del Exp. 1.....	144
<b>Tabla 2.</b> Media de las latencias de respuesta (ms) de cada factor principal en el grupo <i>preatencional</i> del Exp. 1.....	146
<b>Tabla 3.</b> Media de las latencias de respuesta (ms) de cada factor principal en el grupo <i>atencional</i> del Exp. 1.....	146
<b>Tabla 4.</b> Distribución de la proporción de ensayos válidos según la ejecución en la tarea de dígitos de los sujetos del Exp. 2.....	156
<b>Tabla 5.</b> Media de las latencias de respuesta (ms) de cada factor principal en el grupo <i>preatencional</i> del Exp. 2.....	158
<b>Tabla 6.</b> Media de las latencias de respuesta (ms) de cada factor principal en el grupo <i>atencional</i> del Exp. 2.....	158
<b>Tabla 7.</b> Implicación de los mecanismos de procesamiento preatencional y agrupamiento perceptivo según las hipótesis planteadas en los Experimentos 1 y 2.....	169
<b>Tabla 8.</b> Distribución de la proporción de ensayos válidos según la ejecución en la tarea de dígitos de los sujetos del Exp. 3.....	172
<b>Tabla 9.</b> Media de las latencias de respuesta (ms) de cada factor principal en el grupo <i>preatencional</i> del Exp. 3.....	174
<b>Tabla 10.</b> Media de las latencias de respuesta (ms) de cada factor principal en el grupo <i>atencional</i> del Exp. 3.....	175
<b>Tabla 11.</b> Distribución de la proporción de ensayos válidos según la ejecución en la tarea de dígitos de los sujetos del Exp. 4A.....	184
<b>Tabla 12.</b> Medias de la latencia de respuesta del factor <i>compatibilidad de la preexposición</i> en el Exp. 4A.....	185
<b>Tabla 13.</b> Distribución de la proporción de ensayos válidos según la ejecución en la tarea de dígitos de los sujetos del Exp. 4B.....	187

<b>Tabla 14.</b> Medias de la latencia de respuesta del factor <i>compatibilidad de la preexposición</i> en el Exp. 4B.....	188
<b>Tabla 15.</b> Distribución de la proporción de ensayos válidos según la ejecución en la tarea de dígitos de los sujetos del grupo <i>preatencional</i> del Exp. 5.....	204
<b>Tabla 16.</b> Distribución de la proporción de ensayos válidos según la ejecución en la tarea de dígitos de los sujetos del Exp. 6.....	219

# INTRODUCCIÓN

---



## INTRODUCCIÓN

En ocasiones vemos aquellas cosas que queremos ver. Otras veces, en cambio, son las cosas las que nos obligan a verlas. De las cosas que vemos, no todas nos afectan. Pero también hay cosas que no queremos ver, pero que, en cambio, sí nos influyen. Hay cosas. Vemos objetos. Nos comportamos. Y, de vez en cuando, atendemos. Todo esto parece claro. El gran desafío es intentar comprender como se relacionan todos esos elementos para lograr que nos adaptemos con éxito al mundo cambiante, a veces amenazante, a veces plácido, en el que nos ha tocado vivir.

Uno de los fenómenos más fascinantes de la visión humana es la drástica diferencia que existe entre la información que registra la retina y la percepción subjetiva que tenemos de nuestro mundo. La imagen retiniana es un mosaico de intensidades lumínicas que admite infinitas combinaciones. Nuestra percepción, en cambio, está compuesta de formas, objetos y escenas. Mientras mantenemos abiertos nuestros ojos necesitamos descifrar, ordenar y organizar la luz que impacta en nuestras retinas para poder percibir las cosas de forma coherente. Sin esa coherencia sólo percibiríamos masas informes teñidas de confusos colores, partes sin todo, propiedades sin figura. Los procesos de organización perceptiva son los

arquitectos de nuestra visión: reúnen los materiales luminosos en torno a un almacén ordenado que podrá ser utilizado por otros procesos visuales y cognitivos.

La *urgencia de organizar* la ambigüedad de la imagen retiniana por parte de nuestro sistema visual parece tan acuciente que las teorías tradicionales de la percepción (Julesz, 1981; Marr, 1982; Neisser, 1967; Treisman y Gelade, 1980) han asumido que esos arquitectos perceptivos realizan su trabajo en las fases iniciales de la visión, para así abastecer de materia prima al resto de operaciones que componen la cascada de procesamiento visual. Una intervención de la organización perceptiva tan temprana que parece demasiado pronto para que los mecanismos atencionales, más lentos, más pausados, puedan participar en esa tarea de vertiginosa ordenación del territorio visual. En consecuencia, la inclusión de una fase de procesamiento *pre-atencional* parece una exigencia lógica inexcusable para los enfoques teóricos clásicos. Si la atención es capaz de dirigirse directamente, sin rodeos, hacia colores, formas u objetos, entonces una fase previa *no-atencional* tendrá que procesar esas características y unidades perceptivas para proporcionarle objetivos visuales a los mecanismos atencionales.

Sin embargo, tanto la lógica del procesamiento preatencional de la organización perceptiva como los métodos empíricos utilizados para apoyarla han sido fuertemente discutidas en las últimas dos décadas. La principal crítica procede de los trabajos de Mack, Rock y colaboradores (Mack y Rock, 1998; Mack, Tang, Tuma, Kahn y Rock, 1992; Rock, Linnet, Grant y Mack, 1992), que han despertado serias dudas sobre la conveniencia de utilizar paradigmas experimentales que involucren activamente a la atención para estudiar el procesamiento preatencional, como es el caso de la tarea de búsqueda visual. En lugar de estos métodos inherentemente atencionales, estos autores han propuesto una nueva herramienta experimental, el paradigma de inatención, que intenta desterrar de la situación experimental la más mínima intención del observador por dedicar atención a los estímulos críticos. La conclusión que formulan Mack, Rock y colaboradores a partir de los resultados obtenidos con su nuevo paradigma se puede resumir en una escueta frase: *sin atención no hay agrupamiento*. Trabajos posteriores han desafiado esta tajante conclusión con nuevos resultados empíricos (Chan y Chua, 2003; Lamy, Segal y Ruderman, 2006; Moore y Egeth,

1997; Russell y Driver, 2005), pero, en cambio, el paradigma de inatención se ha convertido en la herramienta experimental mayoritariamente utilizada para investigar el procesamiento sin atención del agrupamiento perceptivo. En nuestra opinión, esta estrategia investigadora ha resultado exitosa para mostrar que el agrupamiento (o, al menos, ciertas manifestaciones del mismo) puede percibirse sin atención, pero, sin embargo, no ha recogido evidencia alguna para investigar *cómo* ese agrupamiento sin atención influye sobre el posterior funcionamiento de la atención selectiva. La estrategia *in-atencional* no es útil para conocer los procesos del agrupamiento perceptivo *pre-atencional*. Para concluir que un proceso es *preatencional*, no es suficiente con verificar que un estímulo ha sido procesado sin el concurso de la atención (con ello únicamente podemos afirmar que el proceso es *in-atencional*) sino que es necesario comprobar si ese procesamiento influye sobre el funcionamiento de la atención selectiva que, a continuación, se le dedica a ese mismo estímulo.

Este es el punto de partida del presente trabajo. Nuestro objetivo es estudiar la influencia del procesamiento *preatencional* del agrupamiento perceptivo sobre los mecanismos de atención selectiva en el ámbito de la visión mediante el desarrollo de un nuevo paradigma experimental que avance desde una estrategia *in-atencional* hasta un procedimiento genuinamente *pre-atencional*. Hemos bautizado a esta nueva herramienta experimental con el nombre de *paradigma de preatención*, en contraste con el paradigma de inatención de Mack, Rock y colaboradores. En el transcurso de los seis capítulos que componen esta tesis, presentaremos los antecedentes teóricos y metodológicos de nuestro objetivo de investigación, expondremos el planteamiento del problema y la lógica del paradigma de *preatención*, mostraremos los hallazgos empíricos recopilados y, finalmente, discutiremos las aportaciones de nuestro trabajo a la luz de las teorías y modelos contemporáneos sobre atención visual y agrupamiento perceptivo.

El primer capítulo estará destinado a presentar a uno de los protagonistas principales de esta historia: el agrupamiento perceptivo en el ámbito de la visión. Los contenidos del capítulo incluirán una revisión histórica de la investigación dedicada a las operaciones de organización perceptiva así como un recorrido por los más modernos desarrollos en este campo de estudio.

Los capítulos dos y tres se centrarán en introducir al otro protagonista del presente trabajo: el procesamiento visual sin atención, a veces llamado *preatencional*, otra veces denominado *inatencional*. En el capítulo dos revisaremos el origen y devenir de la dicotomía entre los procesos preatencionales y atencionales en la modalidad visual, desde las teorías tradicionales de la atención hasta las críticas más recientes a la utilidad del concepto de preatención. El capítulo tres, en cambio, estará centrado en explorar los resultados obtenidos con los nuevos procedimientos experimentales utilizados en las últimas dos décadas para estudiar la percepción sin atención, a partir de la crucial aportación del paradigma de inatención de Mack, Rock y colaboradores.

El capítulo cuatro iniciará la parte empírica de nuestro trabajo, presentando el problema de investigación que nos ocupa y la estrategia experimental que proponemos para afrontar su resolución. En este capítulo justificaremos la conveniencia de avanzar desde un paradigma de inatención hasta un paradigma de preatención para el estudio del procesamiento preatencional del agrupamiento perceptivo.

En el capítulo cinco se exponen y discuten los resultados obtenidos en la dos Series Experimentales que componen nuestro bagaje empírico, describiendo los efectos encontrados y contrastando las diferentes hipótesis generadas para su explicación.

Finalmente, el capítulo seis incluirá la discusión general y las conclusiones finales de nuestro trabajo, centrándonos en reflexionar sobre las aportaciones metodológicas del paradigma de preatención, por un lado, y acerca de las implicaciones teóricas de los hallazgos obtenidos, por otro. El capítulo finalizará con una reflexión sobre la utilidad explicativa del concepto de preatención y de los usos y abusos del término por parte de las teorías contemporáneas de la percepción visual.



# Capítulo 1

---

**Organización perceptiva en el ámbito de la visión**



## Capítulo 1

# ORGANIZACIÓN PERCEPTIVA EN EL ÁMBITO DE LA VISIÓN

La imagen retiniana es un surtidor incesante de acertijos lumínicos que el sistema visual debe descifrar para construir una representación coherente de los objetos del mundo y del lugar que estos ocupan en el espacio. Los principios de organización perceptiva son las reglas básicas que la visión utiliza para resolver, con aparente rutina, la mayoría de esos complicados acertijos retinianos, colaborando desde el principio hasta el final en la enorme empresa que supone percibir la realidad a través de nuestros ojos.

En el presente capítulo analizaremos los pasos que la psicología científica ha dado para descubrir los secretos de los procesos de organización visual, comenzando por el hito crucial de la Escuela de la Gestalt y continuando con los modernos desarrollos que la psicología y neuropsicología cognitivas han proporcionado en fechas más recientes. En este recorrido, centraremos nuestro énfasis en los procesos de agrupamiento perceptivo, ya que estos ejercerán de representantes de la organización perceptiva en los diseños experimentales desarrollados en el presente trabajo.

## 1.1. EL PROBLEMA DE PERCIBIR OBJETOS Y SUS SOLUCIONES

La retina es sensible a la energía electromagnética que los objetos del mundo reflejan o emiten y que viaja hasta el interior de nuestros globos oculares hasta impactar sobre los fotorreceptores y producir cambios en la composición química de sus pigmentos. La imagen retiniana que resulta de este proceso fisicoquímico consiste en una distribución bidimensional de energía con diferentes longitudes de onda e intensidades. La información contenida en ese patrón de luz se parece muy poco a las representaciones conscientes de los objetos, figuras y formas que percibimos sin aparente esfuerzo. Lo fascinante es que toda la riqueza de colores, volúmenes, texturas, paisajes que vemos a diario está comprimida en ese mosaico de fotones y ondas.

La imagen retiniana ofrece varios problemas que nuestro cerebro debe resolver para conseguir que percibamos formas, objetos y escenas que nos permitan interactuar con el mundo y adaptarnos a sus cambios. De hecho, la información aportada por la retina podría derivar en un número ilimitado de posibles organizaciones de sus elementos si no fuera porque nuestro sistema visual realiza un profundo escrutinio de esa información para extraer las claves que permitan la construcción de las percepciones que guían nuestro comportamiento (Palmer, 1999). La imagen de la retina se parece a un conjunto de ladrillos apilados en paquetes con números estampados en sus caras. La percepción, en contraste, es un edificio con su fachada, sus arcos, sus columnas. Los procesos de organización perceptiva son los arquitectos de nuestra visión: reúnen los ladrillos luminosos en torno a un armazón ordenado para inaugurar a cada momento una nueva construcción visual.

El psicólogo alemán, de origen checo, Max Wertheimer (1880-1943) fue el primer investigador en reconocer el problema de la percepción de los objetos y en describir las soluciones que el sistema visual humano dispone para resolverlo, como expuso en su famoso trabajo del año 1923 (Wertheimer, 1923/1950). Esas soluciones fueron bautizadas con el nombre de leyes de organización perceptiva por Wertheimer y sus discípulos de la Escuela de la Gestalt (véase Boring, 1942 o Pastore, 1991, para revisiones históricas del surgimiento y devenir de la Escuela de la Gestalt). El vocablo alemán *gestalt* se suele traducir al castellano

como "forma", "configuración" o "todo" y presenta bien a las claras el carácter holístico de las tesis acerca de la percepción humana de esta escuela psicológica. Aunque la paternidad del movimiento de la Gestalt por parte de Wertheimer está sobradamente acreditada, también es justo reconocer que el término *gestalt* ya había sido introducido varias décadas antes por el filósofo austriaco Christian von Ehrenfels (1859-1932), discípulo de Franz Brentano, en un trabajo titulado "Über Gestaltqualitäten" publicada en 1890, que sin duda fue un precursor de la psicología gestáltica.

Los procesos de organización perceptiva son los mecanismos que el sistema visual utiliza para extraer las regularidades presentes en los objetos del mundo, y reflejadas en la luz que impacta en la retina, que permiten tanto la segregación como el agrupamiento de la estimulación necesarias para la percepción de esas "gestalts" (Luna y Tudela, 2007, p. 224). Tras leer esta definición, se puede comprobar que, como la mayoría de los términos que manejan los psicólogos experimentales, la organización perceptiva es una etiqueta que reúne un amplio rango de tópicos de investigación, fenómenos y tareas. Otra definición que puede resultarnos útil en nuestro esfuerzo de acotamiento semántico es la que enuncia Palmer (1999, p. 255): *los procesos mediante los cuales los bits y piezas de información visual que están disponibles en la imagen retiniana son estructurados en las unidades mayores de los objetos percibidos y sus interrelaciones* (véase Palmer, 2003, para una revisión terminológica del concepto de organización perceptiva). En resumen, la organización perceptiva es la solución que el sistema visual encuentra para determinar *qué va con qué* en la imagen retiniana.

A pesar de la heterogeneidad de elementos que se acogen bajo la etiqueta de organización perceptiva, todas las definiciones que se han generado (e.g., Kanisza, 1979, Wagemans y Kolinsnki, 1992) para delimitar su significado han destacado dos componentes cruciales: (1) la segregación de la forma con respecto al contexto en el que se inscribe; y (2) la agrupación entre las piezas de información disponibles en la imagen retiniana para generar unidades perceptivas de mayor rango, como objetos o superficies.

### 1.1.1. Los principios de segregación de la figura y el fondo

El principio más primitivo de organización perceptiva es la segregación de una figura que destaca sobre un fondo. Los primeros trabajos sobre este proceso fueron realizados por Edgar J. Rubin en 1915, haciendo uso de sus famosas figuras reversibles. Este autor realizó sus investigaciones sin entablar contacto alguno con Wertheimer, que por aquella época ya había publicado sus estudios sobre el movimiento aparente y el movimiento *phi* (Wertheimer, 1912). Pese a esto, los hallazgos de Rubin fueron rápidamente integrados en el armazón teórico de la Psicología de la Gestalt, considerando la segregación figura-fondo como el tipo de organización perceptiva más elemental (Luna, 1992). Los resultados de su investigación se resumen en una serie de características diferenciales entre figura y fondo. Estas descripciones fueron completadas por autores posteriores (Metzger, 1953) a través de la enunciación de los principios de organización figura-fondo (véase Figura 1).

Décadas más tarde, los experimentos originales de Rubin (1915) con figuras ambiguas fueron mejorados metodológicamente por Rock (1983) utilizando un paradigma de memoria de reconocimiento con figuras reversibles sin significado. La mitad de los participantes tenía que atender a una de las figuras mientras que la otra mitad de la muestra lo hacía a la otra posible figura. Cuando las figuras fueron presentadas por separado en la fase de test los observadores recordaban sin problema las figuras atendidas, mientras que el reconocimiento del fondo no superaba los niveles de azar. Estos datos sugieren, en la línea de Rubin, que los participantes no habían percibido en ningún momento el fondo como una unidad perceptiva con forma.

La principal limitación de los principios de figura y fondo es su incapacidad para predecir qué organización se generará cuando diversos factores interaccionan en una misma presentación estimular. Cada una de estas reglas sólo son eficaces en condiciones *ceteris paribus*, es decir, cuando el resto de principios son neutralizados o eliminados de la estimulación. Desgraciadamente, se ha producido escaso avance en la resolución de esta carencia desde los tiempos de Rubin (Palmer, 1999). Una excepción es el trabajo de Kienker, Sejnowski, Hinton y Schumacher (1986) que simula una red neuronal capaz de generar

organizaciones de figura y fondo, aunque sus resultados no han sido sistemáticamente comparados con la percepción humana.

<p align="center"><b>Características de la figura y el fondo</b></p>	<p align="center"><b>Principios de organización de la figura y el fondo</b></p>
<p>La figura tiene carácter de cosa, el fondo de sustancia</p>	<p>Las áreas envueltas tenderán a percibirse como figura y las envolventes como fondo</p>
<p>La figura tiene forma, el fondo no</p>	<p>Las áreas con simetría vertical tenderán a percibirse como figuras más fácilmente que las que no la posean.</p>
<p>La figura tiene color de superficie, el fondo es menos denso</p>	<p>Las áreas convexas tenderán a percibirse como figuras con mayor probabilidad que las cóncavas.</p>
<p>La figura está localizada delante del fondo, ocluyendo a este.</p>	<p>Las áreas orientadas vertical u horizontalmente se perciben como figuras con mayor probabilidad que las oblicuas</p>
<p>Resulta más fácil discriminar figuras que fondos</p>	<p>Las áreas de menor tamaño tenderán a percibirse como figuras.</p>
<p>A la figura se le atribuye significado más fácilmente que al fondo</p>	<p>Las áreas con mayor contraste con el contexto se percibirán como figura con mayor facilidad que aquellas que presenten menos contraste</p>

**Figura 1.** Características y principios de la organización figura-fondo

### **1.1.1.1. Figura, fondo y atención**

La relación entre los mecanismos de organización figura-fondo y la atención está lejos de ser sencilla. Nuestra intuición nos dice que es más probable que sea la figura la que capte la atención y no tanto que la atención determine *cuál* es la figura y *qué* es el fondo. Obviamente, podemos atender sin problema alguno al fondo si así lo deseamos, pero parece que atendemos a una figura ya existente antes de *ponernos a atender*. En definitiva, parece claro que existe un fuerte sesgo para atender a las figuras y, de forma complementaria, ignorar el fondo. Esta preferencia por los objetos, más que por los espacios entre ellos, es muy adaptativa, puesto que los primeros son las entidades primordiales para la supervivencia (Palmer, 1999).

Por otro lado, como señala Rock (1983), la región de fondo es esencialmente un *accidente* producto de la existencia de objetos que lo ocluyen. Por ello, nuestro sistema visual muestra una predisposición para seleccionar las propiedades *no accidentales* de la escena. Desde este punto de vista, los principios de figura-fondo puede interpretarse como reglas ecológicamente relevantes para discriminar los objetos de los espacios entre ellos. Es más probable que un objeto relativamente pequeño se superponga a otro más grande que, en cambio, haya un agujero en el objeto grande. Los objetos tienden también a mantener una orientación gravitacionalmente estable (vertical u horizontal), ser convexos en vez de cóncavos y simétricos en vez de lo contrario.

### **1.1.2. Los principios de agrupamiento perceptivo**

Los principios de agrupamiento perceptivo son la descripción de unos procesos que de manera continua están participando en el acto de percibir. Nuestro sistema perceptivo está sometido a la imperiosa *urgencia de organizar* (Coren, Ward y Enns, 1998), por la que incesantemente necesita agrupar los elementos, las partes, las piezas visuales en estructuras



mayores, es decir, en formas, en figuras y, en definitiva, en escenas con objetos que se relacionan entre sí.

Wertheimer (1925) fue el pionero en realizar una descripción de los principios de agrupamiento perceptivo que nuestro sistema visual utiliza como reglas básicas para resolver los acertijos contenidos en las imágenes que de continuo suministra la retina. El primero de los factores que Wertheimer enunció fue el de *proximidad*, por el que los elementos más próximos entre sí tienden a agruparse formando unidades perceptivas más complejas. Tras demostrar la potencia de este principio mediante métodos fenomenológicos de informe subjetivo, Wertheimer continuó su descripción con los principios de *semejanza*, *cierre*, *buena continuación* y *destino común* (véase Figuras 2 y 3). Todos estos principios eran capaces de predecir la percepción subjetiva que el observador tendría siempre y cuando el resto de condiciones estímulares se mantuvieran en igualdad de condiciones, al estilo de los principios de figura-fondo que hemos descrito en el anterior apartado.

En la actualidad, las leyes clásicas de la Escuela de la Gestalt se consideran, desde el trabajo de Palmer (1992), factores *intrínsecos* de agrupamiento, en comparación con los principios *extrínsecos*, que incluyen factores que han sido descubiertos en fechas más recientes, varias décadas después de los trabajos seminales de Wertheimer y sus discípulos. Los principios *extrínsecos* de agrupamiento incluyen *región común* (Palmer, 1992) y *conexión de elementos* (Palmer y Rock, 1994a) y mediante ellos las unidades estímulares discretas se agrupan y forman patrones perceptivos distintas en función de la intervención de elementos externos al estímulo. Los principios *intrínsecos* de agrupamiento, en cambio, se aplican en virtud de propiedades peculiares de los elementos discretos, sin la intervención de estímulos externos al propio patrón agrupado.

Recientemente, Levitin y Palmer han propuesto un nuevo principio *intrínseco* de agrupamiento denominado *sincronía* (Palmer y Levitin, en preparación, véase Palmer, 2003, p. 23-26), exportado desde el campo de la percepción auditiva (Bregman, 1978), que predice que, en igualdad de condiciones, los eventos visuales que cambian al mismo tiempo tienden a ser agrupados, con independencia de la naturaleza de dicho cambio.

### PRINCIPIOS INTRÍNSECOS DE AGRUPAMIENTO

<p><b>Proximidad.</b> Los elementos más cercanos entre sí tienden a agruparse forman unidades perceptivas distintas.</p>
<p><b>Semejanza.</b> Los elementos más similares tienden a agruparse entre sí. La semejanza puede ser de forma, color, luminancia, tamaño, orientación, etc.</p>
<p><b>Cierre.</b> Las formas cerradas tienden a percibirse con preferencia a las formas abiertas.</p>
<p><b>Buena continuación o continuidad.</b> Los cambios suaves en la estimulación tienden a percibirse con mayor probabilidad que los cambios pronunciados.</p>
<p><b>Destino común.</b> Los elementos que presentan una misma pauta de movimiento tienden a percibirse como un mismo grupo perceptivo.</p>
<p><b>Sincronía.</b> Los elementos que cambian al mismo tiempo tienden a percibirse como una misma unidad perceptiva.</p>

### PRINCIPIOS EXTRÍNSECOS DE AGRUPAMIENTO

<p><b>Región común.</b> Los elementos que están situados dentro de una misma región espacial tienden a percibirse como un mismo grupo perceptivo.</p>
<p><b>Conexión.</b> Los elementos que están conectados entre sí por elementos externos tienden a percibirse como una misma unidad perceptiva.</p>

**Figura 2.** Principios intrínsecos y extrínsecos de agrupamiento perceptivo

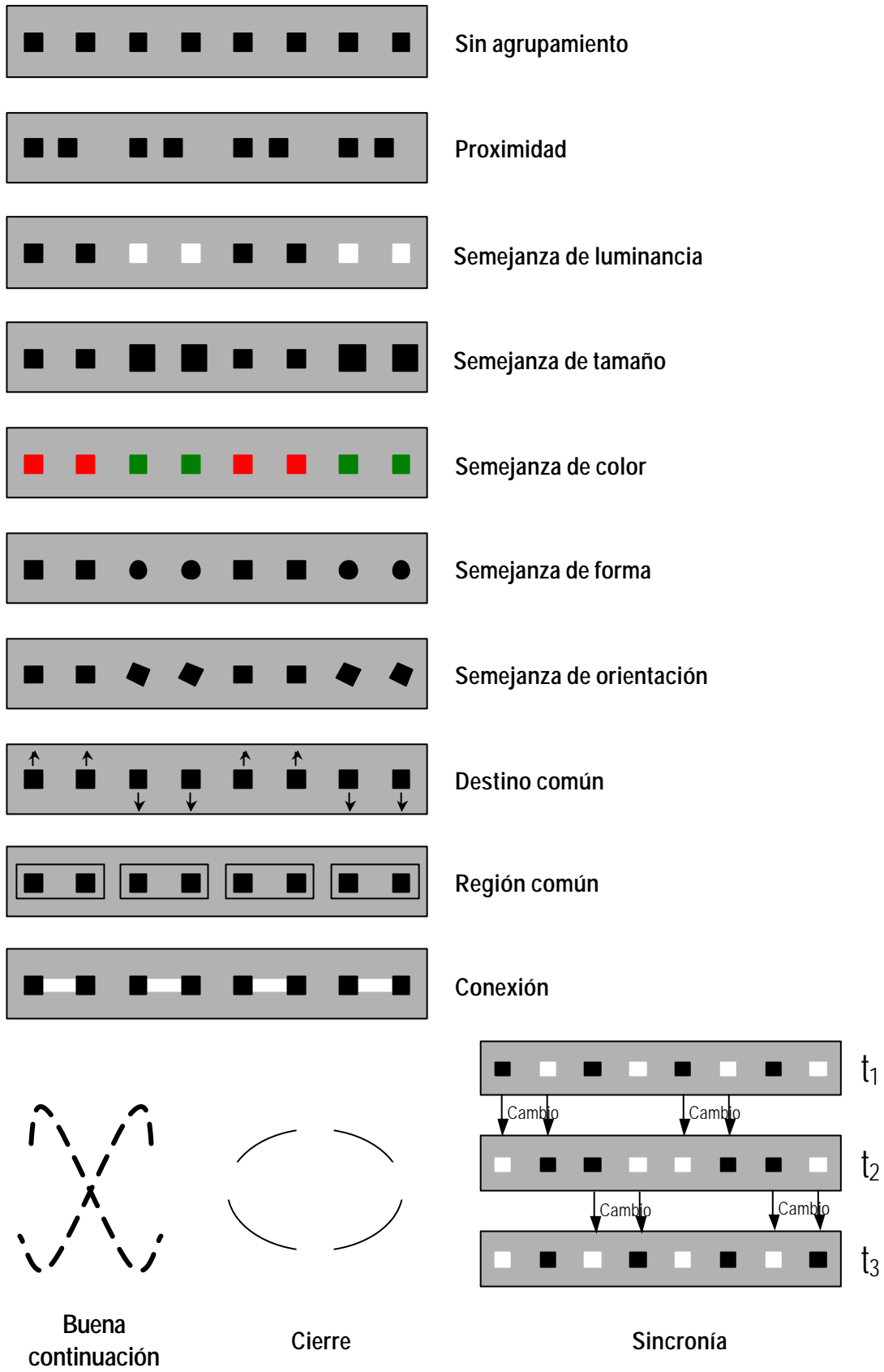


Figura 3. Ejemplos de la aplicación de los principios de agrupamiento perceptivo

## 1.2. ¿ES EL AGRUPAMIENTO UN PROCESO TEMPRANO, INTERMEDIO O TARDÍO?

Tras el enorme interés que la Escuela de la Gestalt demostró por el tópico de la organización perceptiva, en las décadas posteriores a la II Guerra Mundial, disminuyó de forma dramática la atención a este tema por parte de la psicología científica. Palmer (2003) y Kubovy (1986) atribuyen este decaimiento, en parte, a los revolucionarios descubrimientos que se produjeron en otras áreas del estudio de la visión, en especial los estudios sobre la arquitectura funcional de las neuronas del córtex visual primario (Hubel y Wiesel, 1968), la aplicación del teorema de Fourier al análisis de las frecuencias espaciales (Campbell y Robson, 1968), el desarrollo de la teoría de la información (Shannon, 1948), la cibernética (Wiener, 1948) y la corriente de la New Look (Bruner, 1957). Estas nuevas líneas de investigación distrajeron la atención de los científicos del estudio de los problemas de la organización visual durante varias décadas.

Las aportaciones de estos desarrollos han sido y continúan siendo cruciales para el avance en la comprensión de los mecanismos y operaciones de la visión pero, a pesar de su manifiesta relevancia, en fechas recientes ha vuelto a evidenciarse con claridad la necesidad de indagar en el problema de la organización perceptiva como vía para comprender la manera en que traducimos los píxeles de nuestra retina a los objetos de nuestra percepción fenomenológica. En las últimas décadas, el estudio de la organización perceptiva ha cobrado relevancia después de su letargo científico y, en especial, se han llevado a cabo un elevado número de trabajos en un remozado campo de estudio que en ocasiones es denominado *mid-level vision* o visión de nivel medio (Adelson, 1993; Anderson, 1997; Gilchrist, Kossyfidis, Bonato y Agostini, 1999; Nakayama, He y Shimojo, 1995; Nakayama y Shimojo, 1992). Esta expresión ha sido utilizada para referirse a procesos visuales que no pertenecen ni a los estadios tempranos de la visión (*early-level vision*), que computan propiedades locales del patrón lumínico de la retina, ni tampoco a niveles más tardíos de procesamiento visual (*high-level vision*) que se ocupan de estudiar los fenómenos de reconocimiento de objetos y la relación entre la visión y la exploración del entorno. En definitiva, la visión de nivel medio es el

conjunto de algoritmos visuales que computan y generan representaciones globales que soportan los procesos de segmentación del campo visual y de atención selectiva a objetos (Subirana-Vilanova, 1993). En este nuevo campo de investigación, la organización perceptiva es el problema crucial que debe ser estudiado para desvelar como se generan las primeras agrupaciones de elementos inconexos en unidades perceptivas de mayor nivel que derivan en una segregación inicial de la escena en diferentes partes. El desarrollo de este campo de investigación ha colaborado intensamente en la recuperación del interés por el estudio de los mecanismos de percepción de la forma y de generación de objetos.

A pesar del papel crucial que desempeña la organización visual en esta etapa intermedia de procesamiento, se han acumulado numerosas evidencias que muestran que la organización perceptiva también interviene en estadios más tardíos de procesamiento de objetos y escenas. En el caso concreto de las operaciones de agrupamiento perceptivo, los resultados experimentales más recientes contradicen el enfoque tradicional que encierra el agrupamiento en las fases tempranas de la visión, sin posibilidad de modificación posterior por obra de otros procesos visuales o atencionales.

### **1.2.1. Agrupamiento temprano versus tardío**

Como venimos relatando, tras décadas de cierto desinterés hacia el estudio de los procesos de agrupamiento y segregación perceptiva, las últimas décadas han propiciado el despertar de la curiosidad de los científicos hacia estas operaciones visuales. Una de las lagunas de conocimiento que mayor interés ha suscitado en este renovado campo de estudio ha sido el problema de determinar en qué momento ocurre el agrupamiento dentro del flujo de procesamiento visual. El objeto de estudio en esta vía de investigación es conocer cuando se procesa el agrupamiento en relación con otros procesos perceptivos desde una perspectiva computacional pero no necesariamente fisiológica (Palmer, 2003). Con esto queremos precisar que los trabajos que ahondan en este tema se preocupan prioritariamente por desvelar si el agrupamiento ocurre antes y/o después que otras operaciones visuales como, por ejemplo, la percepción de la profundidad o la generación de contornos ilusorios, sin que eso conlleve la

búsqueda de una localización neuroanatómica en las áreas cerebrales implicadas en la visión (en V1, V2 o V4, por ejemplo). La perspectiva tradicional ha sido considerar el agrupamiento como una operación relativamente primitiva, de bajo nivel, que opera en algún tipo de representación temprana bidimensional antes de que la información sobre profundidad haya sido extraída y las constancias perceptivas sean computadas (Marr, 1982; Neisser, 1967; Treisman, 1988). Esta presunción tiene un origen remoto, ya presente en los trabajos de Wertheimer (1923/1950), que consideraba el agrupamiento como un proceso de bajo nivel, tempranamente consumado, que proveía de materia prima a las operaciones visuales de nivel superior. Wertheimer no presentó evidencia empírica alguna para refrendar su hipótesis *temprana* del agrupamiento, a pesar de lo cual, fue asumida por la mayoría de teorías y modelos generados durante el siglo XX, y sólo recientemente ha sido considerada como una cuestión empírica que necesita ser dilucidada a través de la experimentación.

El influyente enfoque computacional de David Marr (1976, 1982), un hito crucial del siglo XX en las ciencias de la visión, contribuyó enormemente a arraigar esta hipótesis *temprana* del agrupamiento en el ámbito de la psicología cognitiva. En el modelo de Marr, los procesos de agrupamiento y segmentación perceptiva son computados en las fases iniciales del procesamiento visual, justo después de que se haya generado el *esbozo primario en bruto*, la primera representación simbólica de nuestro sistema visual, compuesta por características primitivas como bordes, barras, manchas y terminaciones que tienen asociados atributos de orientación, contraste, longitud, anchura y posición (véase Bruce y Green, 1990, para una revisión). Este esbozo en bruto es una imagen bidimensional compleja y confusa, colmada de la ambigüedad heredada de la imagen retiniana. Es justo en esta temprana etapa de procesamiento cuando Marr considera necesaria la intervención de los procesos de agrupamiento y segregación perceptivos para poder recobrar las estructuras globales, así como la estructura interna y la textura de las superficies.

En su trabajo de 1976, David Marr diseña un programa de ordenador que implementa los principios de agrupamiento necesarios para dotar de organización a los elementos primitivos del esbozo primario en bruto, incorporando adaptaciones algorítmicas de la mayoría de las leyes de la Gestalt como proximidad, semejanza, buena continuación o cierre. De la

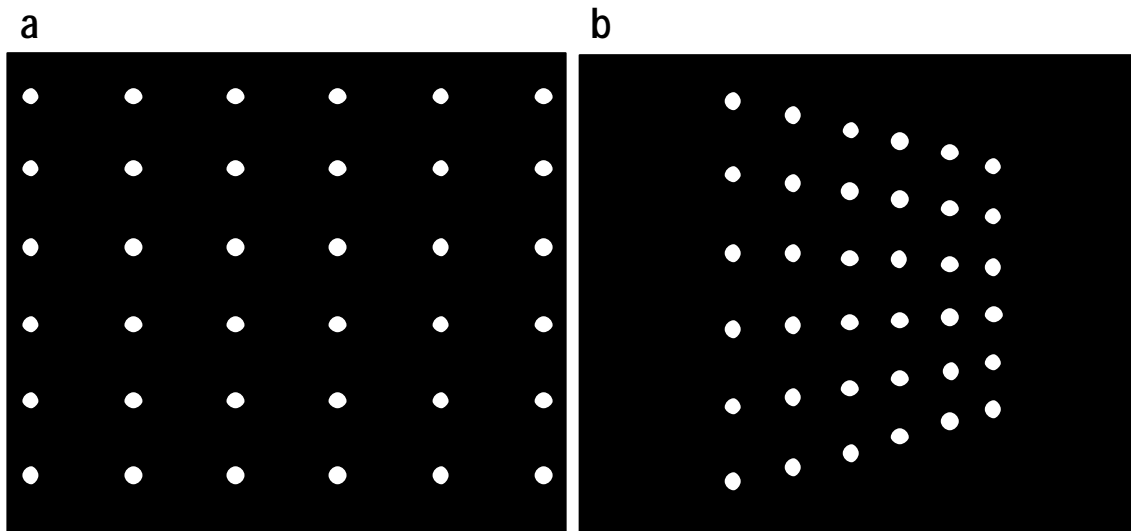
aplicación de estos principios de agrupamiento, el programa genera una segunda imagen de la escena visual: el *esbozo primario completo*, que continúa siendo bidimensional, puesto que hasta que no se computen el esbozo en  $2\frac{1}{2}$  dimensiones y, finalmente, el modelo en 3-D, no se hará explícita la información sobre profundidad.

Según sugiere Marr, los principios de agrupamiento funcionan porque reflejan las propiedades generales del mundo natural: es más probable que estén unidas las cosas que tengan un mismo color o que estén muy próximas entre sí que aquellas que estén apartadas y con diferente colorido. Un sistema visual que haga uso de suposiciones como estas logrará alcanzar soluciones correctas para la ambigüedad retiniana en la mayoría de ocasiones, salvo cuando se vea engañado por un camuflaje que se aproveche de esos mismos principios (Bruce y Green, 1990).

La sugerencia de Marr es similar al principio de *no accidentalidad* propuesto por Rock (1983), que hemos introducido al discutir el sesgo atencional hacia las figuras frente al fondo. Este argumento defiende que muchos fenómenos de organización perceptiva pueden ser explicados si asumimos que el sistema visual rechaza aquellas interpretaciones de la imagen retiniana que violan las regularidades generales de la percepción del mundo. El sistema visual estaría regido por un mecanismo de rechazo de lo fortuito y de preferencia por lo frecuente. Esta perspectiva, deudora del principio de *probabilidad* de Hermann von Helmholtz (1867), es una alternativa al principio clásico de *pregnancia* o de la buena figura, defendido por los gestaltistas, que establece que todo patrón estimular tiende a percibirse de la forma más simple posible como las condiciones prevalentes permitan, maximizando la regularidad más que la probabilidad (véase Palmer, 1999, para un contraste de ambas posiciones).

El primer intento de contraste empírico de la hipótesis *temprana* del agrupamiento fue llevado a cabo por Rock y Brosgole (1964), quienes se preguntaron si el agrupamiento por proximidad está basado en características retinianas (bidimensionales) o en propiedades percibidas del estímulo (tridimensionales). Los autores diseñaron una matriz de círculos blancos sobre fondo negro en la que las columnas estaban más próximas entre sí que las filas, de modo que los círculos eran percibidos como columnas en virtud del principio de agrupamiento por proximidad (Figura 4a). Esta matriz fue rotada alrededor de su eje vertical

(en profundidad) de manera que los círculos dentro de una fila estaban físicamente más próximos que los de las columnas (Figura 4b).



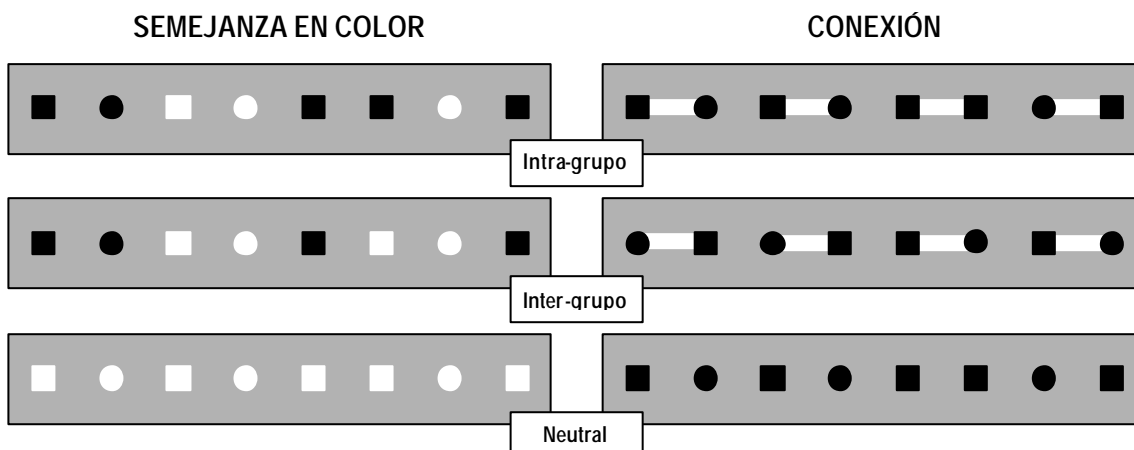
**Figura 4.** Presentaciones estímulas utilizadas por Rock y Brosgole (1964)

A pesar de la rotación en profundidad, la malla de círculos continuó siendo percibida como columnas y no como filas. Este hallazgo sugiere que el agrupamiento por proximidad estaba basado en la distancia percibida del estímulo y no en la distancia retiniana y que, por tanto, el agrupamiento perceptivo puede ser generado después de que la constancia de forma haya sido computada. Similares resultados se han obtenido con constancia de luminancia (Rock, Nijhawan, Palmer y Tudor, 1992), con el efecto de completación amodal (Palmer, Neff y Beck, 1996) e incluso con contornos ilusorios (Palmer y Nelson, 2000). En suma, todos estos trabajos han apoyado la conclusión de que el agrupamiento puede ocurrir después de que el sistema visual haya generado una representación visual que incluye el cómputo de las constancias perceptivas y la visión en profundidad (Palmer y Rock, 1994a, 1994b). Estos resultados permiten, asimismo, poner en duda la hipótesis de que el agrupamiento sucede exclusivamente en un estadio temprano, retiniano de la visión y abre la posibilidad a que el agrupamiento perceptivo pueda ser *actualizado* tras la síntesis de nueva información extraída por operaciones visuales más tardías.



### 1.2.2. Influencia de la atención sobre el agrupamiento perceptivo

Otro foco de interés crucial en la cuestión del curso temporal del agrupamiento es la posición relativa que ocupan los procesos de atención selectiva con respecto a los principios de organización visual. La visión tradicional que presume el carácter temprano y automático del agrupamiento predice, por extensión, que los procesos de segmentación y agrupamiento son impermeables a la influencia de estrategias atencionales desplegadas por el observador de manera controlada. Contra esta predicción, Rock (1975, 1983) esgrimió la intuición que mucha gente tiene de que es capaz de ejercer cierto grado de control voluntario sobre la organización perceptiva de estímulos ambiguos. Años después, Beck y Palmer (2002) han sometido esa intuición a veredicto experimental con el objetivo de determinar si el agrupamiento puede estar sujeto a efectos estratégicos atencionales. Para ello, han utilizado un nuevo paradigma experimental denominado tarea de discriminación de la repetición (*repetition discrimination task*) que consiste en la presentación de hileras de figuras geométricas similares a las mostradas en la Figura 5. Cada hilera se compone de círculos y cuadrados que se alternan, excepto por una sola pareja de figuras que se repiten. Las figuras se organizan en grupos perceptivos en virtud de principios de agrupamiento. La tarea del observador consiste en determinar si esas figuras que se repiten son círculos o cuadrados con la mayor rapidez posible. El diseño se compone de tres condiciones experimentales: *intra-grupo* (las figuras repetidas forman parte del mismo grupo perceptivo), *inter-grupo* (las figuras repetidas pertenecen a grupos diferentes) y *neutral* (las figuras no están organizadas en grupos perceptivos). La predicción es que la pareja de figuras que actúa como estímulo objetivo será detectada con mayor rapidez cuando ambas figuras formen parte del mismo grupo perceptivo que cuando pertenezcan a grupos distintos. La diferencia en el tiempo de reacción (TR) entre esas dos condiciones podrá ser utilizada como una medida operativa de la fuerza del principio de agrupamiento utilizado.



**Figura 5.** Ejemplos de estímulos utilizados en la tarea de discriminación de la repetición de Beck y Palmer (2002).

Haciendo uso de este paradigma, Beck y Palmer manipularon el porcentaje de ensayos *intra-grupo* (25% vs. 75%), con la intención de comprobar si el observador era capaz de aprovechar el conocimiento de la diferente probabilidad de ensayos *intra- e inter-grupo* para así atender o ignorar intencionadamente los principios de agrupamiento en aras de una mejor ejecución. Los resultados más relevantes mostraron una fuerte influencia de la diferente probabilidad de ocurrencia de cada tipo de ensayos cuando los principios de agrupamiento implementados fueron región común y conexión (agrupamiento *extrínseco*), mientras que al utilizar los factores de proximidad y semejanza en color (agrupamiento *intrínseco*), los efectos estratégicos se reducían e incluso desaparecían completamente en el caso del factor de proximidad. Estos datos muestran, en primer lugar, que, al menos, algunos principios de agrupamiento son sensibles al influjo de estrategias atencionales controladas intencionalmente. En segundo lugar, los resultados suponen un apoyo empírico a la hipótesis que afirma que el agrupamiento perceptivo no es un proceso unitario sino, al contrario, una multiplicidad de procesos que varían en sus demandas atencionales como también han mostrado otros estudios (Behrmann y Kimchi, 2003; Han y Humphreys, 1999; Han, Humphreys y Chen, 1999a, 1999b; Kimchi y Razpurker-Apfeld, 2004; Trick y Enns, 1997).

## 1.3. LA MULTIPLICIDAD DE PROCESOS DEL AGRUPAMIENTO

### PERCEPTIVO

Las mismas teorías y modelos de la percepción visual que han asumido (Marr, 1982; Neisser, 1967; Treisman, 1982) desde tiempos de Wertheimer, el carácter temprano y automático del agrupamiento perceptivo, han promovido también una visión unitaria y homogénea de los procesos y principios de agrupamiento perceptivo, como si estos fueran meras manifestaciones de un único mecanismo indivisible de procesamiento perceptivo. Por otro lado, la ausencia, durante mucho tiempo, de evidencia neurofisiológica sobre los procesos cerebrales subyacentes a los principios gestálticos, promovió la idea de un mecanismo neural común para todos los tipos de organización. Sin embargo, los hallazgos experimentales que se han recopilado en el despertar reciente del interés hacia la organización perceptiva, también han desafiado esta presunción, no sólo a través de datos comportamentales sino también mediante registros de actividad cerebral. Los estudios interesados en esta descomposición del agrupamiento en sus operaciones constituyentes han asumido dos posibles orientaciones: (1) descubrir las diferencias computacionales y/o anatómicas entre los distintos principios de agrupamiento; y (2) investigar las diferentes operaciones visuales que se realizan durante el agrupamiento perceptivo, sin distinguir entre principios. A continuación, presentaremos los hallazgos que han sido recopilados a través de estas dos vías diferenciando para ello entre trabajos de corte comportamental y estudios de registro cerebral.

#### 1.3.1. Evidencia comportamental

La primera descomposición del agrupamiento perceptivo en procesos distintos fue sugerida por Kurt Koffka, discípulo de Wertheimer, en su libro "Principles of Gestalt Psychology" (1935, p. 125-127), donde distinguió entre dos operaciones diferentes, el agrupamiento de elementos (*clustering*) y la formación de figuras. Esta división, aparentemente

olvidada durante décadas, ha sido retomada recientemente por Rock (1986) y, en especial, por Trick y Enns (1997), que definen esas dos operaciones de esta forma:

1. **Agrupamiento de elementos (*clustering*):** determina que elementos están unidos entre sí y son independientes de otros elementos
2. **Formación de figuras:** determina como los elementos agrupados se configuran como un todo basándose en las interrelaciones entre los elementos.

Los resultados que obtuvieron Trick y Enns (1997) haciendo uso de una tarea de enumeración visual sugieren que ambos procesos son operaciones separables que tienen diferentes demandas atencionales, de manera que la formación de figuras necesita del concurso de la atención para ser procesada, mientras que para el *clustering* de elementos no es necesaria. Sin embargo, resultados recientes parecen indicar (Kimchi y Razpurker-Apfeld, 2004), que hay mayor evidencia a favor de un continuo más que una dicotomía en las demandas atencionales que requiere la organización perceptiva. Retomaremos este debate con mayor profundidad en el capítulo 3, cuando describamos con más detalle el procesamiento sin atención del agrupamiento perceptivo.

Otro conjunto de estudios se ha centrado en indagar acerca de las diferencias computacionales entre los diversos principios de agrupamiento que han sido descritos. En especial, el énfasis se ha localizado en contrastar el agrupamiento por proximidad y el de semejanza. Por ejemplo, Ben-Av y Sagi (1995), presentando matrices de elementos discretos que el observador tenía que decidir si estaban organizadas vertical u horizontalmente, encontraron que las respuestas eran más rápidas cuando estaban organizadas por proximidad que por semejanza. Quinlan y Wilton (1998) también compararon los principios de proximidad y semejanza, pero en su caso, estudiando cuál de los dos predomina en situaciones estimulares de conflicto entre ambos principios de agrupamiento. Estos autores informaron de una mayor tendencia a agrupar los estímulos por proximidad que por semejanza de forma. En esta misma línea, una serie de investigaciones dirigidas por el profesor Shihui Han (Han y Humphreys, 1999; Han et al., 1999a, 1999b) han utilizado tareas de discriminación de patrones jerárquicos

(Navon, 1977) formados por elementos locales que podían agruparse por proximidad o semejanza de forma. Los resultados generales de sus experimentos indicaron una mayor velocidad de respuesta para los patrones agrupados por proximidad. Los datos de Kurylo (1997) son también convergentes con la tesis de una mayor rapidez de procesamiento del principio de proximidad, comparado en este caso con el principio de alineación de elementos (Prytulak, 1974), un tipo particular de agrupamiento por buena continuación, que necesita de una mayor cantidad de tiempo para ser completado. La tarea utilizada por este autor consistió en una discriminación de patrones agrupados que eran sustituidos por una máscara con un intervalo entre estímulos o *SOA (stimulus onset asynchrony)* variable. Los resultados mostraron que el principio de proximidad requería, en promedio, un intervalo en torno a 87 milisegundos (ms) para ser completado, mientras que en el caso del agrupamiento por alineación, el *SOA* se elevaba hasta 119 ms.

Por otra parte, los datos de Luna y Montoro (2008), utilizando también patrones jerárquicos, sugieren que la distorsión de las relaciones espaciales entre elementos locales, inducida no sólo por manipulación de la proximidad sino también de la semejanza en tamaño, reduce el efecto de primacía global, en contraste con la distorsión de otras leyes gestálticas como la semejanza en color o forma, que parece que no afectan a la cohesión de la figura global (véase, Navon, 2003, para una revisión).

### **1.3.2. Evidencia neuropsicológica**

En contraste con los estudios conductuales, la exploración de los substratos neurales de la organización gestáltica aún se encuentra en una fase incipiente, con sólo unas pocas investigaciones dedicadas a este objetivo. No obstante, los datos preliminares que se han recogido hasta el momento apoyan la disociación entre principios de agrupamiento. De nuevo, ha sido el grupo de investigación del profesor Han el que ha aportado los primeros datos sobre cerebro y agrupamiento. Su estudio electrofisiológico (Han, Song, Ding, Yund y Woods, 2001) de los principios de proximidad y semejanza (de forma) replica el patrón mostrado por los datos conductuales: menor latencia de activación generada por proximidad frente a la semejanza,

además de sugerir diferentes orígenes neurales. El agrupamiento por proximidad parece estar más relacionado con la vía dorsal mientras que la vía ventral desempeña un papel más activo en el agrupamiento por semejanza. En un trabajo posterior Han, Ding y Song (2002), haciendo uso del registro de potenciales evocados de alta densidad, han encontrado datos que apoyan la existencia de diferentes sustratos neurales para los principios de proximidad y semejanza, lo que se manifiesta tanto en distintos cursos temporales de procesamiento cerebral como en áreas corticales especializadas.

Un trabajo reciente del mismo equipo investigador (Han, Jiang, Mao, Humphreys y Hua, 2005) ha registrado imágenes cerebrales mediante resonancia magnética funcional mientras los observadores realizaban tareas de discriminación de patrones agrupados por proximidad o por semejanza de forma. En algunas condiciones los autores manipularon la relevancia del agrupamiento así como el tamaño de la ventana atencional desplegada mediante la inclusión de una tarea distractora central (discriminar el color de la cruz que actuaba como fijación), para estudiar la modulación atencional sobre el agrupamiento perceptivo. De nuevo, emergieron diferencias entre los principios, puesto que en el procesamiento de la proximidad estaba involucrada la corteza calcarina, en especial en el hemisferio derecho, pero no así en el principio de semejanza. Sin embargo, esa activación en la corteza calcarina fue eliminada cuando el agrupamiento no era relevante y la atención se centraba en la tarea central, reflejando el efecto de la atención selectiva sobre el agrupamiento perceptivo, y aportando la primera evidencia *cerebral* de los efectos de la atención selectiva sobre la organización perceptiva.

#### **1.4. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES TEÓRICAS**

Las clásicas demostraciones fenomenológicas que dibujaban Wertheimer y sus discípulos de la Escuela de la Gestalt para ilustrar sus tesis eran elegantes y sencillas. Matrices informes de figuras geométricas se trocaban en filas o columnas, con sólo cambiar ligeramente algunas de las propiedades estímulares de los elementos. Los principios de agrupamiento enunciados por los gestaltistas eran tan elegantes y parsimoniosos como sus ilustraciones,

aunque la debilidad de su capacidad predictiva quedaba manifiesta enseguida, en el momento en que se manipulaba más de un factor de agrupamiento en el mismo patrón. Pese a su endeblez predictiva y explicativa, la relevancia de la Escuela de la Gestalt se localiza en haberse percatado de la trascendencia del problema de percibir objetos y de haber descrito por primera vez las reglas que utiliza nuestro cerebro para intentar resolver dicho problema.

El influjo de los trabajos de la Gestalt, apagado durante décadas, tornó a ser poderoso con el desarrollo de las nuevas teorías visuales de corte cognitivo en el último cuarto del siglo XX. La mayor parte de dicha influencia se puede resumir en dos hipótesis relativas al agrupamiento perceptivo:

1. **Hipótesis *unitaria*:** el agrupamiento perceptivo es un proceso unitario
2. **Hipótesis *temprana*:** el agrupamiento perceptivo se completa en un estadio temprano, de bajo nivel del procesamiento visual, previo al concurso de la atención selectiva.

Las teorías modernas del procesamiento visual (Julesz, 1981; Marr, 1982; Neisser, 1967; Treisman y Gelade, 1980) asumieron estas hipótesis y aislaron el campo de actuación de los principios de organización perceptiva a un temprano, rápido y rígido estadio *pre-atencional* y *pre-constancias*, incomunicados del resto de los procesos visuales, y localizado en un punto concreto de la cadena de producción visual.

Sin embargo, tras décadas de adormecimiento experimental, el interés por investigar el *cómo*, el *cuándo* y el *cuánto* de la organización perceptiva ha vuelto a ser un objetivo de estudio relevante y nuevas líneas de investigación se han abierto. Los resultados acumulados por esos trabajos parecen contradecir las hipótesis *temprana* y *unitaria* y, en contraste, apoyar la idea de que, a pesar de que la organización perceptiva puede ser procesada en un estadio preatencional temprano, la percepción fenomenológica final del observador será resultado de la retroalimentación que el patrón agrupado inicial (provisional) recibe de las operaciones de constancia perceptiva y de los mecanismos atencionales más tardíos. Por otro lado, varios estudios tanto comportamentales como de registro cerebral ha mostrado las diferencias entre principios de agrupamiento perceptivo en diversos parámetros.

La revisión que Palmer (2003) ha realizado de una teoría anterior enunciada por este mismo autor en colaboración con Irvin Rock (Palmer y Rock, 1994a) es un claro ejemplo de esta nueva perspectiva sobre el agrupamiento. La idea básica de esta renovada teoría sobre el curso temporal del agrupamiento, como Palmer (2003, p. 38) expone, es que las representaciones visuales son susceptibles al influjo del agrupamiento perceptivo en cada tramo a lo largo del flujo de procesamiento visual (véase Figura 6). En definitiva, este enfoque describe el agrupamiento como una propiedad intrínseca a todos los subsistemas de procesamiento de la información visual, siempre dispuesto a proveer de organización a los elementos presentes en la escena visual. En nuestra opinión, la aportación más importante del modelo es la *deslocalización* de los mecanismos de agrupamiento perceptivo, que ya no operan en un sólo punto de la secuencia de procesamiento visual y, en su lugar, la propuesta de una interacción continua entre los resultados visuales de los diferentes fases de procesamiento y los principios de agrupamiento perceptivo. De esta manera, la construcción de nuevas representaciones visuales (e.g., postconstancias, tridimensionales...) afecta a la organización de las piezas visuales en nuevos grupos perceptivos.

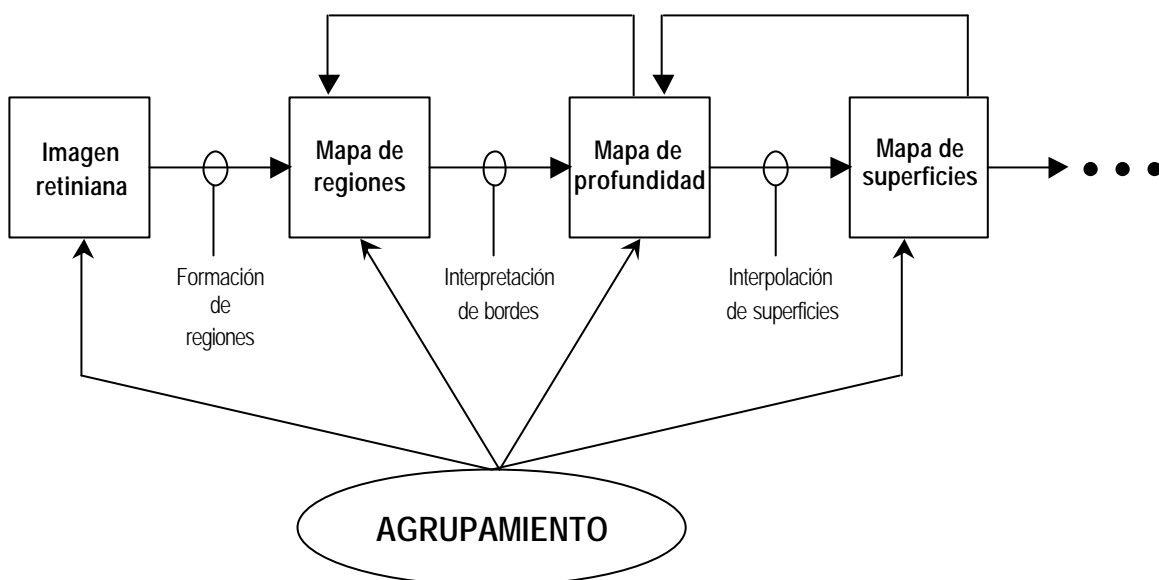


Figura 6. Teoría de los procesos de agrupamiento perceptivo de Palmer (2003).





## **Capítulo 2**

---

### **Procesamiento Visual Preatencional**



## Capítulo 2

### PROCESAMIENTO VISUAL PREATENCIÓN

"Debe haber alguna manera de concentrar los procesos de análisis en una porción seleccionada del campo. Esto implica que también existen "procesos preatencionales": operaciones totalistas que forman las unidades a las cuales la atención puede ser entonces dirigida y que pueden controlar directamente la conducta motora simple". Neisser, 1967, p. 106 de la 1ª Edición en castellano (Neisser, 1976).

#### 2.1. LOS ORÍGENES DE LA DICOTOMÍA ATENCIÓN/PREATENCIÓN

El estudio de los procesos visuales preatencionales siempre ha ido ligado a la investigación sobre los mecanismos de la atención selectiva, como si fueran dos caras distintas pero complementarias de una misma moneda. Si asumimos que la atención se dirige a regiones de la escena visual porque es captada por estímulos llamativos o bajo la dirección de nuestros intereses, parece lógico, incluso imprescindible, conjeturar la existencia de un proceso previo *no-atencional* que analice de la forma más rápida posible *qué* es llamativo o *qué* es relevante entre todo el conjunto de estimulación recogida por la retina.

Las primeras teorías modernas de la atención reflejaron esta división en dos fases, entre lo *preatencional* y lo *atencional* (en ocasiones, también denominado *post-atencional*) haciendo corresponder de manera casi exacta los procesos tempranos de la visión con las atribuciones propias del análisis previo al concurso de la atención (Broadbent, 1958; Julesz, 1981; Neisser, 1967; Treisman, 1960; Treisman y Gelade, 1980). De la presentación de esta dicotomía visual, se puede constatar que la definición de procesamiento visual preatencional se construye de manera negativa, por eliminación, es decir, por *lo que no es*, por *cuanto no actúa* el proceso del que depende: la atención. De esta manera, el problema de delimitación semántica se traslada al concepto de atención. Por desgracia, aquí no acaba el problema, sino que incluso se magnifica, ya que la atención es uno de los conceptos peor definidos de toda la psicología científica, muy a pesar de la famosa afirmación de William James (1890), "*Todo el mundo sabe lo que es la atención*".

El núcleo de esta dificultad semántica radica en que la atención no es un concepto unitario, sino que es utilizado para describir un amplio rango de procesos, resultados experimentales y conductas. Los tópicos que suelen acogerse bajo el paraguas de la atención se relacionan con la selección de información, la distribución de recursos de procesamiento, el control de la conducta y el mantenimiento de la vigilancia. Esta diversidad de manifestaciones de lo atencional ha sido reflejada en la clasificación tradicional de la atención en tres tipos o variedades, que está presente en la mayoría de manuales de referencia: (1) atención *selectiva*, (2) atención *dividida* o *distribuida* y (3) atención *sostenida* (véase García-Sevilla, 1997; Parasuraman y Davies, 1984, para revisiones). En la actualidad, sin embargo, cada vez más autores (Davies, Jones y Taylor, 1984; Duncan, 1980, 1984; Shiffrin, 1988) han defendido la integración de la modalidad distribuida como un subtipo dentro de la selectiva, diferenciando entre dos versiones posibles de selección atencional: (1) atención selectiva *focalizada* y (2) atención selectiva *distribuida*, *dividida* o, también denominada, *difusa*. En ambos casos, la actuación de la atención consiste en seleccionar información del ambiente que sea relevante para la tarea en curso. La diferencia radica en que en el modo *focalizado* se selecciona una única fuente de estimulación, ignorando al mismo tiempo el resto de objetos que pudieran

distraer del objetivo, mientras que en la versión *distribuida*, los recursos atencionales se difunden o reparten por la escena visual para abarcar a varios estímulos al mismo tiempo.

En nuestro caso, el tipo de atención que es objeto de interés en el presente trabajo es la atención selectiva en el ámbito de la percepción visual. La metáfora que más éxito ha tenido para describir la atención selectiva visual se ha basado en el concepto de foco atencional. William James (1890) fue uno de los primeros en considerar la atención visual como un foco, con su franja y su borde. En este mismo capítulo, presentaremos algunos de los desarrollos modernos en torno a la metáfora del foco en la atención espacial. Desde estos acercamientos teóricos, la distinción entre atención selectiva focalizada y atención selectiva distribuida se ha relacionado con la amplitud o resolución del foco atencional que el observador despliega sobre la escena visual, de manera que un foco estrecho, restringido a un área muy concreta o a un objeto específico se equipara con la atención focalizada, mientras que un foco amplio, desplegado sobre un amplio rango del campo visual se asocia con la atención distribuida.

En el presente trabajo, utilizaremos el concepto de atención selectiva en su concepción tradicional, como representante de una atención selectiva *focalizada*, de manera que los términos atención selectiva y atención focalizada serán utilizados indistintamente como sinónimos, es decir, como una modalidad atencional que consiste en la selección de un estímulo de entre un conjunto de distractores que serán ignorados, y que se contrapone a una atención dividida, distribuida o difusa, que despliega los recursos atencionales sobre un amplio conjunto de estímulos.

A continuación, daremos paso a la presentación y discusión de las teorías psicológicas que han dado forma a la dicotomía entre procesos pre- y post-atencionales durante los últimos cincuenta años, comenzando por el trabajo pionero de Donald Broadbent y su teoría de filtro atencional.

### **2.1.1. La Teoría de Filtro Temprano de Donald Broadbent (1958)**

Los primeros trabajos científicos sobre los mecanismos de selección de la información, realizados durante los años 50 del siglo pasado, se concentraron en la modalidad auditiva,

utilizando como técnica de referencia la tarea de escucha dicótica (Cherry, 1953; Broadbent, 1958; Moray, 1959). Esta técnica consiste en atender selectivamente a un mensaje presentado a un oído (habitualmente ese mensaje debía ser repetido o *sombreado* por el oyente, de ahí el nombre de tarea de sombreado o *shadowing*) ignorando al mismo tiempo el mensaje del otro oído.

Los resultados obtenidos mediante la técnica de escucha dicótica fueron recopilados e interpretados por el psicólogo británico Donald Broadbent en su libro "Perception and Communication", que significó una aportación decisiva en el devenir de la psicología contemporánea, por su apuesta decidida por la metáfora del ordenador y el paradigma del procesamiento de la información (véase Driver, 2001, para una revisión). La teoría de filtro atencional que Broadbent presentó en su libro supuso el primer modelo sobre el funcionamiento de la atención selectiva en la historia de la psicología experimental y su influencia llega incluso hasta nuestros días. Un ejemplo reciente de esta influencia se encuentra en el trabajo de Lachter, Forster y Ruthruff (2004), que recupera, en una versión renovada, la teoría de filtro temprano, casi cincuenta años después de la presentación del modelo original.

El modelo de Broadbent divide el procesamiento perceptivo en dos fases sucesivas cualitativamente diferentes. En la primera fase las propiedades *físicas* (como el tono de un sonido o el color de una figura) son extraídas al mismo tiempo (en paralelo) de todos los estímulos presentes en el entorno y almacenadas temporalmente en la memoria inmediata. En la segunda fase, se procesan propiedades psicológicas más complejas, como el significado de un objeto o la identidad de una palabra. Esta segunda etapa está restringida por severas limitaciones de capacidad, de manera que para evitar la sobrecarga de información procedente de la primera fase, es necesario que la atención actúe como un filtro selectivo que, en cada momento, determine qué estímulo podrá ser analizado semánticamente de una manera secuencial, es decir, estímulo a estímulo. El funcionamiento de ese filtro atencional es un aspecto crucial de la propuesta de Broadbent y, de hecho, desde muy temprano generó una viva polémica (Moray, 1959). En su teoría, la selección de la información que será procesada con profundidad en la segunda etapa *semántica*, está basada en las características físicas de

la información, de manera que atendemos en cada momento a un conjunto de estimulación físicamente definible denominado *canal*. Todos aquellos estímulos que no comparten las características físicas del canal seleccionado no serán procesados más allá de la mera extracción de los rasgos físicos, de ahí que se haya denominado como teoría de filtro atencional temprano en contraposición a otros planteamientos de filtro tardío (Deutsch y Deutsch, 1963) o filtro atenuado (Treisman, 1960).

Este sencillo modelo de dos fases conseguía explicar todos los fenómenos que habían sido descubiertos, hasta ese momento, con los métodos de escucha dicótica. De hecho, su influencia ha sido tan profunda que incluso hoy día resulta muy difícil imaginar la atención como algo distinto a un filtro que selecciona lo relevante entre un conjunto de información distractora, lo que algunos autores incluso consideran un lastre para la generación de nuevas teorías (Allport, 1992).

Sin embargo, la teoría de Broadbent no muestra interés por las leyes gestálticas y, por lo tanto, no indaga sobre el papel que desempeña la organización perceptiva en la distribución de los mecanismos atencionales, puesto que todo su esfuerzo explicativo se concentra en determinar los criterios de selección de información que aplica el filtro. Este desinterés se justifica, además, si consideramos que la tradición gestáltica se había dedicado casi en exclusiva a trabajar con la modalidad visual, mientras que las raíces empíricas de Broadbent provienen del ámbito de la audición, con lo que la transacción de información entre teorías es más dificultosa. Habría que esperar unos cuantos años más, hasta el trabajo de Neisser (1967) para que la herencia gestáltica recupere de nuevo una posición importante en las teorías psicológicas que intentan desentrañar el misterio de cómo percibimos y cómo atendemos con nuestros ojos.

### **2.1.2. La aportación de Ulric Neisser (1967)**

La teoría de Broadbent introdujo la primera división conceptual entre una primera fase de procesamiento previa a la intervención de la atención, que realizaba un análisis rápido pero primitivo de toda la estimulación al mismo tiempo, y una segunda fase postatencional, más

profunda en el análisis de la información pero limitada en su capacidad y, por lo tanto, más lenta. Esta dicotómica propuesta revolucionó el estudio de los procesos de atención selectiva y rápidamente se instauró como el enfoque dominante, para terminar convirtiéndose, con el paso de los años, en una tradición científica.

Aunque Broadbent fue el primero que distinguió entre dos fases perceptivas cualitativamente diferentes y separadas por un filtro selectivo, la creación de la etiqueta *preattentive processes* o procesos preatencionales, de uso intensivo y universal desde entonces, se la debemos a Ulric Neisser y a su libro "Cognitive Psychology" (1967) otra relevante aportación en este campo. De hecho, en la mayoría de los trabajos de investigación dedicados al tópico de la organización perceptiva y la atención, la primera cita bibliográfica incluida en el texto suele ser la de Neisser, 1967.

"Puesto que los procesos de la atención focalizada no pueden operar sobre todo el campo visual simultáneamente, pueden entrar en juego únicamente después de que se han segregado las unidades figurales por operaciones preliminares. Estas operaciones preliminares tienen un gran interés en sí. [...] Yo los llamaré procesos preatencionales, para enfatizar que producen los objetos que mecanismos posteriores tienen que desmenuzar e interpretar". Neisser, 1967, p. 106 de la 1ª Edición en castellano (Neisser, 1976).

La lectura de este fragmento nos desvela algunas claves del modelo de dos fases que Neisser presenta para explicar el procesamiento de la información en la modalidad visual. En su estructura primordial, se asemeja a la teoría del filtro de Broadbent, aunque Neisser se preocupa menos de determinar el criterio de selección del filtro que comunica ambas fases. En su lugar, este autor hace más énfasis en describir el papel de organización, de segmentación de la escena visual que asume la fase preatencional en una rápida ordenación de la escena visual, para facilitar y guiar el acceso de los mecanismos selectivos de la atención a las diferentes unidades perceptivas. En esa segregación de grupos perceptivos, de candidatos a objetos (lo que algunos han denominado *proto-objetos*), Neisser atribuye un protagonismo primordial a los principios de organización perceptiva descritos por la Escuela de la Gestalt,



que son capaces de generar figuras globales que luego podrán ser desmenuzadas en sus partes componentes y reconstruidas por el escrutinio de la atención selectiva. Como el propio Neisser afirma, con un lenguaje muy del estilo gestáltico, "en términos de procesamiento de información, el todo es *anterior* a sus partes" (Neisser, 1967, p. 109 de la 1ª Edición en Castellano, 1976), lo que justo diez años después se encargaría de demostrar en el laboratorio David Navon con su "Forest before trees" (1977) y sus patrones jerárquicos.

La propuesta de Neisser supone la primera teoría de lo que después ha terminado denominándose *atención orientada al objeto* (Duncan, 1984) en contraposición a las teorías espaciales de la atención, como más adelante explicaremos con detenimiento, puesto que la organización preatencional constriñe las unidades perceptivas que pueden ser objeto de interés para la atención selectiva. Asimismo, como ya hemos apuntado en el capítulo anterior, esta teoría representa una formalización de la hipótesis *temprana*, es decir, la idea de que la organización perceptiva de la escena visual se realiza de una forma rápida, temprana y *definitiva* antes de que la atención selectiva entre en juego para permitir la realización de procesos posteriores de reconocimiento de objetos.

La influencia posterior de esta visión reduccionista de la organización visual fue tan intensa que durante los veinte años posteriores la investigación en este campo se ha dedicado casi en exclusiva a recabar evidencia experimental que confirme esta hipótesis, sin preocuparse demasiado por intentar falsarla (Baylis y Driver, 1992, 1993; Driver y Baylis, 1989; Harms y Bundesen, 1983; Kahneman y Henik, 1981).

### **2.1.3. La Teoría de los Textones de Bela Julesz**

Los orígenes científicos de Julesz estaban, aparentemente, muy alejados de la psicología experimental. En los años 50, este científico estaba ocupado en un proyecto, en los prestigiosos laboratorios Bell de Estados Unidos, para generar mediante computador largas listas aleatorias de números binarios que no se repitieran. Para evaluar la eficiencia de esos programas generadores de números Julesz decidió recurrir al mejor detector de patrones que había conocido en su carrera de ingeniero: el sistema visual humano. Desde ese momento,

Julesz comenzó a explorar el sistema visual mediante sus famosos estereogramas de puntos aleatorios (Julesz, 1971). Sus intereses se centraron poco después en el estudio del fenómeno de la segregación de texturas, un tópico de investigación en plena ebullición en aquellos años, a caballo entre los 60 y 70. Las texturas son patrones visuales formados por conjuntos de elementos discretos que se repiten sobre un área formando regiones separadas por límites definidos que pueden ser percibidas por nuestro sistema visual.

Los experimentos clásicos sobre segregación de texturas fueron realizados por Beck (1966, 1967) presentando patrones de letras (usualmente "T" y "L") que podían diferir en forma, orientación, contraste, color o conjunciones de las anteriores. Los resultados mostraron que la segregación era fácil y rápida cuando las regiones diferían en propiedades simples como color, contraste u orientación mientras que los límites basados en diferencias de forma ("T" vs. "L") eran mucho más difíciles de detectar.

Julesz continuó la vía experimental abierta por Beck alcanzando conclusiones similares (Julesz, 1975): las texturas pueden segregarse de dos maneras claramente diferenciadas: (1) rápida y fácilmente, sin esfuerzo aparente, y simultáneamente en todo el campo visual; o, en cambio, (2) con dificultad y mediante meticuloso escrutinio atencional. Julesz atribuyó esta duplicidad de resultados a la intervención de dos procesos visuales cualitativamente diferenciados: (1) un procesamiento preatencional en el caso de la segregación rápida y paralela; (2) un mecanismo de atención focalizada cuando la segregación es más dificultosa y controlada (Julesz y Bergen, 1983). Para dar explicación a esta dicotomía, Julesz acuñó el término de *textones*, una serie de elementos básicos que son detectados por la visión preatencional para lograr la segregación en paralelo. Los *textones* son los átomos de la visión para cuya detección nuestro sistema visual está sintonizado. Según Julesz (1981) existen tres tipos de *textones*:

1. Extremos de líneas
2. Intersecciones de líneas
3. Manchas (*blobs*) alargadas definidas por su color, longitud, anchura, orientación, disparidad binocular y tasa de parpadeo.

El sistema visual humano posee, según Julesz, detectores sensibles a estos elementos que pueden ser activados sin la intervención de la atención para una rápida percepción de texturas. En opinión de Palmer (1999), estos textones recuerdan vivamente a los rasgos que activaban las neuronas del córtex estriado del mono en los experimentos de Hubel y Wiesel (1968) y , como vimos en el anterior capítulo, a los elementos primitivos del esbozo primario de la teoría computacional de David Marr (1982).

## **2.2. LA TEORÍA DE INTEGRACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE ANNE TREISMAN**

Las aportaciones de Broadbent, Neisser y Julesz contribuyeron enormemente al desarrollo de una visión dicotómica y secuencial del procesamiento visual, asignando a la atención selectiva el papel de frontera entre dos fases, en virtud de lo que el sistema visual es capaz de procesar *antes* y *después* de su intervención. No obstante, la mayor responsabilidad científica de la difusión de este enfoque dicotómico del procesamiento visual recae, sin duda, en el trabajo de Anne Treisman.

Treisman comenzó su carrera investigadora bajo la tutela de David Broadbent, quien fue su director de tesis. De hecho, la primera contribución relevante de Treisman (1960) fue una modificación de la teoría de Broadbent, suavizando la rigidez del filtro y construyendo una teoría de filtro atenuado, en la que la información no atendida no es desechada sino sólo atenuada.

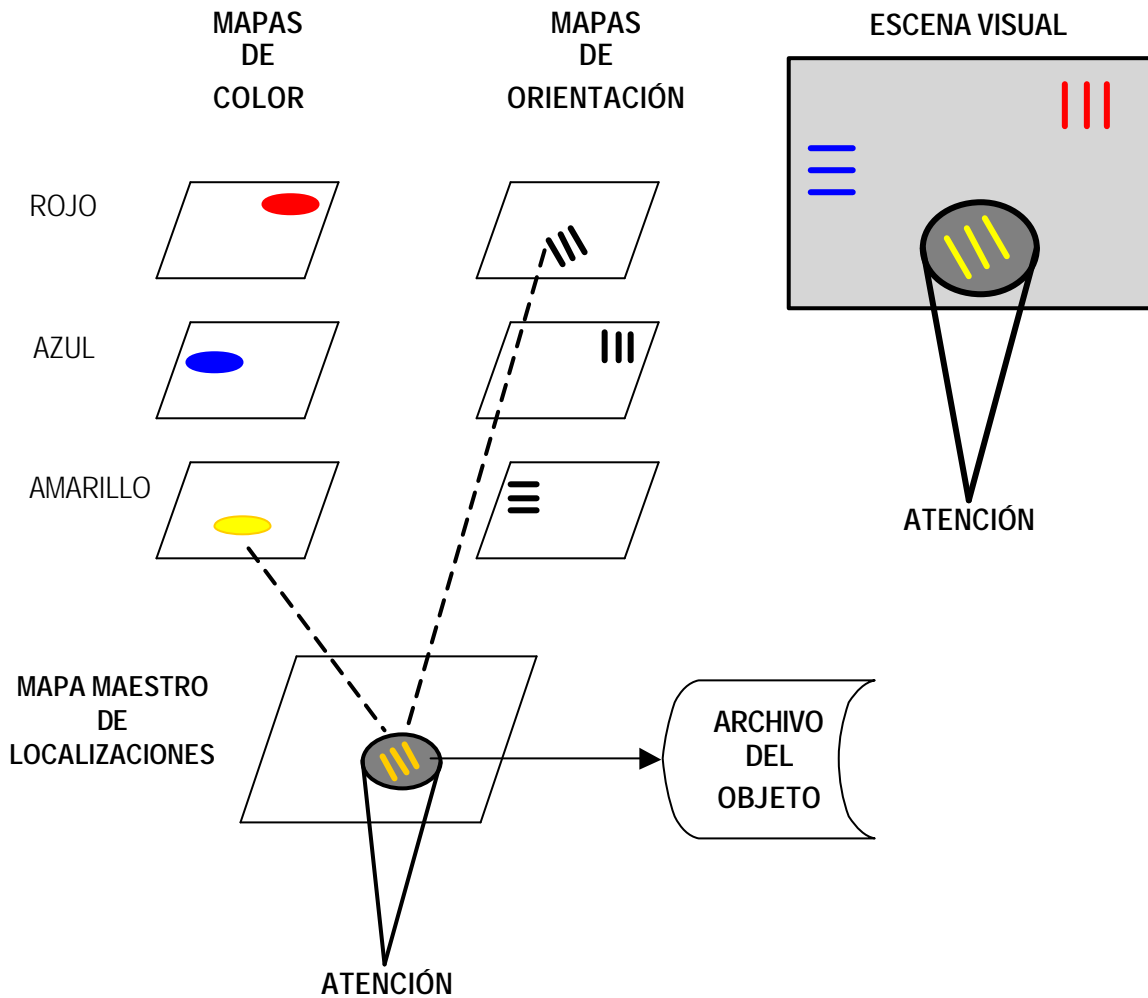
Pero, sin duda alguna, la más conocida contribución de Treisman ha sido su teoría de integración de características (TIC) formulada originalmente en 1980 (Treisman y Gelade, 1980), aunque el germen ya estaba presente en un trabajo previo de 1977 (Treisman, Sykes y Gelade, 1977) y centrada en la modalidad visual. Esta teoría es heredera directa de las formulaciones de Broadbent, Neisser y Julesz, y, de este modo, reproduce la estructura básica de división entre dos etapas cualitativamente diferentes: preatención y atención. El principal

avance que proporciona su planteamiento es una definición mucho más precisa del papel computacional de la atención selectiva y de cuáles son los procesos visuales para los que la atención es imprescindible (Driver, 2001). La atención selectiva en la TIC es una solución a un problema computacional y neurofisiológico que en aquellos años estaba candente (De Valois y De Valois, 1975; Garner, 1974; Zeki, 1978): ¿cómo nuestro sistema visual integra en un mismo objeto las características (color, movimiento, orientación...) que han sido extraídas separadamente por subsistemas o módulos independientes? La solución que Treisman propone es la atención selectiva, que funciona como un *pegamento* que aglutina todos los rasgos simples de un estímulo para formar un objeto en un momento concreto.

En la TIC, la fase preatencional opera de manera automática, temprana y paralela, en todo el campo visual al mismo tiempo, extrayendo las características simples o primitivos visuales del estímulo mediante módulos especializados para procesar por separado el color, tamaño, movimiento, orientación, curvatura y contraste, que se asemejan a lo que Broadbent (1958) denominó *canales*. Cada módulo genera un mapa con la distribución de las dimensiones que ha extraído, de manera que existe un mapa que representa los colores de la escena, otro mapa para la orientación de los estímulos, otro para el movimiento y así hasta completar todos los primitivos visuales. El despliegue de la atención selectiva sobre una región concreta del espacio visual permite la unificación de los diferentes mapas en un mapa maestro que recupera las características activas en esa localización y genera una representación temporal del objeto en un *object file* o archivo de objeto (véase Figura 7). El problema de la atención selectiva es que sufre importantes restricciones de capacidad, de manera que sólo es capaz de examinar una región limitada del espacio en cada momento, por lo que funciona de manera serial, es decir, fijación a fijación, estímulo a estímulo.

¿Qué sucede con las características que no son atendidas y que por lo tanto no se unifican en un objeto coherente? Pues la TIC prevé tres posibilidades: (1) simplemente se mantienen en estado de separación, *flotando* como átomos que no encuentran con quien enlazarse; (2) experiencias previas de repetidas conjunciones pueden inducir una conjunción automática entre rasgos, como por ejemplo, el color rojo y la forma redondeada del tomate; y

(3) se pueden producir combinaciones aleatorias de rasgos, que en ocasiones pueden ser correctas o en otras pueden generar lo que Treisman (1982) denominó *conjunciones ilusorias*.



**Figura 7.** Esquema de la Teoría de Integración de Características de Treisman. (Adaptado de Treisman, 1988).

### 2.2.1. Evidencia empírica de la TIC

La evidencia inicial, y a la postre mayoritaria, que apoya la TIC provino de los resultados obtenidos con la tarea de búsqueda visual, una versión de laboratorio de un problema cotidiano: encontrar un objeto concreto (el *estímulo objetivo*) entre un conjunto

variado de cosas (los *distractores*) antes de impacientarnos y finalizar la búsqueda. Como todos hemos comprobado en más de una ocasión (buscando un libro en la estantería o el bote de pimienta entre otras especias) no siempre resulta sencillo encontrar lo que buscamos, a pesar de que nuestro foco atencional explore con perseverancia la escena visual. En el artículo fundacional de la TIC, Treisman y Gelade (1980) informaron de que habían encontrado una clara dicotomía entre dos tipos de resultados en esta tarea:

1. **Búsqueda paralela:** en la que el tiempo necesario para detectar la presencia (o ausencia) del estímulo objetivo no se incrementa linealmente en función del número de distractores. Este tipo de búsqueda se produce cuando el estímulo objetivo y los distractores sólo se diferencian en una característica simple como el color o el tamaño, por ejemplo, una “T” roja entre “Ts” azules. Treisman y Gelade (1980) interpretan que este tipo de búsqueda refleja la intervención de procesos preatencionales que son capaces de procesar al mismo tiempo todos los elementos del campo visual, por lo que son insensibles al número de estímulos presentes. De esta forma, el objetivo es descubierto con mucha rapidez, ya que *salta a la vista* de entre el grupo de distractores, en un fenómeno que los anglosajones denominan *pop-out*.
2. **Búsqueda serial:** en esta condición experimental la latencia de respuesta se incrementa linealmente en función del número de distractores presentados. Se manifiesta cuando el estímulo objetivo está definido por una conjunción de características, por lo que no es posible detectar el estímulo en virtud de una única propiedad, por ejemplo una “T” roja entre “Ls” rojas y “Ts” azules. Treisman y Gelade argumentan que este tipo de búsqueda no puede ser resuelta por la fase preatencional puesto que es necesaria la intervención de la atención para generar la conjunción de características. Esto provoca que sea necesario un escrutinio atencional y, por consiguiente, secuencial de los estímulos presentes hasta detectar el objetivo. En promedio, el observador tendrá que atender a la mitad de los mismos en los ensayos

donde esté presente el objetivo, y a todos ellos cuando esté ausente de la presentación estimular.

Gracias al empuje de la TIC, podemos afirmar que la tarea de búsqueda visual ha sido el paradigma experimental más utilizado para investigar la visión preatencional y, en concreto, para discernir qué atributos visuales (movimiento, tamaño, color, orientación...) son susceptibles de ser procesados preatencionalmente y cuales, sin embargo, necesitan del concurso de la atención (véase, Wolfe y Horowitz, 2004, para una revisión reciente de este tópico). De hecho, la inmensa mayoría de revisiones y críticas hacia la TIC se han centrado en rebatir los datos obtenidos mediante búsqueda visual, como forma de derribar los cimientos empíricos de la teoría.

Las tareas de segregación de texturas aportan también un importante apoyo a la división entre preatención y atención. Treisman y Gelade (1980) adoptaron las tareas clásicas de Beck (1966, 1967) presentando patrones visuales con áreas que podían diferir en virtud de características simples o, en cambio, de conjunciones de rasgos. Los resultados son convergentes con los datos de búsqueda visual: la segregación es rápida, sencilla y automática cuando se basa en características simples (e.g., círculos rojos vs. círculos verdes) mientras que resulta más lenta y dificultosa cuando los límites se definen por conjunción de rasgos (e.g., triángulos verdes y círculos rojos vs. triángulos rojos y círculos verdes). De nuevo, la dicotomía entre un procesamiento preatencional paralelo y otro atencional secuencial se refleja en los resultados conductuales, al menos en apariencia.

Otras fuentes de evidencia empírica de la TIC provienen del estudio del fenómeno de las conjunciones ilusorias y del efecto de la preseñalización de la localización del estímulo objetivo. Las conjunciones ilusorias de características se producen en condiciones de atención limitada (exposiciones breves, atención dividida) a ciertos estímulos, lo que provoca que se generen conjunciones erróneas de características simples (Treisman y Schmidt, 1982). De esta forma, los observadores informan de letras y colores presentes en la escena, pero combinan erróneamente ambas dimensiones para formar conjunciones inexistentes (por ejemplo, "T" rojas donde sólo había una "T" azul y una "M" roja). Treisman interpreta este resultado como

muestra de que la atención selectiva es una condición necesaria para la correcta integración de características simples en una única representación visual, de manera que cualquier estrategia que dificulte el reglamentario despliegue del foco provocará aberraciones en la integración de características.

Finalmente, Treisman (1986) también examinó el efecto de preseñalización de la localización del objetivo para someter a contrastación algunas predicciones derivadas de su teoría. Adaptando una técnica ya empleada con anterioridad por Posner y sus colaboradores (Posner y Snyder, 1975a; Posner, Snyder y Davidson, 1980), Treisman conjetura que si la atención es necesaria para la detección de una conjunción de características, entonces la señalización de la futura localización del estímulo debería eliminar la necesidad de la búsqueda serial. En cambio, la búsqueda de características primitivas no recibiría beneficio alguna de la preseñalización, ya que la atención no es necesaria para su detección. Los resultados avalan esta hipótesis y muestran que para conjunciones de características la señal previa mejora sustancialmente la ejecución en la tarea de búsqueda posterior, mientras que no aporta ningún beneficio en la detección de características. En suma, este resultado apoya la afirmación de que la participación de la atención selectiva es necesaria para la búsqueda de conjunciones mientras que no es precisa para detectar características simples.

### **2.2.2. Influencia y devenir de la TIC**

De forma similar a la teoría de filtro de Broadbent, la TIC es una teoría elegante y sencilla con predicciones claras y manifiestas, lo que fomentó la proliferación, desde los primeros momentos de su existencia, de un buen número de trabajos consagrados a refutarla (McLeod, Driver y Crisp, 1988; Nakayama y Silverman, 1986; Prinzmetal, 1981) o, en menor medida, a confirmarla (Lavie, 1997). La mayoría de los ataques dirigidos hacia la TIC se han centrado en rebatir la versión original de la teoría del año 1980, soslayando en muchas ocasiones las sucesivas revisiones que la teoría ha sufrido en años posteriores, durante los cuales el grupo de investigación liderado por Treisman ha mantenido una profusa actividad investigadora (Treisman, 1982, 1986, 1991, 1993; Treisman y Gormican, 1988; Treisman,



Kahneman y Burkell, 1983; Treisman y Paterson, 1984; Treisman y Sato, 1990), de manera que ha introducido muchos cambios en la morfología de la TIC, para así recoger los nuevos hallazgos experimentales que se han ido recopilando durante ese tiempo (véase Styles, 1997 para una revisión del devenir de la TIC).

De todas las reformas que Treisman ha introducido en la TIC, la más relevante con respecto a los intereses del presente trabajo, es la que data de 1993 (Treisman, 1993), aunque ya existieron cambios importantes desde mucho antes (e.g., Treisman, 1982). En este trabajo, Treisman (1993) presenta una importante modificación en la caracterización de la fase de procesamiento preatencional, pues la rebaja a un simple "estadio inferido de visión temprana" (p. 13) que no puede afectar directamente a la experiencia visual ni a las respuestas que generan los efectos de búsqueda paralela de características simples y que, por lo tanto, necesita de la intervención de "alguna forma de atención" para poder ejercer su efecto sobre la percepción consciente de la escena visual y las respuestas de ella derivadas. En la versión original de 1980, la fase preatencional se concebía como responsable directa de los fenómenos de búsqueda paralela y segregación de texturas y, de este modo, la preatención era capaz de generar efectos conductuales sin intermediación de la atención. Sin embargo, en la nueva versión de 1993, la fase preatencional no tiene efecto directo sobre la conducta ni sobre la experiencia visual, de manera que es imprescindible la intervención de la atención para que el procesamiento preatencional tenga influencia en el comportamiento. La dicotomía entre preatención y atención sigue siendo una asunción de la TIC, pero Treisman prefiere ahora, siguiendo un criterio operativo más vinculado a la ejecución, distinguir entre atención *dividida* y atención *focalizada* (aunque ambas son los extremos de una dimensión continua en función del tamaño de la ventana atencional desplegada), de manera que siempre será necesaria la intervención de algún grado de atención para que se puedan generar experiencia visual y respuestas motoras. El *pop-out* visual, la segregación rápida de texturas y la detección de formas globales son fruto, en este nuevo entorno teórico, del procesamiento del módulo preatencional y, además, del despliegue de una amplia ventana atencional (atención *dividida* o *difusa*) que promueve la integración de los mapas de primitivos visuales de manera global y, por ende, permite la generación de la experiencia visual. En contraste, la combinación de

características para generar objetos individuales con una localización precisa, necesita de una ventana atencional más reducida (atención *focalizada*), lo que se manifiesta en una mayor latencia de respuesta en la detección de estímulos ya que la atención abarca menos espacio visual y necesita más fijaciones para explorar la escena. En resumen, la dicotomía entre búsqueda paralela y búsqueda serial, se explica porque en la primera es suficiente con la intervención de un foco atencional amplio, que abarca la mayor parte del campo visual y que permite la integración global de las características procesadas por los módulos preatencionales, mientras que para la segunda es necesario estrechar la resolución del foco de la atención para así lograr una combinación de rasgos en un objeto individual situado en una posición espacial precisa.

La fase preatencional se caracteriza, en resumen, por ser un estadio de procesamiento inaccesible a la conciencia y al control de la conducta, y que sólo puede afectar a la amplitud espacial del foco atencional necesario para el acceso consciente a las propiedades globales de la estimulación. Y, ¿qué ocurre con las características visuales externas al foco atencional cuando éste se concentra en una reducida región del espacio? Treisman se plantea esta pregunta inspirada por los innovadores hallazgos de Mack et al. (1992) y Mack et al. (1992) obtenidos mediante el paradigma de inatención, de los que hablaremos más adelante con la obligada extensión y profundidad. Por ahora nos bastará con adelantar que estos autores sugieren que en condiciones estrictas de inatención de la estimulación, los observadores son incapaces de percibir la segregación de texturas y patrones agrupados mediante las leyes gestálticas de agrupamiento, es decir, sufren una especie de ceguera funcional por ausencia absoluta de cualquier grado de atención. Estos resultados son integrados por Treisman en su renovado enfoque, argumentando que las características procesadas por la preatención no logran alcanzar un estado de representación explícita ya que dichos contenidos no reciben recursos atencionales de ningún tipo (ni *difusos* ni *focalizados*), por lo que los resultados de este procesamiento inatencional no logran ni hacerse conscientes ni influir sobre la respuesta de ninguna forma.

Esta innovación introducida por Treisman (1993), tiene una importancia trascendental en cuanto al diseño de experimentos que pretendan estudiar el procesamiento preatencional,

ya que establece la imposibilidad del uso de medidas directas de preatención y reduce las posibilidades empíricas de investigación al estudio de sus efectos indirectos sobre los mecanismos atencionales.

### **2.2.3. El agrupamiento perceptivo en la TIC**

El tratamiento que el agrupamiento visual recibe en la TIC está manifiestamente declarado en el trabajo de Treisman (1982). En este artículo, el agrupamiento es considerado como una variedad especial de segregación de texturas, en la que la región segmentada tiene un tamaño reducido, por lo que sus indagaciones acerca de este tópico son una extensión de los experimentos sobre segregación de texturas del año 1980 (Treisman y Gelade, 1980). El agrupamiento perceptivo procesado preatencionalmente sólo podrá abarcar a las características que sean analizadas dentro de un mismo módulo, de manera que en cada mapa de características (color, orientación, movimiento...) se generará una organización de sus elementos aislada del resto de mapas que procesan otros primitivos. Un mismo objeto (e.g., una letra "T" roja inclinada 45°) podrá formar parte de grupos perceptivos diferentes e independientes en cada uno de los mapas de características en los que será descompuesto por los módulos preatencionales (forma, color, orientación) sin que se genere preatencionalmente una configuración global de toda la escena visual, en contraste con el enfoque de Neisser, que sí adjudicaba esa labor globalista e integradora a la visión preatencional. Este agrupamiento preatencional de la TIC, genera agregados *puros* de características, agrupando en mapas separados (con sus propias coordenadas espaciales relativas, todavía no absolutas) los colores o las orientaciones. Antes de que la atención intervenga, cada módulo genera sus grupos perceptivos, sus candidatos a objetos, en virtud del procesamiento especializado y aislado que ha realizado. De estos grupos perceptivos *unidimensionales*, uno de ellos deberá ser seleccionado para que controle el despliegue del foco atencional en un momento dado en función de los objetivos de la tarea, de la cantidad de organización que contiene o del ahorro en la búsqueda visual que permita (Treisman, 1982, p. 198). El agrupamiento de características simples (o de grupos de características simples)

presentes en una misma localización pero analizados por diferentes módulos (e.g., el color rojo y la forma de unas "Ts" rojas) sólo podrá realizarse cuando se despliegue la atención selectiva sobre una región concreta del espacio y combine los diferentes mapas de rasgos en una estructura multidimensional que, ahora sí, está dotado de unas coordenadas espaciales absolutas.

De esta forma, Treisman restringe el tipo de agrupamiento que puede ser computado preatencionalmente a agregados de características simples que serán los que podrán controlar el despliegue del foco atencional sobre la escena para que, de manera secuencial, agrupe las características simples o los agregados preatencionales de características en grupos perceptivos de mayor complejidad con una precisa localización espacial. Estos agregados preatencionales, según la formulación de Treisman (1982), no son accesibles a la conciencia, como la experiencia cotidiana nos enseña, ya que no percibimos colores sin forma, ni formas sin colores. Será necesario el pegamento de la atención para cohesionar psicológicamente lo que físicamente estaba unido desde el principio para así, al fin, lograr el acceso a la conciencia visual. Esta premisa supone, como ya hemos visto en el apartado anterior, una modificación de la TIC original, que ya desde momentos tan tempranos como los de este trabajo del 1982, Treisman introducía en su modelo. Asimismo, también se opone a la visión de Neisser (1967) que igualaba el agrupamiento preatencional con la experiencia consciente de regiones organizadas fuera del foco atencional, creando una impresión global del entorno en el que está ubicado el observador.

### **2.3. ALTERNATIVAS A LA TEORÍA DE INTEGRACIÓN DE CARACTERÍSTICAS**

La TIC de Treisman ha sido una de las teorías sobre la atención visual más influyente y con más difusión de los últimos treinta años. Pero, en contrapartida, también ha sido una de las más criticadas y discutidas. A continuación, haremos un recorrido por dos de las principales elaboraciones teóricas que han pretendido ser una alternativa a la TIC original, ya sea

buscando otros principios explicativos ajenos a la dicotomía preatención/atención (Duncan y Humphreys, 1989) o, en cambio, profundizando en dicha división con nuevas propuestas (Wolfe, Cave y Franzel, 1989).

### **2.3.1. La Teoría de la Semejanza de Duncan y Humphreys**

Duncan y Humphreys (1989, 1992) desarrollaron una de las primeras y, a la vez, más profundas críticas de la TIC, desafiando las interpretaciones que Treisman había realizado de los resultados con el paradigma de búsqueda visual, su arsenal principal de evidencia empírica. De hecho, la teoría que estos autores proponen está limitada a la explicación de los resultados obtenidos con búsqueda visual sin cuestionar otras fuentes experimentales utilizadas por Treisman, como conjunciones ilusorias y preseñalización. Su punto de partida es destacar la importancia de la semejanza no sólo entre objetivo y distractores, al estilo de Treisman, sino también la que existe entre los distractores. Hemos visto como Treisman describe dos tipos de resultados cualitativamente diferentes en las tareas de búsqueda visual, una, fácil y rápida, y otra, lenta y esforzada, y que esta dicotomía es el núcleo principal de su teoría. Duncan y Humphreys proponen, en cambio, que estos resultados pueden explicarse a través de dos relaciones de semejanza independientes entre sí: (1) la semejanza entre objetivo y distractores; y (2) la semejanza entre los distractores. De los valores de cada factor principal y de la interacción entre ambos surge una variación continua, y no dicotómica, de eficiencia en la ejecución de la tarea de búsqueda que permite explicar los resultados de Treisman y también otros nuevos datos obtenidos por los propios Duncan y Humphreys. Los experimentos de estos psicólogos británicos están inspirados en los trabajos clásicos de segregación de texturas de Beck (1966, 1967) que ya hemos mencionado en páginas anteriores. Éstos consisten en manipular la orientación de letras "T" y "L" rotándolas en vertical u horizontal, por ejemplo, presentando una letra "L" como objetivo entre un grupo de "T" rotadas, que podían ser homogéneas entre sí (rotadas con idéntica orientación) o heterogéneas (con diferentes orientaciones). Este ejemplo ilustra el procedimiento utilizado para manipular separadamente las dos relaciones de semejanza antes mencionadas.

El principio gestáltico de semejanza (ya sea en color, orientación, forma, etc.) es un factor poderoso de agrupamiento y, por lo tanto, de segregación, que puede afectar a la facilidad con que el estímulo objetivo sea aislado de entre los distractores. De esta forma, cuanto menor sea la semejanza entre objetivo y distractores, mayor segregación se producirá entre ambos, lo que aumentará la facilidad para resolver la búsqueda. De manera complementaria, cuanto mayor sea la semejanza entre los distintos distractores, el agrupamiento perceptivo entre ellos será más potente y, en consecuencia, más fácil será discriminar entre el objetivo y el *grupo* de distractores.

Manipulando el grado de agrupamiento/segregación de estas dos relaciones, Duncan y Humphreys obtienen datos que no pueden ser explicados por la TIC pero que, en cambio, confirman las predicciones de la teoría de la semejanza. Dichos resultados incluyen condiciones de búsqueda de conjunciones de características que no varían en función del número de distractores presentados al estilo de la búsqueda paralela, lo que contradice de plano las predicciones fundamentales de la TIC original. Esto puede suceder, según la interpretación de Duncan y Humphreys, si se produce un fuerte agrupamiento entre los distractores que, a su vez, se segregue con claridad del estímulo objetivo, con independencia del número de características simples que componen el estímulo objetivo

Las manipulaciones experimentales de Duncan y Humphreys contradicen la existencia de una división cualitativa entre búsqueda paralela y búsqueda serial, lo que les lleva a negar la distinción entre procesamiento preatencional de características y conjunción atencional de las mismas. La arquitectura funcional que ellos proponen, en sustitución a la TIC, para explicar los resultados en las tareas de búsqueda, se compone de tres estadios de procesamiento:

1. **Estadio de descripción perceptiva:** en paralelo, sin consumir recursos, se llevan a cabo las operaciones de segmentación y descripción de la escena visual. La información está jerárquicamente estructurada y procesada con profundidad, incluso en un nivel semántico. De esta forma, las diferentes propiedades y partes de un objeto son procesadas y puestas en relación. La representación resultante se denomina *unidad estructural*, un término inspirado por Palmer (1977). Cada unidad posee una definición

de sus límites con respecto a otras unidades, y además, posee una jerarquía interna en partes o subniveles, al estilo del ejemplo de Marr y Nishihara (1978) del cuerpo humano compuesto de cabeza, tronco y extremidades; las extremidades superiores, a su vez, pueden dividirse en brazo, antebrazo y mano; y la mano en palma y dedos. Otra importante diferencia con respecto a la TIC que conviene resaltar, es que el mapa de unidades estructuradas es único y multidimensional a diferencia de los múltiples mapas unidimensionales de características que postula Treisman.

2. **Proceso de selección:** el acceso a la memoria visual a corto plazo está restringido por severas limitaciones, por lo que se postula una competición entre la asignación de recursos a las unidades estructurales generadas en la fase previa. Cada unidad tendrá un peso que refleja la fuerza con la que compite por obtener recursos de procesamiento (Ponte, 1992; Sampedro, 1997). La asignación de pesos depende de la comparación entre cada unidad estructural y una plantilla interna que contiene la información que el observador tiene que buscar y que es definida de antemano por las instrucciones de la tarea ("busca un estímulo rojo" o "busca una letra T azul"). La plantilla, por lo tanto, puede variar en la dimensión y en la complejidad de la información que contiene, desde características simples a conjunción de rasgos. El peso asignado a cada unidad será proporcional al grado de ajuste con la plantilla. El incremento en el peso de una unidad afectará, a su vez, al resto de unidades a través de un aumento de peso de las unidades que han sido agrupadas en virtud de propiedades comunes y, al mismo tiempo, de una inhibición de las unidades divergentes (los distractores). Esta conexión de pesos entre las unidades y sus relaciones de activación e inhibición recuerda a los modelos pioneros de redes conexionistas (McClelland y Rumelhart, 1981) y, de hecho, uno de los autores ha diseñado un modelo conexionista bautizado como SERR (SEArch via Recursive Rejection) que simula los resultados obtenidos en las tareas de búsqueda visual (Humphreys y Müller, 1993).

3. **Acceso de la información a la memoria visual a corto plazo:** en esta etapa la unidad estructural que, en cada momento, sea la vencedora en la competición entre pesos, accederá a la memoria a corto plazo para así controlar el comportamiento y el acceso a la consciencia.

Como se puede comprobar, la descripción que estos autores proporcionan del procesamiento preatencional y del agrupamiento perceptivo que puede ser configurado en esta fase está muy alejada de la visión de Treisman. Las posibilidades de agrupamiento perceptivo son prácticamente ilimitadas en la perspectiva de Duncan y Humphreys, sin las limitaciones que impone la TIC con sus grupos unidimensionales aislados. La organización preatencional de la escena que proponen estos autores recupera la descripción de Neisser (1967) de una organización global y articulada de la escena visual, con relaciones espaciales definidas entre los diferentes grupos segregados. Duncan y Humphreys, incluso van más allá y proponen que incluso es posible un procesamiento más detallado de algunas propiedades internas organizadas jerárquicamente en cada unidad y una extracción del significado. En la misma línea, los grupos generados pueden estar conformados por conjunciones de características, sin que sea imprescindible la intervención del foco atencional para su emergencia súbita.

El principal mérito, en nuestra opinión, del modelo que proponen estos autores radica en su detallada descripción del proceso de selección del estímulo que en cada momento es atendido, a través de procesos de competición entre los grupos segregados (propagación de la activación e inhibición) bajo el criterio rector de los intereses del observador que especifica a priori la plantilla de búsqueda.

En conclusión, esta teoría concede un papel crucial al agrupamiento perceptivo para la explicación del procesamiento que el sistema visual realiza en situaciones de búsqueda de estímulos y las atribuciones que le concede son prácticamente ilimitadas, alejándose de la comprimida cartera de facultades que posee en la versión de Treisman.



### 2.3.2. Los herederos de Treisman: la Teoría de la Búsqueda Guiada

La teoría de la búsqueda guiada (TBG) de Wolfe y colaboradores es una extensión de la TIC de Treisman, como los propios autores reconocen (Wolfe, 1994, p. 203). La versión original de esta teoría data de 1989 (Wolfe et al., 1989) aunque la versión 2.0 es la que ha tenido mayor difusión (Wolfe, 1994) y será en la que nos centraremos en este apartado. Esta segunda versión incluye la implementación de un modelo de simulación de la teoría, en la que podremos apoyarnos para explicar con mayor claridad la dinámica de estructura y procesos propia de este acercamiento. Versiones más recientes de la teoría, la 3.0 y la 4.0, se pueden consultar en Wolfe y Gancarz (1996) y Wolfe (2007) respectivamente, aunque no suponen cambios profundos en el modelo.

Del mismo modo que la teoría de la semejanza de Duncan y Humphreys, la meta principal de la teoría de búsqueda guiada es explicar y predecir los resultados que se obtienen con la tarea de búsqueda visual. El punto de partida es la asunción de la arquitectura dicotómica de la TIC pero introduciendo una importante matización en lo referente a la interacción entre estas dos fases. Según Wolfe (1994), la fase de procesamiento preatencional se limita a guiar el despliegue posterior de la atención selectiva sobre la escena en virtud tanto de factores exógenos como endógenos. La visión preatencional no puede determinar por sí sola la presencia o ausencia de un estímulo objetivo ni siquiera aunque dicho estímulo esté definido por una característica simple, a diferencia de lo que defendía Treisman en sus trabajos iniciales. La intervención de la atención siempre es necesaria para procesar y seleccionar el estímulo y también para emitir una respuesta relacionada con él. La fase preatencional *simplemente* sugiere posibles estímulos objetivo con un determinado valor de probabilidad para facilitar la decisión final, que sólo puede ser asumida por la fase atencional. De esta manera, la preatención se concibe como un conjunto de *consejeros* que procesan características simples por separado, pero que pueden reunirse para estimar la probabilidad de que una determinada conjunción de rasgos sea el estímulo objetivo, y cuyas deliberaciones son recogidas por los mecanismos atencionales que son los que tienen la potestad de asumir una decisión y decretar las medidas conductuales oportunas.

Veamos, a continuación, con un poco más de detenimiento las sutiles pero relevantes diferencias de la teoría de búsqueda guiada con respecto a la TIC.

### **2.3.2.1. Procesamiento preatencional en la TGB: mapas de dimensiones y mapa de activación global**

La TGB también recurre a la analogía de los mapas de características para describir la dinámica del procesamiento preatencional. Cada característica simple es procesada por un módulo especializado y representada en un mapa de características, tantos como *dimensiones* existan, conteniendo todos los valores de esa dimensión presentes en la escena. Dicho de otra forma, si Treisman proponía un mapa para cada *característica* (uno para el rojo, otro para el verde, otro para líneas de una orientación determinada...), Wolfe lo reduce a un mapa para cada *dimensión* (uno para el color, otro para la orientación...). Por esta razón, nos parece más apropiado denominar mapas de *dimensiones* a estas representaciones.

Las características representadas en cada mapa poseen un valor de activación propio derivado de la interacción de dos factores: exógenos (*bottom-up*) y endógenos (*top-down*). El componente exógeno depende de las diferencias locales entre las características de cada mapa y es independiente de las intenciones de búsqueda del observador. Por ello, es el responsable principal del fenómeno de *pop-out* y de la captación atencional puesto que depende exclusivamente de las diferencias físicas entre características. En cambio, el componente exógeno de la activación refleja las demandas de la tarea y el objetivo del observador, es decir, el estímulo que quiere encontrar, por lo que su intervención es mayor en la búsqueda de conjunciones, aunque también contribuye a la búsqueda de características simples, en especial cuando éstas no son demasiado conspicuas (Ponzo, 1992). La activación exógena se calcula, para cada mapa, comparando las características que han sido registradas por ese mapa con el valor del estímulo para esa dimensión concreta (Cave y Wolfe, 1990). Los valores de activación *definitivos* de cada mapa derivan de la combinación del factor exógeno y del endógeno para así formar, como el propio Wolfe ilustra con un ejemplo clarificador, "un

mapa topográfico con picos de elevada activación marcando regiones que reciben sustancial activación *bottom-up* y *top-down*. La atención es atraída por esos picos" (Wolfe, 1994, p. 208).

En este punto de la dinámica de la teoría, los autores presentan otra importante novedad divergente con respecto a la TIC: las activaciones de cada mapa de dimensión se suman para crear un mapa de activación global que resume la *orografía* completa de la escena visual. Una característica crucial del modelo es que este mapa de activaciones no conserva información alguna sobre la fuente (el mapa) de la que proviene, es decir, que es ciego a las características que han generado las activaciones que contiene, por lo que exclusivamente representa picos de activación inespecíficos que atraerán el foco atencional hacia sus cimas, comenzando por el más *alto* de ellos y continuando, si así fuera necesario, por la subsiguiente cima más elevada. La única y exclusiva función del mapa de activación global es guiar el despliegue de la atención, y sólo esta última podrá, cuando alcance la cima del pico, identificar el estímulo allí presente y determinar la respuesta a seguir.

¿Puede el mapa de activación global preatencional computar las conjunciones de características? La respuesta por parte de Wolfe et al. (1989) es clara: no. En este punto, la TBG y la TIC están de acuerdo. Pero si a continuación enunciamos otra pregunta, el aparente consenso se desvanecerá: ¿puede el mapa de activación global preatencional guiar el despliegue de la atención? La respuesta, de nuevo, es clara: sí. Y en este punto, TBG y TIC divergen claramente. Para la TIC, la conjunción de características sólo puede existir después de que el pegamento de la atención haya operado sobre la escena visual. Para la TBG, la conjunción de características no puede ser generada preatencionalmente (en realidad, ni tan siquiera una característica simple puede serlo), pero, sin embargo, es capaz de estimar el valor de probabilidad de que el estímulo objetivo esté presente en cada localización espacial del campo visual. La implementación del mapa de activación global en la TBG hace que sea posible que la atención este controlada por información de más de una dimensión, lo cual permite dar acogida en esta teoría a los resultados de laboratorio (Duncan y Humphreys, 1989; McLeod et al., 1988; Wolfe et al., 1989) que demuestran búsqueda paralela (o *guiada*, en términos de Wolfe) para las conjunciones de características.

### **2.3.2.2. *El despliegue de la atención en la TBG***

El apartado anterior finalizaba con la presentación del mapa de activación global, un conjunto de valores de probabilidad de presencia del estímulo objetivo repartidos por la escena visual. ¿Cómo se despliega la atención sobre ese mosaico de activaciones? Muy sencillo: comenzando por la región espacial que contenga el valor de activación más elevado, es decir, el pico más alto. Cuando la atención selectiva se fija en dicha posición, procede al procesamiento del estímulo, a su identificación y a la toma de decisiones. Si la atención decide que el estímulo presente en esa cima no es el buscado, procede a desplazarse a la siguiente región con mayor activación y así sucesivamente en orden decreciente. Las regiones que no contengan una activación mínima por encima de un umbral serán excluidas del proceso de escrutinio atencional, del mismo modo que las regiones que ya hayan sido inspeccionadas sin éxito.

### **2.3.2.3. *Agrupamiento perceptivo y TBG***

Si en la teoría de la semejanza de Duncan y Humphreys, el agrupamiento perceptivo preatencional ascendía a un puesto de elevada responsabilidad, en la TBG el agrupamiento es relegado a un segundo plano. La aspiración de Wolfe es explicar como los procesos preatencionales señalizan lugares interesantes para que la atención se dirija hacia ellos sin perder el tiempo en estímulos irrelevantes en el transcurso de la búsqueda de un estímulo del que el observador tiene una representación en su memoria. Por eso, el paradigma que Wolfe utiliza reiteradamente es la búsqueda visual, sin que apenas le haya dedicado tiempo a otras técnicas u a otros tópicos. Sólo cabe destacar un solitario trabajo con cierta relación con el tópico de la organización perceptiva: Wolfe (1992). En este estudio se indaga sobre los paralelismos entre la segregación de texturas y la búsqueda visual, presentando la conclusión de que la fácil segmentación de una textura y la búsqueda paralela no son medidas equivalentes del mismo procesamiento preatencional visual, sin muchos más detalles.

A pesar de que no recibe un tratamiento explícito en los trabajos de Wolfe, si podemos conjeturar, mediante la deducción de predicciones de su teoría, la posible existencia de procesos de agrupamiento perceptivo previos al concurso de la atención. En los mapas de dimensiones la relación de semejanza-diferencia entre elementos locales deriva en el cálculo *bottom-up* de picos de activación localizados espacialmente. Si existen estímulos semejantes entre sí en una dimensión particular y, a su vez, diferentes del resto de estímulos, el mapa genera picos de activación individuales de equivalente cuantía y, en contrapartida, *valles* de nula o escasa activación para el resto de estímulos, de forma que todos esos picos de igual orografía semejarán más una *meseta* de picos agrupados, que un conjunto de colinas adyacentes. Ese mapa de activaciones se suma al resto de mapas de dimensión, que también pueden contar con sus propias *mesetas*, para así formar una *topografía* global, que por combinación puede generar nuevas *mesetas* que representan la probabilidad de que en esa localización exista algo relevante. Por supuesto, la activación conjunta de un grupo de estímulos podría también verse favorecida por el factor *top-down* de asignación de probabilidad, si el objetivo de búsqueda del observador incluye una característica/s que el mapa contiene.

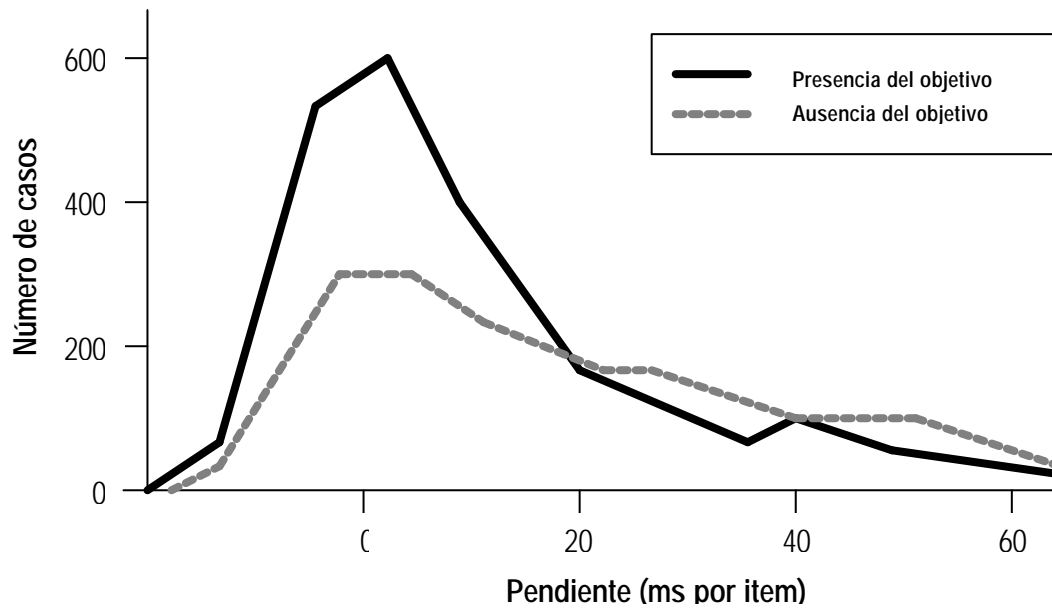
Esta parece una cadena lógica del funcionamiento del modelo para generar tanto grupos perceptivos como texturas, derivada de la propia teoría. El problema es que las predicciones sobre procesamiento de estímulos en la búsqueda visual no pueden extenderse directamente a los fenómenos de segregación de texturas, ya que los datos han mostrado que la fácil segregación de texturas puede ocurrir con características que no generan búsqueda paralela y viceversa. Pero, sin embargo, este interesante hallazgo no ha propiciado el desarrollo de investigación sobre el agrupamiento perceptivo preatencional por parte de los creadores de la teoría, que han continuado concentrados en descifrar cómo el sistema visual humano busca y encuentra un estímulo concreto, individual, *atómico* entre un grupo de distractores. Como Duncan (1995) señala, y el propio Wolfe (1998a) reconoce, la TGB necesitaría incluir algún mecanismo explícito de agrupamiento perceptivo entre estímulos, en adición a los procesos *bottom-up* y *top-down* de selección, para alcanzar un modelo plenamente satisfactorio de búsqueda visual.

#### **2.3.2.4. La dicotomía entre búsquedas paralela y serial y el estado actual de la TBG**

La TBG es un modelo de cómo un observador resuelve una tarea de búsqueda visual. El origen de la TIC, y su primordial arsenal de apoyos empíricos, también procede de los experimentos de búsqueda visual, aunque también es cierto que Treisman contrastó sus predicciones con otros recursos de laboratorio complementarios, como las conjunciones ilusorias, la segregación de texturas o el efecto de preseñalización. Sin embargo, si la dicotomía de resultados entre búsqueda paralela y serial fuera descartada experimentalmente, el principal apoyo de la teoría sería derribado.

Los primeros resultados que comenzaron a erosionar la integridad de esta dicotomía fueron aportados por Egeth, Virzi y Garbart (1984) y por Nakayama y Silverman (1986) aportando datos que sugerían la posibilidad de buscar conjunciones con tiempos de búsqueda paralelos. Como ya hemos visto, Duncan y Humphreys (1989) se unieron a la corriente crítica con la TIC con nuevos datos e ideas. El propio Wolfe recopiló a finales de los ochenta sus propios resultados contradiciendo las diferencias cualitativas entre tipos de búsqueda (Wolfe et al., 1989). Muchos otros han aportado también datos que contradicen la existencia de esta dicotomía, como por ejemplo, McLeod et al. (1988) o Zohary y Hochstein (1989).

Al fin y al cabo, se trata de una cuestión empírica claramente definida y, por lo tanto, fácilmente sometible a falsación empírica. Sobre todo si se dispone de un *experimento* que este compuesto por un millón de ensayos. Wolfe (1998b) presentó un trabajo que recopilaba todos los experimentos de búsqueda visual que había realizado en su laboratorio durante los anteriores diez años para así disponer de una muestra de ensayos cercana al millón de ejemplares. El veredicto empírico fue rotundo: la distribución de los resultados es unimodal, sin rastro alguno de la clásica dicotomía entre dos tipos antagónicos de búsqueda visual. La diferencia entre búsquedas fáciles y difíciles es sólo de cantidad pero no de cualidad (véase Figura 8).



**Figura 8.** Distribución de pendientes de búsqueda de sesiones individuales en un amplio rango de tareas de búsqueda visual. (Adaptado de Wolfe y Horowitz, 2004).

Este resultado supone un duro golpe a los argumentos centrales de la TIC. Y lo que es aun más importante, también invalida el resto de teorías derivadas de la TIC, como el propio Wolfe (1998b) expresa con claridad:

"Su teoría favorita de búsqueda visual esta equivocada. También la mía. Ningún modelo actual de búsqueda visual genera el patrón de resultados de este conjunto de datos" (Wolfe, 1998b, p. 38). *La traducción del inglés es nuestra.*

Un millón de ensayos de búsqueda visual son demasiados como para no tomarse en serio la información que nos ofrecen. Sobre todo para las teorías como la TIC o la TGB, cuyo depósito principal de evidencia empírica se abastece de los datos obtenidos con ese paradigma. Más de 20 años de información acumulada en este campo tan activo de la psicología experimental ha mostrado múltiples situaciones en las que el modelo de búsqueda

guiada no (siempre) funciona, como Wolfe y otros tantos autores han argumentado (Di Lollo, Kawahara, Zuvic y Visser, 2001; Nakayama y Joseph, 1998; Wolfe y Horowitz, 2004).

El núcleo principal del problema que la teoría alberga, es que no es capaz de explicar múltiples ejemplos de las llamadas características simples que están disponibles tanto en la fase preatencional y en la fase atencional pero que, sin embargo, no guían el despliegue de la atención. Además, también se han descubierto propiedades de ciertos atributos *guiadores* que, en cambio, no se reflejan en la fase atencional de la visión. Wolfe y Horowitz (2004) seleccionan un ejemplo concreto para ilustrar esta dificultad: la percepción de intersecciones. Según los resultados de Rensink y Enns (1995), el sistema visual en una fase inicial es capaz de procesar la oclusión de objetos (cuando una figura se superpone sobre otra) lo que requiere, por ende, que sea capaz de interpretar las intersecciones entre los estímulos. Sin embargo, a pesar de eso, las intersecciones, que obviamente están presentes en la fase atencional, no son capaces de guiar el despliegue del foco, lo que se traduce en una paradoja imposible de explicar para la teoría: las intersecciones son procesadas preatencionalmente, luego desaparecen para no guiar la atención y finalmente reaparecen cuando la atención ya se ha instalado en su nueva ubicación.

Por otro lado, la recopilación de datos que sugieren la orientación de la atención hacia objetos, como más tarde examinaremos, y no exclusivamente hacia localizaciones, también es difícil de encajar en el sistema de activación de regiones espaciales que propone la teoría.

Por todo esto, Wolfe (2003, 2005) ha renunciado a su sistemática teoría de dos fases secuenciales cualitativamente diferentes, para adoptar una posición más flexible sobre el despliegue de la atención y el hipotético procesamiento previo. En su nueva formulación no existe una fase preatencional obligatoria, previa a la participación de la atención; la representación visual que guía la atención se concibe como un mecanismo de control externo, concurrente con el flujo de procesamiento visual, que en cualquier punto de su transcurso, desde la visión temprana hasta el reconocimiento de objetos, es capaz de intervenir para orientar el foco atencional donde más convenga por motivos exógenos o endógenos. El principal cambio de concepción afecta a la *posición* del módulo preatencional, que antes se situaba al principio de la cascada de procesamiento visual, y ahora, en cambio, ocupa una



posición *paralela* (en el sentido de concurrente) de supervisión durante toda la cadena de operaciones visuales.

¿Supone todo esto concluir que no existe nada que pueda denominarse preatencional? Algunos autores, como luego veremos, han respondido afirmativamente a esta pregunta (Di Lollo et al., 2001; Nakayama y Joseph, 1998) defendiendo la inutilidad del concepto para las actuales teorías de la atención visual. Sin embargo, Wolfe (2003) defiende con claridad la necesidad del término: si existe la atención selectiva a una parte de la escena visual y si hay procesamiento previo a la selección, entonces hay procesamiento preatencional. El error, continúa Wolfe, es tratar el procesamiento preatencional como si fuera un módulo autónomo, computacional y fisiológicamente diferente del resto del sistema visual. Retomaremos la discusión sobre este problema teórico en el capítulo final del presente trabajo.

De esta forma, Wolfe ha abandonado su propósito inicial de diseñar una teoría sistemática y completa de la atención visual (aunque véase Wolfe, 2007), pero, en cambio, no renuncia a la búsqueda de aquellas propiedades visuales que tienen mayor probabilidad de atraer, guiar la atención. Para el aislamiento e identificación de estos atributos-guía (*guiding attributes*), Wolfe y Horowitz (2004) proponen una serie de cinco criterios conductuales. El primordial es la búsqueda eficiente en tareas de búsqueda visual: cuanto menos afecte la adición de nuevos distractores a la rapidez de respuesta, mayor probabilidad habrá de que se trate de una característica que pueda guiar la atención. Los otros cuatro criterios también son conocidos: la rápida y sencilla segregación de texturas, las conjunciones ilusorias, la asimetría de búsqueda y la tolerancia a la heterogeneidad de los distractores. Revisando la ingente cantidad de información disponible en la literatura obtenida mediante esos criterios, Wolfe (2005) y Wolfe y Horowitz (2004) han confeccionado una lista de posibles características que guiarían la atención hacia ciertas regiones u objetos con mayor probabilidad, que puede servirnos como un sucinto resumen de toda la investigación en este área en las tres últimas décadas.

Indudables características	Probables características	Posibles características	Dudosas características	Improbables características
Color Movimiento Orientación Tamaño	Parpadeo ( <i>flicker</i> ) Luminancia Visión estereoscópica Claves pictóricas de profundidad Forma Terminación de línea Cierre Estatus topológico Curvatura	Sombreado Brillo Expansión Número	Novedad Identidad de letra Categoría alfanumérica	Intersección Flujo óptico Cambio de color Volúmenes tridimensionales Caras Tu nombre Categoría semántica

**Figura 9.** Características visuales que podrían guiar el despliegue de la atención. (Adaptado de Wolfe, 2005 y Wolfe y Horowitz, 2004).

Del escrutinio de la tabla, es llamativo comprobar que las columnas que incluyen "Indudables" y "Probables" características están formadas, en su mayoría, por atributos que forman parte de los principios clásicos de organización perceptiva que ya fueron descritos por los psicólogos de la Escuela de la Gestalt.

## 2. 4. OTRAS APORTACIONES RELACIONADAS CON EL PROCESAMIENTO VISUAL PREATENCIONAL

En los apartados anteriores, hemos explorado las principales formulaciones teóricas que han ofrecido un enfoque sistemático sobre las relaciones entre los procesos preatencionales y el despliegue de la atención, con especial hincapié en su perspectiva sobre el papel de los procesos de agrupamiento perceptivo. A continuación vamos a examinar otras propuestas no tan ambiciosas y menos elaboradas en este tópico de investigación pero que, en nuestra opinión, son muy relevantes para comprender la naturaleza y el alcance de los procesos visuales denominados preatencionales.

### 2.4.1. ¿Procesamiento preatencional o procesamiento prefocalizado?

El estudio de Navon y Pearl (1985) constituyó uno de los primeros trabajos que sometió a exhaustiva discusión la dicotomía entre procesos preatencionales y atencionales planteada por Treisman y otros autores. El objetivo de Navon y Pearl es analizar el concepto de preatención para dilucidar si tiene alguna característica que lo convierta en algo cualitativamente distinto a los procesos visuales atencionales. Para ello, los autores confrontan dos hipótesis alternativas con respecto a la naturaleza de los procesos que convencionalmente se etiquetan como preatencionales, ilustrando ambas con dos expresivas metáforas:

1. La preatención es un etapa previa a la atención, cualitativamente diferente, que facilita el posterior despliegue y procesamiento de esta última. La fase preatencional funciona como la *sala de espera* de una clínica: mientras el médico esté ocupado con un paciente, el enfermero recibe a otro nuevo paciente y aprovecha para realizar algunas rutinas como buscar la ficha del paciente, tomarle la tensión, medir la temperatura y otros protocolos dentro de sus competencias. Sin embargo, tan pronto como el doctor esté libre, el paciente pasará inmediatamente a su oficina para ser diagnosticado y tratado, aprovechando, eso sí, el trabajo previo realizado mientras duró la espera. Una importante apreciación que realizan Navon y Pearl es que el tiempo de espera *preatencional* está determinado por la disponibilidad del doctor *atencional* y no por la complejidad de las rutinas realizadas por el enfermero.
2. La preatención es una forma especial de procesamiento atencional, en la que los recursos atencionales están difusamente distribuidos sobre los estímulos de la escena, de manera que cada uno sólo recibe una reducida cantidad de atención. Esa atención difusa se mantiene hasta que el sistema visual detecta un estímulo interesante a los intereses del sujeto y entonces decide dedicarle una atención más individualizada, al

estilo de lo que ocurre en un *servicio de urgencias*. En esta sección de los hospitales, las actuaciones que se llevan a cabo son semejantes en naturaleza a las que se realizan en los otros servicios del hospital, sólo que más urgentes y más globales. Además, la duración de la estancia en urgencias está determinada por la complejidad de las operaciones conducentes al diagnóstico y estabilización del paciente y no por las ocupaciones del resto de servicios del hospital.

De cada una de estas dos hipótesis, los autores deducen predicciones para ser sometidas a contraste empírico mediante una tarea experimental que consiste en la presentación de estímulos (letras "A") que pueden diferir en color (rojo o verde) y en tamaño (grande o pequeño), propiedades consideradas como susceptibles de ser procesadas preatencionalmente (Treisman y Gelade, 1980). El experimento tiene dos condiciones principales: (1) *estímulo único*, se presenta una única letra en una de dos localizaciones posibles y el sujeto tiene que identificar o el color o el tamaño, según la condición; (2) *doble estímulo*, se presentan dos letras y el observador tiene que identificar el color del estímulo grande o, en cambio, el tamaño del estímulo rojo, según la condición. La idea es que si el color y el tamaño son procesados preatencionalmente al estilo de una *sala de espera*, no deberían manifestarse diferencias en la latencia de respuesta entre la condición de estímulo único y estímulo doble, ya que la duración de la fase preatencional en este modelo, es indiferente a las demandas de la selección del estímulo.

Sin embargo, los resultados muestran que se produce un coste en la respuesta cuando hay que responder en la condición de doble estímulo, lo que apoya la hipótesis de que la fase preatencional es simplemente una variedad de atención desplegada de manera distribuida por la escena visual, al estilo de un *servicio de urgencias*, y, por lo tanto, carente de una naturaleza genuinamente propia y diferenciada de los mecanismos de selección atencional. Por ello, Navon y Pearl concluyen que la denominación de procesamiento preatencional debería ser sustituida por una etiqueta más acorde con su verdadera naturaleza atencional como podría ser procesamiento *prefocalizado*.

La aportación de Navon y Pearl (1985), aunque escueta en comparación con teorías más estructuradas, es, sin embargo, muy interesante por dos razones principales. En primer lugar, por su esfuerzo en buscar explicaciones más parsimoniosas a los resultados encontrados, mediante modelos que reduzcan los factores involucrados a principios subyacentes comunes. Y, en segundo lugar, por la utilización de una estrategia experimental diferente a la tarea de búsqueda visual, que tras la influencia de la TIC y teorías derivadas, se convirtió en la tarea más frecuentemente utilizada para el estudio de este proceso, rehuyendo las valiosas ventajas de encontrar evidencias convergentes de un proceso concreto mediante tareas diferentes.

Otro ejemplo relevante en el manejo de tareas diferentes a la búsqueda visual para investigar las propiedades de la visión sin atención proviene de la línea de investigación de Braun y Sagi, que trabajaron con el paradigma de doble tarea. El siguiente apartado está dedicado a la exposición de sus investigaciones.

#### **2.4.2. El paradigma de doble tarea de Braun y Sagi**

Jochen Braun y Dov Sagi fueron discípulos de Bela Julesz y, por ello, eran buenos conocedores de los fenómenos de segregación de texturas. Como ya hemos explicado, la visión predominante en este campo era que la segregación paralela (rápida, sin aparente esfuerzo, sin escrutinio) entre texturas era resultado de la implicación de un mecanismo de procesamiento visual preatencional cualitativamente diferente a la atención focalizada (J. Beck, 1972; Julesz, 1981; Treisman y Gelade, 1980). Sin embargo, el hecho de que la localización de la atención visual en esos experimentos no esté controlada es una limitación para la extracción de conclusiones, puesto que no puede ser eliminada la posibilidad de que sea la atención distribuida sobre la escena la que resuelva la tarea, al estilo del *servicio de urgencias* de Navon y Pearl (1985). A los observadores simplemente se les presenta un patrón de diferentes texturas y tienen que identificar con la mayor celeridad posible los límites entre regiones, sin más restricciones sobre la manera de actuar. Son los resultados obtenidos, *a posteriori*, los que

declaran si la atención estuvo implicada o no en la resolución de la tarea. Pero no hay ninguna prevención *a priori* para evitar su participación en la situación experimental.

Para controlar el despliegue de la atención en la percepción de texturas, y así eliminar, si procede, hipótesis alternativas, Braun y Sagi (1990) diseñaron un conjunto de experimentos de doble tarea en los que los participantes tenían que resolver una tarea de segregación de texturas de manera concurrente con una segunda tarea visual que involucraba a la atención selectiva focalizada. La hipótesis sometida a contraste era clara: si la atención focalizada participa en la segregación paralela, entonces la ejecución en la susodicha tarea empeorará cuando se incremente la demanda de la tarea secundaria. Como tarea de segregación, los autores construyeron una matriz hexagonal de patrones de Gabor (Daugman, 1984; Gabor, 1946) en la que podía aparecer un elemento con diferente orientación del resto de la textura *de fondo*. Como tarea de atención focalizada, presentaron un patrón de Gabor o puntas de flechas en el centro de la matriz hexagonal para que el observador juzgara la orientación de ese estímulo central. Los autores ajustaban la dificultad de la tarea individualmente mediante la manipulación del contraste de un patrón de máscara retroactiva.

Los resultados mostraron que los sujetos eran capaces de percibir la segregación, sin perjuicio alguno, a pesar de que los recursos atencionales estaban involucrados en una tarea concurrente, lo que llevó a los autores a concluir que la atención focalizada no participa en la segregación de texturas y a sugerir la exclusiva mediación de los mecanismos preatencionales en ese fenómeno visual.

En un trabajo similar que hacía uso del mismo paradigma e idénticos estímulos, Braun y Sagi (1991) replicaron los mismos resultados, incluso cuando se le solicitaba al observador que determinara la posición (y no sólo la detección) del patrón de Gabor segregado del resto, o en el caso de que la tarea de atención focalizada estuviera localizada periféricamente.

De nuevo, en un trabajo posterior (Barchilon Ben-Av, Sagi y Braun, 1992) los autores vuelven a hacer uso de su paradigma dual, pero con el objetivo de comparar la segregación de texturas con el agrupamiento perceptivo gestáltico, implementando para ello los principios de proximidad y semejanza junto con la tarea consumidora de atención. Las teorías de la época asumían que agrupamiento perceptivo y segregación de texturas eran procesos estrechamente

relacionados que operaban concurrentemente (Treisman, 1982) o en cercana sucesión (J. Beck, 1982). Sin embargo, los resultados de este trabajo no replicaron los encontrados con segregación de texturas, puesto que en los cuatro experimentos diseñados se halló un alto grado de interferencia entre las dos tareas desempeñadas. Las conclusiones de Barchilon Ben-Av et al. (1992) remarcan que el agrupamiento perceptivo (al menos por proximidad y semejanza), a diferencia de la segregación de texturas (al menos, por orientación) requiere la participación de la atención visual, lo que sugiere que se trata de un proceso de mayor nivel que la segmentación de texturas.

Estos resultados, probablemente inesperados y sorprendentes incluso para los propios autores, fueron la primera evidencia experimental que sugería la necesaria intervención de la atención visual para la generación de agrupamiento perceptivo, después de tantas décadas de predominio de la perspectiva preatencional del agrupamiento perceptivo y que Treisman (1982) había resumido en dos rotundas frases: "todas las teorías están de acuerdo en que el agrupamiento perceptivo ocurre automáticamente y en paralelo, sin atención ni escrutinio" y "esta organización preatencional debería entonces afectar a todas las fases subsiguientes de procesamiento". Barchilon Ben-Av et al. obtuvieron los primeros datos claramente divergentes con esas afirmaciones, justo en el mismo año que otros autores (Mack et al., 1992; Rock et al., 1992) también pusieron en tela de juicio la presunción preatencional del agrupamiento y la validez de los métodos que se habían utilizado hasta ese momento, incluyendo también el paradigma de doble tarea de Braun y Sagi.

La mayor resonancia científica que inmediatamente lograron los trabajos de Mack, Rock y colaboradores enmascaró, en nuestra opinión, la posible influencia que el novedoso hallazgo de Barchilon Ben-Av et al. podría haber tenido en las investigaciones posteriores en este área de investigación. Pese a esto, una de las escasas pero importantes herencias de los estudios de Braun y Sagi fue el estudio de Joseph, Chun y Nakayama (1997), que también utilizaban una tarea dual con patrones de Gabor (presentados durante 150 ms, inmediatamente sustituidos por una máscara) en la que el estímulo objetivo difería en orientación, una prototípica característica *preatencional*. La tarea concurrente, consumidora de atención, consistía en una secuencia rápida de letras mayúsculas (presentadas durante 33 ms con un

intervalo entre letras de 50 ms) en la que los participantes tenían que informar de la identidad de una letra de color blanco. Los autores compararon la ejecución en la detección del estímulo objetivo entre una condición sin tarea dual y otra con tarea dual, encontrando un severo deterioro de la detección del estímulo objetivo, cercana al nivel esperado por azar. Los autores concluyeron que la atención desempeñaba un papel crítico incluso para la detección de las convencionalmente denominadas características preatencionales.

### **2.4.3. Atención al espacio, atención al objeto**

"Estos resultados sugieren que la atención visual se dirige a grupos derivados de la segmentación preatencional de la escena en virtud de los principios de la Gestalt más que a regiones no analizadas del campo visual." (Baylis y Driver, 1992, p. 160). *La traducción del inglés es nuestra.*

Este párrafo extraído de las conclusiones del trabajo de Baylis y Driver es una telegráfica pero ilustrativa muestra del enfoque de los teóricos de la atención orientada al objeto, otro ejemplo más de la honda influencia de la Escuela de la Gestalt sobre la psicología moderna. La literatura sobre este tema surge de una fértil coalición entre dos campos de investigación de larga tradición antaño separados: la organización perceptiva y la atención selectiva (Driver, Davis, Russell, Turatto y Freeman, 2001). La confrontación entre las teorías espaciales de la atención y las teorías basadas en el objeto ha ejercido de destacado promotor de la investigación en la psicología experimental de la atención en las últimas dos décadas. Ambos grupos de teorías aspiran a dar respuesta a la misma incógnita: ¿Sobre qué tipo de representación interna o medio actúa el mecanismo de selección atencional? Sus respuestas son, sin embargo, muy diferentes, como a continuación podremos comprobar.



### 2.4.3.1 *Atención al espacio*

Las teorías de atención al espacio fueron desarrolladas en primer lugar y dominaron la escena atencional durante los años setenta y principios de los ochenta. Esta perspectiva imagina la atención como el rayo de luz de un foco que se desplaza por un mapa espacial interno, extrayendo la información de todo aquello que esté situado dentro de su radio de acción para examinarla en profundidad. Mientras tanto, los estímulos situados fuera de ese área son ignorados o, en el mejor de los casos, procesados sólo superficialmente. Para procesar información en áreas separadas del campo visual se requiere el desplazamiento del foco atencional. La evidencia en apoyo de este modelo de foco luminoso proviene de estudios con tareas de competición de respuestas, de preseñalización y paradigmas de atención dividida. Los experimentos clásicos de Eriksen y sus colaboradores (Eriksen y Hoffman, 1972, 1973; Eriksen y Eriksen, 1974) mostraron, mediante la tarea de competición de respuestas, que los distractores de respuesta incompatible con el estímulo objetivo producían aumento en el tiempo de reacción necesario para responder a dicho estímulo, mientras que los distractores compatibles disminuían la latencia de respuesta. Estos efectos fueron evidentes cuando los distractores estaban ubicados en un radio de un grado de ángulo visual del estímulo, con lo cual este radio fue considerado el tamaño del foco atencional.

Con el transcurso de los años, los modelos de atención espacial evolucionaron desde visiones estáticas y rígidas del foco atencional hasta concepciones más dinámicas y adaptadas tanto a las condiciones estimulares como a los objetivos que se desean alcanzar en la tarea. El modelo de *zoom* o de lente de potencia variable (Eriksen y Yeh, 1985; Eriksen y St. James, 1986) propuso que el tamaño del foco atencional variaba dependiendo de las características de la tarea, siendo su potencia uniforme en toda el área focalizada e inversamente proporcional a la extensión de dicha área.

Como una alternativa a los modelos de zoom surgieron los llamados modelos de gradiente (LaBerge y Brown, 1989; Henderson, 1991) cuya tesis principal afirma que la concentración de recursos atencionales no es homogénea, sino que presenta un máximo en el punto central de la focalización atencional y va decayendo progresivamente hacia la periferia.

Por otro lado, la TIC de Treisman es otro típico ejemplo de teoría espacial de la atención, puesto que describe la atención selectiva como un foco que se desplaza por la escena visual propiciando la combinación de las características propias de un mismo objeto allí fija su rayo luminoso, como si de un pegamento instantáneo se tratara (véase Briand y Klein, 1987, para una comparación entre el "foco" de Posner y el "pegamento" de Treisman).

### **2.4.3.2. Atención al objeto**

En contraste con el enfoque espacial de la atención, otras teorías han sugerido que la atención se dirige *directamente* hacia grupos perceptivos o *proto-objetos* (como en ocasiones se denominan para destacar su condición de precursores de objetos todavía no plenamente constituidos), que surgen de la segmentación previa, preatencional, de la escena visual en virtud de los principios de organización gestálticos, incluso si esos *proto-objetos* están solapados en el espacio o son discontinuos. Como ya hemos comentado, la propuesta de Neisser (1967) es el primer bosquejo de este tipo de teorías, aunque no fue hasta el trabajo de Duncan (1984) cuando se hizo explícita la distinción entre las teorías basadas en el espacio y las basadas en el objeto, aportando, además, algunos de los primeros resultados experimentales a favor de estas últimas. Este autor utilizó una versión del experimento de Rock y Gutman (1981), que ya había sugerido que los observadores podían atender selectivamente a uno de dos objetos que ocupaban la misma ubicación espacial. Duncan (1984) presentó dos objetos superpuestos en la misma ubicación espacial y la tarea de los participantes consistía en juzgar uno o dos atributos físicos (tamaño, orientación, textura...). El hallazgo principal fue que los sujetos podían juzgar dos propiedades del mismo objeto con tanta facilidad como juzgaban sólo una. En cambio, si tenían que valorar dos propiedades de distintos objetos se producía un decremento en la ejecución. En suma, cuando los atributos físicos formaban parte de un mismo objeto, la precisión y velocidad de la respuesta eran mayores que cuando pertenecían a objetos diferentes.

Un elevado número de estudios posteriores ha incrementado la evidencia a favor de la perspectiva de la atención basada en el objeto, defendiendo que el agrupamiento perceptivo

puede operar preatencionalmente, de modo que la escena visual es segmentada en fases tempranas de la visión, antes de la intervención de la atención, la cual posteriormente se dirigirá a los grupos perceptivos o *proto-objetos* segregados que estarán disponibles para procesos posteriores, como los de reconocimiento de objetos (Driver et al., 2001). Baylis y Driver (1993), por ejemplo, demostraron que juzgar la localización relativa de dos partes de un estímulo complejo es más difícil cuando pertenecen a dos objetos diferentes en comparación a cuando forman parte del mismo objeto. Kahneman, Treisman y Burkell (1983) argumentaron que la focalización en un objeto particular provoca el procesamiento de todos los atributos de ese objeto. Por otro lado, también hay resultados que muestran la dificultad de ignorar información irrelevante que forma parte de un objeto atendido (Kahneman y Henik, 1981). De forma parecida, cuando una parte de un objeto es preseñalizada o sometida a *priming*, todo el objeto recibe beneficios en su procesamiento (Egley, Driver y Rafal, 1994). Otra aportación relevante es la de Tipper, Driver y Weaver (1991) que extendieron el fenómeno de inhibición de retorno espacial observado por Posner y Cohen (1984) a objetos que también podían ser inhibidos, de manera que la inhibición *vía* junto con el objeto aunque este se mueva por la escena.

Otra fuente significativa de evidencia favorable a las predicciones de las teorías de atención al objeto son los estudios neuropsicológicos de trastornos atencionales provocados por una lesión cerebral. La negligencia unilateral es el nombre utilizado para definir un conjunto de desórdenes cognitivos en los que los pacientes, en su mayoría con lesiones parietales unilaterales, fallan en la percepción o en la respuesta a ciertos estímulos que son presentados en el campo visual contralateral al hemisferio cerebral afectado. Se han descrito casos de pacientes que demostraban un tipo de negligencia basada en el objeto, de modo que ignoraban ciertas partes de un objeto, frecuentemente del lado contralateral a la lesión, con independencia del campo visual en el que fueran presentados (Driver, Baylis, Goodrich y Rafal, 1994; Driver, Baylis y Rafal, 1992). Otro ejemplo relevante es el síndrome de Balint, padecido por personas con lesiones bilaterales en regiones parieto-occipitales. Se caracteriza por un variado número de desórdenes, tales como desorientación espacial, movimientos oculares anormales, ataxia óptica y deficiente visión de la profundidad. Además de estas deficiencias,

otro curioso desorden del síndrome es la simultagnosia, a saber, la incapacidad para percibir más de un objeto a la vez a pesar de que mantienen preservadas la mayoría de los procesos necesarios para la percepción de objetos. Driver, Mattingley, Rorden y Davis (1997) estudiaron el caso de un paciente afectado por este síndrome que sólo podía detectar conjuntamente dos círculos que aparecían simultáneamente si se presentaban conectados por una barra (un ejemplo de aplicación del principio de conexión, un tipo de agrupamiento extrínseco), de manera parecida a lo que Luria (1959) había descubierto en un paciente con una lesión similar. La dificultad visual de esos pacientes con múltiples objetos puede ser modulada también por la familiaridad de la configuración presentada, como mostraron Baylis, Driver, Baylis y Rafal (1994) con un paciente que era capaz de reconocer palabras familiares para él a pesar de que era incapaz de reconocer las letras componentes cuando eran tratadas como estímulos individuales.

### **2.4.3.3 Integración de teorías espaciales y basadas en el objeto**

La inicial confrontación entre los defensores de ambos grupos de teorías atencionales se ha apaciguado en los últimos años en favor de un consenso que avala la actuación complementaria y coordinada de ambos mecanismos de selección. Pese a esta tendencia integradora actual, todavía es posible encontrar formulaciones que intentan demostrar que un factor predomina sobre el otro, ya sea del lado espacial (Lavie y Driver, 1996) o del lado del objeto (Kramer y Jacobson, 1991; Logan, 1996). La reciente propuesta de Mozer y Vecera (2005), en cambio, aspira a una genuina unificación entre ambas perspectivas mediante la asunción de una representación *relacionada* del espacio, en la que la atención se dirige a localizaciones espaciales que están relacionadas entre sí por agrupamiento perceptivo.

Más investigación y, sobre todo, más reflexión, será necesaria para lograr una integración conjugada de ambas perspectivas, que permita explicar por qué en algunas tareas un factor parece tener más peso que el otro, así como determinar qué papel tienen los intereses del observador en la selección de objetos y/o localizaciones.

#### 2.4.4. ¿Y si no existiera nada llamado preatención?

En el recorrido teórico que hemos trazado en los apartados anteriores, hemos asistido a una acumulación progresiva de resultados experimentales contradictorios con las tradicionales teorías preatencionales de la visión. El remate final de la evidencia recopilada ha sido el análisis masivo de más de un millón de ensayos de búsqueda visual realizado por Wolfe (1998b), que recordemos no detectó rastro alguno de la existencia de una dicotomía entre procesos visuales previos y posteriores al despliegue de la atención.

Otra destacada crítica a los modelos preatencionales de la visión está presente en el trabajo de Nakayama y Joseph (1998). Tras realizar una profunda revisión de la investigación realizada en el campo de la búsqueda visual durante las dos décadas previas, estos autores resumen sus planteamientos en tres puntos:

1. El número de características primitivas recopilado es demasiado elevado para tener plausibilidad biológica.
2. La búsqueda visual no tiene acceso a esos hipotéticos primitivos visuales, sino a representaciones de mayor nivel.
3. La atención es necesaria para todas las tareas de búsqueda visual, sólo hay diferencias de la amplitud del foco desplegado, que puede ser amplio al principio, y más restringido cuando se selecciona un objeto concreto.

El corolario que derivan de estas tres premisas es la propuesta de eliminar el concepto de preatención y sus derivados de nuestro vocabulario científico para, en su lugar, hacer uso de un lenguaje más neutro que no perpetue la asunción de los prejuicios que el vocablo lleva asociados. La perspectiva de Nakayama y Joseph (1998) con respecto a la dicotomía preatención/atención es una réplica de la hipótesis del procesamiento prefocalizado de Navon y Pearl (1985), que, como ya hemos descrito, estos autores ilustran con la metáfora del *servicio de urgencias*. La idea es que la dicotomía entre preatención y atención no tiene realidad

psicológica, sino que responde a una división entre dos modalidades diferentes de la atención: distribuida o difusa (es decir, prefocalizada), en un primer momento, y focalizada, a posteriori. Ambas fases son plenamente atencionales, por lo que el concepto de procesamiento preatencional no tiene cabida en este esquema. Palmer (1999) también se acoge a esta eliminación de la terminología preatencional del vocabulario psicológico y a su sustitución por una división entre atención difusa o distribuida y focalizada, apoyándose para ello en los argumentos de Mack y Rock (1998) acerca de la paradoja que supone estudiar el procesamiento atencional con tareas inherentemente atencionales como la búsqueda visual y otras muchas, que no están cualificadas para investigar acerca de las características que debe tener un procesamiento visual ajeno a la atención. En el próximo capítulo examinaremos en profundidad las importantes aportaciones de Mack y Rock con respecto a este tema de estudio y la resonancia que sus argumentos han tenido en los laboratorios de investigación dedicados al estudio de la percepción sin atención.

En este ambiente de creciente oposición a la perspectiva tradicional, Di Lollo et al. (2001) han desempeñado el papel del niño que, en el desfile imperial que imaginaba Andersen, gritaba lo que muchos pensaban pero nadie se atrevía a decir: "El emperador preatencional no lleva vestido" (Di Lollo et al., 2001, p. 479). Este es el original título del trabajo en el que estos autores critican la visión tradicional del procesamiento preatencional como un mecanismo visual rígido, modular, y obligatorio. En concreto, su ataque se dirige hacia las versiones clásicas de la preatención de Neisser, Treisman (la de 1980) y Julesz, ignorando, al mismo tiempo, la evolución y las innovaciones que han caracterizado el curso vital posterior del emperador preatencional, en muchos casos promovidas por los propios autores reseñados.

Frente a la perspectiva tradicional sobre el procesamiento preatencional, proponen una opción más dinámica y versátil del estadio inicial de nuestra visión según el cual "el procesamiento inicial es realizado por un conjunto de filtros estímulares cuyas características son programables bajo el control del córtex prefrontal" (Di Lollo et al., 2001, p. 480). A diferencia del clásico módulo incorporado e innato, este modelo descansa en mecanismos capaces de reconfigurarse dinámicamente para procesar la escena visual con la máxima

eficiencia y ser capaz de seleccionar con la mayor eficacia posible los estímulos relevantes para la tarea en curso.

Sin embargo, la argumentación que los autores desarrollan acerca del papel del córtex prefrontal es meramente especulativa, inspirada en trabajos previos de Monsell (1996), Hopfinger, Buonocore y Mangun (2000) y Corbetta, Kincade, Ollinger, McAvoy y Shulman (2000), que observaron modulación de regiones superiores sobre el procesamiento del córtex visual primario. Los datos que Di Lollo y et al. ofrecen en su trabajo son la ejecución en un paradigma de búsqueda visual con doble tarea introducido por Sagi y Julesz (1985a, 1985b), similar al que hemos descrito a propósito de los trabajos de Braun y Sagi. El principal apoyo empírico a la nueva formulación que obtienen es que la eficiencia en la búsqueda (en este caso, la tarea secundaria) no dependía de la naturaleza de la tarea sino del ajuste de la misma con la actual configuración del sistema, que estaba adaptado a los objetivos de la tarea primaria (discriminación de la orientación de dos líneas). Si la tarea secundaria de búsqueda requería el mismo tipo de discriminaciones que la tarea primaria, ambas se realizaban con éxito, sin perjuicio por la *ausencia* de atención. En cambio, si requería un cambio de tarea, la ejecución se deterioraba, aunque si se proveía de tiempo suficiente para reconfigurar el sistema en el intervalo entre ambas tareas, el desempeño de los participantes volvía a ser exitoso.

En definitiva, el objetivo de Di Lollo et al. (2001) es reinterpretar la lógica del paradigma de doble tarea, manipulándolo como si fuera un paradigma de cambio de tarea (véase Monsell, 2003, para una revisión) para asumir teorías y modelos similares a los que se han generado en el campo de estudio de dicho paradigma. De hecho, Di Lollo et al. interpretan el fenómeno de ceguera inatencional de Mack y Rock (1998) como un ejemplo extremo de perjuicio por cambio de tarea, en la que el observador fracasa rotundamente en la tarea *secundaria* al presentarse de manera inesperada. Tras conocer con mayor detalle los argumentos teóricos y empíricos de estos autores, en nuestra opinión, parece que el esfuerzo crítico de estos autores no es ni tan profundo ni tan convincente como sus afirmaciones iniciales anunciaban. De la ambiciosa intención de partida de desnudar al emperador preatencional, el resultado final es más

modesto, puesto que se restringe, como mucho, a ponerle un vestido diferente cada día de la semana.

#### **2.4.5. Procesamiento preatencional dentro de una región atendida**

Por último, es necesario citar otra alternativa a la perspectiva clásica sobre preatención que ofrece una interesante integración entre aspectos tanto del enfoque prefocalizado como del preatencional. Según esta propuesta, el procesamiento preatencional tiene una entidad propia y diferenciada con respecto a la atención pero, en cambio, sólo puede operar sobre regiones visuales que estén siendo atendidas, ya sea de manera difusa o más focalizada. Esta noción de un procesamiento preatencional que sucede dentro de una ventana atencional ha sido sugerida en los trabajos de Theeuwes, Kramer y Atchley (1999), Treisman (1993), Treisman y Gormican (1988) y Treisman y Sato (1990) y más recientemente en Belopolsky, Zwaan, Theeuwes y Kramer (2007). De hecho, en páginas anteriores ya hemos hecho alusión a esta perspectiva, a propósito de los cambios que Treisman (1993) introdujo en la descripción de la fase preatencional con respecto a la TIC original de 1980. Como vimos, esta nueva caracterización hacía imprescindible la intervención de alguna forma de atención para que el procesamiento preatencional pudiera ejercer efecto sobre la conducta o la experiencia visual.

La idea principal de esta perspectiva es que, aunque el despliegue de la atención sobre una región de la escena está bajo control del sujeto, en cambio, dentro del área atendida el procesamiento visual ocurre de una manera estrictamente exógena, dirigida por los datos o *bottom-up*. Los escasos resultados que apoyan este enfoque han sido obtenidos con tareas de búsqueda visual en las que un estímulo irrelevante definido por una característica simple (e.g., un estímulo de color rojo entre un conjunto de estímulos de color verde) sólo capta automática e involuntariamente la atención cuando el foco atencional desplegado *voluntariamente* por el observador comprende a dicho estímulo (Belopolsky et al., 2007; Theeuwes, 1992; Theeuwes, 1994; Theeuwes et al., 1999)

El problema con esta propuesta es que no ha sido suficientemente elaborada, ni ha generado demasiada actividad empírica. Además, el problema que, a nuestro juicio, conlleva



esta hipótesis es que comparte muchas de sus predicciones tanto con el enfoque preatencional como con el prefocalizado, por lo que resulta muy difícil encontrar un índice observable que permita separar los efectos debidos a esta propuesta de los otros dos enfoques.

## 2.5. CONCLUSIONES

Después de completar este recorrido por las teorías, modelos e hipótesis contemporáneas dedicadas a caracterizar la relación entre los mecanismos de atención selectiva y los procesos visuales previos a dicha selección, podemos resumir la literatura acumulada sobre este tema en tres diferentes perspectivas:

1. La preatención existe como un módulo computacionalmente y (probablemente) cerebralmente independiente de los mecanismos atencionales. Este enfoque se corresponde con la metáfora de la *sala de espera* de Navon y Pearl (1985) y ha sido defendido por las teorías tradicionales de la atención (Broadbent, 1958; Julesz, 1981; Neisser, 1967; Treisman y Gelade, 1980) y por la TBG (Wolfe, 1994).
2. La preatención, en sentido estricto, no existe, sino que es una etiqueta que se ha utilizado para describir un tipo de atención que inicialmente está difusamente distribuida por la escena visual y que después es sustituida por un tipo de atención más focalizada. En este caso, la metáfora correspondiente es la *sala de urgencias*. Esta concepción está presente en los trabajos de Nakayama y Joseph (1998), Cave y Batty (2006), Palmer (1999) o Mack y Rock (1998).
3. El procesamiento preatencional tiene una entidad propia y diferenciada de la atención pero sólo puede operar sobre regiones o estímulos que estén siendo atendidos, ya sea de manera difusa o focalizada. Aunque el despliegue y tamaño del foco atencional esta bajo control voluntario del observador, el procesamiento que sucede dentro de una región atendida es automático e involuntario. Este enfoque está recogido en los

trabajos de Treisman (1993), Treisman y Gormican (1988), Treisman y Sato (1990), Theeuwes et al. (1999) y recientemente en Belopolsky et al. (2007).

Retomaremos estas tres concepciones sobre la polémica preatención/atención en el capítulo 6, cuando teniendo sobre la mesa los resultados recopilados en el presente trabajo, podamos discutir la validez de las diferentes formas de caracterizar los procesos preatencionales.

## **Capítulo 3**

---

### **Procesamiento Visual Inatencional**



## Capítulo 3

### PROCESAMIENTO VISUAL INATENCIONAL

En capítulos anteriores, hemos denominado hipótesis *temprana* del agrupamiento al enfoque que asume que los procesos de agrupamiento y segregación perceptivas (o, al menos, algunos de ellos) son computados preatencionalmente, de modo que la escena visual es segmentada en fases tempranas de la visión, antes de la intervención de la atención, la cual posteriormente se dirigirá a los grupos perceptivos segregados para que así estén disponibles para procesos posteriores, como los de percepción de objetos (Driver et al., 2001). Esta asunción ha formado parte, con matices y variaciones, de la gran mayoría de teorías atencionales contemporáneas en el ámbito de la visión. El razonamiento sobre el que gravita parece coherente, incluso intuitivo: si, en apariencia, la atención se dirige directamente, sin rodeos, hacia ciertas propiedades o grupos de propiedades de la escena visual es necesario inferir la existencia de un mecanismo previo que detecte esa información, pues de otra manera, no habría materia prima sobre la que la atención pudiera operar. Sin embargo, la experiencia nos enseña que multitud de juicios aparentemente acertados han sido incuestionables hasta que algún investigador se ha atrevido a desafiarlos.

### 3.1. EL DESAFÍO DE MACK Y ROCK

En 1992, Mack, Rock y colaboradores publicaron dos artículos correlativos en un mismo número de la revista "Cognitive Psychology" (nº 24, 1992) presentando un nuevo paradigma experimental para estudiar la percepción visual en ausencia de atención. El primero de los trabajos (Mack et al., 1992) está dedicado a la percepción sin atención de estímulos generados por agrupamiento perceptivo, mientras que el segundo (Rock et al., 1992) extiende la misma tarea a otro tipo de estímulos más allá del agrupamiento, como figuras geométricas o colores. La conclusión de los autores desglosada del primer trabajo es rotunda: sin atención no hay agrupamiento. Por esa razón, llevan a cabo el segundo de los estudios, con la intención de indagar qué estímulos (si es que existe alguno) pueden ser procesados sin que la atención intervenga.

El punto de partida de estos autores es la duda sobre la rigurosidad metodológica de las técnicas que se habían utilizado hasta entonces para recabar la evidencia empírica que apoyaba la distinción entre procesos preatencionales y atencionales. Según su discurso, la mayoría de las tareas diseñadas para indagar sobre este problema habían sido versiones de una tarea de búsqueda visual o de segregación de texturas como las que hemos presentado en el capítulo anterior. Estos procedimientos no sólo fracasan en su intención de eliminar la intromisión de la atención sino que de hecho dependen directamente de su participación, puesto que el observador tiene la intención de buscar un estímulo, o un límite entre estímulos, antes del inicio de la presentación estimular, por lo que cabe esperar que distribuya sus recursos atencionales por toda la escena visual para maximizar su ejecución. Incluso en el paradigma de doble tarea de Braun y Sagi (1990), continúan los autores, no se controla el papel de la intención de buscar el patrón de Gabor objetivo, puesto que de antemano los observadores tienen interés en ejecutar de la forma más exitosa las dos tareas, convirtiendo el experimento en un paradigma de atención dividida. No es suficiente con ocupar la atención del observador en una tarea exigente, también es necesario eliminar la intención de prestar atención al patrón agrupado. En conclusión, ninguna de las evidencias empíricas previas a sus trabajos son hábiles para emitir un juicio fundado sobre el procesamiento sin atención del

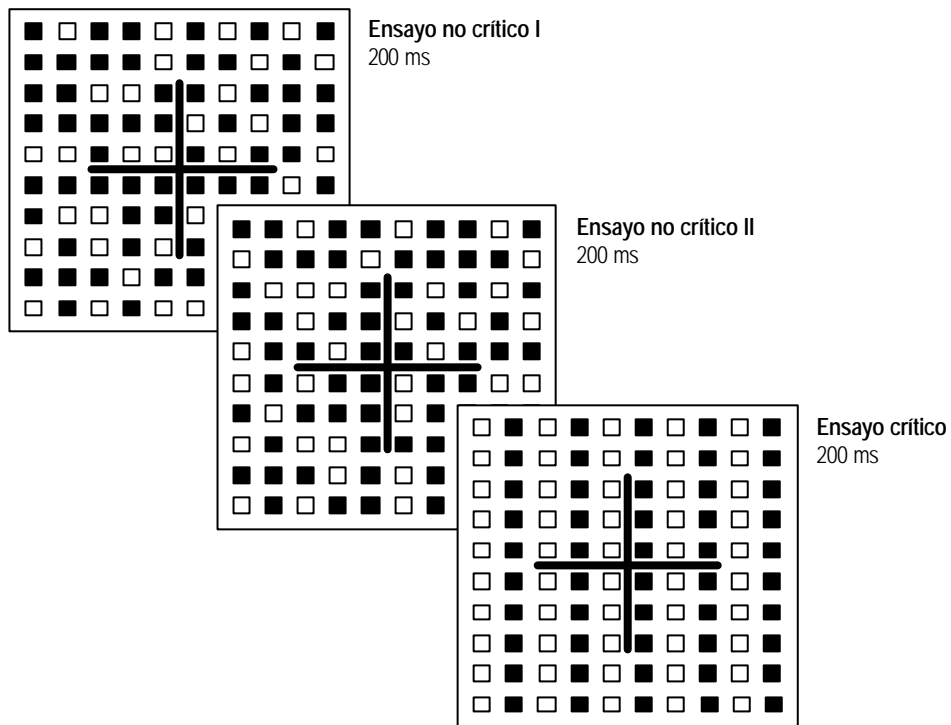
agrupamiento, ya que ninguna puede asegurar la exclusión rigurosa de la participación de la atención.

El germen de las dudas de estos autores era ya añejo, al menos, para uno de estos autores: Rock y Brosgole (1964), como relatábamos en el capítulo 1 (véase Figura 4), habían mostrado que el agrupamiento por proximidad estaba basado en las características percibidas del estímulo y no en las retinianas y que, por tanto, el agrupamiento perceptivo se generaba después de que la constancia de forma hubiera sido computada. Parecía que era lo suficientemente tarde como para que la atención ya hubiera intervenido.

De la crítica metodológica, los autores salvan un único estudio del año 1958, virtualmente olvidado, realizado por Köhler y Adams. Este estudio indagaba acerca de la percepción de un patrón de círculos agrupados por proximidad mientras la atención estaba dedicada a emitir juicios estéticos sobre unas figuras superpuestas, sin que los sujetos estuvieran informados de que se les fuera a preguntar por el patrón agrupado. Después de seis ensayos presentando esta escena, al sujeto se le preguntaba, de manera sorpresiva, por el patrón agrupado, y los resultados mostraban una pobre ejecución en la condición de agrupamiento más tarea estética en comparación con una condición de control en la que sólo se presentaba el patrón agrupado sin tarea distractora.

Inspirados por ese antiguo trabajo, Mack, Rock y colaboradores diseñaron un nuevo procedimiento (véase Figura 10) con el objetivo de conseguir una forma efectiva de eliminar plenamente el concurso de la atención. Esto supone, según su propia argumentación, excluir cualquier intención del sujeto para percibir el patrón agrupado. Ese nuevo procedimiento se denomina paradigma de inatención y en su versión original (Mack et al., 1992) consistía en la breve exposición (200 ms), en el centro de la pantalla, de una cruz cuyos brazos eran ligeramente diferentes en longitud, mientras que de fondo se presentaba un patrón de elementos discretos, que podían ser líneas o pequeños cuadrados. Cada ensayo finalizaba con la presentación de una máscara durante 1500 ms. La tarea del observador consistía en discriminar mediante elección forzada cuál era el brazo más largo de la cruz. Cada experimento se componía solamente de tres ensayos: en los dos primeros el patrón de fondo permanecía no agrupado, mientras que en el tercer y último ensayo, denominado ensayo crítico o

inatencional, el fondo estaba organizado en patrones agrupados por proximidad o por semejanza (en el caso del fondo de pequeños cuadrados) o de segregación de texturas (en el caso del fondo de líneas). Los participantes no recibían indicación alguna sobre el patrón de fondo, por lo que no generaban interés por dedicar atención a dicho patrón. Al finalizar el ensayo inatencional, se formulaba una pregunta retrospectiva por sorpresa acerca de la forma del patrón de fondo.



**Figura 10.** Secuencia de eventos del paradigma de inatención aplicado al agrupamiento perceptivo. (Adaptado de Mack y Rock, 1998).

Una característica crucial de este método es que se compone escuetamente de tres ensayos, de los que sólo el último es relevante para el análisis, como única vía para evitar que los participantes generen la intención de atender al patrón de fondo después de haber sido preguntados por su forma.

La hipótesis sometida a contraste era que si el agrupamiento se producía sin atención entonces, los participantes serían capaces de informar acerca de lo que se había presentado a pesar de no haber atendido el fondo. Los resultados generales de los experimentos de



segregación de texturas y de agrupamiento mostraron que la mayoría de observadores no se habían percatado de los cambios en el fondo y no eran ni tan siquiera capaces de obtener (conjuntamente) porcentajes de acierto superiores al nivel esperado por azar en respuestas forzadas sobre la forma de patrón de fondo. Apoyándose en estos datos, Mack et al. (1992) formularon una conclusión tajante: "no hay percepción de segregación de texturas ni de agrupamiento gestáltico bajo condiciones de inatención" (Mack et al., 1992).

Este sorprendente resultado, contradictorio con la inmensa mayoría de aportaciones empíricas anteriores, movilizó a Mack y Rock a buscar qué propiedades visuales podían ser percibidas bajo sus estrictas condiciones de ausencia de atención. En el artículo correlativo de 1992, Rock et al. examinaron características como color, movimiento, forma o parpadeo (*flicker*), que típicamente habían sido consideradas como candidatas a características primitivas. En este caso, el estímulo crítico era un único y pequeño objeto que reflejaba la propiedad estudiada en cada caso (e.g., cuadrado azul, un rombo negro, una barra que se mueve, un punto parpadeante...). Los resultados, a diferencia del trabajo anterior, mostraban que la mayoría de los sujetos (75%) ahora sí eran capaces de percibir esas propiedades, con la única salvedad de la forma de los estímulos, que no superaba el nivel de respuesta al azar y parecía requerir la intervención de la atención. Pese a este mayor éxito perceptivo, lo sorprendente seguía siendo que un 25% de los observadores no fueran conscientes de que un estímulo se había presentado junto con la cruz central, a pesar de tratarse de estímulos tan supuestamente conspicuos como una barra en movimiento, un punto parpadeante o un cuadrado rojo sobre fondo blanco. En contraste, ningún observador fallaba en percibir esos mismos estímulos críticos en una condición de control en la que no había que discriminar la longitud de los brazos de la cruz.

Los autores bautizaron a este inesperado fenómeno con el nombre de ceguera inatencional (*inattentional blindness*), que, además, da título al libro que Mack y Rock (1998) publicaron tiempo después recopilando sus investigaciones con el paradigma de inatención. El descubrimiento de esta ceguera inducida por la ausencia de atención provocó que Rock et al. (1992) se cuestionaran profundamente si la percepción sin atención era posible y que incluso les llevara a adoptar la hipótesis de trabajo que afirmaba que "no hay percepción sin atención"

(Mack y Rock, 1998, p.14). Esta afirmación les forzaba a conjeturar que las propiedades visuales como color, movimiento o parpadeo habían sido percibidas por la mayoría de participantes (75%) porque lograban captar automáticamente la atención.

La investigación posterior de estos autores se centró en explorar el fenómeno de la ceguera inatencional y las propiedades que lograban captar la atención. Y, para mayor sorpresa todavía, descubrieron que esta ceguera era mucho más frecuente (entre un 60% y 80% de sujetos *ciegos*) cuando el estímulo crítico se presentaba en la fovea mientras que la cruz distractora se reflejaba en la periferia de la retina. La hipótesis de trabajo (*sin atención no hay percepción*), según los autores argumentan, obtenía así un robusto apoyo empírico. La explicación de este inesperado aumento de la ceguera inatencional al situar el estímulo en el punto de fijación alude a la necesidad de inhibir controlada y activamente la atención dedicada a esa región de la retina, que en la vida cotidiana es la que más recursos atencionales consume, mientras que en zonas periféricas no hay necesidad de ese esfuerzo inhibitorio. Recientemente, Chen (2008) y Chen y Treisman (2008) han obtenido resultados similares que sugieren una mayor supresión atencional para estímulos irrelevantes presentados en la fovea, en comparación con otras regiones retinianas. Esta amplificadora inhibición sería necesaria para revertir la mayor facilitación que en condiciones normales reciben los estímulos relevantes que son procesados fovealmente.

En estudios posteriores, Mack y Rock lograron elevar la probabilidad de ceguera inatencional a valores cercanos al 100%, manipulando la inhibición atencional de los estímulos críticos, incluso con las propiedades visuales que en los experimentos originales habían sido percibidas por la mayoría de participantes (véase Mack y Rock, 1998, para una revisión). De hecho, los dos únicos estímulos que en esa serie experimental lograron escapar de manera sistemática de la ceguera inatencional fueron el nombre propio del observador y una cara sonriente esquemática, es decir, estímulos con un elevado grado de familiaridad que logran captar la atención y, por ende, generar percepción, en virtud de su significado y no por su *saliencia* visual (véase Mack, Pappas, Silverman y Gay, 2002, para una reciente revisión sobre captura atencional por significado). Sin embargo, estas excepciones no contradecían ni un ápice la tesis principal de los autores: estos estímulos lograban captar la atención incluso en

las exigentes condiciones de inatención y, por eso, propiciaban la percepción. La atención continuaba siendo condición indispensable para percibir. Sin atención, no hay percepción.

### **3.1.1. Otras cegueras inatencionales más dinámicas: ceguera inatencional sostenida y ceguera al cambio**

Los experimentos inatencionales que hemos revisado en el apartado anterior presentan estímulos sencillos bajo condiciones temporales estrictamente controladas. Estudios posteriores han adaptado el paradigma para poder presentar, durante periodos de tiempo elevados, estímulos más complejos y dinámicos, incluso escenas de video con acciones de la vida cotidiana, inspirándose para ello en trabajos previos de los años 70 sobre el fenómeno del *selective looking* (Neisser, 1979; Neisser y Becklen, 1975).

El estudio de Simons y Chabris (1999) es un divertido ejemplo de este tipo de ceguera inatencional sostenida, que genera un sorprendente efecto, como si de un truco de prestidigitador se tratara. Estos autores presentaron a un grupo de observadores una grabación video de poco más de un minuto de duración en la que aparecían tres jóvenes con camiseta blanca y otros tres con camiseta negra formando dos equipos diferentes con una balón de baloncesto para cada equipo. Tanto los miembros del equipo *blanco* como del *negro* se pasan entre sí el balón, mientras que se van moviendo y entrecruzándose unos con otros. La tarea del observador consistía en contar el número de pases de un equipo determinado, ya fuera el blanco o el negro, ignorando los pases del equipo contrario. Lo que no sabían los observadores es que a los pocos segundos de comenzar el video un actor disfrazado de gorila se pasea por el escenario, se detiene un momento, se golpea el pecho con sus puños para finalmente abandonar la escena con paso relajado. En total el inesperado gorila permanece en pantalla unos 10 segundos. El sorprendente fenómeno es que al finalizar el video, el llamativo gorila había pasado totalmente desapercibido para un elevado porcentaje de sujetos, en especial para el grupo que tenía que contar los pases del equipo blanco, con un 58% de observadores

que habían sido ciegos al gorila, ya que activamente inhibían todo *lo oscuro* del video para evitar que los pases del equipo negro pudiera distraerles de su tarea primaria.

Otra línea de investigación sobre las consecuencias de la ausencia de atención, es el estudio del fenómeno de la ceguera al cambio, que constata la pobre ejecución en la detección de cambios en partes de una escena visual que no ha sido atendida (Rensink, O'Regan y Clark, 1997). Un típico experimento de ceguera al cambio se compone de dos escenas complejas, usualmente fotografías de entornos reales, que son idénticas excepto por un pequeño cambio en algún objeto o rasgo. Si las fotografías se exponen secuencialmente sin intervalo entre ellas y sin distracción, la detección del cambio es sencilla. En cambio, si se introduce un breve intervalo sin estimulación entre ambas fotografías, la tarea se convierte en extremadamente difícil y el cambio es muy difícil de detectar, requiriendo un escrutinio esforzado (véase Simons y Levin, 1997 o *Visual Cognition*, 7, 2000, para una revisión). La conclusión principal derivada de los estudios sobre este fenómeno muestran que nuestra sólida impresión de que las representaciones conscientes que generamos son ricas, detalladas y exhaustivas no es más que una vaporosa ilusión.

Un interesante trabajo de Jiang, Chun y Olson (2004) ha aportado evidencia de que la organización perceptiva de los elementos discretos afecta significativamente a la detección de cambios individuales, incluso cuando es irrelevante para la tarea o pese a que los sujetos sean instruidos para ignoren el agrupamiento. Por ejemplo, cuando los observadores meramente tenían que atender al cambio de posición de los elementos, fueron incapaces de ignorar cambios en la orientación de los mismos. Este hallazgo es especialmente relevante para el conocimiento de cómo el agrupamiento determina el despliegue atencional ya que parece que el cambio en orientación alteró la organización perceptiva global y, de esta forma, capturó la atención selectiva, lo que refuerza la notoriedad de la configuración que el agrupamiento gestáltico confiere a la escena visual.

### 3.2. LA REVISIÓN DEL DESAFÍO: MOORE Y EGETH (1997)

"Aunque los participantes fueran incapaces de informar acerca de qué patrones de agrupamiento habían aparecido en los ensayos de inatención en los experimentos de Mack et al. (1992), no es necesariamente cierto que los estímulos no fueran agrupados. De hecho, los participantes podrían haber sido incapaces de recordar que patrones habían aparecido. [...] Para solucionar la cuestión de si el agrupamiento gestáltico ocurre bajo condiciones de inatención, sería útil obtener una medida del agrupamiento durante el tiempo que el estímulo está presente. Este fue el propósito de la presente investigación. (Moore y Egeth, 1997, p. 341).". *La traducción del inglés es nuestra.*

Moore y Egeth (1997) comienzan su revisión del trabajo de Mack et al. (1992) señalando que es posible que los casos de ceguera inatencional de la que hablan esos autores sean en realidad producto de fenómenos de amnesia inatencional. El escaso conocimiento sobre los estímulos de fondo mostrado por los observadores en la pregunta retrospectiva puede reflejar pobre memoria explícita más que ausencia de procesamiento visual en el momento de la presentación del patrón estimular. En la literatura hay un gran número de ejemplos de la fragilidad de la información que no es inmediatamente codificada (véase Coltheart, 1999, para una revisión). Wolfe (1999) desglosa sistemáticamente la hipótesis de la amnesia inatencional en cuatro premisas y una conclusión:

1. En condiciones normales, percibimos conscientemente *materia* visual en todo el campo visual.
2. La información visual que es atendida puede entrar en contacto con otros procesos cognitivos, lo que permite, por ejemplo, el reconocimiento de objetos y la retención en la memoria.
3. La representación visual consciente en cada momento esta compuesta por la materia visual de la premisa 1 y los efectos de la atención de la premisa 2.
4. La representación visual no tiene memoria, sólo existe en el momento presente.
5. *Conclusión:* si la visión no tiene memoria y si la atención es la puerta hacia otras representaciones mentales, entonces los estímulos no atendidos podrían haber sido vistos pero instantáneamente olvidados.

Este conflicto entre una hipótesis perceptiva y otra memorística es intrínseco al método de preguntas retrospectivas por sorpresa, como ya señalaron investigaciones clásicas en el ámbito de la atención (Broadbent, 1958; Cherry, 1953). La solución tradicional (Lewis, 1970; Moray, 1959; Stroop, 1935) a esta dificultad metodológica ha sido registrar medidas indirectas del procesamiento en condiciones de inatención, que no requieren que el sujeto responda explícitamente a la información no atendida y tampoco genera la expectativa de atender al estímulo crítico.

Moore y Egeth (1997) aplicaron esta conocida solución de una ingeniosa manera para indagar acerca del agrupamiento perceptivo en condiciones de inatención similares a las manejadas por Mack et al. (1992). Los autores se aprovecharon del conocimiento de dos ilusiones de tamaño (la de Ponzo y la de Müller-Lyer) para manipular un fondo compuesto por una matriz de pequeños círculos que podían agruparse, por semejanza en luminancia de forma adecuada para inducir esas ilusiones geométricas. En ambas ilusiones, dos líneas paralelas de idéntica longitud semejan diferentes en virtud de segmentos externos colocadas a ambos lados de las líneas.

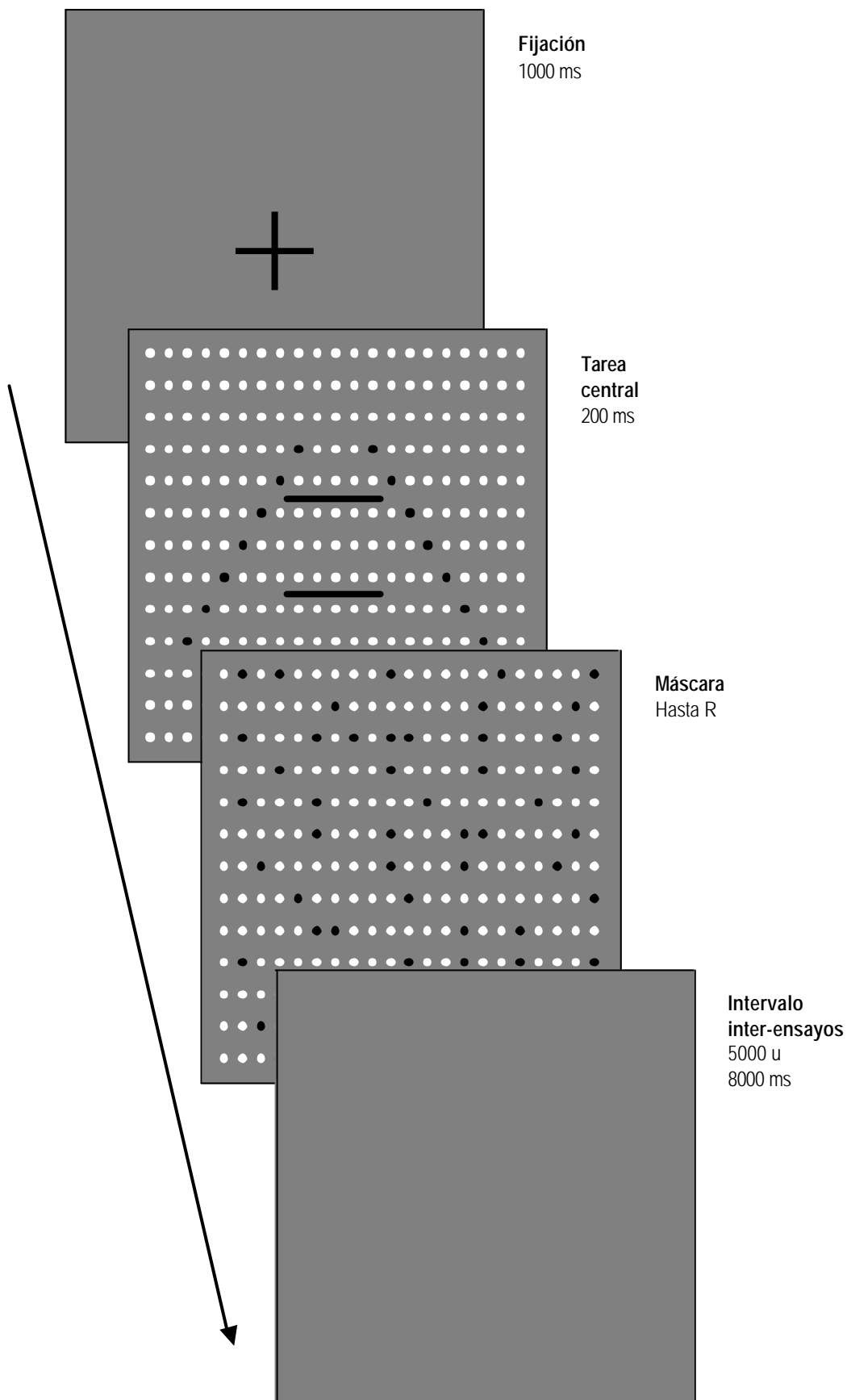
La tarea de los participantes, al estilo de la tarea de inatención, consistía en juzgar qué línea era más larga de dos trazos paralelos presentados en el centro de la pantalla (véase Figura 11). Al igual que en los estudios de Mack y Rock (1998), cuando los observadores eran interrogados sobre el fondo presentado tras las líneas paralelas, las respuestas fueron extremadamente pobres demostrando que los observadores no habían sido conscientes de las puntas de flecha de la ilusión de Müller-Lyer ni de las líneas inclinadas de la de Ponzo que se formaban por el agrupamiento de los círculos blancos. Sin embargo, Moore y Egeth disponían de una medida indirecta del agrupamiento: los juicios de longitud relativa emitidos por los sujetos estuvieron mayoritariamente influidos por los patrones agrupados que generaban las ilusiones geométricas. Por lo tanto, el agrupamiento por semejanza había sido procesado bajo condiciones de inatención tan restrictivas como las empleadas por Mack y Rock.

Los resultados de este estudio sugieren que el agrupamiento perceptivo por semejanza en luminancia puede ocurrir en condiciones de inatención a pesar de que los patrones generados no pueden ser codificados en la memoria sin la intervención de la atención. Por lo

tanto, suponen un apoyo directo a la hipótesis de la amnesia inatencional y, al mismo tiempo, una negación de la ceguera inatencional que según Mack y Rock afecta a los principios de organización gestálticos cuando la atención está ausente.

Si los datos recopilados por Mack y Rock habían sustentado la conclusión de la imposibilidad del agrupamiento sin atención, los resultados de Moore y Egeth, con un procedimiento que cumple las estrictas condiciones de inatención que Mack y Rock exigían, son interpretados como un apoyo a la posibilidad de que, al menos, cierta organización perceptiva de la escena visual preceda e influya sobre el posterior despliegue de los mecanismos atencionales sobre la escena visual.

Incluso los propios Mack y Rock (1998) matizaron la extensión de su afirmación inicial del año 1992, reduciendo su significado al ámbito de la percepción consciente y abriendo, de este modo, las puertas a la posibilidad de percibir de manera implícita. Como los autores expresan con claridad, "... la hipótesis que nosotros creemos recibe apoyo en ese libro es que no hay percepción *consciente* sin atención" (Mack y Rock, 1998, p. 14, las comillas son del texto original). Mack y Rock incluso ofrecen datos, mediante un paradigma de *priming* léxico, que muestran que los estímulos inatendidos podían ser implícitamente procesados y modular la respuesta a tareas posteriores. Palabras a las que los sujetos habían sido funcionalmente ciegos, tienen mayor probabilidad de ser emitidas en una tarea posterior de continuación de raíces en comparación con sujetos a los que no se les había presentado esas palabras.



**Figura 11.** Secuencia de eventos en el procedimiento de Moore y Egeth (1997) con la ilusión de Ponzo.



### 3.2.1. Otros estudios que apoyan el agrupamiento inatencional

Chan y Chua (2003) extendieron los resultados de Moore y Egeth al principio de semejanza en tamaño, generando la ilusión de Müller-Lyer mediante hileras de círculos negros de mayor tamaño que el resto de círculos de la matriz de fondo. De nuevo, los resultados mostraron una disociación entre los informes explícitos de los participantes acerca del patrón de fondo y la influencia implícita del mismo sobre la discriminación de la longitud de las líneas paralelas que actuaba como tarea distractora. Los participantes sucumbían a la ilusión aunque declaraban no haber visto las puntas de flecha que inducen la ilusión de tamaño, siguiendo el mismo patrón que los resultados de Moore y Egeth (1997).

Otra adaptación del procedimiento de Moore y Egeth, la han realizado Lamy et al. (2006), con el objetivo de descartar una hipótesis alternativa que podría invalidar las conclusiones alcanzadas. Tanto las líneas de la tarea central como los círculos de la ilusión son oscuros sobre un fondo de círculos blancos, lo que podría haber inducido un agrupamiento perceptivo entre los elementos oscuros y, de esa forma, haber provocado que el foco atencional se ampliara a toda esa configuración (en una especie de atención dirigida al objeto), y contrariando la pretendida ausencia de atención a los círculos oscuros que generan las ilusiones. Lamy et al. (2006) descartan esta hipótesis alternativa presentando líneas y círculos de diferente color, y replicando el mismo patrón de datos de Moore y Egeth (1997). Además de eso, también aportan evidencia convergente con la aplicación de una tarea de flancos (Eriksen y Eriksen, 1974) modificada, en la que presentan una figura geométrica como estímulo objetivo y como distractor no esperado por el observador, un conjunto de elementos locales circundantes que pueden agruparse por color común para formar una figura compatible o incompatible con el objetivo. A pesar de que los observadores no se percataron del patrón agrupado circundante en la pregunta retrospectiva, el efecto conductual de competición de respuestas avaló la percepción sin atención del agrupamiento.

Recientemente, Mitroff y Scholl (2005) han aportado resultados que muestran que incluso la actualización de grupos perceptivos puede ser procesada sin que el observador se percate de esos cambios, presentando no sólo configuraciones inatendidas sino también

cambios en esas configuraciones fuera del foco atencional. ¿Cómo consiguen implementar ese procedimiento? Sacando provecho del efecto de ceguera inducida por movimiento (CIM), un curioso fenómeno descubierto por Bonnef, Cooperman y Sagi (2001) que consiste en que estímulos (estáticos o en movimiento) desaparecen y reaparecen alternativamente cuando son presentados sobre un patrón global de fondo en movimiento (véase la página web de ilusiones visuales del profesor Michael Bach para una demostración: [www.michaelbach.de/ot/](http://www.michaelbach.de/ot/)). Los mecanismos responsables de este misterioso efecto distan mucho de estar claros, aunque los indicios preliminares parecen apuntar a la implicación de procesos atencionales (Bonnef et al., 2001, p. 800).

Un interesante fenómeno durante la CIM es que múltiples estímulos tienden a fluctuar independientemente dentro y fuera de la consciencia visual, mientras que las partes de un mismo objeto se mantienen unidas en esas *idas y venidas*. Los resultados de Mitroff y Scholl (2005) mostraron que dos objetos diferentes tendían a re-entrar juntos en la consciencia visual con mayor frecuencia cuando se agrupaban mediante principios de buena continuación, proximidad o región común durante el episodio de ceguera inducida en comparación con los estímulos que permanecían desagrupados. Estos datos sugieren que los grupos perceptivos pueden ser formados e incluso actualizados en ausencia de percepción consciente del agrupamiento visual.

### **3.3. LA TAREA DE DETECCIÓN DEL CAMBIO DE RUSSELL Y DRIVER**

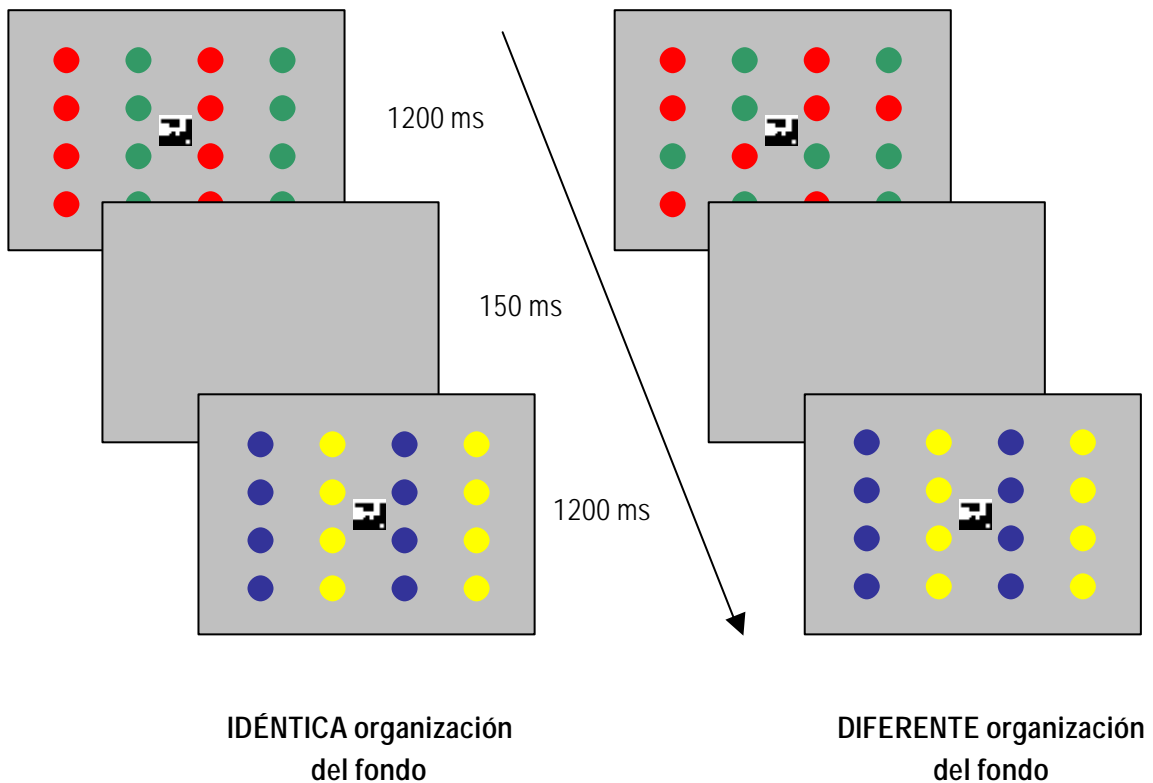
Rusell y Driver (2005) han presentado recientemente un nuevo método para explorar el agrupamiento perceptivo en condiciones de inatención que también recurre a medidas indirectas. Este nuevo procedimiento fue introducido informalmente en Driver et al. (2001) pero la descripción sistemática no se ha producido hasta fechas más recientes. Este método nace con la intención de mejorar algunas carencias que presenta el procedimiento pionero de Moore y Egeth (1997), las cuales pueden reducir la fiabilidad del método y la validez de las

conclusiones. Dos son los problemas principales de ese procedimiento, según enumeran Rusell y Driver:

1. La cercanía entre los círculos que se agrupan para inducir las ilusiones y el fuerte contraste entre los blancos y negros podría haber provocado que el procesamiento de las frecuencias espaciales bajas generara borrosas barras diagonales más que un genuino agrupamiento de elementos discretos (véase el apartado anterior para recordar como Lamy et al. (2006) resuelven esta objeción)
2. La necesidad de inducir una ilusión óptica para medir la presencia del agrupamiento podría restringir el rango de tipos diferentes de agrupamiento que podrían ser evaluados.

El objetivo de Rusell y Driver es desarrollar un método que prevenga esas carencias y que, además, pueda ser generalizado a un elevado número de formas de organización perceptiva. El procedimiento general (véase Figura 12) consiste en la exposición secuencial de dos patrones estímulares separados por 150 ms y compuestos por un pequeño cuadrado central, relleno de puntos blancos y negros distribuidos aleatoriamente, sobre un fondo con una matriz de círculos que ocasionalmente se agrupan en columnas por medio del principio de semejanza (en color o en luminancia). El observador tiene que juzgar, tan rápido como sea posible, si los dos cuadrados centrales son idénticos o diferentes. La diferencia entre cuadrados, cuando ésta se produce, sólo afecta a un pequeño punto del estímulo, por lo que se trata de una tarea demandante, que requiere un elevado grado de atención a los estímulos. Con independencia del posible cambio del cuadrado central, también se manipula la organización perceptiva de los patrones de fondo de ambas presentaciones, de modo que pueden estar organizados de la misma o de diferente manera. Una importante característica de los patrones de fondo, es que las características locales de los elementos (e.g., color) son siempre diferentes entre ambas presentaciones (rojo y verde en la primera presentación, azul y amarillo en la segunda), de manera que la manipulación afecta a la igualdad/diferencia de la configuración global resultante (en filas, columnas o aleatoria), previniendo el posible efecto de

las características individuales. Por supuesto, las instrucciones no generan ninguna expectativa en los participantes para prestar atención al patrón de fondo y sólo se enfatiza la detección del cambio del estímulo central.

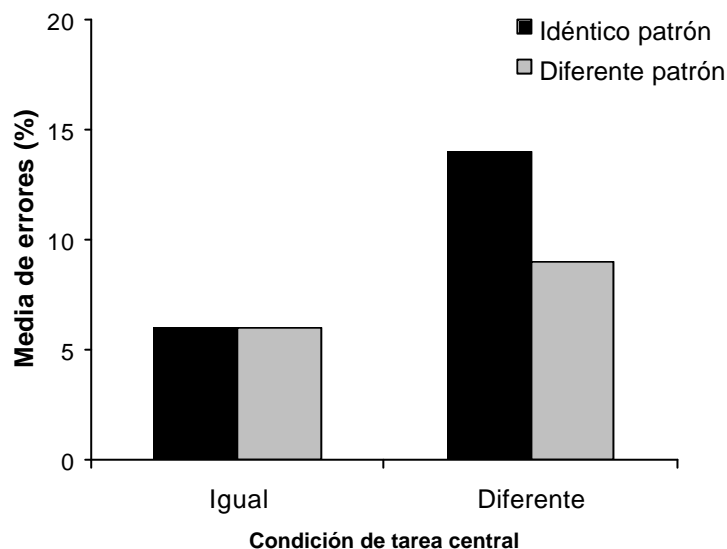


**Figura 12.** Secuencia de eventos del procedimiento de tarea de detección del cambio de Rusell y Driver (2005)

De nuevo, cuando los participantes fueron cuestionados sobre el patrón de fondo mediante la típica pregunta retrospectiva por sorpresa, los resultados sugirieron que habían sido ciegos al agrupamiento por semejanza. Sin embargo, Rusell y Driver (2005) disponían en su método, al igual que Moore y Egeth (1997), de una medida indirecta del agrupamiento: la precisión de respuesta en la tarea central. Los datos demostraron que los observadores eran significativamente menos precisos en la detección de la diferencia entre los cuadrados centrales presentados cuando los patrones de fondo estaban configurados de la misma

manera, mientras que eran más precisos en la tarea central si el patrón también era diferente (véase Figura 13).

El efecto de la semejanza/diferencia entre los patrones de fondo sobre la ejecución en la tarea central, obliga a inferir que el agrupamiento por semejanza ha sido procesado mientras el foco atencional estaba concentrado en la tarea central. Más aun, los datos sugieren que el agrupamiento ha sido procesado tanto en la primera presentación estimular como en la segunda, y, además, comparados entre sí para detectar la diferente configuración para, de una forma (aún) desconocida, interferir sobre la tarea central que consistía en la tarea intencional de comparar dos estímulos y discriminar su igualdad o diferencia.



**Figura 13.** Patrón de resultados típico en la tarea de detección del cambio de Rusell y Driver (2005).

Los resultados de esta tarea replican y extienden los experimentos de Moore y Egeth (1997) soslayando algunas de sus carencias metodológicas y añadiendo evidencia a la hipótesis de que el agrupamiento perceptivo puede ser percibido sin la intervención de la atención selectiva.

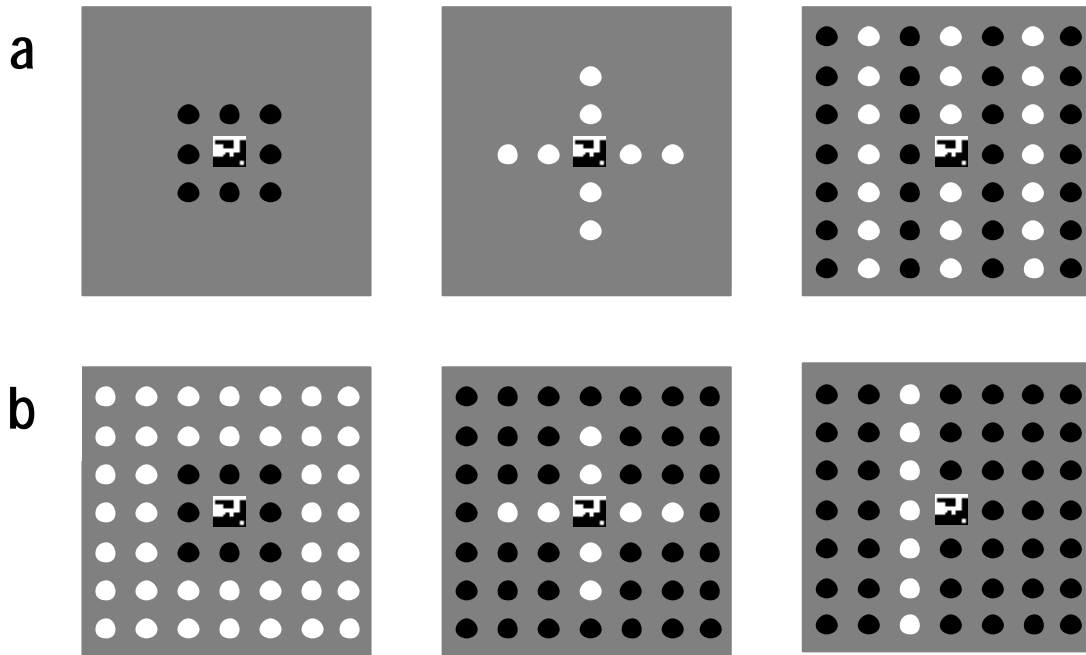
Una de las ventajas más claras de este nuevo método es la flexibilidad que permite para implementar una variedad prácticamente ilimitada de principios de agrupamiento. Un buen

ejemplo de esta versatilidad la proporcionan los experimentos de Kimchi y Razpurker-Apfeld (2004), que han extendido este nuevo paradigma al estudio de un amplio conjunto de grupos perceptivos, obteniendo datos que sugieren que el agrupamiento está formado por una pluralidad de procesos visuales que varían de manera continua en sus demandas atencionales. Sus resultados mostraron que el agrupamiento del patrón de fondo (o, dicho de manera más precisa, la diferencia entre los dos patrones agrupados sucesivos) interfirió con la tarea central cuando las configuraciones generadas eran fácilmente segregables del fondo, ya fuera porque este era uniforme, o porque estaba formado por un conjunto de figuras organizadas. En cambio, el agrupamiento de una configuración que requiere una segregación de un fondo compuesto por elementos no organizados no ejerció efecto alguno sobre la medida conductual implementada, lo que lleva a inferir, por parte de las autoras, que es necesaria la intervención de la atención o de un mayor grado de la misma para su resolución (véase Figura 14).

La aportación más relevante que podemos extraer del trabajo de Kimchi y Razpurker-Apfeld es la visión plural que sugiere de los procesos de agrupamiento, en función de las diferentes necesidades atencionales que cada uno de ellos requiere para que pueda ser procesado. Este punto de vista se enfrenta frontalmente a la visión unitaria, temprana y preatencional que, como reiteradamente hemos comentado, ha empapado con perseverancia la tradición investigadora de la psicología de la percepción y la atención.

Sin embargo, el problema que, en nuestra opinión, alberga este procedimiento experimental es la complejidad del mecanismo por el que el agrupamiento perceptivo hace efectiva su influencia sobre la tarea principal. Para entender esto, describamos la secuencia lógica de los cálculos que se le exigen a las operaciones de agrupamiento en el nuevo método para acreditar su participación. Para que el agrupamiento sea detectado por este método es necesario que (1) se procese el agrupamiento del patrón de fondo de la primera presentación estimular mientras la atención está focalizada en una tarea demandante; (2) que dicha representación del patrón agrupado se mantenga en algún tipo de memoria inmediata durante, al menos, los 150 ms de duración de la pantalla en blanco intermedia; (3) que se procese el agrupamiento del fondo de la segunda exposición; (4) que se compare la representación<sub>2</sub> con la representación<sub>1</sub> para *decidir* si existe convergencia o divergencia entre

ambas; y (5) que dicho *juicio* de igualdad/diferencia del patrón interfiera sobre una decisión intencional, explícita del observador. Y todo esto, teniendo en cuenta que el observador está concentrado en una tarea demandante que mantiene ocupado al sistema visual en cómputos muy similares (percepción<sub>1</sub> - retención - percepción<sub>2</sub> -comparación - decisión) con absoluta ignorancia de la relevancia de lo que está en el fondo de la pantalla.



**Figura 14.** Ejemplos de patrones agrupados utilizados por Kimchi y Razpurker-Apfeld (2004), que interfirieron con la tarea central (a) y que no lo hicieron (b).

Por supuesto, la descripción enumerada es una mera especulación de los algoritmos que sucede en el sistema visual de los participantes, pero ilustra la complejidad de requisitos que el agrupamiento debe cumplir en este método para ascender a la superficie comportamental y demostrar que ha sido percibido sin atención. Es decir, que para demostrar que ha sido percibido el agrupamiento (cómputo 1 o cómputo 3) es necesario también realizar las otras operaciones complementarias (cómputos 2, 4 y 5), no necesariamente perceptivas (recordemos la hipótesis de la amnesia inatencional de Wolfe), que trascienden más allá del problema investigado: ¿es posible el agrupamiento sin atención? Donde bastaría con 1 ó 3, se exige 1, 2, 3, 4 y 5.

Por ello, esta tarea puede ofrecer datos negativos de la influencia en la ejecución del agrupamiento del patrón de fondo que, sin embargo, estén enmascarando el procesamiento perceptivo que se ha realizado del mismo. Es como si a un estudiante universitario le exigiéramos, para la obtención de su licenciatura, que escribiera una tesis doctoral. Por otro lado, bien es cierto que de toda aquella persona que tenga el grado de doctor, podremos estar seguros que ha completado una licenciatura. Es decir, que la tarea funciona de una manera asimétrica: en los casos positivos, cuando el agrupamiento interfiere con la tarea central, la conclusión de que el agrupamiento ha sido procesado parece robusta; en cambio, en los casos negativos, con ausencia de interferencia, la conclusión no podrá ser firme puesto que existen dudas razonables con respecto a los requisitos complementarios exigidos. Este problema, por otro lado, no es exclusivo de esta tarea sino que, por desgracia, es intrínseco a otras muchas medidas indirectas de procesamiento utilizadas en el estudio de la atención (Botella, 2000; Botella y Barriopedro, 1999)

### **3.4. CONCLUSIONES**

Mack y Rock sometieron el campo de estudio sobre la relación entre organización perceptiva y atención a un importante desafío tras criticar profundamente los métodos y técnicas que se habían utilizado tradicionalmente. La principal ventaja derivada de su influyente trabajo ha sido el refinamiento de los paradigmas experimentales implementados en este área para examinar el agrupamiento sin atención, lo que se ha traducido en la búsqueda de medidas indirectas que permitieran detectar la percepción del agrupamiento fuera del foco atencional sin inducir la intención en el observador de prestar atención. Esto ha propiciado, en definitiva, que el arsenal de técnicas experimentales se haya ampliado después de tantos años de utilización prácticamente exclusiva del paradigma de búsqueda visual, con el objetivo de conseguir medidas convergentes de un mismo proceso.

Sin embargo, la principal carencia de esta nueva línea de investigación sobre atención y agrupamiento ha sido el excesivo énfasis en demostrar que el agrupamiento puede ser procesado sin atención, sin preocuparse en absoluto por el *modus operandi*, por el curso



temporal o por la influencia del procesamiento sin atención sobre el posterior despliegue de la atención. Es adecuado decir que del estudio de lo *pre-atencional* se ha migrado al estudio de lo *in-atencional*, sin demasiado interés por comprobar si ese agrupamiento que es procesado sin atención es capaz de influir, y de que manera, sobre el posterior procesamiento con atención que reciba el mismo estímulo. Ese desinterés por los procesos, por lo interactivo, por lo dinámico, está justificado en parte por la reacción ante el rotundo pronunciamiento que Mack et al. (1992) emitieron negando la posibilidad del agrupamiento sin atención. Pero tras una importante cantidad de investigación acumulada que corrige esa tesis, creemos que es necesario profundizar en la manera que el agrupamiento tiene de influir sobre la atención posterior. Ese objetivo *preatencional* es el que guía nuestra *atención* investigadora en el presente trabajo y será el núcleo central del próximo capítulo.



## **Capítulo 4**

---

**Planteamiento del problema. El paradigma de preatención**



## Capítulo 4

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. EL PARADIGMA DE PREATENCIÓN

Los trabajos de Mack, Rock y colaboradores dirigidos al desarrollo del paradigma de inatención han incitado muchos cambios en los procedimientos de investigación que utilizan los autores que estudian la relación entre agrupamiento perceptivo y atención. De entre todos ellos, el cambio más importante ha sido el desplazamiento del énfasis investigador desde el estudio de lo *pre*-atencional hacia lo *in*-atencional.

#### 4.1. DE LO *PRE*-ATENCIÓN A LO *IN*-ATENCIÓN

Desde la difusión de la TIC de Treisman a principios de los años ochenta, el método de indagación utilizado de manera intensiva ha sido la tarea de búsqueda visual (véase Visual Cognition, 14 (4-8), 2006, número monográfico dedicado a este paradigma, para una revisión). Como ya hemos comentado, el objetivo de esta técnica es simular una conducta que realizamos cotidianamente en ambientes naturales: explorar la escena visual para intentar encontrar un objeto relevante entre un grupo de objetos irrelevantes con la mayor rapidez

posible antes de perder la paciencia y finalizar la exploración. La relación entre la velocidad de detección y el número de distractores presentados (denominada pendiente o incremento y operativizada como *item x tiempo*) se ha utilizado como una medida indirecta de las características visuales que pueden ser procesadas preatencionalmente. A menor pendiente, mayor probabilidad de que las características que diferencian al estímulo objetivo de los distractores hayan sido analizadas por procesos preatencionales para guiar, controlar o influir sobre el procesamiento de la atención selectiva sobre el campo visual. El propósito es diseccionar la visión preatencional de manera indirecta a través de sus efectos sobre la velocidad de la atención selectiva para descubrir un estímulo. El tramo final observable de la tarea se asume que es responsabilidad de la atención selectiva: pulsar la tecla asociada a *presencia* o a *ausencia* del estímulo objetivo. De la latencia de esa respuesta se infiere, se reconstruye *a la inversa*, el papel encubierto que ha desempeñado la visión preatencional, que, al fin y cabo, es meramente un "estadio inferido de visión temprana" (Treisman, 1993, p. 13).

Sin embargo, en opinión de Mack y Rock (1998), el problema que arrastra este paradigma es que no es capaz de asegurar con garantías suficientes que la atención participa de la tarea exclusivamente en ese tramo final y que no interviene desde el mismo inicio de la exposición estimular, para realizar el procesamiento que el investigador infiere a posteriori que ha sido obra de la preatención. La tarea de búsqueda visual es una tarea inherentemente atencional, en la que el observador se prepara segundos antes de aparecer el campo de búsqueda para prestar atención a la mayor proporción de información posible y así alcanzar el éxito en la tarea encomendada. La mejor forma de prepararse para la búsqueda es desplegar la atención sobre la mayor extensión posible del campo visual, difundiendo sus recursos sobre la pantalla donde aparecerán los estímulos. En suma, la búsqueda visual no elimina la atención sino que en realidad depende de ella, como Mack y Rock (1998) señalan con insistencia. El origen de esta carencia metodológica radica en la *intención* que se genera en el observador mediante las instrucciones para atender, buscar y encontrar con premura un estímulo concreto y conocido.

Otros procedimientos experimentales utilizados en este campo, como la segregación de texturas, tampoco escapan a esas objeciones, puesto que el procedimiento y las

instrucciones son muy semejantes (veáse, sin embargo, Wolfe, 1992): el observador tiene la intención de buscar la separación entre regiones definidas por propiedades de sus elementos y se prepara de antemano para poder atender a la mayor extensión posible de la escena visual.

Por su parte, el paradigma de doble tarea que Braun y Sagi (1990, 1991) aplicaron al estudio del agrupamiento sin atención es una tentativa de resolución a esta carencia. En esta técnica se intenta prevenir que la atención se prepare y se despliegue sobre el patrón texturado, manteniéndola ocupada en otra tarea consumidora de recursos para intentar reducir al máximo la atención que recibe. El problema, de nuevo, es que no se previene la intención del observador para atender al patrón agrupado, puesto que éste forma parte de una de las dos tareas concurrentes que se le exigen al participante. De esta forma, la estrategia del observador consistirá en dividir sus recursos atencionales entre ambas tareas, para así realizar la tarea primaria con la mayor precisión posible pero también para intentar alcanzar la mejor ejecución en la tarea secundaria que involucra al patrón agrupado. De nuevo, no se elimina la posibilidad de que el estímulo generado por agrupamiento sea atendido, sino incluso todo lo contrario, ya que se induce a que el observador lo atienda aun a pesar de que se le pongan trabas en forma de tarea distractora para dificultar (que no eliminar) dicha posibilidad.

¿Cuál parece la única solución a este problema? Mack y Rock (1998) proponen una estrategia: eliminar la *intención* de prestar atención al estímulo relevante por parte del observador. Para ello diseñan un procedimiento fundamentado en dos controles experimentales:

1. Incluir una tarea difícil que consuma gran parte de los recursos atencionales.
2. No proporcionar información al observador acerca de la presentación de los estímulos que se pretende que no reciban atención.

Estas medidas, como ya hemos visto, se traducen en (1) la presentación breve de una tarea demandante, (2) la exposición concurrente de un estímulo inesperado y (3) la administración de un solo ensayo experimental. El procedimiento resulta exitoso en la eliminación de la atención, generando incluso curiosos fenómenos de ceguera funcional ante

estímulos supuestamente llamativos y sobresalientes (recordemos, por ejemplo, el gorilla de Simons y Chabris, 1999). Pero, en contraste, el problema se traslada a la medida utilizada como índice de procesamiento del agrupamiento. La técnica de la pregunta retrospectiva por sorpresa subestima la percepción del agrupamiento por culpa del efecto de la amnesia inatencional.

Para soslayar esta pérdida de información, Moore y Egeth (1997) modificaron el paradigma de inatención introduciendo una medida indirecta de interferencia de la percepción del agrupamiento sobre la tarea central, a través del agrupamiento de elementos que simulan una patrón de ilusión visual. Este camino *indirecto* ha sido utilizado un buen número de autores posteriores, incluso con nuevos procedimientos como la tarea de detección del cambio de Rusell y Driver (2005). Todos estos trabajos se han dedicado en exclusiva a obtener evidencia que permitiera refutar la tesis de Mack et al. (1992) y demostrar, por consiguiente, que el agrupamiento visual puede ser percibido incluso bajo sus estrictas condiciones inatencionales, a través de medidas que permiten conocer su influencia sobre otra tarea realizada al mismo tiempo.

En nuestra opinión, esta estrategia investigadora ha resultado exitosa para demostrar que el agrupamiento puede percibirse sin atención, pero, sin embargo, no ha recogido evidencia alguna para investigar como ese agrupamiento sin atención influye sobre el posterior funcionamiento de la atención. La estrategia *in-atencional* no es útil para conocer los procesos del agrupamiento *pre-atencional*. Del hecho, sugerido por los datos de estas investigaciones, de que el agrupamiento puede computarse sin que la atención intervenga no es lícito deducir que dicho agrupamiento puede influir, guiar o controlar el posterior despliegue de la atención. Las tareas inatencionales sólo están cualificadas para investigar el agrupamiento inatencional. Para estudiar el agrupamiento preatencional es necesaria una tarea *pre-atencional*.



#### 4.1.1. ¿Por qué *in-atención* y *pre-atención* no son necesariamente lo mismo?

Los resultados obtenidos con el paradigma de inatención, con o sin medidas indirectas de agrupamiento, es decir, tanto al estilo de Mack y Rock (1998) como al de Moore y Egeth (1997) o Rusell y Driver (2005), sólo son respuestas a la pregunta: ¿se puede procesar un estímulo sin atender al mismo? Por eso, el paradigma está limitado a comprobar si un estímulo  $x$  no atendido es capaz de ejercer influencia sobre otro estímulo  $y$  atendido. Traducido al fenómeno del agrupamiento perceptivo, el paradigma se limita a comprobar si un patrón agrupado  $x$  no atendido es capaz de interferir sobre otro estímulo  $y$  atendido. Los resultados derivados del paradigma son muestras de que dos operaciones visuales pueden ser ejecutadas al mismo tiempo, en paralelo, a pesar de que una de ellas no recibe atención, y que, además, una puede interferir sobre la otra. El alcance de las conclusiones está limitado por la extensión de la pregunta que puede ser respondida por el paradigma. En definitiva, los resultados *in-atencionales* no están habilitados para hablar de los procesos *pre-atencionales*. El hecho de que un patrón agrupado pueda ser generado en ausencia de atención, no supone necesariamente que dicho agrupamiento ejerza algún tipo de influencia sobre la actuación posterior de la atención selectiva sobre el mismo estímulo.

En contraposición, el estudio de los procesos *preatencionales* necesita extender el alcance de la pregunta *inatencional*, es decir, ¿se puede procesar un estímulo sin atender al mismo?, hasta convertirla en una pregunta *preatencional* inquiriendo a continuación, siempre que la anterior tenga una respuesta afirmativa: ¿influye dicho procesamiento sin atención sobre el posterior funcionamiento de la atención selectiva? Para responder a esta segunda pregunta, es necesario incluir un factor temporal en la ecuación que permita comprobar si un estímulo  $x$  no atendido pero procesado en el momento  $t$  influye sobre el procesamiento del mismo estímulo  $x$  en el momento  $t + n$ . Dicho de manera menos formal, para estudiar el procesamiento *preatencional* del agrupamiento es necesario comprobar si la presentación previa de un patrón agrupado no atendido influye de alguna forma sobre el procesamiento atencional del mismo patrón cuando éste es atendido en un momento posterior. Siguiendo este criterio, se podría

convertir un procedimiento inatencional, que sólo es capaz de validar afirmaciones sobre procesos realizados en paralelo, al mismo tiempo, en un método preatencional, que sea capaz de caracterizar los procesos en cascada pre- y post-atencionales, así como la interacción entre ellos.

Estas premisas no suponen ninguna presunción sobre la naturaleza de los procesos preatencionales ni siquiera sobre su existencia, cuestiones ambas sujetas a veredicto empírico, sino que se limitan a definir cuales son los requisitos metodológicos necesarios para, en primer lugar, comprobar su realidad psicológica y, después, si fuera el caso, estudiar su naturaleza..

En resumen, para afirmar que un proceso es preatencional no es suficiente con comprobar que un estímulo ha sido procesado sin el concurso de la atención (= proceso inatencional) sino que es necesario comprobar, además, si dicho procesamiento interactúa de alguna manera con la atención selectiva posterior (= proceso preatencional). Dicho de una forma simple, la preatención es igual a *inatención + influencia sobre la atención*. En el siguiente apartado, desarrollaremos aun más esta definición operativa de los procesos preatencionales.

## **4.2. EL OBJETIVO**

El objetivo del presente trabajo de investigación es estudiar la influencia del procesamiento preatencional del agrupamiento perceptivo sobre los mecanismos de atención selectiva en el ámbito de la visión.

La estrategia experimental que proponemos para la consecución de este objetivo pretende extender los procedimientos utilizados por las investigaciones recientes sobre el agrupamiento perceptivo inatencional, que se han limitado a demostrar la existencia de agrupamiento sin atención, hasta el estudio de la aportación del agrupamiento sin atención al posterior procesamiento atencional de los patrones agrupados de la escena visual.

Las características, incluso la existencia, de los procesos visuales preatencionales son cuestiones empíricas que deben ser dirimidas por el dictamen de los datos. Sin embargo, la vasta evidencia empírica sobre los procesos preatencionales que ha sido acumulada durante el último cuarto del siglo XX es sospechosa de no haber descartado el concurso de la atención.

Por otro lado, los recientes datos obtenidos con medias de control experimental más exhaustivas no se han ocupado, no obstante, de investigar la dinámica de la relación entre agrupamiento visual y atención selectiva. Por ello, las definiciones tradicionales del procesamiento preatencional no están acreditadas para delimitar las propiedades de nuestro objeto de estudio. Nuestro punto de partida será una definición meramente operativa del concepto de preatención que será necesaria para la determinación de las atribuciones del procedimiento experimental utilizado. Esta definición operativa de procesamiento preatencional se construye a partir de tres criterios:

1. **Criterio de Independencia:** el procesamiento preatencional es independiente del concurso de la atención, es decir, opera sobre un patrón visual concreto sin la necesidad de que la atención actúe sobre dicho patrón. Este criterio no supone asumir que la preatención afecta a la conducta o a la experiencia consciente sin que la atención participe, sino simplemente afirmar que ciertos cómputos visuales pueden ser realizados sin atención a pesar de que nunca lleguen a generar conducta o experiencia consciente.
2. **Criterio de Precedencia Temporal:** el procesamiento preatencional de un patrón visual *x* comienza a ejecutarse en un momento previo a la actuación de la atención selectiva sobre dicho patrón *x*. Este criterio no supone la asunción de que los procesos preatencionales sean computados *por completo* antes de intervenir la atención, sino sólo señalar que *comienzan* antes que la atención, por lo que es perfectamente compatible con un modelo de procesamiento en cascada (McClelland y Rumelhart, 1979).
3. **Criterio de Relación:** el procesamiento visual preatencional influye de alguna manera sobre los mecanismos de atención selectiva. Este criterio supone que, al menos, la preatención influye sobre la atención, pero no realiza ninguna presunción sobre la posible influencia recíproca de la atención sobre la preatención (otra diferente cuestión de decisión empírica, en definitiva).

De las restricciones impuestas por estos criterios operativos podemos derivar una definición operativa provisional del objeto de estudio de nuestra investigación, similar a la que presentamos más arriba:

Procesamiento sin atención de un patrón visual *x* organizado mediante agrupamiento perceptivo que influye sobre la actuación de la atención selectiva (de inicio posterior) sobre dicho patrón *x*.

Como podemos comprobar, nuestra definición operativa del procesamiento preatencional se fundamenta en dos características esenciales:

1. El procesamiento preatencional opera en ausencia de atención.
2. El procesamiento preatencional influye sobre la atención.

Estas dos características han estado presentes en todas las descripciones que se han elaborado sobre el procesamiento preatencional en los diversos enfoques teóricos que hemos revisado en los capítulos anteriores. Todas las teorías que defienden la existencia de un estadio preatencional han considerado que la preatención es un tipo de procesamiento que opera sobre estimulación que no recibe atención y que, además, influye sobre la atención selectiva posterior de alguna forma, ya sea determinando la información que será filtrada en virtud del *canal* seleccionado (Broadbent, 1958), segmentando la escena visual en unidades globales para dotar de materia prima visual a la atención (Neisser, 1967), procesando en paralelo las características simples que luego serán conjugadas por el pegamento atencional (Treisman y Gelade, 1980), generando *unidades estructurales* que compitan por los recursos atencionales (Duncan y Humphreys, 1989), guiando el despliegue de la atención selectiva por la escena (Wolfe, 1994) o proporcionado *proto-objetos* que sesgarán la focalización atencional (Baylis y Driver, 1992, 1993; Duncan, 1984; Kramer y Jacobson, 1991). Nuestra definición recoge las características esenciales que especifican los requisitos mínimos que debe cumplir un proceso perceptivo para poder ser denominado como preatencional.

La relevancia de los tres criterios operativos que hemos enunciado radica en su misión orientadora de la estrategia metodológica necesaria para la obtención de evidencia empírica que permita recabar información sobre las posibilidades, las limitaciones y el curso temporal de los procesos que tradicionalmente se han denominado preatencionales, así como, de manera prioritaria, explorar la influencia de estos procesos sobre los mecanismos de atención selectiva.

### **4.3. EL MÉTODO: EL PARADIGMA DE PREATENCIÓN**

Para la consecución del objetivo propuesto, proponemos desarrollar un nuevo paradigma experimental auspiciado por los tres criterios operativos enunciados, que permita extender la línea de investigación inatencional al ámbito de lo preatencional. Para investigar los procesos preatencionales necesitamos una tarea genuinamente preatencional. Por ese motivo, proponemos avanzar desde el paradigma de inatención de Mack y Rock hasta un nuevo método, que denominaremos paradigma de preatención. Las características generales de este paradigma son soluciones procedimentales derivadas de los tres criterios operativos antes enunciados, como en los siguientes apartados justificamos.

#### **4.3.1. Independencia mediante preexposición concurrente con tarea distractora**

Según dicta el Criterio 1, el patrón agrupado debe ser procesado en ausencia de atención. Para cumplir este criterio, instruimos a los participantes en la realización de una tarea distractora consumidora de la mayor cantidad de recursos atencionales disponibles. En ciertos ensayos (pertenecientes a la denominada condición de *preexposición*), mientras el observador está concentrado en la tarea distractora, los patrones agrupados son expuestos en la pantalla, en localizaciones visuales periféricas a la posición de la tarea principal. En esos momentos de concurrencia de tarea distractora y patrones agrupados, el observador no tiene que emitir ninguna respuesta a los estímulos agrupados, ni tampoco tiene información sobre cuál de ellos

tendrá que dar respuesta en la siguiente fase del ensayo, a diferencia del paradigma de doble tarea de Braun y Sagi. Durante ese tiempo, la *intención* del sujeto es realizar con la mayor precisión posible la demandante tarea principal, sin posibilidades ni *pretensiones* de prestar atención a los patrones agrupados.

La tarea distractora utilizada en todos los experimentos del presente trabajo consistió en una secuencia aleatoria de dígitos entre 0 y 9, a razón de 200 ms de presentación de cada dígito. El objetivo de los participantes era pulsar la barra espaciadora con la mayor rapidez posible cada vez que se presentará el dígito cero (0). La densidad de ceros dentro de la secuencia completa fue manipulada para que la tarea mantuviera la atención ocupada durante todo el transcurso de la secuencia, que duraba 2000 ó 3000 ms según el experimento concreto. La aparición de los patrones agrupados siempre sucedía cuando la secuencia de dígitos ya estaba en marcha durante, como mínimo, 800 ms. El objetivo de esta medida procedimental era prevenir la captación atencional provocada por la aparición abrupta de los patrones agrupados. Cuando un nuevo estímulo se presenta abruptamente en la escena, con frecuencia éste capta automáticamente la atención visual (Schreij, Owens y Theeuwes, 2008; Yantis, 1993, 1996, 2000; Yantis y Jonides, 1984). Sin embargo, una excepción a este efecto es que un objeto falla en captar la atención cuando la atención está focalizada de antemano en otra localización de la escena visual, como sucede en nuestro procedimiento (Theeuwes, 1991; Yantis y Jonides, 1990). Recientemente, Belopolsky et al. (2007) han sugerido que el tamaño de la ventana atencional que el sujeto despliega sobre la escena antes del comienzo de la presentación estimular modula el fenómeno de captación atencional. De ese modo, el despliegue de un foco atencional amplio o difuso por la escena visual provoca que los observadores frecuentemente sean distraídos por estímulos conspicuos a pesar de que sean irrelevantes para la tarea en curso. En cambio, cuando el tamaño del foco atencional está restringido a un área localizada de la presentación, los mismos estímulos sobresalientes pero irrelevantes ahora pasan desapercibidos.

En nuestro caso, hemos utilizado el conocimiento de este fenómeno, de forma que la atención de los participantes ya estuviera enganchada en la realización de la secuencia de dígitos previamente a la exposición de los patrones agrupados en la pantalla durante un tiempo

relativamente largo, como mínimo de 800 ms, más largo en otras ocasiones, y de esta manera poder evitar la captación involuntaria de la atención. La ventana atencional que el observador despliega sobre la presentación estimular antes de comenzar la tarea de dígitos, o justo al comienzo de la misma, está restringida al área central de la pantalla donde se presentan los dígitos, de manera que no cabe esperar que la posterior presentación de los patrones agrupados desvíe la atención de la tarea en curso.

Una directriz primordial del paradigma de inatención de Mack y Rock es la prevención de la *intención* del sujeto por prestar atención a los estímulos críticos mediante la ausencia de información sobre esos estímulos. En nuestro paradigma, los observadores no son ignorantes sobre la relevancia (posterior) de los estímulos agrupados, pero, en cambio, no disponen de la intención inicial de atenderlos porque (1) no tienen que emitir una respuesta en el momento de preexposición, (2) tampoco saben a cuál de ellos tendrán que responder en la segunda fase de respuesta a dichos patrones y (3) la tarea distractora consume la mayor cantidad posible de recursos atencionales. En nuestro paradigma no *eliminamos* la intención del sujeto por atender a los estímulos críticos, pero, en cambio, la *posponemos* al momento adecuado a nuestros intereses. El paradigma de preatención no *previene* la intención, pero sí la *retrasa* para que no invalide el Criterio de Independencia.

#### **4.3.2. Precedencia temporal mediante la separación entre fase de preexposición y fase de respuesta**

El paradigma de preatención es una versión de la técnica de cambio de tarea (véase Monsell, 2003, para una revisión). Las dos tareas explícitas que el sujeto debe realizar (tarea distractora, primero, y tarea atencional, después) nunca coinciden en el tiempo, a diferencia del paradigma de doble tarea de Braun y Sagi. Durante la realización, siempre en primer lugar, de la tarea distractora se manipula la presentación de los patrones agrupados mediante la preexposición con intervalo variable de los mismos o sin preexposición (condición de *control*, *no-preexposición* o *pre0*). En la tarea atencional posterior el sujeto ya no tiene que realizar la

tarea distractora, por lo que puede emplear todos los recursos disponibles en la tarea de atención selectiva.

Los patrones agrupados pueden presentarse o no concurrentemente con la tarea distractora pero siempre son irrelevantes para dicha tarea. En cambio, siempre están presentes en la tarea atencional, puesto que forman parte del conjunto estimular de la misma. Durante la realización de la tarea distractora, no se aporta ningún indicio de cuál será el estímulo objetivo posterior en la tarea atencional, para prevenir *escapadas* atencionales hacia los patrones agrupados.

En los experimentos que forman parte del presente trabajo se implementaron dos diferentes tareas atencionales: (1) tarea de identificación de un patrón agrupado señalado por una marca central, y (2) tarea de búsqueda visual de un patrón agrupado concreto. Los Experimentos 1 a 4 conformaron la Serie Experimental I e incluyeron una tarea de identificación como tarea atencional. Por otro lado, la Serie Experimental II comprendía los Experimentos 5 y 6, los cuales hacían uso de una tarea de búsqueda visual.

#### **4.3.3. Relación de lo preatencional con lo atencional mediante medida de la influencia de la preexposición sobre la tarea atencional**

La lógica del paradigma de preatención está regida por la asunción de que el procesamiento preatencional debe investigarse a través de su influencia sobre los procesos atencionales. Por ello, la medida *indirecta* del procesamiento preatencional es la variación en la ejecución del sujeto en la tarea atencional en función de la preexposición de los patrones agrupados mientras se realiza la tarea distractora. La ejecución de la tarea distractora funciona exclusivamente como un control de que los patrones agrupados no están recibiendo atención. Se asume que si dicha tarea se realiza exitosamente, no queda disponibilidad de recursos atencionales para que sean dedicados a los patrones agrupados y, en consecuencia, esos patrones son procesados sin atención o, como suele decirse en este campo, de manera inatencional. El efecto de ese procesamiento inatencional sobre la atención selectiva se refleja



en la ejecución posterior de la tarea secundaria, que requiere identificar o buscar alguno de los patrones agrupados presentados, quehaceres típicamente atencionales.

La comparación experimental principal se realiza entre las condiciones de preexposición de los estímulos y la condición de *control*, de *no-preexposición* o de *pre0* en la que no hay preexposición de los mismos. En el caso de esta condición de control, los patrones agrupados aparecen al mismo tiempo que aparece la señal central que marca el inicio de la tarea atencional. De esta forma, se asume que en la condición de preexposición, si el procesamiento sin atención del agrupamiento es posible, los patrones agrupados serán procesados preatencionalmente y dicho procesamiento podrá ejercer influencia sobre la posterior fase de atención a los mismos. En cambio, en la condición de control o *pre0*, los patrones no podrán recibir procesamiento preatencional, sencillamente porque no están presentes en la escena visual durante el transcurso de la tarea distractora y no lo estarán hasta que comience la fase atencional, en la que ya no hay tarea distractora, y los mecanismos atencionales ya están involucrados en el procesamiento de los patrones agrupados.

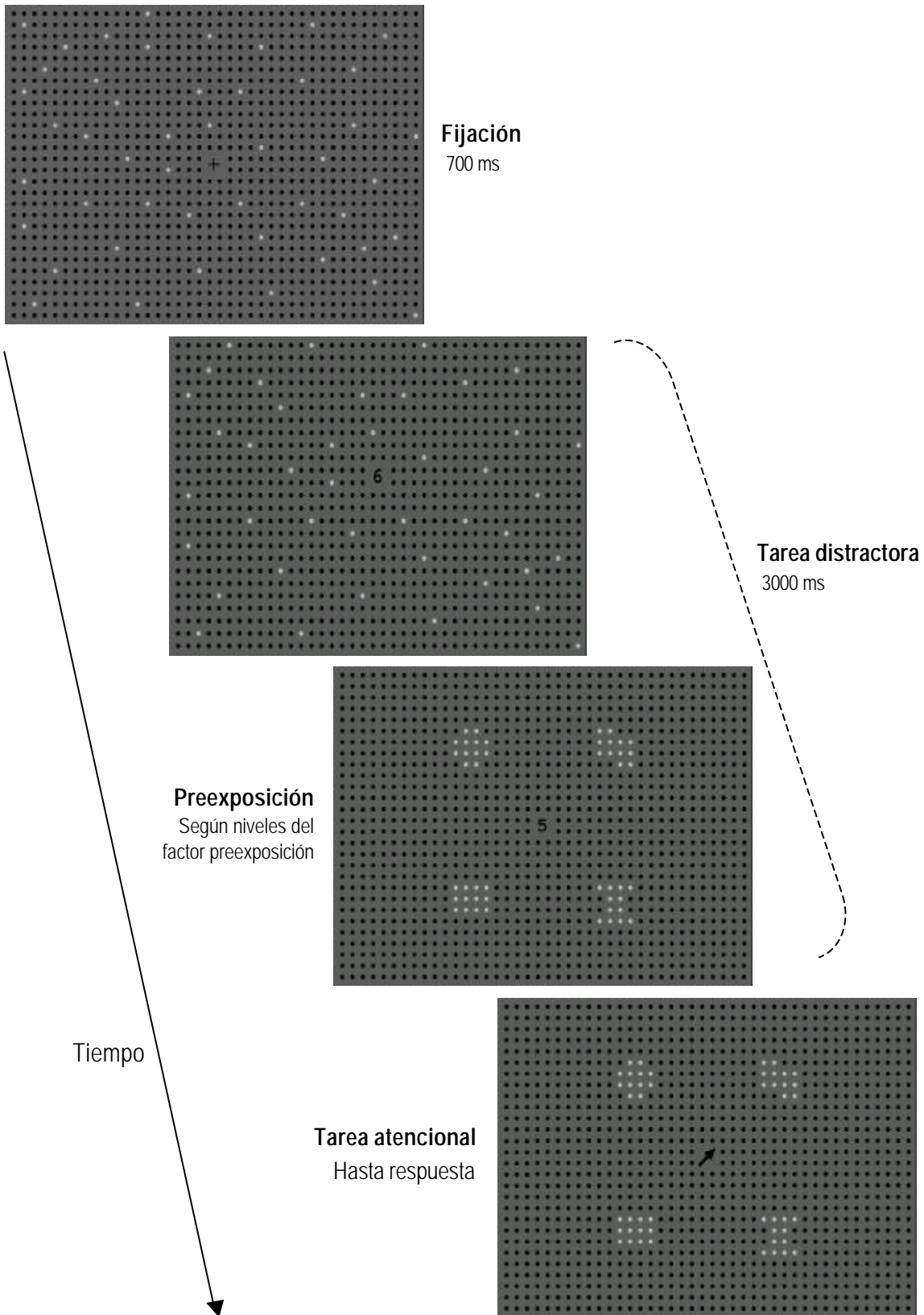
#### **4.4. PROCEDIMIENTO GENERAL**

Para la descripción del método general del paradigma de preatención utilizaremos como ejemplo ilustrativo el procedimiento utilizado en los Experimentos 1 y 2 del presente trabajo. En el próximo capítulo, los cambios introducidos en otros experimentos se describirán y justificarán en el apartado de *Método* correspondiente a cada experimento. Cada uno de los ensayos del paradigma se compone de dos fases ordenadas secuencialmente:

1. Tarea distractora con *preexposición* vs. *no-preexposición* de patrones agrupados
2. Tarea atencional con patrones agrupados

A continuación, describiremos con detalle cada una de estas dos fases. En la Figura 15, se puede consultar la secuencia típica de eventos del procedimiento.

## CONDICIÓN DE PREEXPOSICIÓN



**(CONTINÚA EN LA SIGUIENTE PÁGINA)**

CONDICIÓN DE CONTROL, DE NO-PREEXPOSICIÓN O DE PRE0

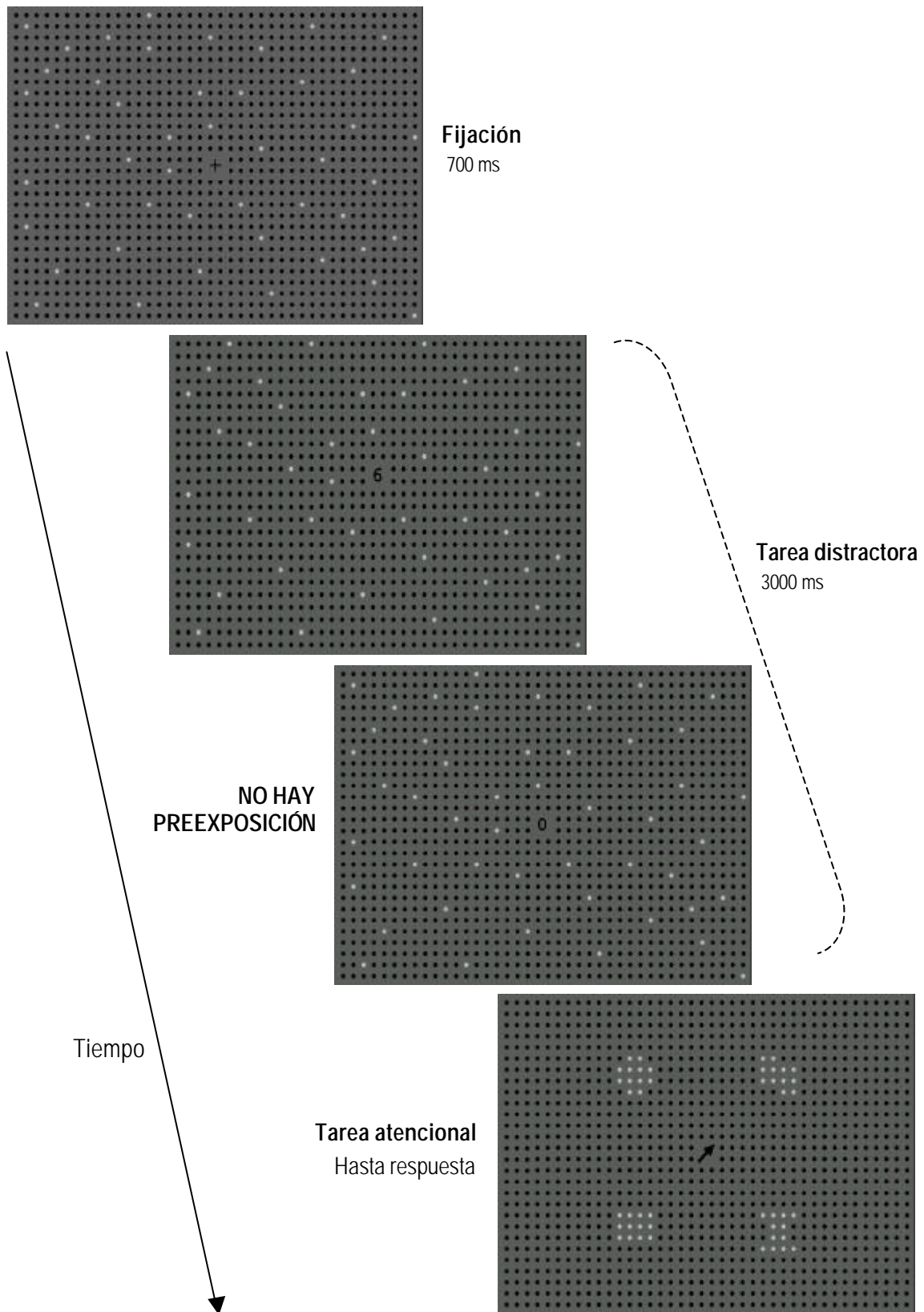


Figura 15. Procedimiento general del paradigma de preatención con una tarea de identificación como tarea atencional (Experimentos 1 y 2).

#### 4.4.1. Tarea distractora y matriz de fondo

La tarea distractora consiste en la presentación en el centro de la pantalla de una serie visual rápida de dígitos seleccionados pseudoaleatoriamente. El procedimiento de la tarea de dígitos está inspirado en el trabajo sobre conjunciones ilusorias de Prinzmetal, Henderson y Ivry (1995), en el que demuestra su eficacia para consumir los recursos atencionales durante periodos de tiempo de hasta 1500 ms. La secuencia de dígitos se compone de 15 números entre el 0 y el 9. Cada número es presentado en la pantalla durante 200 ms, por lo que la secuencia completa tiene una duración de 3000 ms, al menos en los Experimentos 1, 2 y 4. En los Experimentos 3, 5 y 6, la secuencia se compone de 10 dígitos, con una duración total de 2000 ms. La tarea del observador consiste en detectar la presencia del número cero cada vez que éste aparezca en la secuencia de dígitos pulsando la barra espaciadora con la mayor rapidez posible. La omisión de respuesta tras la presentación de un cero, la latencia mayor de 500 ms o la comisión de una falsa alarma ante un número distinto de cero fueron categorizados como errores.

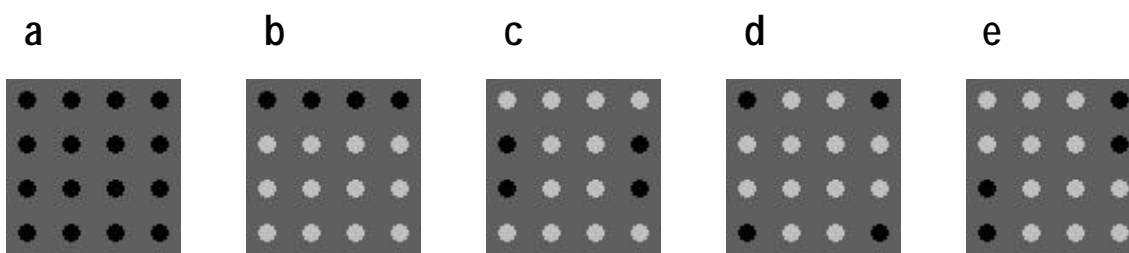
La selección de los números no es completamente aleatoria porque se programaron dos restricciones para asegurar una proporción de estímulos objetivo suficientes para mantener sobrecargada la atención selectiva (Prinzmetal et al., 1995): (1) si tres dígitos consecutivos eran diferentes de cero, el siguiente dígito siempre era un cero, y (2) tras la presentación de un número cero, los dos siguientes números nunca fueron cero.

Con estas limitaciones a la elección azarosa, el número de ceros oscilaba entre 3 y 5 ejemplares dentro de cada serie de 15 dígitos. En el caso de los Experimentos 3, 5 y 6, que incluían secuencias de tan sólo 10 dígitos, el número de ceros osciló entre 2 y 4.

La ejecución en la tarea de dígitos fue utilizada como un índice indirecto del grado de atención que recibían los patrones agrupados concurrentes. De esta manera, los ensayos fueron categorizados en dos grupos, *válidos* e *inválidos*, en función de un criterio de ejecución de la tarea. Los ensayos inválidos, con una insuficiente precisión en la tarea de dígitos, fueron eliminados de los análisis posteriores, ya que en esos ensayos no podíamos asegurar que el observador hubiera mantenido fija su atención en la tarea de dígitos y que, por lo tanto, los

patrones agrupados hubieran sido procesados sin el concurso de la atención. Para considerar un ensayo como *invalido* el participante debía cometer dos o más errores durante la secuencia completa de dígitos presentado en ese ensayo. De esta forma, se permitía un sólo error en cada secuencia de dígitos, para asegurar que los análisis sólo incluyeran ensayos en los que la atención del sujeto estuviera involucrada al máximo nivel de concentración en la realización de la tarea distractora.

El patrón de fondo se compone de una matriz de 40 x 28 círculos, de los cuales 1072 son negros (RGB: 0) y sólo 48 son blancos (RGB: 191). Los círculos se superponen a un fondo gris (RGB: 95) de luminancia intermedia entre los círculos negros y blancos. El contraste entre los dos tipos de círculos y el fondo plano fue calibrado para prevenir en la medida de lo posible las postimágenes negativas. Este patrón de fondo es similar a las matrices de círculos utilizadas con frecuencia en trabajos previos sobre agrupamiento sin atención (Chan y Chua, 2003; Kimchi y Razpurker-Apfeld, 2004; Lamy et al., 2006; Moore y Egeth, 1997; Russell y Driver, 2005). De la misma forma, el principio de agrupamiento perceptivo utilizado en los experimentos del presente trabajo es la semejanza en luminancia, sin duda alguna, la ley gestáltica más asiduamente utilizada en este campo de investigación. Los grupos perceptivos se generan mediante el agrupamiento de los círculos en función del grado de contraste con respecto al fondo gris. Los estímulos agrupados fueron diseñados a partir de una matriz de 16 círculos oscuros (RGB: 0), de los que 12 fueron dotados de una mayor luminancia (RGB: 191) (véase Figura 16). En los primeros experimentos de este trabajo, se presentaron cuatro diferentes patrones agrupados, que fueron seleccionados de entre todos los estímulos posibles por su bondad o *pregnancia* aparente así como por su simetría en dos o más ejes, factor considerado como uno de los principales responsables de la percepción de *buenas* figuras (Helm y Leeuwenberg, 1996; Palmer y Hemenway, 1978) y del reconocimiento de objetos (Pashler, 1990; Vetter y Poggio, 1994). Además, los patrones agrupados forman figuras fácilmente discriminables entre sí, como más adelante comentaremos.



**Figura 16.** (a) Matriz no agrupada de 16 círculos oscuros y (b, c, d, e) patrones agrupados de 12 círculos claros utilizados en los Experimentos 1-5.

Los 48 círculos blancos (12 x 4 patrones) se presentan inicialmente desperdigados de manera aleatoria por la matriz de fondo en la pantalla de fijación y en los primeros momentos de la tarea de dígitos. En los ensayos de la condición de *preexposición*, en cierto momento, esos 48 círculos se organizan en grupos perceptivos de 12 elementos para configurar los cuatro patrones que hemos descrito, mientras la secuencia de dígitos continúa ejecutándose. Los patrones agrupados se sitúan equidistantes del centro de la presentación. La distancia entre la posición del foco atencional en la tarea distractora y la posición de los patrones agrupados ha sido una variable independiente manipulada en algunos de los experimentos que hemos llevado a cabo en este trabajo. Este factor es relevante por dos motivos principales:

1. De acuerdo con Wolfe (2003), la magnitud de las *diferencias apenas perceptibles* en la visión preatencional es mucho mayor que en la visión atencional como han mostrado experimentos de búsqueda visual basada en orientación (Foster y Westland, 1995) o en color (Nagy y Sanchez, 1990). Estos efectos se deben a la menor densidad de receptores en la periferia de la retina en comparación con la fovea y la parafovea, lo que supone que un estímulo discriminable sin dificultad cuando se refleja en la fovea, se convierta en una mancha borrosa cuando es procesado por regiones retinianas excéntricas, aun cuando reciben atención exhaustiva (en los casos de disociación de fovea y foco atencional). Con el objetivo de prevenir que la pérdida de agudeza de la periferia retiniana afectara al procesamiento de los patrones mientras la fovea estaba enclavada en la región central, donde aparecían los dígitos, los estímulos agrupados se

diseñaron con el tamaño suficiente como para que pudieran ser discriminados sin dificultad en esas condiciones visuales y, lo que es más importante, se pudiera apreciar la separación entre los círculos componentes, como pudimos comprobar con pruebas preliminares. De esta forma, aseguramos que los procesos preatencionales tengan la posibilidad de discriminar la diferencia entre patrones y, además, que para ello esté obligada a agrupar elementos singulares en una unidad perceptiva mayor.

2. La distancia de los estímulos inatendidos con respecto a la posición del foco atencional ha sido un factor relevante en el procesamiento de los mismos incluso cuando se ha compensado la pérdida de agudeza retiniana aumentando su tamaño (Anstis, 1974), como se ha mostrado, por ejemplo, con el paradigma de competición de respuestas (Miller, 1991).

Por otro lado, en la condición de *control*, de *no-preexposición* o de *pre0*, los 48 círculos permanecen diseminados sin organización alguna durante los 3000 ms que perdura la secuencia rápida de dígitos y sólo se agrupan al comenzar la segunda fase del ensayo, de manera simultánea a la presentación, en el centro de la pantalla, de la señal que indica cuál es el estímulo objetivo de la tarea atencional, ya sea para identificarlo o para buscarlo entre el conjunto de patrones agrupados presentados.

#### **4.4.2. Tarea atencional**

La finalización de la tarea de dígitos supone el inicio inmediato, sin transiciones, de la tarea atencional, lo que se traduce en la presentación en el centro de la pantalla, sustituyendo al último dígito de la serie, de una señal que indica cuál es el estímulo objetivo de la tarea atencional. En los experimentos del presente estudio, hemos utilizado dos diferentes tareas que implican la participación de la atención selectiva: identificación de estímulos y búsqueda visual de un objetivo entre distractores.

En el caso de la tarea de identificación (Serie Experimental I: Experimentos 1-4), en el centro de la pantalla se presenta una flecha que señala la posición del estímulo objetivo, de

entre los cuatro patrones presentes, que debe ser identificado pulsando la tecla asociada previamente a dicho patrón. En la tarea de búsqueda visual (Serie Experimental II: Experimentos 5-6), lo que se presenta en el centro de la pantalla es el patrón objetivo que debe ser buscado entre los estímulos agrupados situados alrededor del centro de la pantalla. La respuesta del sujeto puede ser simple (Experimento 6) o compuesta (Experimento 5), según si tiene que indicar solamente *presencia* o *ausencia* del objetivo o, en cambio, realizar una tarea de identificación de una letra insertada dentro del patrón objeto de la búsqueda.

Una de las ventajas metodológicas más destacadas del paradigma de preatención es que permite estudiar el efecto de la información no atendida sobre multitud de tareas que involucran a la atención selectiva, sin restringirse a una manifestación concreta de su participación, lo que posibilita obtener medidas convergentes a través de diferentes índices comportamentales o, también, desvelar divergencias en la influencia de lo preatencional sobre operaciones atencionales distintas. A diferencia de los paradigmas de búsqueda visual, segregación de texturas, o de preseñalización, el paradigma de preatención es una técnica neutra con respecto a la medida conductual utilizada para inferir los procesos visuales relacionados con los mecanismos atencionales.

Los resultados de laboratorio han reflejado inconsistencias entre las características visuales preatencionales que controlan la atención desveladas por distintas tareas atencionales como la búsqueda visual, la segregación de texturas (Wolfe, 1992) o los paradigmas de doble tarea (VanRullen, Reddy y Koch, 2004). Esos hallazgos apoyan la conjetura de que los mecanismos atencionales utilizan de manera selectiva la información procesada preatencionalmente en función de la tarea que tienen que desempeñar. Otra posible interpretación podría aludir a que el procesamiento preatencional se especializa, se reconfigura (como ya han sugerido Di Lollo et al., 2001) conforme al problema que haya que resolver, como si de una *preatención para la acción* se tratara, al estilo de lo que los modernos modelos de selección para la acción han propuesto para la atención selectiva (Allport, 1987, 1990; Hommel, Müsseler, Aschersleben y Prinz, 2001; Neumann, 1990). Esta última hipótesis, en definitiva está sujeta al dictamen de la evidencia empírica, y a esa labor consideramos que puede contribuir el paradigma de preatención que aquí presentamos.



Con respecto al estado de los patrones agrupados durante la tarea atencional hay diferencias en función de la condición experimental (véase Figura 15):

1. **Condición de *preexposición***: los estímulos permanecen inalterados en la misma posición y con idéntica configuración que en la fase anterior.
2. **Condición de *control* o de *no-preexposición* o *pre0***: los 48 círculos claros que permanecían azarosamente diseminados por la pantalla, se agrupan en los cuatro patrones conocidos de forma simultánea a la presentación de la señal central, permaneciendo en pantalla hasta la emisión de la respuesta del participante.

La lógica del paradigma es sencilla, puesto que, en definitiva, se reduce a la comparación entre estas dos condiciones experimentales. La diferencia en ejecución, sea positiva o negativa, entre la condición de preexposición y la condición de no-preexposición reflejará la aportación del procesamiento preatencional del agrupamiento perceptivo al funcionamiento de la atención selectiva. Si la diferencia es nula, entonces el agrupamiento perceptivo sin atención de un estímulo no influye sobre el procesamiento atencional posterior de dicho estímulo. Si la diferencia es mayor o menor de cero, entonces el agrupamiento perceptivo sin atención de un estímulo influye sobre el procesamiento atencional posterior de dicho estímulo, ya sea facilitando o interfiriendo a este último.

La condición de *preexposición*, en este trabajo, ha sido fragmentada experimentalmente para incluir diferentes valores de duración de los patrones agrupados antes de que comience la tarea atencional, con el objetivo de estudiar el curso temporal de los procesos visuales previos a la atención. De esta forma, tenemos tantas condiciones de *preexposición* como duraciones diferentes de los estímulos agrupados utilizadas antes de que comience la tarea atencional. De hecho, hemos utilizado un amplio conjunto de tiempos de preexposición, desde muy breves (28 ms) hasta más largos (más de un segundo), para comprobar el efecto diferencial del procesamiento sin atención de patrones agrupados sobre su atención posterior en virtud del tiempo que permanecen inatendidos los patrones agrupados. Multitud de estudios previos han mostrado el papel crítico que el curso temporal de los

procesos visuales desempeña en los resultados obtenidos con diversos paradigmas experimentales en los que interviene la atención selectiva, como tareas de flancos (Eriksen y Schultz, 1979), *priming* positivo y negativo (Botella, Barriopedro y Juola, 2002; Fuentes y Tudela, 1992; Yee, 1991), inhibición de retorno (Lupiáñez, Tornay, Madrid y Tudela, 1997) o Stroop (Glaser y Glaser, 1982). En muchos de esos estudios, la mera manipulación del intervalo temporal entre estímulos, manteniendo inalteradas el resto de condiciones experimentales, puede generar resultados contrapuestos.

En conclusión, el paradigma de preatención aporta un escenario procedimental idóneo para el estudio del curso temporal de los procesos preatencionales de agrupamiento perceptivo, ya que permite la manipulación aislada del tiempo de preexposición de los estímulos críticos sin afectar a las características de la tarea distractora concurrente ni de la tarea atencional posterior.

#### **4.4.3. Condición de control intersujetos: grupos *preatencional* versus *grupo atencional***

Otra muestra de la versatilidad del paradigma de preatención es que permite la comparación directa de la realización de la tarea atencional con procesamiento previo sin atención frente a la misma tarea con procesamiento atencional previo a los estímulos críticos.

En los experimentos que presentamos en este trabajo (con la excepción del Experimento 4), hemos incluido un grupo de control intersujetos al que denominaremos *grupo atencional*. Hasta ahora, la tarea que hemos descrito es la que corresponde al grupo de sujetos que denominaremos *preatencional*, ya que éstos no prestan atención a los patrones agrupados durante la fase de preexposición al estar ocupados con la tarea distractora. En cambio, el procedimiento que se administra al *grupo atencional* se diferencia en que no se instruye a los sujetos para realizar la tarea de los dígitos, sino que sólo se exige que mantengan fija su mirada en la secuencia de números, como si fuera un *anclaje* ocular, y que intenten, al mismo tiempo, prestarle atención a los patrones agrupados, en el caso de que se presentaran, para

así intentar mejorar su ejecución posterior en la tarea atencional. Con este cambio, pretendemos que los patrones agrupados reciban atención voluntaria en la fase donde son ignorados por el grupo *preatencional*, manteniendo constantes el resto de condiciones experimentales, en especial en lo que se refiere a las áreas de la retina de los observadores donde se reflejan los estímulos agrupados.

Con la inclusión de este grupo de control intersujetos, pretendemos comparar las diferencias cualitativas que puedan derivarse de los procesos atencionales y preatencionales, exportando a este campo una estrategia experimental similar a la que utilizan las aproximaciones actuales al estudio de la percepción inconsciente, que se han centrado en explorar la naturaleza de los procesos conscientes y en qué medida éstos difieren de los procesos inconscientes (véase Froufe, 1997 para una revisión). Una aproximación similar ha sido adoptada por Moore, Lleras, Grosjean y Marrara (2004) que, utilizando el fenómeno de ceguera inatencional como una definición operativa de inatención, han comparando el efecto Simon (Simon, 1969, 1990) producido por estímulos atendidos y por estímulos no atendidos, intentando mantener constante el resto de condiciones. Sus resultados, por cierto, sugieren que no es posible obtener un efecto Simon con estímulos no atendidos.

De manera complementaria, la inclusión de un *grupo atencional* supone una táctica experimental que permite contrastar las dos hipótesis rivales principales acerca del procesamiento previo al despliegue de la atención selectiva, y que Navon y Pearl (1985) ilustraban con las metáforas de la *sala de espera* (procesamiento preatencional) y del *servicio de urgencias* (procesamiento prefocalizado). En nuestro paradigma, el grupo *preatencional* es una simulación de la hipótesis del procesamiento visual sin atención que luego puede ejercer un efecto sobre el funcionamiento de la atención selectiva. En contraste, el grupo *atencional* representa el modelo que defienden Nakayama y Joseph (1998), es decir, que durante la primera fase de procesamiento la atención está distribuida de manera difusa por toda la escena visual, ya que los participantes de ese grupo desconocen cuál será el estímulo objetivo, para luego focalizarse en el estímulo objetivo al aparecer la señal central que informa de la posición del estímulo objetivo.

## 4.5. CONCLUSIONES

El desarrollo del paradigma de preatención pretende aportar una nueva herramienta para el estudio experimental del procesamiento visual previo al concurso de la atención que pueda ser utilizado tanto con estímulos agrupados por principios gestálticos como para cualquier otro tipo de información visual. La organización básica de la tarea pretende ser una simulación del procesamiento visual que a diario desempeñamos en nuestra vida cotidiana.

En la mayoría de ocasiones de nuestro día a día, la atención se concentra en una tarea o una fuente de estimulación concreta, mientras intentamos ignorar el resto de sucesos que podrían distraernos de nuestros objetivos visuales. De esta forma, un elevado número de estímulos queda fuera del alcance de los mecanismos atencionales. Sin embargo, no por ello quedan exentos de reflejar o emitir fotones de luz que puedan degradar los pigmentos de nuestros receptores retinianos y, en pasos ulteriores, ser procesados por las neuronas del sistema visual. Incluso, en cierto sentido de la palabra, somos conscientes de esos objetos, puesto que forman el contexto de fondo sobre el que se extiende nuestro estímulo objetivo (Lamme, 2003). En cierto momento, es frecuente que ocurra que alguno de esos estímulos inatendidos reclame nuestra atención, ya sea porque la capte de manera involuntaria o, en cambio, porque necesitemos encontrar algo de manera intencionada. Ante esta situación tan frecuente en la vida diaria, es inevitable cuestionarse un buen número de preguntas. ¿Hasta qué punto han sido procesados los estímulos ignorados durante todo ese tiempo? ¿Influye ese procesamiento previo sobre el posterior trabajo de la atención sobre dicho estímulo? En el caso de que existiera influencia, ¿sería facilitadora o interferente? ¿Dicha influencia ocurriría de la misma manera si sólo han sido ignorados durante unos segundos o, en cambio, ha sucedido durante minutos?

Todas esas preguntas son relevantes para la caracterización de los procesos visuales previos a la llegada de la atención a una región o a un objeto de la escena visual. En los experimentos que describiremos a continuación, mostraremos nuestros intentos por diseñar procedimientos experimentales que estén capacitados para sugerir posibles respuestas a todas esas preguntas.

# Capítulo 5

---

Experimentos



## Capítulo 6

### EXPERIMENTOS

Los seis experimentos que conforman el contenido empírico del presente trabajo de investigación serán presentados en dos series experimentales diferentes. El criterio de clasificación reside en la naturaleza de la tarea atencional que se utiliza para examinar la influencia del agrupamiento perceptivo procesado sin atención. En la primera serie experimental se utiliza una tarea de identificación, mientras que en la segunda serie se recurre a una tarea de búsqueda visual. Reflejaremos esa división en la organización del texto, aunque mantendremos la continuidad de la numeración de los experimentos entre ambos bloques, para facilitar la referencia a los mismos. La Serie Experimental I reúne cuatro experimentos, mientras que la Serie Experimental II incluye dos.

En el Apéndice I están disponibles los resultados completos de los análisis de varianza (ANOVA) realizados para todos los factores e interacciones de cada experimento.

## 5.1. SERIE EXPERIMENTAL I: TAREA DE IDENTIFICACIÓN

La identificación de un estímulo de entre un conjunto estimular es una de las tareas cognitivas más utilizadas en el estudio de la atención selectiva (véase Botella y Barriopedro, 1999, para una revisión). La mayoría de paradigmas experimentales utilizados en el campo de la atención ha recurrido a la identificación de estímulos como medida tanto del funcionamiento de la atención como de los efectos de otros procesos sobre ella, como podemos ejemplificar con las técnicas de competición de respuestas, Stroop, procesamiento global/local, series visuales rápidas, *priming*, doble tarea, costes-beneficios y otras muchas. En la versión estándar de esos paradigmas, la respuesta requerida con más frecuencia es la identificación del estímulo objetivo mediante una respuesta motora lo más rápida posible.

En los cuatro experimentos que componen la Serie Experimental I, la tarea atencional consiste en identificar el estímulo objetivo indicado por una señal central (una flecha) mediante la pulsación de la tecla asociada con la mayor rapidez posible. El conjunto estimular se compone de cuatro patrones agrupados y todos ellos forman parte de la tarea atencional, de manera que la flecha indica la posición del estímulo que debe ser identificado. La variación en las medidas conductuales de precisión y latencia de respuesta en función de las manipulaciones realizadas será utilizada para inferir el procesamiento preatencional realizado sobre los patrones agrupados y su influencia sobre el procesamiento atencional posterior de esos mismos estímulos.

El objetivo general de esta serie de experimentos es examinar los efectos de la preexposición atendida y no atendida de patrones generados por agrupamiento sobre la identificación posterior de dichos estímulos agrupados.

Las predicciones derivadas de la perspectiva tradicional sobre el procesamiento preatencional (Julesz, 1981; Neisser, 1967; Treisman y Gelade, 1980) apoyan la obtención de efectos de facilitación de la preexposición no atendida sobre la tarea de identificación. Esto debería manifestarse en un menor tiempo de reacción y/o mayor precisión de la respuesta en comparación con la condición de control o *pre0*. En contraposición, aplicando a nuestra tarea la interpretación sobre los resultados obtenidos con búsqueda visual que realizan Nakayama y



Joseph (1998), los datos deberían mostrar efectos de facilitación exclusivamente en la condición de preexposición atendida que sucede en el grupo *atencional*, mientras que en el grupo *preatencional* no debería manifestarse efecto alguno de la preexposición de los patrones agrupados.

### **5.1.1. Experimento 1**

El objetivo primordial de este experimento es llevar a cabo la primera implementación del paradigma de preatención en una situación experimental de laboratorio. Tras la reflexión epistemológica que hemos desarrollado en el capítulo 4, sólo los resultados empíricos están capacitados para dirimir si el procedimiento es fiable y válido como herramienta de investigación del procesamiento preatencional del agrupamiento perceptivo.

Por lo tanto, el objetivo específico de este primer experimento es el mismo que describíamos arriba de manera general: examinar la ejecución en una tarea de identificación de patrones agrupados cuando no han recibido atención previa (preexposición no atendida, grupo *preatencional*) con respecto a cuando han recibido atención (preexposición atendida, grupo *atencional*).

En el desarrollo de ese objetivo, dedicaremos especial atención tanto a factores espaciales como temporales del procesamiento preatencional del agrupamiento, a través de la manipulación de la excentricidad de los patrones agrupados con respecto a la fijación y del intervalo de preexposición de los susodichos patrones.

#### **5.1.1.1. Método**

##### **Participantes**

Veinticuatro estudiantes de tercer curso de la Licenciatura en Psicología de la UNED, veintidós mujeres y dos hombres, con edades comprendidas entre 20 y 49 años (media = 30,5, DT = 9,97). Todos tenían visión normal o corregida y sólo dos eran zurdos. Los participantes

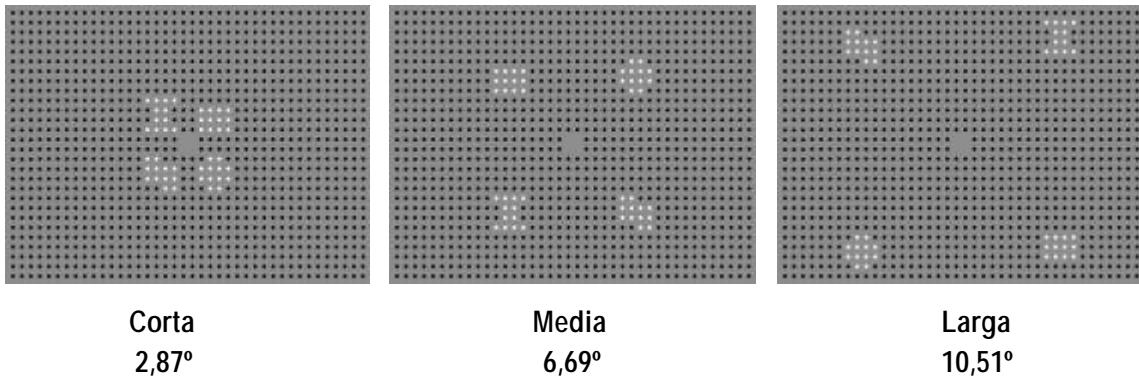
fueron distribuidos aleatoriamente en dos muestras de doce miembros cada una, para formar un grupo *preatencional* (todas mujeres, edades 21-47 años, media = 29,5) y un grupo *atencional* (dos hombres, edades 20-49 años, media = 31,4). Los participantes recibieron bonificación en su calificación final en la asignatura de "Psicología de la Percepción" por su colaboración en los experimentos.

### **Aparatos y estímulos**

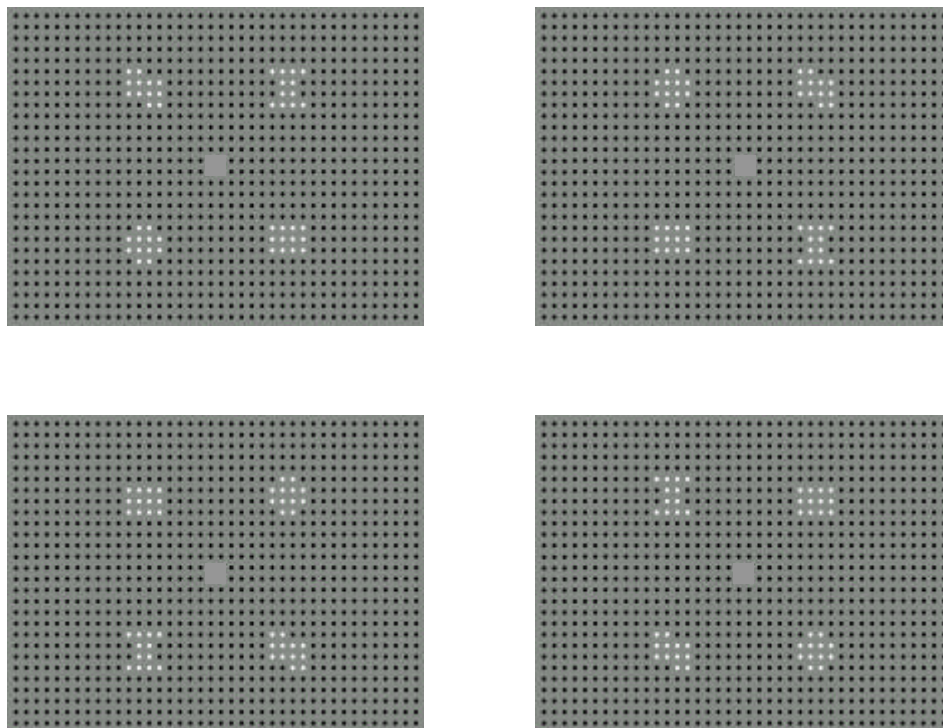
El experimento fue programado con la aplicación informática E-Prime 1.1 (Psychology Software Tools, 1996-2002). La presentación de estímulos y el registro de las respuestas fueron controlados por un ordenador personal con un procesador Intel de 2,80 GHz (512 Mb RAM), conectado a un monitor Sony Triniton CRT de 17" con una frecuencia de refresco de 70 Hz y una resolución de 1024 x 768 píxeles. La presentación de estímulos fue sincronizada con la frecuencia de refresco del monitor para asegurar la precisión en los tiempos de exposición programados. La distancia del observador hasta la pantalla fue de 60 cm., asegurada mediante el uso de una mentonera. El patrón de fondo estuvo compuesto por 48 x 28 círculos (1072 eran oscuros, RGB: 0, y 48 eran claros, RGB: 191) sobre un fondo gris de luminancia intermedia (RGB: 95) entre círculos oscuros y claros. Cada círculo tenía un tamaño de 3 x 3 mm. (0,20 x 0,20° de ángulo visual). La distancia límite a límite tanto horizontal como vertical entre círculos fue de 5 mm (0,48°). En el centro de la pantalla había una región despejada de círculos (se eliminaron cuatro círculos) de 18 x 18 mm. (1,72 x 1,72°) donde se presentaban la cruz de fijación, la secuencia de dígitos y la señal en forma de flecha. La cruz tenía un tamaño de 7 mm. (0,67°) tanto vertical como horizontalmente. Los dígitos fueron números del 0 al 9, con fuente Courier New, 30 puntos, negrita. El tamaño de cada dígito era de 6 x 8 mm. (0,57 x 0,76°). Cada dígito se presentaba en pantalla durante 200 ms. La flecha tenía una longitud de 11 mm. (1,05°) y, en su parte más ancha medía 6 mm. (0,57°); su color era oscuro (RGB: 0), su orientación fue de 45° apuntando hacia cuatro direcciones diferentes: arriba-derecha, arriba-izquierda, abajo-derecha o abajo-izquierda.

Los patrones agrupados estaban formados por doce círculos claros de una matriz de dieciséis posibles con un tamaño de 25 x 25 mm. (2,39 x 2,39°). La diferente configuración de

los 12 círculos formaba cuatro diferentes patrones (Figura 16). Los cuatro patrones se situaban equidistantes del centro de la pantalla en tres posibles distancias (Figura 17): corta (30 mm.; 2,87°), media (70 mm.; 6,69°) y larga (110 mm., 10,51°).



**Figura 17.** Distancias centro-a-centro en grados de ángulo visual ( $d= 60$  cm.) entre el centro de la presentación y los patrones agrupados utilizadas en los Experimentos 1 y 2. *El brillo y el contraste de las imágenes ha sido aumentado para facilitar su visionado.*



**Figura 18.** Posiciones relativas de los estímulos agrupados utilizadas en los Experimentos 1 al 4. *El brillo y el contraste originales de las imágenes ha sido aumentado para facilitar su visionado.*

La posición relativa de los cuatro patrones podía adoptar cuatro posibles configuraciones (Figura 18) que fueron generadas mediante rotación en el sentido de las agujas del reloj de los estímulos. En cada ensayo, el programa seleccionaba aleatoriamente una de las cuatro configuraciones posibles, así como también, una de las orientaciones de la flecha disponibles, para determinar la posición del estímulo objetivo de la tarea de identificación. De la combinación de ambas variables surgían dieciséis configuraciones estimulables posibles.

## Diseño

Se utilizó un diseño mixto 2 x (4 x 3) con el factor intersujetos *grupo* (preatencional vs. atencional) y los factores intrasujetos *preexposición* (0 ms, 71 ms, 257 ms y 1113 ms) y *distancia* (corta, media y larga). Los valores de *preexposición* se corresponden respectivamente con 0, 5, 18 y 78 ciclos de refresco de pantalla, mientras que las etiquetas de *distancia* son equivalentes a 2,87°, 6,69° y 10,51° de ángulos visual. La condición de preexposición igual a 0 ms/ciclos coincide con la etiqueta que en el capítulo 4 hemos utilizado de condición de *control*, *no-preexposición* o *pre0*.

La *preexposición* fue manipulada variando el tiempo que los patrones agrupados eran expuestos de manera concurrente con la tarea de dígitos, es decir, el intervalo o *SOA* (*stimulus onset asynchrony*) desde la presentación de los patrones agrupados y la presentación de la flecha que marca el inicio de la tarea de identificación. La *distancia* se manipuló variando la separación entre el centro de la pantalla y los estímulos agrupados, con los posibles valores ya conocidos.

Las variables dependientes registradas fueron el tiempo de reacción y la precisión de la respuesta en la tarea de identificación.

## Procedimiento

El experimento estuvo compuesto por dos fases de práctica y una fase experimental. La primera fase de práctica contenía 48 ensayos y estaba dedicada exclusivamente al entrenamiento de la tarea de identificación, excluyendo del procedimiento la tarea de dígitos. El

objetivo era alcanzar una fuerte asociación entre los cuatro patrones agrupados y las cuatro teclas correspondientes, para asegurar respuestas veloces. La segunda fase de práctica se compuso de 36 ensayos que reproducían la secuencia completa de eventos (secuencia de dígitos e identificación) para así entrenar la tarea tal y como se desarrollaría en la fase experimental. Se proporcionó feedback en la tarea de identificación en ambas fases de práctica.

La fase experimental estuvo formada por 192 ensayos, resultantes de la combinación de cuatro condiciones de *preexposición*, tres condiciones de *distancia* y dieciséis configuraciones estímulares. Los ensayos fueron autoadministrados, de manera que era necesario pulsar la barra espaciadora para pasar de un ensayo al siguiente. De esta forma, los participantes podían descansar cuando lo necesitaran. Cada ensayo comenzaba con la presentación de la matriz de círculos oscuros y claros y del punto de fijación (una cruz) en el centro de la pantalla durante 700 ms. A continuación comenzaba la secuencia de dígitos en el lugar de la cruz, que se extendía durante 3000 ms, a razón de 200 ms cada dígito. Durante ese tiempo, los 48 círculos claros del patrón de fondo podían agruparse o, en cambio, no hacerlo, para formar los cuatro estímulos de doce círculos en función de la condición del factor *preexposición* seleccionada aleatoriamente por el programa. En el caso de la condición de *control* o *pre0*, los 48 círculos claros no se agrupaban durante la fase de dígitos sino que permanecían diseminados por la matriz de fondo hasta el comienzo de la tarea de identificación, cuando se agrupaban para formar los patrones de manera sincronizada con la exposición de la flecha señalizadora. En cambio, en el resto de condiciones de *preexposición* (71, 257 y 1113 ms), los círculos claros se agrupaban formando los cuatro patrones de doce círculos durante la fase de dígitos, con su correspondiente intervalo de exposición previa al inicio de la tarea de identificación. En el grupo *preatencional*, la tarea del sujeto consistía en focalizar su atención en la secuencia de números, pulsando la barra espaciadora con el dedo pulgar de su mano dominante con la mayor rapidez posible cada vez que se presentara el número cero (0), así como ignorar cualquier otro estímulo que pudiera aparecer en la pantalla. En cada secuencia de quince dígitos podían presentarse no menos de tres, ni más de cinco números cero. En el grupo *atencional*, la tarea consistía en mantener fija la mirada en la

secuencia de números, pero, al mismo tiempo, prestar atención a los patrones agrupados (disociando movimientos oculares y atencionales), en el caso de que éstos aparecieran, para intentar mejorar la ejecución posterior en la tarea de identificación. Tras la secuencia de números aparecía una flecha en el centro de la pantalla señalizando cuál de los cuatro patrones disponibles era el estímulo objetivo que debía ser identificado. Recordemos que esos patrones agrupados podían estar ya presentes en la pantalla, en los casos de preexposición de 71 ms, 257 ms y 1113 ms, o, en cambio, exponerse simultáneamente con la flecha, en el caso de la condición de *control* o *pre0*. La tarea del sujeto consistía en identificar el estímulo señalado por la flecha, pulsando con la mayor rapidez posible, pero sin menoscabo de la precisión, una de las cuatro teclas asociadas a los patrones. Las teclas de respuesta fueron la "D", "F", "J" y "K" del teclado del ordenador, que correspondían respectivamente con los patrones (b), (c), (d) y (e) de la Figura 16. Asimismo, los dedos utilizados en la tarea fueron el índice y corazón de ambas manos: con la mano izquierda se pulsaban las teclas "D" y "F", y con la mano derecha las "J" y "K". Los dedos permanecían en contacto permanente con dichas teclas en el curso completo de cada ensayo, incluso durante la tarea de dígitos, para asegurar la rapidez de respuesta en la tarea de identificación. La forma más cómoda de pulsar la barra espaciadora durante la tarea de dígitos sin alterar la posición de los otros cuatro dedos era mediante el uso del dedo pulgar de la mano dominante. La flecha central y los estímulos agrupados estaban presentes en la pantalla hasta la respuesta del sujeto, tras la cual el monitor permanecía vacío durante 2000 ms, con el objetivo de eliminar posibles postefectos visuales derivados de la densidad de círculos y del contraste entre los tres niveles de luminancia utilizados. El ensayo finalizaba con la presentación de un intervalo entre ensayos, en el que era necesario pulsar la barra espaciadora para pasar al punto de fijación del siguiente ensayo, según indicaba un mensaje en el centro de la pantalla.

### **5.1.1.2. Resultados**

En primer lugar, presentaremos los resultados obtenidos en la tarea de dígitos por los participantes del grupo *preatencional*, que serán utilizados como criterio para filtrar los ensayos

válidos dentro de ese grupo, para después analizar la ejecución en la tarea de identificación tanto del grupo *preatencional* como del *atencional*. Recordemos que los miembros del grupo *atencional* no tenían que realizar la tarea de dígitos durante la fase de preexposición.

### **Tarea de dígitos del grupo *preatencional***

El primer análisis consistió en calcular la precisión de cada participante del grupo *preatencional* en la tarea de los dígitos para categorizar los ensayos como válidos o inválidos. Para considerar un ensayo como inválido el sujeto debía cometer dos o más errores durante la secuencia completa de dígitos presentado en ese ensayo. Un error durante la secuencia de dígitos se computaba cuando (1) se pulsaba la barra espaciadora en ausencia del número cero, (2) no se pulsaba la barra ante la presencia del cero, o (3) se pulsaba la barra más de 600 ms después de haberse presentado el cero. De esta forma, se permitía un sólo error en cada secuencia de 15 dígitos con entre 3-5 ceros, para asegurar que los análisis sólo incluyeran ensayos en los que la atención del sujeto estuviera involucrada al máximo nivel de concentración en la realización de la tarea de dígitos y, por lo tanto, no se dedicara atención a los patrones agrupados.

La proporción de ensayos válidos para cada sujeto osciló entre 0,45 y 1, con media igual a 0,88 y desviación típica igual a 0,15 (véase Tabla 1).

Para comprobar el posible efecto de la *preexposición* y la *distancia* de los patrones agrupados sobre la tarea de dígitos se llevó a cabo un ANOVA de medidas repetidas 4 x 3 con ambos factores y con la precisión (proporción de ensayos válidos de cada sujeto) como variable dependiente (VD). Ni los factores principales ni la interacción entre ambos alcanzaron efectos significativos, lo que sugiere que la ejecución en la tarea distractora fue impermeable tanto a la cercanía/lejanía de los patrones agrupados como al tiempo que estos permanecían en la pantalla.

**Tabla 1.** Distribución de la proporción de ensayos válidos según la ejecución en la tarea de dígitos de los sujetos del Exp. 1

Sujeto	Proporción de ensayos validos
1	0,94
2	0,89
3	1,00
4	0,45
5	0,90
6	0,91
7	0,88
8	0,97
9	0,98
10	0,82
11	0,96
12	0,86
<b>Media</b>	<b>0,88</b>
<b>DT</b>	<b>0,15</b>

### Tarea de identificación

Tras el análisis de la ejecución en la tarea de dígitos se procedió al escrutinio de los resultados en la tarea de identificación tanto para el grupo *preatencional* como *atencional*. El sujeto 4 del grupo *preatencional* fue eliminado de los análisis posteriores por su reducida proporción de ensayos válidos (0,45), que impide asegurar que realizara la tarea conforme a las instrucciones.

Para el análisis de la precisión y del tiempo de reacción se excluyeron del análisis los ensayos categorizados como inválidos, lo que supuso un total de 169 ensayos eliminados (de 2112), es decir, un 8% del total de ensayos del grupo *preatencional*. De esta forma, los análisis de datos involucraron exclusivamente ensayos válidos, para asegurar que las medidas conductuales del grupo *preatencional* sólo reflejaran la influencia de estímulos procesados sin atención. Se llevaron a cabo dos ANOVAs mixtos 2 x (4 x 3) con el factor intersujetos *grupo* y los factores intrasujetos *preexposición* y *distancia*, uno para la medida de precisión y otro para



TR. Los análisis a posteriori de los factores o interacciones significativas consistieron en comparaciones por pares aplicando la corrección de Bonferroni.

### ***Precisión***

La proporción de aciertos para cada sujeto osciló entre 0,93 y 1, con media = 0,98 y desviación típica = 0,02.

El ANOVA mixto 2 x (4 x 3) con proporción de aciertos como VD no mostró diferencias significativas ni para los factores principales ni para la interacción entre ambos.

### ***Tiempo de reacción***

Para el análisis de los TRs se excluyeron los errores y las latencias menores de 200 y mayores de 2000 ms, lo que supuso un total de 159 ensayos eliminados (de 4247), es decir, un 3,74% del total disponible tras el filtraje de los ensayos válidos en el grupo *preatencional*. El estadístico utilizado para confeccionar la tabla del ANOVA fue la media, calculada para cada combinación de factores y para cada sujeto.

El factor intersujetos *grupo* alcanzó diferencias marginalmente significativas,  $F(1, 21) = 3.25$ ,  $MSe = 252076$ ,  $p < .10$ , sugiriendo una tendencia hacia respuestas más rápidas en el grupo atencional (894 ms) que en el preatencional (1003 ms). Los factores intrasujetos *preexposición*,  $F(3, 63) = 5.94$ ,  $MSe = 4888$ ,  $p < .01$ , y *distancia*,  $F(2, 42) = 11.57$ ,  $MSe = 3460$ ,  $p < .001$ , mostraron efectos significativos. En las Tablas 2 y 3, se muestran las medias del TR para cada condición de esos factores principales en los grupos *preatencional* y *atencional*.

**Tabla 2.** Media de las latencias de respuesta (ms) de cada factor principal en el grupo *preatencional* del Exp. 1

<b>GRUPO PREATENCIONAL</b>				
<b>Factor</b>	<b>Condiciones experimentales</b>			
	Pre0	Pre71	Pre257	Pre1113
<b>Preexposición</b>	979	971	1019	1044
	Corta	Media	Larga	
<b>Distancia</b>	989	996	1025	

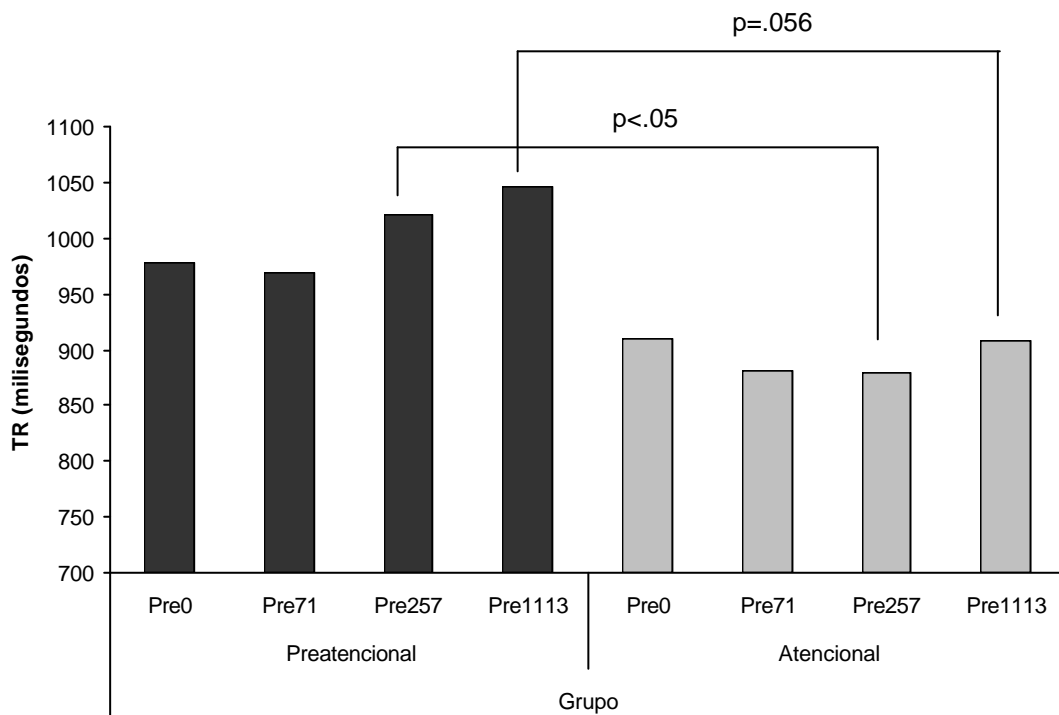
**Tabla 3.** Media de las latencias de respuesta (ms) de cada factor principal en el grupo *atencional* del Exp. 1

<b>GRUPO ATENCIONAL</b>				
<b>Factor</b>	<b>Condiciones experimentales</b>			
	Pre0	Pre71	Pre257	Pre1113
<b>Preexposición</b>	909	882	878	908
	Corta	Media	Larga	
<b>Distancia</b>	869	897	917	

Las medias por condición del factor *distancia* se ajustan a una relación de incremento directamente proporcional entre TR y distancia del estímulo objetivo: mayor lentitud de la

respuesta a mayor distancia del patrón agrupado con respecto al centro de la pantalla. Las comparaciones a posteriori revelaron diferencias significativas entre los pares de distancias corta (865 ms) y larga (928 ms) ( $p < .01$ ) y entre media (882 ms) y larga (928 ms) ( $p < .05$ ). Por otro lado, los análisis a posteriori entre las condiciones del factor *preexposición* sólo detectaron diferencias significativas entre *pre71* (893 ms) y *pre1113* (872 ms).

La interacción entre *grupo* y *preexposición* manifestó diferencias significativas,  $F(3, 63) = 4.37$ ,  $MSe = 4888$ ,  $p < .01$ . La comparación entre pares detectó diferencias significativas entre ambos grupos en la condición de *pre257* ( $p < .05$ ) y marginalmente significativas en la condición de *pre1113* ( $p = .056$ ), detectando las condiciones de preexposición que se comportaron de manera diferente en uno y otro grupo de sujetos (véase Figura 19)



**Figura 19.** Medias de latencia de respuesta para la combinación de *grupo* y *preexposición* en el Exp. 1.

Con el objetivo de analizar por separado y con mayor profundidad el efecto del factor *preexposición* en cada grupo de participantes, se realizaron dos ANOVAs de medidas repetidas con el factor *preexposición*, uno para el grupo *preatencional* y otro para el grupo *atencional*.

**Grupo preatencional.** El ANOVA de un factor realizado mostró efectos significativos del factor *preexposición*,  $F(3, 30) = 7.98$ ,  $MSe = 1812$ ,  $p < .001$ . Los análisis a posteriori indicaron que el patrón del factor *preexposición* mostró un aumento de la latencia de respuesta proporcional a la duración de la exposición previa de los patrones agrupados. Las comparaciones múltiples entre condiciones de este factor mostraron diferencias significativas entre el par *pre0* y *pre1113* ( $p < .05$ ) y también entre *pre71* y *pre1113* ( $p < .02$ ). El resto de comparaciones no resultaron significativas (véase Tabla 2).

**Grupo atencional.** El ANOVA de un factor realizado mostró que el factor *preexposición* alcanzó efectos marginalmente significativos,  $F(3, 33) = 2.29$ ,  $MSe = 1453$ ,  $p = .097$ . Ninguna de las comparaciones a posteriori entre condiciones del factor *preexposición* alcanzó significación (véase Tabla 3).

### 5.1.1.3. *Discusión*

En primer lugar, cabe destacar que los factores *preexposición* y *distancia* no interaccionaron entre sí en ninguno de los análisis realizados, lo que sugiere que el procesamiento de los patrones agrupados durante la fase de preexposición (tanto con atención como sin ella) no fue modulado por la distancia de los estímulos con respecto al punto de fijación. En cambio, el patrón de resultados del factor *distancia* parece deberse a las diferencias en la longitud del recorrido que el movimiento ocular debe realizar para atender e identificar el patrón objetivo durante la fase de identificación. En la condición de *distancia* larga, el observador debe realizar un movimiento ocular de mayor longitud hacia el estímulo objetivo que en las condiciones *media* y *corta*, lo que genera un mayor consumo de tiempo. Por lo tanto, el efecto de la distancia, en apariencia, está restringido a la segunda fase de cada ensayo, es decir, a la tarea de identificación, sin influencia aparente durante la fase de preexposición. Este resultado es relevante porque es una evidencia contra la posibilidad de que los patrones hayan recibido procesamiento diferencial en función de la cercanía de los mismos al foco atencional concentrado en la secuencia de dígitos durante la fase de preexposición. En otros paradigmas experimentales como la tarea de flancos (Eriksen y Eriksen, 1974) la

distancia entre los distractores y el estímulo objetivo es un factor modulador crítico del efecto de compatibilidad de los flancos (Miller, 1991), de manera, que incluso dicho efecto se ha explicado en ocasiones aludiendo a la inevitable captación atencional por parte de los distractores próximos al punto de fijación (véase Lachter et al., 2004, para una revisión). En nuestro caso, parece que el procesamiento que reciben los patrones agrupados durante la tarea de dígitos en el grupo *preatencional* es similar para todos los patrones con independencia de la cercanía/lejanía al foco atencional, lo que es coherente con la clásica descripción del procesamiento preatencional que actúa en paralelo en toda la escena visual.

En segundo lugar, la ejecución del grupo *preatencional* en la tarea de dígitos no reflejó efectos de las condiciones temporales (*preexposición*) ni espaciales (*distancia*) de la presentación de los patrones agrupados. Este resultado sugiere una concentración de recursos atencionales en la tarea de dígitos y, de manera recíproca, una carencia de los mismos en el procesamiento de los patrones agrupados durante la fase de preexposición.

En definitiva, los dos resultados arriba comentados, considerados conjuntamente, sugieren que en el grupo *preatencional* los patrones agrupados no recibieron atención durante la tarea de dígitos, de manera que los efectos del factor *preexposición* sobre la ejecución en la tarea de identificación en ese grupo pueden ser atribuidos a un procesamiento perceptivo realizado sin el concurso de la atención, es decir, lo que en este trabajo hemos definido como procesamiento preatencional de patrones generados por agrupamiento perceptivo.

Las diferencias significativas entre condiciones del factor *preexposición* encontradas en el grupo *preatencional* muestran que los patrones agrupados fueron procesados a pesar de no haber recibido atención y que influyeron sobre la posterior tarea de identificación del patrón objetivo. Estas diferencias, sin embargo, no se manifestaron en el sentido que las teorías tradicionales de la (pre)atención predicen (Broadbent, 1958; Julesz, 1981; Neisser, 1967; Treisman y Gelade, 1980), es decir, facilitando el funcionamiento de la atención y, por lo tanto, acortando la latencia de respuesta en la tarea de identificación, al estilo de la hipótesis de la *sala de espera* de Navon y Pearl (1985). Estas teorías postulan que las representaciones visuales activadas por un procesamiento preatencional de los estímulos ignorados decaen

pasivamente hacia niveles de activación basal y no logran alcanzar etapas posteriores de procesamiento (Broadbent, 1970; Houghton y Tipper, 1994; Van der Heijden, 1981).

En oposición a estas predicciones, nuestros resultados muestran que la respuesta fue más lenta en la condición de mayor duración de la preexposición (1113 ms) mientras que la condición de preexposición más breve (71 ms) no se diferenció de la condición de control o *pre0*. A esto se añade que las diferencias entre grupos se localizaron exclusivamente en las condiciones de preexposición más largas (257 y 1113 ms). En definitiva, los datos de este primer experimento muestran un efecto interferente del procesamiento preatencional de los patrones agrupados sobre la posterior tarea de identificación y, en contraste, ningún fenómeno de facilitación. Una posible explicación a la interferencia que sucede en la preexposición más larga aludiría al fenómeno de inhibición de la información no atendida (Crawford, Hill y Higham, 2005; Dalrymple-Alford y Budayr, 1966; Mounts, 2000; Neill, 1977; Posner y Snyder, 1975b; Tipper, 1985), por el que un estímulo potencialmente distractor para una tarea objetivo sería activamente inhibido, lo que, en un momento posterior, generaría un aumento de la latencia de respuesta en la tarea de identificación, cuando el sistema visual necesitara atenderlo para ejecutar una respuesta. Esta explicación se apoya en la hipótesis de la *inhibición atencional del distractor* (véase Houghton y Tipper, 1994, para un modelo formal de la inhibición) cuya asunción básica es que la latencia de respuesta ante un estímulo es una función del estado de activación de su representación interna en el momento de preparar la respuesta. Sobre el nivel de activación de dichas representaciones actúan dos mecanismos moduladores diferentes (Rueda y Tudela, 2001): (1) la activación de lo relevante, de lo atendido; y (2) la inhibición de lo irrelevante, de lo ignorado. Inicialmente las representaciones tanto del estímulo atendido (objetivo) como del ignorado (distractor) son activadas al mismo tiempo, pero rápidamente después la información irrelevante es activamente inhibida para evitar que interfiera con la tarea objetivo en curso. En consecuencia, la aplicación de inhibición sobre la información ignorada provoca que el nivel de activación de la representación visual decaiga por debajo de su línea base. Esta cota inferior de activación provoca que sea necesario un mayor consumo de tiempo para acumular un mínimo de activación que permita superar el umbral de respuesta cuando, en un momento posterior, el estímulo deje de ser ignorado y pase a ser atendido.

La mayoría de la evidencia empírica que apoya la hipótesis de la inhibición atencional proviene del efecto de *priming* negativo (PN) (Neill, 1977; Tipper, 1985), que consiste en responder con mayor lentitud y menor precisión ante un estímulo que ha sido ignorado en una presentación previa. Este efecto ha sido replicado con una amplia gama de situaciones experimentales, de estímulos utilizados y de respuestas requeridas ante el objetivo previamente ignorado (véase Fox, 1995, May, Kane y Hasher, 1995, para revisiones del efecto). El paradigma estándar de PN consiste en la exposición simultánea de un estímulo objetivo y un distractor (*prime*), y a continuación, tras un intervalo de tiempo variable, la presentación del estímulo ignorado (el distractor de la anterior fase) que ahora debe convertirse en el objetivo (*probe*) de la tarea. Nuestro paradigma de preatención es similar a una tarea de PN en su diseño básico, con la principal diferencia de que en nuestro caso, durante la primera fase del ensayo, la presentación del estímulo ignorado y el estímulo inicialmente atendido no es simultánea, sino diferida. Cuando los patrones agrupados aparecen en la escena visual, la tarea de dígitos ya lleva funcionando más de un segundo y, por lo tanto, los observadores están plenamente involucrados en la detección del número cero.

El modelo de inhibición del distractor también permite explicar la ausencia de efectos inhibitorios con preexposiciones breves, como nuestra condición de *pre71*, ya que predice que la inhibición no se produce de manera instantánea sino que requiere de cierto tiempo para poder acumularse. Dos razones se han aducido para justificar este retraso (Houghton y Tipper, 1994): (1) la inhibición es un proceso activo y controlado que consume tiempo para ponerse en acción (Posner y Snyder, 1975a); y (2) la presentación de un estímulo genera inicialmente una activación automática de su representación, que supone un incremento sobre el estado basal y, en definitiva, provoca que sea necesario acumular más inhibición hasta alcanzar niveles *negativos*. Los datos obtenidos muestran que con intervalos breves entre *prime* y *probe* se manifiesta facilitación de la respuesta (*priming* positivo) o, al menos, ausencia de perjuicios conductuales mientras que con intervalos más largos, se observa interferencia sobre la ejecución o *priming* negativo. Los valores temporales concretos varían entre los estudios (Lowe, 1985; Lupiáñez, Rueda, Ruz y Tudela, 2000; Neill y Westberry, 1987; Yee, 1991), en función de la tarea implementada y de los estímulos utilizados.

Sin embargo, la explicación completa del PN está lejos de estar clara puesto que se han desarrollado otras hipótesis alternativas, como la *recuperación episódica* (Neill y Valdes, 1992; Neill, Valdes, Terry y Gorfein, 1992) y la *discrepancia de características* (Park y Kanwisher, 1994), en las que se alude a factores no atencionales (véase Luna, Villarino, Elosúa, Merino y Moreno, 2007, para un reciente revisión de estas hipótesis). Incluso, hay acercamientos integradores entre hipótesis alternativas, como el que ha presentado Tipper (2001), en el que auna las aportaciones de la inhibición de distractores y de recuperación episódica para explicar el efecto de *priming* negativo.

A diferencia de lo comentado hasta el momento, en el grupo *atencional* no se apreciaron efectos de interferencia de las preexposiciones más largas sobre la tarea de identificación. En ese grupo el factor *preexposición* resultó marginalmente significativo pero las diferencias entre condiciones se reducen hasta casi desaparecer y el patrón de aumento del TR con las preexposiciones más largas observado en el grupo *preatencional* ahora se desvanece. Las diferencias principales entre la ejecución entre los grupos *preatencional* y *atencional* se concentran justo en las condiciones de preexposición más largas, *pre257* y *pre1113*, en las que el grupo *atencional* obtuvo latencias de respuesta significativas más rápidas que el grupo *preatencional*. En esas condiciones temporales, la atención que el grupo *atencional* dedica a los patrones agrupados durante la fase de preexposición es capaz de prevenir el deterioro en la ejecución de la tarea de identificación que, en contraste, se observa en el grupo *preatencional*. En cambio, en la condición de *pre71*, el intervalo de preexposición es demasiado breve como para permitir que emerjan diferencias entre grupos que sean debidas a un despliegue de la atención sobre los patrones agrupados en el grupo *atencional*.

No obstante, a pesar de la ausencia del perjuicio de la preexposición larga sobre la identificación en el grupo *atencional*, no deja de ser sorprendente que no se hallen beneficios en los TRs de identificación en este grupo, ni siquiera con el intervalo más largo de 1113 ms, que, en contra de lo esperable, tiene un promedio de respuesta similar a la condición de control o *pre0*. No deja de ser paradójico que después de incluir en el procedimiento experimental cuidadosos controles para prevenir la participación de la atención durante la fase de preexposición en el grupo *preatencional*, cuando se instruye a los miembros del grupo



atencional para que atiendan los patrones para mejorar la tarea posterior, estos no logren su objetivo y respondan con la misma velocidad que sin presentación previa de los estímulos agrupados. Estos datos sugieren que no es suficiente con tener la intención de atender a un estímulo para que se manifiesten los efectos de los mecanismos atencionales sobre la ejecución sino que, al contrario, también es necesario disponer de las condiciones óptimas para poder materializar de manera eficiente dicha intención en un mejor desempeño en la tarea (Humphreys, Watson y Jolicoeur, 2002). Los participantes del grupo *atencional* tienen que intentar atender, sin desviar su fijación foveal del centro de la pantalla, a cuatro estímulos diferenciados exclusivamente por la configuración de sus elementos, durante intervalos de tiempo nunca superiores a 1200 ms, con el objetivo de intentar mejorar su ejecución en la tarea de identificación. Para conseguir ese fin, parece claro que no basta con un despliegue *rutinario* de la atención, sino que se requiere un arduo trabajo de identificación y de almacenamiento en la memoria visual inmediata de los estímulos y de sus posiciones relativas, o al menos del mayor número de ellos, para que la respuesta posterior pueda beneficiarse de ese *conocimiento previo* adquirido. El paradigma de inatención de Mack y Rock concentraba sus esfuerzos en la prevención de la intención del sujeto por atender, como piedra angular de su procedimiento, asumiendo importantes sacrificios experimentales para ello, como el escueto número de ensayos por observador. Nuestros datos iniciales sugieren que es posible utilizar otros métodos que, sin necesidad de eliminar completamente la intención de atender, pueden impedir que ésta se plasme en un procesamiento atencional efectivo, recurriendo a la manipulación de la carga atencional, el tiempo disponible o la complejidad de los estímulos.

En resumen, estos primeros resultados con el paradigma de preatención sugieren una influencia del procesamiento preatencional sobre el posterior desempeño de la atención selectiva, pero quizás sorprende la orientación de tal influencia, puesto que lejos de favorecer o facilitar el procesamiento atencional, lo que hacen es justo lo contrario: perjudicar, enlentecer el trabajo de la atención. La perspectiva tradicional sobre la relación entre preatención y atención asumía que en aquellos casos en los que la preatención era capaz de influir sobre la atención, el efecto siempre sería positivo, en el sentido de guiar, controlar, dirigir el despliegue de la atención sobre el estímulo preatencionalmente analizado. De hecho, en el paradigma de

búsqueda visual, se asume que la prueba principal de la participación de la visión preatencional es la mayor rapidez de respuesta. En el paradigma de segregación de texturas la tesis es similar: cuando la preatención es capaz de detectar el límite entre regiones, la respuesta es más rápida. Por ello, podemos afirmar que la visión clásica de la preatención ha sido considerarlo como un proceso *pro*-atencional, que, siempre que puede, allana el camino para la intervención de la atención en la escena visual. En el peor de los casos, si la representación inicialmente activada por el procesamiento preatencional no es utilizada por la atención selectiva en los momentos inmediatamente posteriores, la predicción es que su activación decae de manera pasiva hasta alcanzar el nivel de reposo.

Sin embargo, los datos del presente experimento no se ajustan a esta hipótesis *pro*-atencional, al menos para los intervalos más largos de preexposición, en los que se produce un entrecimiento de la respuesta en comparación con las otras condiciones. En contraposición, la hipótesis de la *inhibición del distractor* ofrece una explicación compatible con nuestros resultados. Además, esta hipótesis nos permite enunciar nuevas predicciones con respecto al curso temporal de la relación entre procesamiento preatencional y atencional: con intervalos de preexposición cortos, que impidan la acumulación de inhibición, la activación de representaciones preatencionales podría generar efectos de facilitación sobre la tarea de identificación. En el Experimento 2 estudiaremos el efecto de tiempos más breves de preexposición sin atención, para de este modo explorar el curso temporal del procesamiento preatencional del agrupamiento en sus momentos iniciales, más tempranos, que, como la mayoría de teorías y modelos sobre el tema han señalado, son los más representativos e idiosincráticos de los procesos sin atención.

### **5.1.2. Experimento 2**

El objetivo del presente experimento es extender el diseño del Experimento 1 a intervalos de preexposición más breves. Para ello aplicamos el mismo procedimiento de los anteriores experimentos sustituyendo los intervalos de preexposición por tres nuevos: 29, 57 y 86 ms. Dos de los intervalos están por debajo del valor de los 71 ms utilizado en el experimento

anterior, mientras que uno de ellos (86 ms) tiene una duración superior para de esta forma disponer de una exploración más detallada del curso temporal del procesamiento con y sin atención de los patrones agrupados en el paradigma de preatención.

### **5.1.2.1. Método**

#### **Participantes**

Veinticuatro estudiantes de tercer curso de la Licenciatura en Psicología de la UNED, dieciséis mujeres y ocho hombres, con edades comprendidas entre 24 y 60 años (media = 37,8). Todos tenían visión normal o corregida y eran diestros. Los participantes fueron distribuidos en dos muestras de doce miembros cada una, para formar un grupo *preatencional* (dos hombres, edades 26-49 años, media = 36,4) y un grupo *atencional* (seis hombres, edades 24-60 años, media = 39,1). Los participantes recibieron por su colaboración una bonificación en su calificación final en la asignatura de "Psicología de la Percepción".

#### **Aparatos, estímulos, diseño y procedimiento**

Todas las condiciones experimentales fueron idénticas a las administradas en el Experimento 1, excepción de tres de las cuatro condiciones del factor *preexposición* que fueron 29, 57 y 86 ms, es decir, 2, 4 y 6 ciclos de refresco de la pantalla respectivamente. La condición de *control* o *pre0* también fue incluida en el diseño, así como el factor *distancia*, con sus niveles ya conocidos (corta, media y larga).

### **5.1.2.2. Resultados**

#### **Tarea de dígitos del grupo *preatencional***

Se utilizó el mismo criterio del experimento anterior para la categorización de ensayos válidos e inválidos en virtud de la precisión exhibida en la tarea de dígitos, permitiendo un sólo error en cada secuencia completa.

La proporción de ensayos válidos para cada sujeto osciló entre 0,63 y 1, con media igual a 0,92 y desviación típica igual a 0,10 (véase Tabla 4).

**Tabla 4.** Distribución de la proporción de ensayos válidos según la ejecución en la tarea de dígitos de los sujetos del Exp. 2

<b>Sujeto</b>	<b>Proporción de ensayos validos</b>
1	0,99
2	0,98
3	0,96
4	0,90
5	0,63
6	0,88
7	0,95
8	0,93
9	1,00
10	0,94
11	1,00
12	0,93
<b>Media</b>	<b>0,92</b>
<b>DT</b>	<b>0,10</b>

Un ANOVA 4 x 3 con los factores *preexposición* y *distancia* sobre la proporción de ensayos válidos fue realizado para comprobar el efecto de estos factores sobre la ejecución en la tarea de dígitos. Ni los factores principales ni la interacción entre ambos alcanzaron efectos significativos, lo que sugiere que la ejecución en la tarea distractora no fue afectada ni por las condiciones espaciales ni temporales de presentación de los patrones agrupados.

### **Tarea de identificación.**

El sujeto 5 del grupo *preatencional* fue eliminado de los análisis posteriores por su reducida proporción de ensayos válidos (0,63), que impide asegurar que realizara la tarea conforme a las instrucciones facilitadas.

Para el análisis de la precisión y del tiempo de reacción se excluyeron del análisis los ensayos categorizados como inválidos, lo que supuso un total de 105 ensayos eliminados (de 2112), es decir, un 4,97% del total de ensayos del grupo *preatencional*. De esta forma, los análisis de datos sólo involucraron ensayos válidos, para asegurar que las medidas conductuales sólo reflejaran la influencia de estímulos procesados sin atención. Se llevaron a cabo dos ANOVAs mixtos 2 x (4 x 3) con el factor intersujetos *grupo* y los factores intrasujetos *preexposición* y *distancia*, uno para la medida de precisión y otro para TR. Los análisis a posteriori de los factores o interacciones significativas consistieron en comparaciones por pares aplicando la corrección de Bonferroni.

### ***Precisión***

La proporción de aciertos para cada sujeto osciló entre 0,91 y 0,99, con media = 0,97 y desviación típica = 0,02.

El ANOVA 4 x 3 con precisión (proporción de aciertos) como VD no mostró diferencias significativas ni para los factores principales ni para la interacción entre ambos.

### ***Tiempo de reacción***

Para el análisis de los TRs se excluyeron los errores y las latencias menores de 200 y mayores de 2000 ms, lo que supuso un total de 164 ensayos eliminados (de 4311), es decir, un 3,80% del total disponible tras el filtraje de los ensayos válidos en el grupo *preatencional*. El estadístico utilizado para confeccionar la tabla del ANOVA fue la media, calculada para cada combinación de factores y para cada sujeto. El ANOVA 4 x 3 realizado mostró efectos significativos de los factores intrasujetos *preexposición*,  $F(3, 63) = 4.99$ ,  $MSe = 2084$ ,  $p < .01$ , y *distancia*,  $F(2, 42) = 39.26$ ,  $MSe = 1940$ ,  $p < .001$ , mientras que ni el factor intersujetos *grupo* ni ninguna de las interacciones entre factores alcanzó la significación estadística. En las Tablas 5 y 6, se muestran las medias del TR para cada condición de esos factores principales en los grupos *preatencional* y *atencional*.

**Tabla 5.** Media de las latencias de respuesta (ms) de cada factor principal en el grupo *preatencional* del Exp. 2

<b>GRUPO PREATENCIONAL</b>				
<b>Factor</b>	<b>Condiciones experimentales</b>			
	Pre0	Pre29	Pre57	Pre86
<b>Preexposición</b>	909	893	892	872
	Corta	Media	Larga	
<b>Distancia</b>	865	882	927	

**Tabla 6.** Media de las latencias de respuesta (ms) de cada factor principal en el grupo *atencional* del Exp. 2

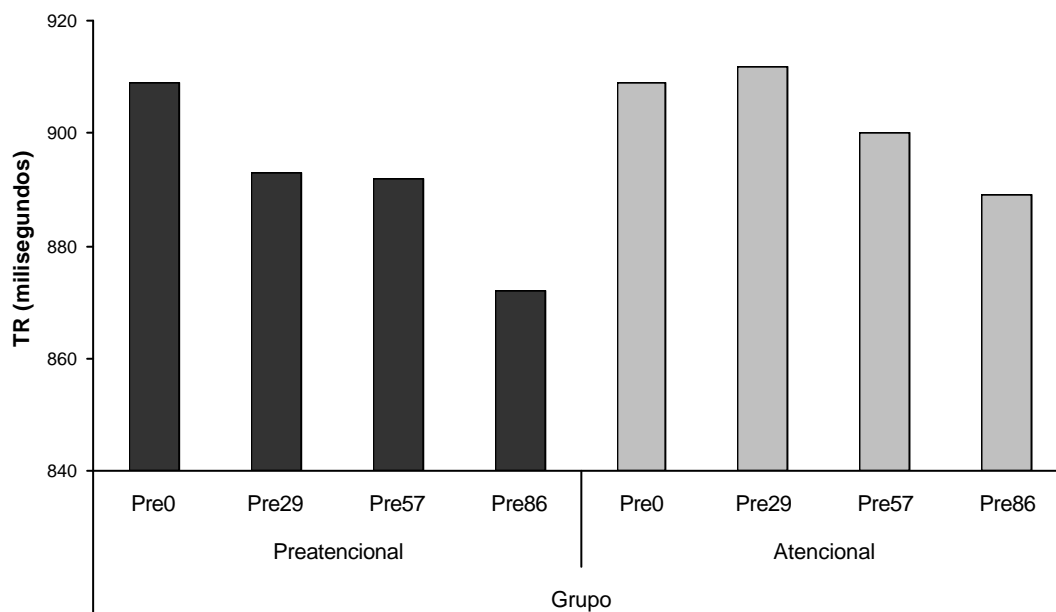
<b>GRUPO ATENCIONAL</b>				
<b>Factor</b>	<b>Condiciones experimentales</b>			
	Pre0	Pre29	Pre57	Pre86
<b>Preexposición</b>	909	912	900	889
	Corta	Media	Larga	
<b>Distancia</b>	880	899	930	

Los análisis *posthoc* aplicados al factor *preexposición* mostraron diferencias entre *pre0* (909 ms) y *pre86* (881 ms) ( $p=.02$ ), además de detectar una diferencia marginalmente

significativa entre *pre57* (896 ms) y *pre86* (881 ms) ( $p < .10$ ). El resto de comparaciones no fueron significativas.

En el caso del factor *distancia*, se detectaron diferencias entre todas las combinaciones por pares de los tres niveles de la variable: corta-media ( $p < .05$ ), corta-larga ( $p < .01$ ) y media-larga ( $p < .01$ ). Las medias para cada condición fueron 872, 890 y 929 ms, respectivamente para los niveles de distancia corta, media y larga.

La ausencia de interacción entre el factor intersujetos *grupo* y los otros factores intrasujetos, muestra que no existen diferencias significativas en el patrón de resultados entre los grupos *preatencional* y *atencional*, como ilustra la Figura 20. A pesar de la ausencia de efectos que impliquen al factor grupo, se llevaron a cabo dos ANOVAs de medidas repetidas 4 x 3 con los factores *preexposición* y *distancia*, uno para el grupo *preatencional* y otro para el grupo *atencional*. El patrón de resultados encontrado en ambos grupos fue una réplica de lo arriba descrito para el análisis conjunto.



**Figura 20.** Medias de latencia de respuesta para la combinación de *grupo* y *preexposición* en el Exp. 2.

### 5.1.2.3. *Discusión*

Los resultados del Experimento 2 son diferentes a los del Experimento 1 en dos aspectos principales. En primer lugar, se eliminan las diferencias entre los grupos *preatencional* y *atencional* al utilizar preexposiciones más breves de los estímulos agrupados. Este resultado, no obstante, ya había sido sugerido por los datos de la condición *pre71* del anterior experimento, donde no se detectó diferencia alguna entre grupos, ya que estas se localizaron exclusivamente en *pre257* y *pre1113*. En el presente experimento, la brevedad de la preexposición de los patrones parece que ha convertido al grupo *atencional* en un sucedáneo del grupo *preatencional*, ya que los observadores del primer grupo no disponen de las condiciones temporales mínimas para que su *intención* de atender se convierta en atención efectiva que module los efectos de la tarea de identificación. La consecuencia es que los patrones agrupados son procesados de una manera muy similar a como lo fueron en el grupo *preatencional*, donde la atención estaba ocupada en la tarea de dígitos y tampoco tenía oportunidad de actuar, en este caso, porque la intención del observador era detectar los ceros de la tarea de dígitos con la mayor precisión posible. Otra posible explicación para esta semejanza entre grupos, haría referencia a un efecto *techo* en la facilitación provocada por la preexposición de los estímulos, de manera que la atención dedicada a los patrones durante la fase de preexposición en el grupo *atencional*, no lograría superar la cota de mejora en la latencia de respuesta que genera el procesamiento sin atención de los patrones en el grupo *preatencional*.

En segundo lugar, en el presente experimento no se observó efecto alguno de interferencia debido a la preexposición de los patrones agrupados, sino que, al contrario, incluso se observa facilitación en la condición de *pre86*, mientras que las otras dos (*pre29* y *pre57*) no se diferencian de la condición de *control* o *pre0*. Esta condición de *pre86* es la que ha generado una respuesta más rápida de entre todas las condiciones de preexposición breve utilizadas tanto en el Experimento 1 (71 ms) como en el Experimento 2 (29, 57 y 86 ms). Este intervalo parece que funciona como una condición temporal óptima, ni demasiado breve ni demasiado larga, para permitir un procesamiento de los patrones agrupados



suficientemente elaborado para generar un efecto de *priming* positivo sobre la tarea de identificación posterior. Al mismo tiempo, el intervalo durante el cual el estímulo preexpuesto es ignorado no es suficiente para acumular inhibición que provoque un enlentecimiento en la respuesta de identificación posterior. Por otro lado, los intervalos de 29 y 57 ms, incluso el de 71 ms del Experimento 1, parece que son demasiados breves tanto para permitir una acumulación de inhibición como para sostener un procesamiento de los patrones que pueda manifestarse sobre la posterior identificación.

Al igual que en el Experimento 1, los factores *preexposición* y *distancia* no interaccionaron entre sí, lo que de nuevo sugiere que el procesamiento de los patrones agrupados durante la fase de preexposición no fue modulado por la distancia de los estímulos con respecto al punto de fijación. La explicación más plausible para los efectos principales del factor distancia parece, de nuevo, estar relacionada con el recorrido del movimiento ocular hacia el patrón objetivo (el indicado por la flecha) desde el punto de fijación. Por lo tanto, el efecto de la distancia, en apariencia, está restringido a la segunda fase de cada ensayo, es decir, a la tarea de identificación, sin influencia aparente sobre el procesamiento realizado durante la fase de preexposición de los estímulos agrupados.

Este patrón de resultados es coherente con los trabajos previos que han utilizado el paradigma de *priming* de repetición (véase Tenpenny, 1995, para una revisión), obteniendo tanto facilitación (*priming* positivo) como interferencia (*priming* negativo). Una gran cantidad de investigaciones han evidenciado que la presentación sucesiva de dos estímulos idénticos mejora la rapidez de identificación del segundo en un variado conjunto de tareas, como denominación (Durso y Johnson, 1979), decisión léxica (Scarborough, Cortese y Scarborough, 1977) o lectura de frases (Kolers y Ostry, 1974). Los resultados también son convergentes con los datos de Kimchi y Razpurker-Apfeld (2001; véase Kimchi, 2003) que diseñaron una tarea de *priming* de emparejamiento en la que los observadores tenían que decidir si dos patrones agrupados diferentes, presentados consecutivamente con un intervalo variable, tenían la misma organización perceptiva. Los resultados de la tarea mostraron efectos de facilitación por la semejanza organizativa con intervalos temporales tan breves como 40 ms, en el caso del principio de semejanza en color. Estos datos, al igual que los nuestros, sugieren que el acceso

a la configuración global de los estímulos, basado en el agrupamiento perceptivo de elementos, puede realizar de manera rápida y automática, para estar al servicio de procesos visuales posteriores. Los hallazgos de Kurylo (1997) acerca del curso temporal de diferentes principios de agrupamiento también son similares a nuestros resultados. En su caso, utilizó una tarea enmascarada de discriminación del agrupamiento, manipulando el SOA de la máscara. El agrupamiento por proximidad, según evidenciaron los datos de precisión registrados, requería intervalos en torno a 87 ms para completarse, mientras que en el caso del agrupamiento por buena continuación, el intervalo óptimo ascendía a 119 ms.

Considerados en conjunto, los resultados de los Experimentos 1 y 2 son coherentes con la hipótesis de la *inhibición del distractor* (Houghton y Tipper, 1994). Durante la realización de la tarea de dígitos, la atención se focaliza en la secuencia de números, de manera que cuando los estímulos agrupados se presentan, deben ser inhibidos para evitar que consuman recursos atencionales que sean imprescindibles para llevar a cabo la exigente tarea de detectar los dígitos objetivo. Si los patrones son activamente ignorados durante el tiempo suficiente como para permitir la acumulación de inhibición que afecte al estado de activación de la representación visual, entonces la ejecución posterior basada en dicha representación se verá perjudicada. Ese efecto ha sido observado en el Experimento 1, en las condiciones de preexposición más largas. Sin embargo, si la preexposición es suficientemente breve para prevenir la acumulación de inhibición en los estímulos ignorados a la par que suficientemente larga para permitir el procesamiento del agrupamiento perceptivo, la activación generada por el procesamiento de los patrones agrupados facilita la identificación posterior de los mismos, como ocurre en la condición de *pre86*. Los datos de las condiciones *pre29* y *pre57* muestran que no se produce facilitación posterior con esos intervalos, aunque tampoco inhibición alguna, lo que sugiere que existe una condición óptima de activación de las representaciones visuales de los patrones agrupados en torno a los 86 ms.

Tanto los efectos de facilitación como de interferencia provocados por la preexposición de los patrones sugieren que el procesamiento sin atención del agrupamiento perceptivo es posible y que es capaz de influir sobre la realización de una tarea posterior que requiere (1) la participación de la atención selectiva y (2) la identificación de un patrón generado por

agrupamiento. En línea con la definición de procesamiento preatencional que hemos propuesto, podemos afirmar que nuestros datos apoyan la existencia del procesamiento preatencional del agrupamiento perceptivo, en contra de las tesis de Mack y Rock (1998) y en consonancia con los trabajos de Moore y Egeth (1997), Lamy et al. (2006), Kimchi y Razpurker-Apfeld (2004) y otros similares.

Sin embargo, una hipótesis alternativa que descarta la intervención del procesamiento preatencional de los patrones agrupados podría argumentarse para explicar los resultados de los Experimentos 1 y 2. En el grupo *preatencional*, la presentación de los patrones durante la tarea de dígitos podría provocar una captación involuntaria de la atención que sería atraída hacia alguno de los estímulos agrupados, de manera que en aquellos casos en los que coincidiera el estímulo señalado por la flecha con el estímulo que ha captado la atención, la respuesta sería más rápida ya que la atención selectiva ya se encontraría, de antemano, sobre el estímulo objetivo indicado por la flecha central. Esta captación atencional involuntaria estaría favorecida, en especial, por las exposiciones de 86 ms, en las que se dispone de tiempo suficiente para realizar un movimiento atencional antes de que se presente la flecha central. Los datos sobre la velocidad de los movimientos del foco atencional o *sacadas* atencionales, como otros las han denominado (e.g., Horowitz, Holcombe, Wolfe, Arsenio y DiMase, 2004), que se han recopilado mediante diferentes paradigmas experimentales como orientación atencional (Posner, 1980) o búsqueda visual (e.g., Wolfe, 1998b) sugieren que la atención consume entre 50-100 ms (aunque véase Horowitz et al., 2004, para una visión alternativa) en realizar un movimiento inducido por una señal exógena o periférica, como sería el patrón agrupado que captaría la atención según esta hipótesis. Este intervalo temporal es convergente con la condición de *pre86*, que supondría la condición óptima para propiciar un movimiento atencional involuntario hacia alguno de los estímulos preexpuestos.

La consecuencia de mayor calado de la hipótesis de la *captación atencional* es que descartaría la posibilidad de que el procesamiento preatencional pudiera completar las operaciones de agrupamiento perceptivo, que permitirían identificar que posición ocupa cada patrón, para luego transferir dicha información a la realización de la tarea de identificación posterior. La única diferencia entre patrones que permite discriminar la identidad de cada uno

se deriva de la configuración de sus elementos constituyentes, que se genera tras la aplicación de procesos de agrupamiento perceptivo. La hipótesis de la *captación atencional* no necesita asumir que ha sido procesada preatencionalmente la diferente configuración de los patrones para explicar los efectos encontrados, sino que considera a los patrones como meras señales periféricas (no necesariamente diferentes entre sí) formadas por elementos locales (no necesariamente agrupados).

Sin embargo, en nuestro procedimiento, la presentación simultánea de cuatro posibles estímulos objetivo debería invalidar la posibilidad de la obtención de un beneficio debido a una captación involuntaria de alguno de esos estímulos ya que es más probable que la atención sea atraída por un estímulo no-objetivo (3 de 4,  $p = .75$ ) que por el propio estímulo objetivo (1 de 4,  $p = .25$ ), lo que debería haber generado, de ser cierta esta hipótesis, un patrón de TR mayor en las condiciones de preexposición que en la de *control* o *pre0*. Aun en el improbable caso de que el sistema visual fuera capaz de mantener activos, en nuestra tarea, dos focos atencionales al mismo tiempo, como algunos trabajos han sugerido (Alvarez y Cavanagh, 2005; Awh y Pashler, 2000) y que, además, dichos focos fueran captados simultáneamente por dos de los cuatro estímulos expuestos, la probabilidad de atender a dos estímulos no-objetivo es del 50%, por lo que generaría por igual efectos de facilitación y de interferencia que no permiten explicar una latencia de respuesta significativamente más rápida que la condición de control o *pre0*. Por lo tanto, sería necesario postular la participación de al menos tres focos atencionales independientes y simultáneos que fueran captados por tres patrones agrupados diferentes, para que la hipótesis de la *captación atencional* encajara con los resultados observados.

Sin embargo, esta hipótesis podría explicar también el perjuicio en la respuesta que provocan las preexposiciones más largas de 257 y 1113 ms del Experimento 1, aludiendo al fenómeno de la *inhibición de retorno* (IDR) (Posner y Cohen, 1984), que dificulta la orientación de la atención hacia localizaciones y/o objetos (Tipper et al., 1994) previamente atendidas y etiquetadas como irrelevantes para la tarea en curso. Si el foco atencional dispone de tiempo suficiente para desengancharse del estímulo al que ha sido atraído de manera involuntaria, dicha localización será inhibida, retrasando el despliegue posterior a esa posición y, por lo

tanto, la respuesta final. El efecto de IDR se suele obtener con intervalos superiores a 200 ms (véase Klein, 2000; Lupiáñez, Klein y Bartolomeo, 2006, para revisiones del efecto), por lo que en las condiciones de 257 ms y, sobre todo, en la de 1113 ms se dispondría de tiempo suficiente para generar inhibición que enlenteciera la respuesta en la tarea de identificación.

De nuevo, se puede aducir, en oposición a esta hipótesis, que la presentación simultánea de cuatro estímulos debería limitar las posibilidades de ocurrencia de IDR en el estímulo objetivo a una probabilidad de 0,25, que parece demasiado reducida para ser responsable de las diferencias significativas que los análisis han revelado. Como antes explicábamos, sería necesario postular la presencia de múltiples focos atencionales involuntariamente captados por estímulos distintos para que la probabilidad fuera lo suficientemente elevada para justificar los resultados observados. Este fenómeno parece muy improbable, por las condiciones de consumo atencional de la tarea de dígitos, que apenas dejaría recursos disponibles para la formación de tal duplicidad de focos atencionales. Además, los análisis que hemos presentado han mostrado que la ejecución de los sujetos en la tarea de dígitos no varía en función de las condiciones de preexposición (ni de distancia), lo que no concuerda con la hipótesis de la *captación atencional*, que predice un deterioro en la ejecución en esta tarea con la preexposiciones más largas de 257 y 1113 ms, en las que se produciría un alejamiento involuntario de la atención del centro de la pantalla.

Además de lo expuesto, una tercera hipótesis, también ajena a los procesos de agrupamiento perceptivo, podría ser planteada para explicar los resultados obtenidos. Esta hipótesis se fundamentaría en el efecto de *priming* negativo centrado en el espacio (Tipper, Brehaut y Driver, 1990; Tipper, Lortie y Baylis, 1992), que consiste en el deterioro en la respuesta ante estímulos que son presentados en localizaciones anteriormente ocupadas por estímulos distintos que fueron ignorados. Incluso existen datos que sugieren una disociación entre mecanismos inhibitorios diferentes para la identidad y para la localización de estímulos, como han apuntado estudios con poblaciones de ancianos y niños (Hasher, Zacks, Stoltzfus, Kane y Connelly, 1996; Tipper, 1991; Tipper y MacLaren, 1990). Aunque los estudios que han descrito este efecto suelen utilizar tareas de localización espacial y no de identificación como en nuestro caso, la lógica del fenómeno parece perfectamente aplicable a nuestro

procedimiento. Otros trabajos que han registrado movimiento oculares durante tareas de atención selectiva (Crawford, Hill y Higham, 2005; Dorris, Taylor, Klein y Muñoz, 1999) han informado de efectos inhibitorios sobre movimientos sacádicos hacia nuevas localizaciones espaciales que anteriormente estuvieron ocupadas por estímulos ignorados. Crawford, Hill y Higham (2005), por ejemplo, encontraron que este efecto inhibitorio era contingente con la localización espacial más que con el color del distractor inhibido.

En nuestro caso, cabe la posibilidad de que, durante la tarea de dígitos, lo único que se procese sea la información relativa a la posición que ocupan los estímulos (distancias *corta*, *media* o *larga*) y que los efectos sobre la tarea de identificación tan sólo se deban a la información disponible sobre las localizaciones que ocupan los mismos, sin procesamiento alguno de la identidad y, por lo tanto, sin que sea necesaria la participación de las operaciones de agrupamiento perceptivo. Según esta explicación alternativa, los patrones agrupados podrían actuar como meras señales indicadoras de localizaciones a las que después tendrá que acudir el foco atencional para identificar uno de los cuatro estímulos disponibles. Para asumir el papel de señales marcadoras, no es necesario que los círculos claros se agrupen mediante principios gestálticos, sino que es suficiente con que el sistema visual detecte que hay *algo*, o varios *algos*, de color más claro que el fondo más oscuro. Este papel meramente señalizador de los patrones podría explicar tanto los efectos de facilitación como de interferencia encontrada, en un caso por activación de la representación espacial asociada al patrón y, en el otro, por inhibición del área ocupada por el estímulo ignorado.

Un aspecto relevante de la hipótesis *del priming centrado en el espacio*, a diferencia de la *captación atencional*, es que podría ser compatible con la existencia de procesamiento preatencional durante la secuencia de dígitos, aunque este estuviera limitado a la localización espacial de los patrones, puesto que parece coherente que dicha información pudiera ser obtenida por un procesamiento sin atención de la escena visual, aun cuando el agrupamiento perceptivo no formara parte de las competencias del mismo. En este extremo, podríamos hablar de un procesamiento preatencional de información espacial, aunque, en cambio, tendríamos que descartar la posibilidad de un procesamiento sin atención del agrupamiento perceptivo.

A pesar de la disociación entre las hipótesis de *captación atencional* y de *priming centrado en el espacio* que hemos mostrado, es necesario matizar que el estudio de Christie y Klein (2001) ha relacionado el efecto de *priming* espacial negativo con el fenómeno de inhibición de retorno y la atracción automática de la atención hacia nuevos objetos. Por ello, es posible que ambas hipótesis estén sustentadas por un mecanismo común, de naturaleza espacial y atencional. Sea como fuere, mantendremos la división entre hipótesis en páginas sucesivas, puesto que nuestro objetivo principal es confirmar si los efectos descritos son fruto de un procesamiento sin atención de la identidad de los patrones agrupados.

En conclusión, para poder afirmar que los resultados obtenidos son fruto de la acción de un procesamiento perceptivo sin atención de patrones generados por agrupamiento necesitamos descartar las hipótesis alternativas que hemos propuesto. Con este objetivo fueron diseñados los Experimentos 3 y 4, que a continuación presentamos.

### 5.1.3. Experimento 3

Los resultados de los experimentos anteriores han mostrado la influencia de la preexposición atendida y no atendida de patrones agrupados sobre la posterior identificación de los mismos. La duración de la preexposición se ha destacado como un factor modulador relevante, capaz de generar efectos contrapuestos, tanto de facilitación como de interferencia. Sin embargo, el procedimiento de los experimentos 1 y 2 no permite distinguir entre la hipótesis de la *inhibición del distractor*, que es compatible con la existencia de un procesamiento preatencional de patrones generados por agrupamiento, y otras dos hipótesis explicativas alternativas e incompatibles con esa perspectiva. El enfoque derivado de la hipótesis de la *captación atencional* contradice la existencia de un procesamiento preatencional durante la secuencia de dígitos y atribuye los efectos encontrados a la acción de la atención involuntariamente captada por la presentación de los patrones agrupados, que actúan como meras señales periféricas de posición, no necesariamente fruto de operaciones de agrupamiento. Por otro lado, la hipótesis del *priming centrado en el espacio* no elimina la posible actuación de un procesamiento preatencional de los patrones durante la secuencia de

dígitos, aunque limita la extensión de dicho análisis a su dimensión espacial, sin implicación alguna de procesos de agrupamiento gestáltico. En la Tabla 7, está disponible un resumen de las diferentes implicaciones de las hipótesis planteadas con respecto a los procesos visuales objeto de interés en nuestro trabajo.

Por todo esto, es necesario diseñar un procedimiento que permita contrastar estas hipótesis alternativas, para comprobar si los resultados obtenidos se deben a un genuino procesamiento preatencional de los patrones agrupados o, sin embargo, a otros factores basados en la mera información espacial y/o captación atencional de los susodichos patrones. Para conseguir este objetivo, en el Experimento 3 incluimos una nueva condición experimental de preexposición de los patrones, en la que, durante el transcurso de la tarea de dígitos, se exponen matrices de dieciséis (4 x 4) círculos claros en las posiciones donde a continuación, al mismo tiempo que aparece la flecha que marca el inicio de la tarea de identificación, se presentarán los cuatro patrones agrupados de doce círculos claros ya utilizados en los experimentos anteriores (véase Figura 21). Las matrices de 16 círculos desempeñan el papel de marcadores de posición pero, sin embargo, no suministran información alguna sobre la identidad de los patrones agrupados que a continuación ocuparán esa posición. La comparación entre esta nueva condición de preexposición, que sólo aporta información sobre la posición, frente a la preexposición utilizada en los experimentos anteriores, que suministra información tanto de la posición como de la identidad del patrón agrupado, permitirá contrastar directamente las hipótesis planteadas.

Si los resultados obtenidos en los Experimentos 1 y 2 pueden explicarse en virtud de la hipótesis de la *captación atencional* o del *priming centrado en el espacio*, no cabe esperar diferencias significativas entre la preexposición de los marcadores de posición y los patrones agrupados. Si, en cambio, el procesamiento preatencional de los patrones incluye aplicación de las operaciones de agrupamiento perceptivo y codificación de la identidad de los mismos, entonces se observarán diferencias entre la preexposición de los patrones y de los marcadores.



**Tabla 7.** Implicación de los mecanismos de procesamiento preatencional y agrupamiento perceptivo según las hipótesis planteadas en los Experimentos 1 y 2.

Hipótesis	<i>Procesos visuales implicados</i>	
	Procesamiento preatencional	Agrupamiento perceptivo
Inhibición del distractor	V	V
Captación atencional	X	X
<i>Priming</i> centrado en el espacio	V	X

### 5.1.3.1. Método

#### Participantes

Veinte estudiantes de tercer curso de la Licenciatura en Psicología de la UNED, diecinueve mujeres y un hombre, con edades comprendidas entre 21 y 53 años (media = 32,35, DT = 9,06). Todos tenían visión normal o corregida y eran diestros. Los participantes se distribuyeron aleatoriamente en dos muestras de diez miembros cada una, para formar un grupo *preatencional* (un hombre, edades 21-45 años, media = 33,7) y un grupo *atencional* (todas mujeres, edades 21-53 años, media = 31). Los participantes recibieron por su colaboración una bonificación en su calificación final en la asignatura de "Psicología de la Percepción".

## Aparatos y estímulos

Los materiales y dispositivos fueron idénticos a los utilizados en los experimentos anteriores con la única salvedad de la inclusión de un nuevo tipo de estímulos, los marcadores de posición, consistentes en una matriz de dieciséis (4 x 4) círculos claros.

## Diseño

Se utilizó un diseño mixto 2 x (2 x 3 x 2) con el factor intersujetos *grupo* (preatencional vs. atencional) y tres factores intrasujetos, a saber: *tipo de estímulo preexpuesto* (marcador vs. patrón), *preexposición* (86 ms, 257 ms y 1000 ms) y *distancia* (media y larga). Los niveles del factor preexposición se corresponden respectivamente con 6, 18 y 70 ciclos de refresco del monitor, mientras que las condiciones media y larga del factor *distancia*, equivalen a 6,69° y 10,51° de ángulos visual.

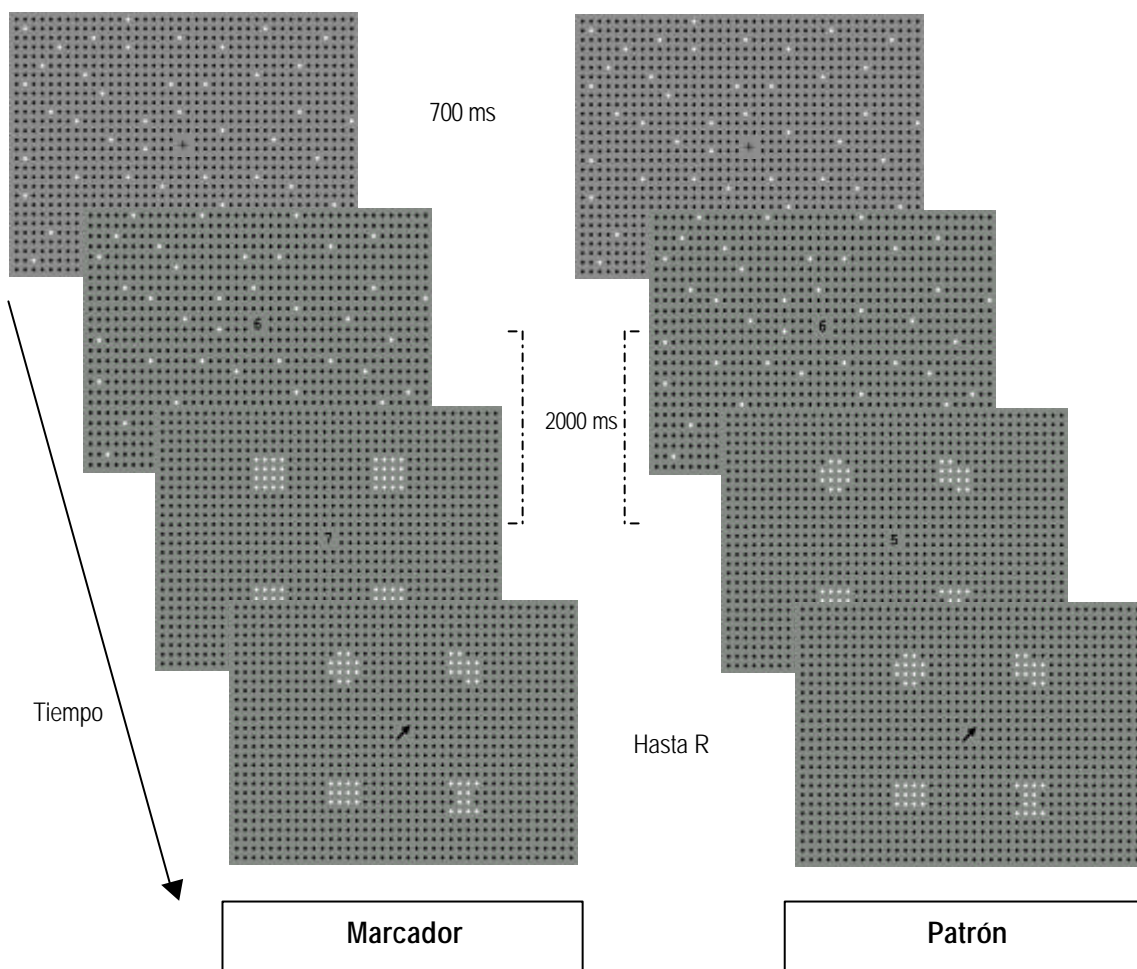
El factor *tipo de estímulo preexpuesto* incluye la presentación de los marcadores (matrices de 16 círculos claros), que sólo proporcionan información de la posición de los estímulos agrupados que forman parte de la posterior tarea de identificación, y la preexposición de los propios patrones agrupados, que aportan tanto información sobre posición como de identidad. El factor *preexposición* incluye los intervalos que se han mostrado resultados más interesantes en los experimentos anteriores. La condición de *control* o *pre0* fue eliminada del presente experimento, para poder comparar directamente la preexposición de patrones agrupados frente a marcadores. Por su parte, el factor *distancia* se redujo a dos condiciones diferentes (media y larga) para simplificar el diseño.

Las variables dependientes registradas fueron el tiempo de reacción y la precisión de la respuesta en la tarea de identificación.

## Procedimiento

El procedimiento consistió básicamente en la misma secuencia de eventos que los experimentos anteriores salvo por los cambios que comentamos a continuación. La fase experimental se compuso de dos bloques de 192 ensayos, es decir, 384 ensayos en total. La amplitud de la tarea de dígitos se redujo a diez números, lo que limitaba la duración de cada

secuencia a 2000 ms (200 ms por dígito), con el objetivo de acortar la duración de cada ensayo y así aumentar el número de ensayos administrados a cada participante. En la condición de preexposición de marcadores, se presentaban las matrices de dieciséis círculos claros simultáneamente con la tarea de dígitos con el intervalo determinado por el factor *preexposición*. A continuación, al mismo tiempo que aparecía la flecha señalizadora, los marcadores eran sustituidos por los patrones agrupados a los que había que responder. En cambio, durante la condición de preexposición de estímulos, los patrones agrupados eran expuestos de la misma forma que en experimentos anteriores (véase Figura 21).



**Figura 21.** Secuencia de eventos en las condiciones experimentales del factor *tipo de preexposición* del Exp. 3. *El brillo y el contraste originales de las imágenes ha sido aumentado para facilitar su visionado.*

### 5.1.3.2. Resultados

#### Tarea de dígitos del grupo *preatencional*

Se utilizó el mismo criterio de los experimentos anteriores para la categorización de ensayos válidos e inválidos en virtud de la precisión exhibida en la tarea de dígitos, permitiendo un sólo error en cada secuencia completa.

La proporción de ensayos válidos para cada sujeto osciló entre 0,95 y 1, con media igual a 0,98 y desviación típica igual a 0,02 (véase Tabla 8).

**Tabla 8.** Distribución de la proporción de ensayos válidos según la ejecución en la tarea de dígitos de los sujetos del Exp. 3

<b>Sujeto</b>	<b>Proporción de ensayos validos</b>
1	0,95
2	0,99
3	0,99
4	0,97
5	0,99
6	0,95
7	0,98
8	0,99
9	0,97
10	1,00
<b>Media</b>	<b>0,98</b>
<b>DT</b>	<b>0,02</b>

Para comprobar el posible efecto de los factores intrasujetos *tipo de estímulo preexpuesto*, *preexposición* y *distancia* sobre la tarea de dígitos se llevó a cabo un ANOVA de medidas repetidas 2 x 3 x 2 con dichos factores y con la precisión (proporción de ensayos válidos de cada sujeto) como variable dependiente. Ni los factores principales ni las interacciones entre ambos alcanzaron efectos significativos, lo que sugiere que la ejecución en

la tarea distractora no fue afectada por ninguna de las características de la preexposición de los estímulos.

### **Tarea de identificación**

Para el análisis de la precisión y del tiempo de reacción se excluyeron del análisis los ensayos categorizados como inválidos, lo que supuso un total de 87 ensayos eliminados (de 3840), es decir, un 2,27% del total de ensayos del grupo *preatencional*. De esta forma, los análisis de datos involucraron exclusivamente a ensayos válidos, para asegurar que las medidas conductuales del grupo *preatencional* sólo reflejaran la influencia de estímulos procesados sin atención. Se llevaron a cabo dos ANOVAs mixtos 2 x (2 x 3 x 2) con el factor intersujetos *grupo* y los factores intrasujetos *tipo de estímulo preexpuesto*, *preexposición* y *distancia*, uno para la medida de precisión y otro para TR. Los análisis a posteriori de los factores o interacciones significativas consistieron en comparaciones por pares aplicando la corrección de Bonferroni.

### **Precisión**

La proporción de aciertos para cada sujeto osciló entre 0,89 y 0,99, con media = 0,96 y desviación típica = 0,03.

El ANOVA 2 x (2 x 3 x 2) con precisión (proporción de aciertos) como VD no mostró diferencias significativas ni para los factores principales ni para la interacción entre ambos.

### **Tiempo de reacción**

Para el análisis de los TRs se excluyeron los errores y las latencias menores de 200 y mayores de 2000 ms, lo que supuso un total de 284 ensayos eliminados (de 7593), es decir, un 3,74% del total disponible tras el filtraje de los ensayos válidos en el grupo *preatencional*. El estadístico utilizado para confeccionar la tabla del ANOVA fue la media, calculada para cada combinación de factores y para cada sujeto. El ANOVA 2 x (2 x 3 x 2) realizado mostró efectos principales significativos de los factores intrasujetos *tipo de estímulo preexpuesto*,  $F(1,18) = 24.88$ ,  $MSe = 888$ ,  $p < .001$ ; *preexposición*,  $F(2,36) = 10.74$ ,  $MSe = 1180$ ,  $p < .001$ ; y *distancia*,

$F(1,18) = 89.62$ ,  $MSe = 614$ ,  $p < .001$ . En cambio, el factor intersujetos *grupo* no mostró diferencias significativas entre niveles. Por otro lado, la interacción entre *grupo* y *preexposición* resultó significativa,  $F(2,36) = 44.66$ ,  $MSe = 1180$ ,  $p < .001$ . Ninguna otra interacción entre factores resultó significativa. En las Tablas 9 y 10, se muestran las medias del TR para cada condición de esos factores principales en los grupos *preatencional* y *atencional*.

**Tabla 9.** Media de las latencias de respuesta (ms) de cada factor principal en el grupo *preatencional* del Exp. 3

<b>GRUPO PREATENCIONAL</b>			
<b>Factor</b>	<b>Condiciones experimentales</b>		
	Marcador	Patrón	
<b>Tipo de estímulo preexpuesto</b>	963	949	
	Pre86	Pre257	Pre1000
<b>Preexposición</b>	921	951	996
	Media	Larga	
<b>Distancia</b>	943	969	

El efecto encontrado en el factor *tipo de estímulo preexpuesto* mostró que la respuesta de identificación fue más rápida cuando los estímulos preexpuestos durante la secuencia de dígitos eran los patrones agrupados (921 ms), mientras que la presentación de los marcadores (940 ms) supuso una respuesta más lenta a los patrones en la identificación posterior.

Los factores *preexposición* y *distancia* exhibieron un comportamiento similar al de los experimentos previos, induciendo un aumento de la latencia de respuesta proporcional al aumento del intervalo de tiempo y de la separación espacial, respectivamente. Las comparaciones múltiples entre condiciones del factor *preexposición* mostraron diferencias significativas entre los tres pares ( $p < .01$ ). Las medias para cada condición fueron 907, 927 y 958 ms, respectivamente para *pre86*, *pre257* y *pre1000*. Las medias del factor *distancia* fueron 927 ms para la condición media y 956 ms para larga.

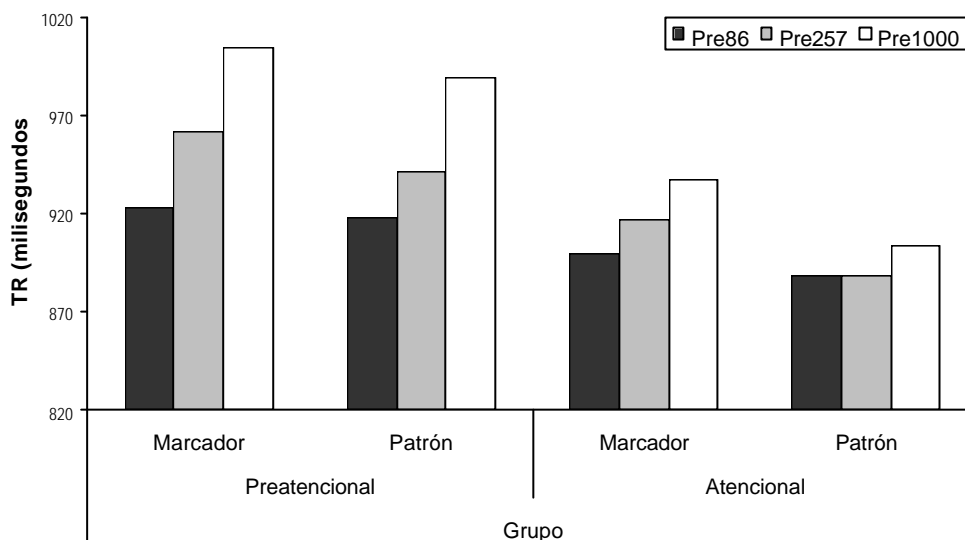
**Tabla 10.** Media de las latencias de respuesta (ms) de cada factor principal en el grupo *atencional* del Exp. 3

GRUPO ATENCIONAL			
Factor	Condiciones experimentales		
	Marcador	Patrón	
Tipo de estímulo preexpuesto	943	911	
Preexposición	Pre86	Pre257	Pre1000
	912	926	944
	Media	Larga	
Distancia	911	943	

Los análisis a posteriori realizados en la interacción entre *grupo* x *preexposición* mostraron que en el grupo *atencional* solamente había diferencias significativas entre *pre86* y *pre1000* ( $p < .01$ ) y no en el resto de combinaciones entre condiciones del factor *preexposición*,

mientras que en el grupo *preatencional* todas las combinaciones entre pares obtuvieron significación ( $p < .01$ )

Como se puede observar en la Figura 22, en este experimento el patrón de resultados de ambos grupos de sujetos fue muy similar.



**Figura 22.** Medias de latencia de respuesta para la combinación de los factores *tipo de estímulo preexpuerto, grupo y preexposición* en el Exp. 3.

Con el objetivo de analizar por separado y con mayor profundidad el efecto del factor *preexposición* en cada grupo de participantes, se realizaron dos ANOVAs de medidas repetidas con el factor *preexposición*, uno para el grupo *preatencional* y otro para el grupo *atencional*.

**Grupo preatencional.** El ANOVA de un factor realizado mostró efectos significativos del factor *preexposición*,  $F(2, 28) = 32.96$ ,  $MSe = 412$ ,  $p < .001$ . Los análisis a posterior indicaron que el patrón del factor *preexposición* mostró un aumento de la latencia de respuesta proporcional a la duración de la exposición previa de los patrones agrupados. Las comparaciones múltiples entre condiciones del factor *preexposición* mostraron diferencias



significativas entre los tres pares: *pre86 - pre257* ( $p = .01$ ), *pre86 - pre1000* ( $p < .001$ ) y *pre257-pre1000* ( $p < .01$ ).

**Grupo *atencional*.** El ANOVA de un factor realizado mostró efectos significativos del factor *preexposición*,  $F(2, 28) = 11.76$ ,  $MSe = 166$ ,  $p = .001$ . Las comparaciones múltiples entre condiciones del factor *preexposición* mostraron diferencias significativas entre los pares *pre86-pre1000* ( $p < .01$ ) y *pre257-pre1000* ( $p < .01$ ), pero no entre *pre86* y *pre257* ( $p > .61$ ).

Esta última es la única diferencia destacable en la comparación entre ambos grupos: en el caso del grupo *atencional* no se encuentran diferencias entre las condiciones de *pre86* y *pre257*, mientras que dicha diferencia sí resulta significativa en el grupo *preatencional*.

### 5.1.3.3. *Discusión*

El resultado más importante del presente experimento es el efecto principal del factor *tipo de estímulo preexpuesto*, que muestra que el TR de identificación es mayor cuando los estímulos preexpuestos sólo suministran información sobre la localización posterior de los patrones agrupados, como ocurre con los marcadores. La preexposición de los patrones, por lo tanto, supone una ventaja global en la tarea de identificación, con independencia tanto del intervalo concreto de preexposición como de la atención dedicada a los patrones durante la secuencia de dígitos.

Este resultado sugiere que el procesamiento sin atención de los patrones agrupados no incluye meramente información sobre la posición del estímulo agrupado sino también sobre la identidad de dichos estímulos. Si los efectos de la preexposición encontrados no reflejaran influencia del procesamiento de la identidad del patrón agrupado, no debería haber diferencias entre la presentación de un marcador sin forma determinada y un estímulo concreto con su forma definida, puesto que ambos actuarían como meros señalizadores de la posición posterior de los estímulos presentados en la tarea de identificación. Sin embargo, el análisis de datos detectó diferencias entre ambas condiciones, lo que parece indicar que la identidad de los patrones puede ser procesada en condiciones de preexposición atendida y no atendida para facilitar el posterior procesamiento del estímulo objetivo. Para que la identidad de los patrones

forme parte de la información codificada por los procesos visuales preatencionales, es necesario asumir que las operaciones de agrupamiento perceptivo han sido aplicadas sobre los círculos claros para generar figuras globales.

El patrón de datos del factor *preexposición* es idéntico al encontrado en experimentos previos: aumento proporcional del TR en función del intervalo de preexposición de los patrones agrupados. Tanto la preexposición de marcadores de posición como la de los propios patrones dibujan esa tendencia, aunque en el segundo de los casos, la respuesta es más rápida, indicando que la preexposición del propio estímulo favorece su posterior identificación en mayor medida que la mera señalización del lugar donde aparecerán los patrones a posterior. De esta forma, los datos sugieren que tanto la posición como la identidad de los estímulos generados por agrupamiento perceptivo pueden ser procesados en ausencia de atención e influir sobre su procesamiento posterior.

A partir de estos resultados, las hipótesis de la *captación atencional* y del *priming centrado en el espacio* no pueden explicar por completo la diferencia que hemos encontrado entre preexponer los marcadores y los propios patrones, ya que ambos tipos de estímulos actuarían de la misma manera: aportando información sobre la localización espacial de los estímulos de la tarea de identificación. En cambio, la hipótesis de la *inhibición del distractor* se ajusta mejor a los datos obtenidos, puesto que es capaz de predecir esa diferencia entre tipos de estímulos preexpuestos, aludiendo a la activación-inhibición de las representaciones visuales de los patrones agrupados durante la preexposición de los mismos. Dichas representaciones visuales incluirían información tanto sobre localización espacial como de la identidad de los patrones agrupados.

No obstante, el perfecto paralelismo existente en el patrón de resultados del factor *preexposición* entre la condición de marcador y la de patrón (véase Figura 22) es una muestra del importante papel que desempeña el procesamiento de la información espacial en los efectos de la preexposición sobre la tarea de identificación. La codificación de la localización, por sí sola, es capaz de generar el patrón *escalonado* de TRs directamente proporcional a la duración de la preexposición que hemos hallado en los tres experimentos que hasta el momento hemos presentado. Este resultado está en línea con la multiplicidad de rasgos del

estímulo que pueden estar sometidos a activación e inhibición (localización, color, forma, significado, etc.) en función de los requisitos de la respuesta demandada (Neill, Valdes y Terry, 1995; Tipper, Weaver y Houghton, 1994). Desde este punto de vista, el procesamiento preatencional de los patrones podría incluir extracción de información de varios rasgos de los estímulos que, a su vez, podrían actuar de diferente manera sobre la tarea de identificación.

Por otro lado, las diferencias entre los grupos *preatencional* y *atencional* fueron menos acusadas que las encontradas en el Experimento 1, aunque la interacción significativa *grupo x preexposición* mostró que en el grupo *atencional* las condiciones de preexposición se comportan de manera más homogénea que en el grupo *preatencional*, donde se encontraron diferencias significativas entre todas las condiciones. La ausencia de una condición de *control* o *pre0* en el diseño del presente experimento, nos impide decidir si las diferencias encontradas en el grupo *atencional* entre las condiciones *pre86* y *pre1000*, así como entre *pre257* y *pre1000* se deben a una facilitación de los intervalos de preexposición más breves, a una inhibición de la preexposición larga o a ambos factores actuando al mismo tiempo.

En resumen, los resultados del presente experimento sugieren que el procesamiento atendido y no atendido de los patrones agrupados durante la fase de preexposición incluye información sobre la identidad de los mismos y, por lo tanto, intervención de las operaciones de agrupamiento perceptivo por semejanza en luminancia. Sin embargo, los resultados encontrados en las diferentes condiciones de *preexposición* de marcadores muestran el importante papel de la información sobre localización espacial en la influencia de este factor sobre la tarea de identificación.

#### **5.1.4. Experimento 4**

Los resultados del Experimento 3 han aportado evidencia a la hipótesis de que los mecanismos visuales preatencionales son capaces de procesar la identidad de patrones generados por agrupamiento perceptivo. En el presente experimento, el objetivo es someter a contraste las mismas hipótesis que se han planteado en el experimento anterior pero a través de un procedimiento diferente que pueda aportar evidencia convergente sobre la naturaleza del

procesamiento preatencional y de su relación con el agrupamiento perceptivo. En este caso, el procedimiento no incluye la presentación de marcadores de posición, ya que en todos los ensayos con preexposición se presentan los cuatro patrones habituales en los experimentos anteriores. La innovación principal consiste en incluir una nueva condición experimental en la que los estímulos preexpuestos durante la tarea de dígitos pasan después a ocupar diferentes posiciones cuando comienza la tarea de identificación. Esa condición, denominada *incompatible*, será comparada con una condición que denominaremos *compatible*, en la que los estímulos agrupados no cambian de posición entre las tareas de dígitos y de identificación, exactamente igual que en las condiciones de preexposición de los experimentos anterior. Otra diferencia con respecto a Experimento 3, es la recuperación de la condición de *control* o *pre0*, en la que no hay preexposición de patrones ni tampoco de marcadores.

La hipótesis principal sometida a contraste es la misma del experimento anterior: si el procesamiento preatencional no incluye percepción de la identidad de los patrones agrupados, entonces no debería encontrarse diferencias entre una condición de preexposición compatible y otra incompatible, puesto que ambas son capaces de señalar por igual la posterior posterior de los estímulos de la tarea de identificación. En cambio, si se observan diferencias entre dichas condiciones, entonces se puede concluir que la forma de los estímulos ha sido procesada y ha influido sobre la identificación posterior.

Para simplificar el diseño del experimento la variable *distancia* fue bloqueada y sólo se presentaron estímulos en la distancia *media* (6,69° de ángulo visual). Con respecto a los valores de preexposición de los estímulos, se utilizaron dos intervalos diferentes, 86 ms y 200 ms, que fueron bloqueados y administrados a dos grupos de sujetos diferentes. Por ello, para la presentación de los resultados, diferenciaremos entre Experimento 4A y 4B, que incluyen respectivamente los valores de 86 y 200 ms como intervalos de preexposición. Estos valores fueron seleccionados porque en los experimentos anteriores han demostrado encontrarse por debajo (86 ms) y por encima (200 ms) de los TRs de la condición de *control* o *pre0*, siendo representativos, por lo tanto, de un efecto facilitador, en un caso, e interferente, en el otro, sobre la respuesta a la tarea de identificación.

Por último, es importante destacar que, a diferencia de experimentos previos, no se incluyeron grupos *atencionales*, puesto que la comparación experimental relevante para el objetivo propuesto está recogida en los diseños intrasujetos de cada uno de los *grupos preatencionales*.

#### **5.1.4.1. Experimento 4A: Preexposición de 86 ms**

##### **Participantes**

Doce estudiantes de tercer curso de la Licenciatura en Psicología de la UNED, nueve mujeres y tres hombres, con edades comprendidas entre 22 y 50 años (media = 34,9, DT = 10,6). Todos tenían visión normal o corregida y eran diestros. Los participantes recibieron por su participación bonificación en su calificación final en la asignatura de "Psicología de la Percepción".

##### **Aparatos y estímulos**

El conjunto estimular estuvo compuesto por los cuatro patrones agrupados de los experimentos anteriores. En cambio, no se utilizaron los marcadores de posición del Experimento 3. Los cuatro patrones agrupados se presentaron equidistantes del centro de la pantalla a una distancia *media* (6,69° de ángulo visual), constante durante todo el experimento. El resto de materiales fueron idénticos a los experimentos previos.

##### **Diseño**

El experimento implementó un único factor intrasujetos denominado *compatibilidad de la preexposición*, con tres diferentes niveles: (1) *control o pre0*, sin preexposición de los patrones; (2) *compatible*, con preexposición de los patrones pero sin cambio de posición de los mismos; e (3) *incompatible*, con preexposición de los patrones y con intercambio de sus posiciones al comenzar la tarea de identificación.

La única condición experimental genuinamente nueva con respecto a los experimentos anteriores es la *incompatible*, en la que, los cuatro estímulos eran preexpuestos con un SOA de 86 ms mientras la tarea de dígitos aún estaba en curso, al término de la cual, coincidiendo con la presentación de la flecha central y, por lo tanto, con la tarea de identificación, se intercambiaba la posición de los estímulos asegurando que ninguno de ellos mantuviera la posición inicial. En la condición *compatible*, la posición de los patrones preexpuestos no cambiaba al comenzar la tarea de identificación, mientras que en la condición de *control*, no había preexposición y los 48 círculos claros permanecían desperdigados al azar por la pantalla hasta el comienzo de la tarea de identificación.

Las variables dependientes registradas fueron el tiempo de reacción y la precisión de la respuesta en la tarea de identificación.

## **Procedimiento**

La secuencia de eventos fue similar a la utilizada en los experimentos anteriores, con excepción de los siguientes cambios: (1) la tarea de dígitos estuvo compuesta por 15 dígitos presentados durante 3000 ms, a razón de 200 ms cada número, como en los Experimentos 1 y 2, (2) la fase experimental estuvo compuesta por dos bloques de 144 ensayos autoadministrados, lo que supuso un total de 288 ensayos experimentales y (3) en las condiciones de *preexposición (compatible e incompatible)* el intervalo de presentación de los patrones agrupados fue siempre de 86 ms (véase Figura 23).

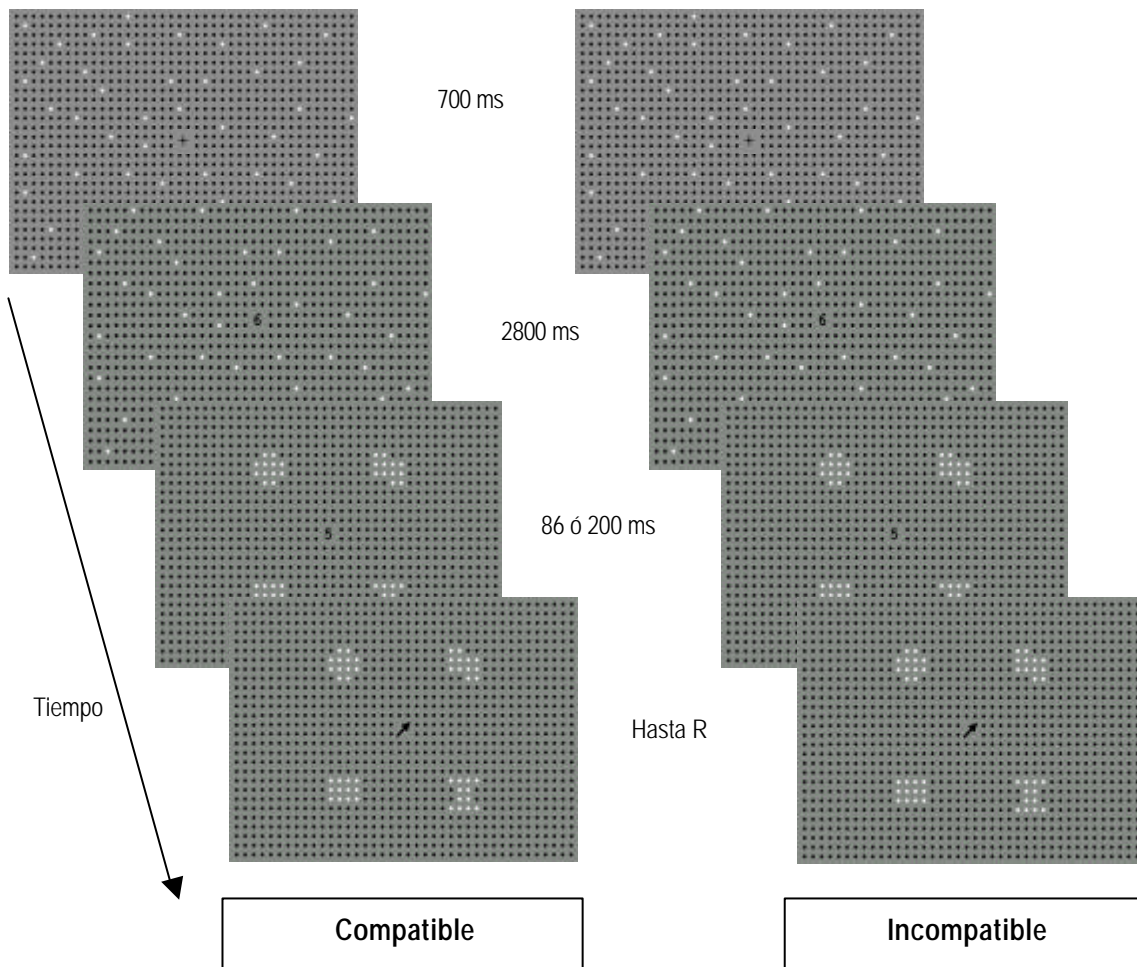
### **5.1.4.1.1. Resultados y discusión**

#### **Tarea de dígitos**

Se utilizó el mismo criterio de los experimentos anteriores para la categorización de ensayos válidos e inválidos en virtud de la precisión exhibida en la tarea de dígitos, permitiendo un sólo error en cada secuencia completa de quince números.

La proporción de ensayos válidos para cada sujeto osciló entre 0,77 y 0,98, con media igual a 0,92 y desviación típica igual a 0,06 (véase Tabla 11).

Un ANOVA con el factor *compatibilidad de la preexposición* sobre la proporción de ensayos válidos fue realizado para comprobar el efecto de las preexposiciones manipuladas sobre la ejecución en la tarea de dígitos. El análisis no detectó efectos significativos de dicho factor sobre el desempeño en la tarea de dígitos.



**Figura 23.** Secuencia de eventos en cada ensayo de los Experimentos 4A y 4B. *El brillo y el contraste originales de las imágenes ha sido aumentado para facilitar su visionado.*

### Tarea de identificación

Para el análisis de la precisión y del TR se excluyeron del análisis los ensayos categorizados como inválidos, lo que supuso un total de 278 ensayos eliminados (de 3456), es decir, un 8,04% del total. De esta forma, los análisis de datos sólo involucraron ensayos

válidos, para asegurar que las medidas conductuales sólo reflejaran la influencia de estímulos procesados sin atención. Se llevaron a cabo dos ANOVAs de medidas repetidas con el factor intrasujetos *compatibilidad de la preexposición*, uno para la medida de precisión y otro para TR. Los análisis a posteriori de los factores o interacciones significativas consistieron en comparaciones por pares aplicando la corrección de Bonferroni.

**Tabla 11.** Distribución de la proporción de ensayos válidos según la ejecución en la tarea de dígitos de los sujetos del Exp. 4A

<b>Sujeto</b>	<b>Proporción de ensayos validos</b>
1	0,91
2	0,93
3	0,97
4	0,93
5	0,94
6	0,95
7	0,84
8	0,98
9	0,90
10	0,77
11	0,97
12	0,94
<b>Media</b>	<b>0,92</b>
<b>DT</b>	<b>0,06</b>

### ***Precisión***

La proporción de aciertos para cada sujeto osciló entre 0,92 y 0,99, con media = 0,96 y desviación típica = 0,02.

El ANOVA con precisión (proporción de aciertos) como VD no mostró efectos significativos del factor *compatibilidad de la preexposición* sobre la ejecución en la tarea de dígitos.



### **Tiempo de reacción**

Para el análisis de los TRs se excluyeron los errores y las latencias menores de 200 y mayores de 2000 ms, lo que supuso un total de 137 ensayos eliminados (de 3178), es decir, un 4,31% del total disponible tras el filtraje de los ensayos válidos. El estadístico utilizado para confeccionar la tabla del ANOVA fue la media, calculada para cada nivel del factor experimental y para cada sujeto. El ANOVA de un factor realizado mostró efectos significativos del factor *compatibilidad de la preexposición*,  $F(2,22) = 7.57$ ,  $MSe = 219$ ,  $p = .003$ . Las medias de cada condición están disponibles en la Tabla 12.

**Tabla 12.** Medias de la latencia de respuesta del factor *compatibilidad de la preexposición* en el Exp. 4A

Factor	Condiciones experimentales		
	Pre0	Compatible	Incompatible
<b>Compatibilidad de la preexposición</b>	898	876	894

Las comparaciones a posteriori mostraron que tanto el par *compatible-incompatible* ( $p < .05$ ) como *control-compatible* ( $p < .01$ ) fueron significativamente diferentes, mientras que no mostró diferencias la comparación entre *control* e *incompatible* ( $p = 1$ )

Estos resultados muestran un efecto de facilitación en la condición de preexposición *compatible*, replicando el patrón de datos encontrado en el Experimento 2. Los TRs en la condición compatible fueron más cortos que en las condiciones de *control* o *preo0* (dif = 22 ms) e *incompatible* (dif = 18 ms). Este efecto facilitador no se observó en la condición *incompatible*, ya que su latencia de respuesta fue prácticamente idéntica a la condición de *control*, confirmando que la identidad de los patrones agrupados fue procesada durante la fase de preexposición.

### **5.1.4.2. Experimento 4B: Preexposición de 200 ms**

#### **Participantes**

Diez estudiantes de primer curso de la Licenciatura en Psicología de la Universidad de Almería<sup>1</sup>, nueve mujeres y un hombre, con edades comprendidas entre 18 y 20 años (media = 18,4, DT = 0,7). Todos tenían visión normal o corregida y sólo uno de ellos era zurdo. Los participantes recibieron créditos por su participación que podían ser canjeados por bonificaciones en la calificación.

#### **Aparatos, estímulos, diseño y procedimiento**

Los materiales, el diseño y el procedimiento fueron idénticos a los utilizados en el Experimento 4A, con la salvedad del intervalo de preexposición de los patrones agrupados, que en este caso fue de 200 ms.

#### **5.1.4.2.1. Resultados y discusión**

##### **Tarea de dígitos.**

Se utilizó el mismo criterio de los experimentos anteriores para la categorización de ensayos válidos e inválidos en virtud de la precisión exhibida en la tarea de dígitos, permitiendo un sólo error en cada secuencia completa de quince números.

La proporción de ensayos válidos para cada sujeto osciló entre 0,75 y 0,93, con media igual a 0,88 y desviación típica igual a 0,06 (véase Tabla 13).

---

<sup>1</sup> El diseño y la recogida de datos de este experimento fue realizada mientras el autor estuvo realizando una estancia de investigación en el Departamento de Neurociencia y Ciencias de la Salud de la Universidad de Almería, financiada por una beca AP2003-3064 del Ministerio de Educación y Ciencia de España. Queremos expresar nuestro profundo agradecimiento a los profesores Juan José Ortells y María Teresa Daza por la valiosa ayuda prestada en el desarrollo de esta tarea.

**Tabla 13.** Distribución de la proporción de ensayos válidos según la ejecución en la tarea de dígitos de los sujetos del Exp. 4B

<b>Sujeto</b>	<b>Proporción de ensayos validos</b>
1	0,92
2	0,89
3	0,89
4	0,75
5	0,93
6	0,87
7	0,80
8	0,91
9	0,87
10	0,92
<b>Media</b>	<b>0,88</b>
<b>DT</b>	<b>0,06</b>

Un ANOVA con el factor *compatibilidad de la preexposición* sobre la proporción de ensayos válidos fue realizado para comprobar el efecto de las preexposiciones manipuladas sobre la ejecución en la tarea de dígitos. El análisis no reveló efectos significativos de dicho factor sobre la ejecución en la tarea de dígitos.

### **Tarea de identificación**

Para el análisis de la precisión y del TR se excluyeron del análisis los ensayos categorizados como inválidos, lo que supuso un total de 357 ensayos eliminados (de 2880), es decir, un 12,40% del total. De esta forma, los análisis de datos sólo involucraron ensayos válidos, para asegurar que las medidas conductuales sólo reflejaran la influencia de estímulos procesados sin atención. Se llevaron a cabo dos ANOVAs de medidas repetidas con el factor intrasujetos *compatibilidad de la preexposición*, uno para la medida de precisión y otro para TR. Los análisis a posteriori de los factores o interacciones significativas consistieron en comparaciones por pares aplicando la corrección de Bonferroni.

### **Precisión**

La proporción de aciertos para cada sujeto osciló entre 0,92 y 0,99, con media = 0,97 y desviación típica = 0,02.

El ANOVA con precisión (proporción de aciertos) como VD no mostró diferencias significativas del factor *compatibilidad de la preexposición*.

### **Tiempo de reacción**

Para el análisis de los TRs se excluyeron los errores y las latencias menores de 200 y mayores de 2000 ms, lo que supuso un total de 80 ensayos eliminados (de 2523), es decir, un 3,17 % del total disponible tras el filtraje de los ensayos válidos. El estadístico utilizado para confeccionar la tabla del ANOVA fue la media, calculada para cada nivel del factor experimental y para cada sujeto. El ANOVA de un factor realizado mostró efectos significativos del factor *compatibilidad de la preexposición*,  $F(3,18) = 52.14$ ,  $MSe = 433$ ,  $p < .001$ . Las medias de cada condición se ordenaron en secuencia ascendente como muestra la Tabla 14.

**Tabla 14.** Medias de la latencia de respuesta del factor *compatibilidad de la preexposición* en el Exp. 4B

<b>Factor</b>	<b>Condiciones experimentales</b>		
	Pre0	Compatible	Incompatible
<b>Compatibilidad de la preexposición</b>	933	999	1026

Las comparaciones a posteriori mostraron que todas las combinaciones entre pares alcanzaron diferencias significativas: *control* y *compatible* ( $p < .01$ ), *compatible* e *incompatible* ( $p < .05$ ) y *control* e *incompatible* ( $p < .001$ ).

Los resultados mostraron un enlentecimiento de la respuesta en las condiciones *compatible* e *incompatible*. Los TRs fueron más lentos en la condición *compatible* que en la de

*control* (dif = 66 ms) y en la condición incompatible que en la de control (dif = 93 ms). El perjuicio sobre la respuesta fue mayor en la condición *incompatible* que en la *compatible* como indica la diferencia significativa de 27 ms entre ambas condiciones.

De nuevo, los resultados sugieren que la identidad de los patrones agrupados ha sido procesada durante la fase de preexposición, puesto que se observa una mayor interferencia en la condición *incompatible* que en la *compatible*. En ambas condiciones, comparadas con la condición de *control*, se replican los resultados de experimentos anteriores con intervalos superiores a 200 ms, en los que se observaba un perjuicio en la velocidad de la respuesta. Sin embargo, los ensayos *incompatibles* manifiestan una exacerbación de ese efecto, alcanzando TRs más elevados, sugiriendo que la interferencia debida a la incompatibilidad de la preexposición se suma a la inhibición acumulada sobre los patrones al haber sido ignorados.

#### **5.1.4.3. Discusión de los Experimentos 4A y 4B**

Los resultados del presente experimento son claros: la diferencia entre las condiciones *compatible* e *incompatible* sugiere que el procesamiento preatencional de los patrones agrupados incluye codificación de su identidad y, por ende, agrupamiento perceptivo de sus elementos constituyentes. El intercambio de posiciones de los estímulos al comenzar la tarea de identificación en la condición *incompatible* provoca un perjuicio en la velocidad de respuesta en comparación con la condición *compatible*, en la que los estímulos permanecen en la misma localización espacial. Tal y como argumentábamos en el Experimento 3, si el procesamiento preatencional de los patrones de círculos claros no incluyera percepción de la forma que genera el agrupamiento, no deberían encontrarse diferencias entre la condición compatible e incompatible, puesto que en ambas se presenta, con el mismo intervalo temporal, los mismos estímulos a la misma distancia del centro de la pantalla. El único cambio atañe a la congruencia entre las posiciones que un estímulo ocupa cuando es procesado sin atención y cuando es atendido para identificarlo. De nuevo, las hipótesis de *captación atencional* y de *priming centrado en el espacio* no son capaces de explicar estos resultados, mientras que la hipótesis de la *inhibición del distractor* es plenamente coherente con los datos examinados,

puesto que predice una activación inicial y una inhibición posterior basada en la identidad del patrón y no sólo en información espacial.

Cuando existe incongruencia entre la posición del estímulo durante la fase de preexposición y la posterior tarea de identificación, el conflicto entre representaciones visuales genera interferencia en la respuesta y TR más largos que en condiciones de congruencia. Este resultado, unido a los datos obtenidos en el Experimento 3, permite inferir los pasos o procesos que integran el procesamiento preatencional de los patrones agrupados durante la fase de preexposición. A continuación presentamos dichos pasos, no necesariamente secuenciales:

1. Agrupamiento perceptivo de los círculos claros generado por aplicación del principio de semejanza en luminancia para formar los distintos patrones agrupados.
2. Codificación de la identidad de los cuatro estímulos preexpuestos
3. Codificación de la posición espacial que cada estímulo ocupa en la escena visual.

Esta enumeración de pasos se basa en el supuesto de que durante la tarea de dígitos, el sistema visual codifica qué posición ocupa cada patrón agrupado en la escena visual y dicha información interactúa con el procesamiento posterior del estímulo objetivo que se realiza en la tarea de identificación. No obstante, los resultados obtenidos con este diseño no nos permiten dilucidar si la interferencia se produce en un nivel puramente cognitivo o, en cambio, también intervienen fenómenos de conflicto motor entre respuestas, como se ha investigado en otros paradigmas como el de flancos (Botella, 1995; Mattler, 2005; Sanders y Lamers, 2002) o en el efecto Simon (De Jong, Liang y Lauber, 1994; Valle-Inclán, 1996).

Una característica común de los resultados de los Experimentos 3 y 4 es que en las condiciones en las que hay congruencia (tanto en identidad como en localización) entre los estímulos de la tarea distractora y de identificación los tiempos de respuesta son más rápidos, en comparación con las condiciones *incompatible* (Exp. 4) o de *marcadores* (Exp. 3), en las que las latencias alcanzan mayores valores. ¿Cómo podría la hipótesis de la *inhibición del distractor* explicar estos resultados? En el caso de la facilitación encontrada con la preexposición de 86 ms, la amplificación de la representación visual del patrón es mayor

cuando hay congruencia entre preexposición e identificación, ya que se activan tanto los códigos espaciales como de identidad, por lo que el umbral de respuesta se supera con mayor rapidez y el TR es más rápido. En contraste, cuando los estímulos preexpuestos sólo informan de la posición, los códigos espaciales son los únicos que se activan, por lo que el nivel de activación alcanzado es menor y, recíprocamente, la latencia de respuesta será mayor. En el caso de la inhibición asociada a periodos de preexposición más largos, entre 200 y 1113 ms, la mayor rapidez encontrada con la preexposición compatible de los patrones, es un efecto heredado de la mayor activación inicial generada por el procesamiento de los códigos espacial y de identidad que acabamos de comentar. Cuando los mecanismos inhibitorios comienzan a operar, parten de una cota más elevada de activación, por lo que el nivel final se mantendrá más alto en comparación con la mera activación de los códigos espaciales de la representación ya sea mediante marcadores o por preexposición incompatible.

Los resultados de los Experimentos 3 y 4 son contradictorios con el trabajo de Wolfe y Bennet (1997), que propone que las representaciones visuales derivadas del procesamiento preatencional no incluyen información sobre la forma del objeto percibido. Según estos autores, los procesos visuales preatencionales pueden representar muchas características diferentes (color, orientación, tamaño...) pero, en cambio, la atención es necesaria para apreciar las relaciones entre esos atributos y representar la forma global del objeto. Nuestros datos, en claro contraste, sugieren que es posible la representación de la forma global del estímulo por parte de procesos preatencionales, puesto que la disponibilidad de esa información es la que puede explicar las diferencias en TR entre las condiciones *compatible* e *incompatible*, así como entre *marcador* y *patrón*. La identidad de los patrones se fundamenta en la forma de organizar los círculos claros, ya que en el resto de características básicas los cuatro patrones son equivalentes. Una forma posible de conciliar nuestros resultados con los de Wolfe y Bennet (1997) es considerar la diferencia en las tareas utilizadas, ya que ellos emplean un paradigma de búsqueda visual, mientras que nosotros recurrimos a una tarea de identificación. En la Serie Experimental II, donde haremos uso de una tarea de búsqueda visual, retomaremos esta polémica, tomando en consideración los resultados obtenidos con una medida conductual de búsqueda.

### 5.1.5. Resumen de resultados de la Serie Experimental I

Los experimentos que han formado parte de la Serie Experimental I han significado los primeros pasos en el desarrollo del paradigma de preatención que presentamos en este trabajo. Los primeros datos recopilados sugieren que el paradigma es una herramienta útil y eficiente para el estudio del procesamiento preatencional de patrones generados por agrupamiento perceptivo. El patrón de resultados obtenido ha sido consistente entre experimentos y en los diferentes grupos de sujetos reclutados.

Las conclusiones extraídas de los resultados de los Experimentos 1 y 2 han destacado el papel crítico del curso temporal del procesamiento preatencional durante la preexposición para modular la influencia sobre el funcionamiento posterior de la atención selectiva. En función del intervalo de preexposición de los patrones agrupados, se generan efectos que facilitan o dificultan la ejecución posterior. Los tiempos de preexposición breves (86 ms) inducen activación de las representaciones visuales de los patrones y, por consiguiente, una respuesta más veloz. Por contra, preexposiciones no atendidas más largas (200-1113 ms) promueven la intervención de mecanismos inhibitorios de la información ignorada que enlentecen las respuestas posteriores.

A continuación, los Experimentos 3 y 4 han proporcionado evidencia convergente sobre la posibilidad de un procesamiento preatencional de la identidad de patrones agrupados, lo que nos ha permitido confirmar que las operaciones de agrupamiento perceptivo (al menos, en lo que atañe al principio de semejanza en luminancia) pueden ser aplicadas a la estimulación visual en ausencia de atención e influir sobre la tarea de identificación posterior, es decir, sobre un procesamiento de los estímulos que requiere intervención de la atención selectiva. En conjunto, los datos recopilados se ajustan mejor a una explicación basada en la hipótesis de la *inhibición del distractor*, a través de los procesos de activación e inhibición de estimulación ignorada, mientras que las hipótesis alternativas, relacionadas con mecanismos de captación atencional y de procesamiento espacial, se han demostrado insuficientes para justificar la colección total de resultados.



Nuestro objetivo para la Serie Experimental II será integrar en el paradigma de preatención una nueva tarea que involucre una diferente manifestación conductual de los mecanismos de atención selectiva en el ámbito de la visión, recurriendo para ello a una tarea de búsqueda visual. Este paradigma experimental tiene una larga tradición en el estudio de los mecanismos atencionales de selección de información, y, sin ningún género de dudas, ha sido la herramienta de laboratorio más extensivamente utilizada en el estudio de los procesos visuales preatencionales, como hemos podido comprobar en el capítulo 2 (véase también Wolfe, 1998a, para una revisión).

## 5.2. SERIE EXPERIMENTAL II: TAREA DE BÚSQUEDA VISUAL

El paradigma de búsqueda visual pretende simular en un entorno controlado una actividad muy frecuente en nuestra vida cotidiana: buscar un objeto entre un conjunto de estímulos que no son el objeto, antes de que la impaciencia nos invada y lleguemos al veredicto de que "lo he perdido" o "no lo encuentro". El procedimiento estándar de laboratorio se parece mucho a esa situación: un observador busca un estímulo entre un conjunto de distractores, que tienen mayor o menor parecido con el objetivo. El número total de estímulos presentes en la presentación se conoce como *set size*, o tamaño del conjunto estimular. En la mitad de los ensayos el estímulo objetivo está presente, mientras que en la mitad restante, está ausente. La respuesta del sujeto suele consistir en pulsar una tecla para indicar la presencia del estímulo, y otra tecla diferente para consignar la ausencia del mismo. Las dos medidas conductuales más utilizadas son la precisión y, en especial, la latencia de respuesta. En el caso de la precisión, lo habitual es analizar los aciertos/errores cuando los estímulos se presentan brevemente en la pantalla (y muchas veces son sustituidos por un patrón de máscara); mientras que el TR es la variable dependiente de experimentos en los que los estímulos permanecen en pantalla hasta la respuesta del sujeto. Para el análisis de resultados de latencia de respuesta es habitual calcular dos funciones que relacionan el TR y el tamaño del conjunto estimular, una para ensayos con objetivo presente y otra para ensayos con ausencia del

estímulo. Las pendientes y las ordenadas en el origen de esas funciones se utilizan para inferir los mecanismos de la búsqueda (véase Wolfe, 1998a, para una revisión).

Por supuesto, hay una enorme gama de variaciones con respecto al paradigma básico, como la búsqueda de dos o más objetivos al mismo tiempo (Estes y Taylor, 1966) o la atención dividida entre búsquedas diferentes (Braun y Sagi, 1990). Otra versión del paradigma es lo que Duncan (1985) denominó *búsqueda compuesta*, en la que la información que sirve para diferenciar el objetivo de los distractores no tiene ninguna relación con la respuesta que el sujeto tiene que emitir. Un ejemplo de este procedimiento podemos encontrarlo en los experimentos de Theeuwes (1992), consistentes en discriminar la orientación de una línea que se encontraba inscrita dentro de un estímulo discrepante del resto (e.g., un círculo entre un grupo de rombos) que debía ser buscado por los participantes. Por lo tanto, la tarea de búsqueda no tenía relación con la respuesta de discriminación de la orientación registrada.

El principal objetivo del procedimiento compuesto de búsqueda es separar las operaciones visuales relacionadas con la selección atencional del estímulo y los procesos posteriores de identificación. Si se asume que la tarea a la que el sujeto tiene que responder es común a todos los ensayos de búsqueda y que, por lo tanto, la realización de la misma consume un tiempo similar en todos los ensayos, las diferencias en el TR serán un reflejo de la dinámica de los procesos de selección del estímulo objetivo.

En el capítulo 2 hemos presentado una panorámica de la investigación dedicada a los procesos de búsqueda visual en las últimas décadas. Como hemos podido comprobar, la principal materia de controversia ha sido la dicotomía entre la búsqueda de características y la búsqueda de conjunciones, así como su discutida correspondencia con la búsqueda paralela y serial. El papel del agrupamiento perceptivo en la búsqueda visual también ha despertado el interés de los investigadores, sobre todo tras la propuesta teórica de Duncan y Humphreys (1989), que otorgaba un protagonismo crítico a las relaciones de agrupamiento y segregación entre objetivo y distractores en la explicación de los resultados de los procesos de búsqueda. La mayoría de esos trabajos que relacionan agrupamiento y búsqueda visual han indagado sobre la influencia de la organización del fondo o del contexto sobre la búsqueda de un estímulo objetivo definido por una o más características aisladas. Treisman (1982), por

ejemplo, mostró como la búsqueda de conjunciones era más eficiente cuando los distractores formaban parte de un mismo grupo perceptivo. Otros muchos trabajos han informado de hallazgos similares, basados en la influencia facilitadora del agrupamiento de los distractores que permite descartarlos como si de un sólo objeto se tratara (Grossberg, Mingolla y Ross, 1994; Humphreys y Müller, 1993; Pashler, 1987). En definitiva, la interacción entre agrupamiento y búsqueda visual se ha reducido casi en exclusiva a estudiar la influencia del agrupamiento sobre la búsqueda de un estímulo no agrupado. En contraste, los estudios sobre la búsqueda visual de patrones configurados por agrupamiento (lo que Grossberg et al., 1994 denominan agrupamiento *multi-item*) son mucho más escasos. Una excepción pionera a esta escasez es el trabajo de Bravo y Blake (1990), en el que se presentaban patrones agrupados por semejanza en orientación de sus líneas componentes como estímulos objetivo y distractores. Sus resultados mostraron que los tiempos de búsqueda no se incrementaban en función del número de patrones agrupados, sugiriendo que el procesamiento de grupos perceptivos podía ejercerse en paralelo, como si de una característica simple se tratara. Otros estudios posteriores (Enns y Kingstone, 1995; Kimchi, 1998; Saarinen, 1994) han encontrado resultados similares de búsqueda paralela con patrones jerárquicos como los utilizados en el paradigma de Navon (1977). La investigación, más reciente, de Deco y Heinke (2007) es un ejemplo muy ilustrativo de este tipo de estudios. El procedimiento de estos autores incluye una tarea de búsqueda visual de patrones jerárquicos. Los resultados mostraron tanto efectos de búsqueda eficiente (Exp. 2) como ineficiente (Exp. 1) en función de las manipulaciones que los autores introdujeron en la configuración de los patrones globales, mientras que la forma de los elementos locales no influyó en las latencias de búsqueda de los patrones globales. Las diferencias entre la eficiencia e ineficiencia de la búsqueda estuvieron regidas por los mismos principios que las tareas de búsqueda de estímulos no agrupados. Por ejemplo, la rapidez en detectar un rombo formado por pequeñas letras "F" de entre un conjunto de cuadrados configurado por letras "F" o "E" no variaba al aumentar el número de distractores. Este resultado es idéntico al obtenido por Wolfe, Friedman, Stewart y O'Connell (1992) con estímulos no agrupados divergentes en orientación. Esto parece sugerir que tras la configuración de un conjunto de elementos inconexos en un grupo perceptivo, éste se

comporta como cualquier otro estímulo *conexo* y está sometido a las mismas leyes perceptivas. La conclusión que podemos deducir de la escasa experimentación con búsqueda de estímulos generados por agrupamiento es que un patrón agrupado es funcionalmente equivalente a un estímulo no agrupado con la misma forma.

Nuestro objetivo, al estilo de los trabajos reseñados, es diseñar una tarea de búsqueda visual en la que el observador tenga que buscar un patrón agrupado de entre un conjunto de distractores que también sean estímulos agrupados. Y todo esto en el contexto de la lógica del paradigma de preatención, lo que supone la manipulación experimental del intervalo de preexposición de los patrones agrupados y la prevención del despliegue de la atención sobre los mismos durante la tarea de dígitos.

Otra innovación procedimental en el universo de la búsqueda visual que alberga ciertas similitudes con la tarea que desarrollamos en esta Serie Experimental II es la denominada *preview search*, presentada por primera vez por Watson y Humphreys (1997). Este paradigma consiste en una búsqueda de conjunciones en la que la presentación de los distractores es separada en el curso del tiempo, de manera que aquellos que comparten una de las características que forman parte de la conjunción (e.g., el color) se presentan por adelantado, para después completar el conjunto estimular con la presentación del resto de distractores (que comparten la otra característica de la conjunción, e.g., la forma). Con esta manipulación, una búsqueda originalmente ineficiente es facilitada hasta conseguir funciones de búsqueda típicamente paralelas. Los autores sugirieron que los distractores preexpuestos eran inhibidos o *marcados visualmente* (de ahí el nombre de *visual marking*, con el que también se conoce esta tarea) mediante la participación activa de la atención de los observadores. De hecho, cuando los sujetos realizan una tarea consumidora de atención durante la fase de preexposición, el beneficio sobre la búsqueda posterior se reduce drásticamente (Humphreys et al., 2002; Watson, Humphreys y Olivers, 2003). Trabajos posteriores han apoyado esta hipótesis del marcado visual aunque otros autores han defendido explicaciones alternativas (véase Watson et al., 2003, para una revisión), incluso aludiendo a procesos de agrupamiento temporal por sincronía (Jiang, Chun y Marks, 2002; Jiang y Wang, 2004) que generarían dos

diferentes grupos de distractores (el *viejo* y el *nuevo*) que podrían ser atendidos o ignorados selectivamente.

A pesar de ciertas semejanzas que podemos detectar entre este método y el paradigma de preatención aplicado a la búsqueda visual, las diferencias entre procedimientos son aun más claras y manifiestas. En primer lugar, en la fase de preexposición del paradigma de *preview search* nunca se presenta el estímulo objetivo, sino solamente una parte de los distractores, mientras que en nuestro caso la presentación previa incluye tanto objetivo como distractores. En segundo lugar, los observadores conocen de antemano la identidad del estímulo objetivo en el paradigma de *preview search*, mientras que en nuestro caso esa información no se proporciona hasta después de finalizar la tarea de dígitos. Por último, una diferencia obvia atañe a la naturaleza de los estímulos empleados, que en un caso consiste en conjunciones de características simples mientras que en el otro utiliza patrones generados por agrupamiento de elementos separados.

La motivación que guía la utilización de un paradigma de búsqueda visual como tarea atencional en la Serie Experimental II esta fundamentada en la obtención de información acerca de la influencia del procesamiento preatencional sobre una dimensión de los mecanismos atencionales diferente a la implicada en la identificación de estímulos: el movimiento u orientación de la atención a través de la escena visual en busca de un objeto. La influencia de la preatención no tiene que ser universal y homogénea para todas las manifestaciones de la atención selectiva. De la misma forma, como ya comentábamos en el capítulo 4, que se ha propuesto un funcionamiento de la atención ajustado a los objetivos de las intenciones conductuales, también podemos conjeturar la posibilidad de una influencia preatencional modulada por el tipo de tarea que la atención tiene que desempeñar. Esto es lo que llamaremos la hipótesis de la *preatención para la acción*, inspirándonos en los modelos de selección para la acción que han sido desarrollados en las décadas recientes (Allport, 1987, 1990, 1992; Neumann, 1987, 1990; Van der Heijden, 1992).

La Serie Experimental II está formada por dos experimentos, en los que implementamos como tarea atencional dos diferentes tipos de procedimientos de búsqueda visual. En el Experimento 5, haremos uso de una tarea de búsqueda compuesta, presentando

los cuatro patrones agrupados que hemos utilizado en los experimentos previos, y añadiendo letras mayúsculas inscritas en su interior, que tendrán que ser identificadas por los participantes. En el Experimento 6, sin embargo, recurriremos al procedimiento convencional de detección de la presencia o ausencia de un estímulo objetivo generado por agrupamiento perceptivo. En este último procedimiento, se introducen nuevos estímulos agrupados, diferentes a los cuatros conocidos pero formados también por doce círculos claros, y también se manipula el tamaño del conjunto estimular. Por supuesto, siguiendo el hilo conductor de este trabajo, en ambos experimentos la manipulación experimental principal será el intervalo diferencial de preexposición de los patrones agrupados y nuestro interés se centrará en analizar la influencia del procesamiento previo de los patrones agrupados sobre la posterior búsqueda visual de uno de los patrones preexpuestos.

Un cambio importante en nuestra tarea con respecto al procedimiento estándar del paradigma de búsqueda visual concierne a la provisión de información sobre el estímulo objetivo que debe ser buscado por el observador. La manera usual, recogida en la literatura, de determinar el estímulo objetivo es informar al participante sobre la naturaleza del estímulo objetivo antes de que comience el ensayo o bloque de ensayos. En cambio, en nuestros experimentos esa información no se proporciona antes, sino en el transcurso del ensayo, justo cuando finaliza la tarea de dígitos y se da paso a la tarea atencional, presentando en el centro de la pantalla, donde ha aparecido la fecha señalizadora en la Serie Experimental I, una copia del estímulo agrupado que debe ser buscado. Además, el estímulo objetivo será seleccionado aleatoriamente en cada ensayo, de manera que no sea predecible a priori por el observador. Esta divergencia con los procedimientos comunes es una exigencia de la lógica del paradigma de preatención, que aspira a prevenir la intención del sujeto de dedicar atención a los estímulos agrupados durante el desarrollo de la tarea de dígitos. Si, en cambio, se proporcionara información sobre el estímulo objetivo antes de comenzar cada bloque o ensayo, el sujeto podría generar la intención de atender a los patrones preexpuestos durante la tarea de dígitos, para así realizar después con mayor rapidez y precisión la tarea de búsqueda posterior, invalidando, por lo tanto, los requisitos del procedimiento. Sin embargo, si el sujeto no dispone de esa información durante la fase de preexposición, la probabilidad de que desarrolle la

intención de atenderlos se reducirá drásticamente, sobre todo teniendo en cuenta que la tarea de dígitos demanda una atención plena. En definitiva, esta medida procedimental pretende *retrasar la intención* del observador por atender a los estímulos agrupados hasta el comienzo de la tarea atencional, siguiendo una de las directrices principales del procedimiento general del paradigma de preatención que hemos descrito en el capítulo 4.

Por la misma causa, los distractores serán todos diferentes entre sí, ya que en caso contrario, sería posible determinar cuál es el estímulo objetivo durante la tarea de dígitos, antes de que aparezca el ejemplar de muestra en el centro de pantalla, simplemente discriminando cuál es el estímulo diferente entre los presentados (en los ensayos de presencia del objetivo) o comprobando que no hay estímulos diferentes (para los casos de ausencia del objetivo). Esta característica del procedimiento experimental es, de nuevo, una exigencia de la estrategia del paradigma de preatención, lo que acarrea, como luego comprobaremos, un incremento de la dificultad de resolución de la tarea, que podría reducir la sensibilidad de las variables dependientes a las manipulaciones experimentales.

### **5.2.1. Experimento 5**

El objetivo del presente experimento es estudiar la (posible) influencia del procesamiento preatencional de patrones visuales generados por agrupamiento perceptivo sobre la posterior búsqueda atencional de uno de esos patrones. El cambio principal con respecto a los experimentos previos consistirá en sustituir la tarea de identificación por un procedimiento de búsqueda visual compuesta, en la que los observadores tendrán que buscar uno de los cuatro patrones agrupados e identificar la letra que está inscrita dentro de dicho estímulo mediante una respuesta manual. La tarea de búsqueda visual comienza con la presentación, en el centro de la pantalla, de uno de los cuatro posibles patrones agrupados (en sustitución a la flecha de experimentos anteriores) indicando qué estímulo debe ser buscado de entre los cuatro expuestos. Al mismo tiempo, cuatro letras (dos "S" y dos "H") se presentan en el centro de los estímulos, una insertada dentro de cada patrón. La tarea de los participantes consistió en identificar con la mayor rapidez posible la letra presentada dentro del patrón

objetivo. Mediante esta medida indirecta, pretendemos investigar la influencia de la preexposición de los patrones agrupados sobre la búsqueda posterior de uno de ellos. Para responder correctamente a la tarea es necesario orientar y fijar la atención en el patrón objetivo correspondiente, para a continuación identificar la letra. Como la tarea de identificación de la letra es común a todos los ensayos y, además, se asume que su resolución es independiente del resto de manipulaciones experimentales, ya que las letras se presentan justo al finalizar la tarea de dígitos, las diferencias entre condiciones experimentales deben ser atribuidas a la influencia del procesamiento visual preatencional.

Por otro lado, para prevenir aun más los posibles efectos de captación atencional cuando los estímulos eran preexpuestos durante la tarea de dígitos, desde el inicio de cada ensayo la posición donde después se presentaban los estímulos fue marcada mediante las matrices completas de dieciséis círculos, que en el Experimento 3 hemos denominado como *marcadores*. De esta forma, el cambio entre los marcadores y los estímulos, fue menos sobresaliente, en comparación con el procedimiento utilizado en los experimentos previos, ya que solamente suponía el intercambio de cuatro círculos oscuros por cuatro claros.

### **5.2.1.1. Método**

#### **Participantes**

Veinticuatro estudiantes de tercer curso de la Licenciatura en Psicología de la UNED, todas mujeres, con edades comprendidas entre 20 y 52 años (media = 32,6). Todos tenían visión normal o corregida y sólo uno era zurdo. Los participantes fueron distribuidos aleatoriamente en dos muestras de doce miembros, para formar un grupo *preatencional* (un zurdo, edades 21-45 años, media = 33,6) y un grupo *atencional* (edades 20-52 años, media = 31,6). Los participantes recibieron por su colaboración una bonificación en su calificación final en la asignatura de "Psicología de la Percepción".



## Aparatos y estímulos

Los materiales utilizados en el presente experimento fueron los mismos que en experimentos previos, con la salvedad de las novedades que comentamos a continuación. Sólo se utilizó una condición de distancia entre el centro de la pantalla y los patrones agrupados (y marcadores), y esta fue la distancia *media* (6,69° de ángulo visual) de experimentos anteriores. En la tarea de búsqueda visual, se presentaron las letras mayúsculas "S" y "H", inscribiendo una letra en el centro de cada estímulo agrupado y manteniendo una proporción equilibrada entre una y otra (dos letras "S" y dos "H") en todos los ensayos. Las letras tenían fuente Arial negrita, tamaño 17 y su color era púrpura (RGB: 132, 0, 132), según la paleta de colores del programa E-Prime 1.1. En la pantalla, cada letra ocupaba un espacio de 4.5 x 5 mm. (0,38 x 0,48° de ángulo visual). La tarea de dígitos se compuso de diez números, con una duración de 200 ms cada uno, alcanzando una duración completa de 2 segundos, de manera idéntica al Experimento 3. Los patrones agrupados fueron idénticos a los utilizados en la Serie Experimental I.

## Diseño

El experimento consistió en un diseño mixto con un factor intersujetos, *grupo* (*preatencional* vs. *atencional*), y un factor intrasujetos, *preexposición*, compuesto por cuatro condiciones: 0 ms, 86 ms, 257 ms y 1000 ms.

Las variables dependientes registradas fueron el tiempo de reacción y la precisión de la respuesta en la tarea de identificación

## Procedimiento

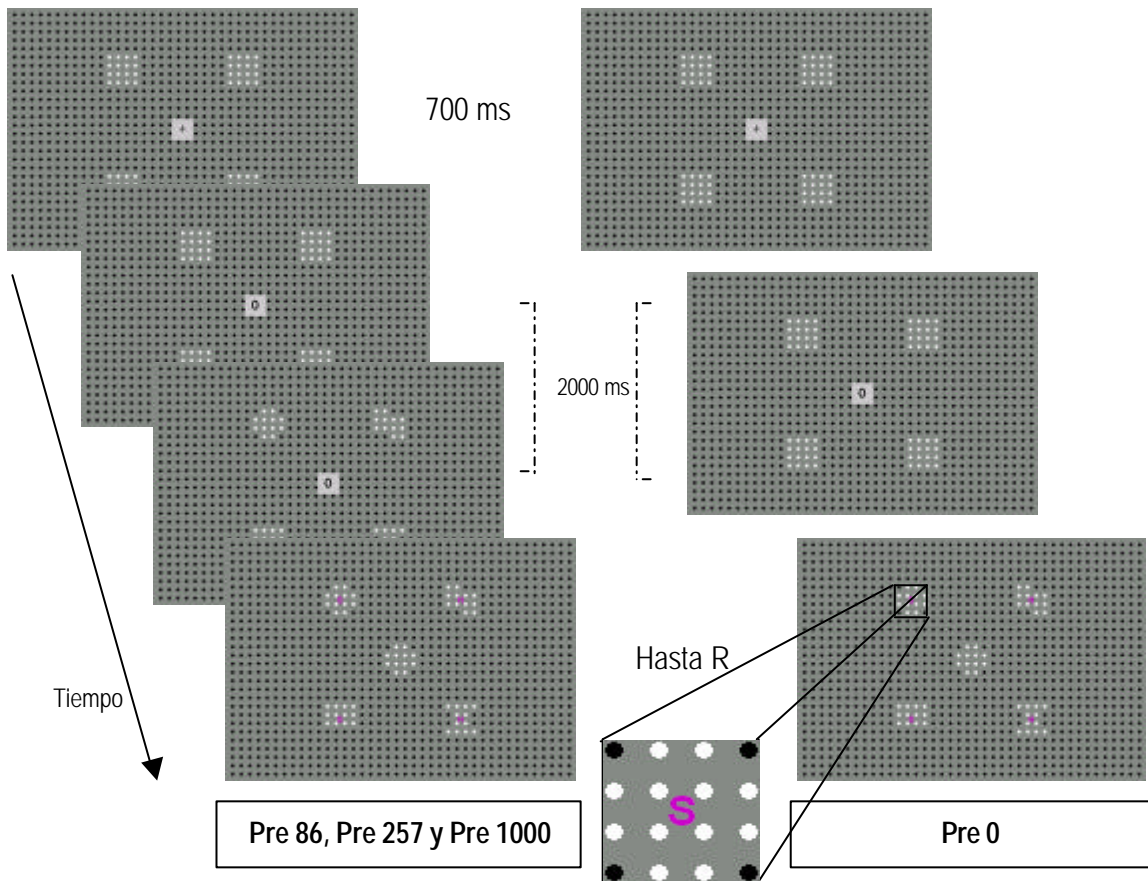
En este experimento se introdujeron dos cambios con respecto a experimentos previos:

1. La posición de los estímulos estaba marcada desde la pantalla de fijación, con cuatro matrices de dieciséis círculos claros (*marcadores*). En las condiciones de preexposición de 86, 257 y 1000 ms, los patrones agrupados sustituían a los marcadores, mediante el

intercambio, en cada estímulo, de cuatro círculos claros por cuatro oscuros, para conformar los patrones agrupados (véase Figura 24).

2. La tarea atencional consistió en un procedimiento de búsqueda visual compuesta. Al finalizar la secuencia de dígitos, en el centro de la pantalla (en el mismo lugar donde aparecería la flecha en la Serie Experimental I) se presentaba uno de los cuatro patrones, indicando de esta manera que éste era el estímulo objetivo que había que buscar. En la condición de *control* o *pre0*, al mismo tiempo que aparecía dicho estímulo objetivo, se presentaban los patrones agrupados sustituyendo a los marcadores, conteniendo una letra "S" o "H" en su interior. En el resto de condiciones de preexposición (86, 257 y 1000 ms), los estímulos ya estaban presentes, por lo que el único cambio era la aparición de las letras. La respuesta del sujeto consistió en pulsar la tecla asociada a la letra inscrita en el patrón agrupado que había que buscar. Las teclas utilizadas fueron "1" y "2" del teclado numérico, para la "S" y la "H" respectivamente. Se proporcionaba instrucciones a los sujetos para que pulsaran la tecla correspondiente con la mayor rapidez posible pero intentando cometer el menor número de errores posible.

La primera fase de práctica estuvo compuesta por 36 ensayos, mientras que la segunda contenía 32. La fase experimental se dividió en cinco bloques de 64 ensayos cada uno, es decir, un total de 320 ensayos experimentales. El resto de atributos del procedimiento replicó las condiciones de la Serie Experimental



**Figura 24.** Secuencia de eventos en las condiciones experimentales del factor *preexposición* de Exp. 5. *El brillo y el contraste originales de las imágenes ha sido aumentado para facilitar su visionado.*

### 5.2.1.2. Resultados

#### Tarea de dígitos del grupo *preatencional*

Se utilizó el mismo criterio de los experimentos anteriores para la categorización de ensayos válidos e inválidos en virtud de la precisión exhibida en la tarea de dígitos, permitiendo un sólo error en cada secuencia completa.

La proporción de ensayos válidos para cada sujeto osciló entre 0,68 y 0,96, con media igual a 0,89 y desviación típica igual a 0,08 (véase Tabla 15).

**Tabla 15.** Distribución de la proporción de ensayos válidos según la ejecución en la tarea de dígitos de los sujetos del grupo *preatencional* del Exp. 5

<b>Sujeto</b>	<b>Proporción de ensayos validos</b>
1	0,90
2	0,93
3	0,91
4	0,90
5	0,82
6	0,93
7	0,96
8	0,68
9	0,85
10	0,96
11	0,85
12	0,94
<b>Media</b>	<b>0,89</b>
<b>DT</b>	<b>0,08</b>

Se llevó a cabo un ANOVA intrasujetos con el factor *preexposición* y con la proporción de ensayos válidos como VD, para comprobar el efecto de este factor sobre la ejecución en la tarea de dígitos. El análisis no detectó efecto de dicho factor, lo que sugiere que la ejecución en la tarea distractora no fue afectada por las condiciones temporales de presentación de los patrones agrupados.

El sujeto 8 del grupo *preatencional* fue eliminado de los análisis posteriores por su reducida proporción de ensayos válidos (0,68), que impide asegurar que realizara la tarea conforme a las instrucciones.

### **Tarea de búsqueda visual**

Para el análisis de la precisión y de TR se excluyeron del análisis los ensayos categorizados como inválidos, lo que supuso un total de 339 ensayos eliminados (de 3520), es decir, un 9,6% del total de ensayos administrados en el grupo *preatencional*. De esta forma, los

análisis de datos sólo involucraron ensayos válidos, para asegurar que las medidas conductuales del grupo *preatencional* reflejaran exclusivamente la influencia de estímulos procesados sin atención. Se llevaron a cabo dos ANOVAs mixtos con los factores *grupo* y *preexposición*. Los análisis a posteriori de los factores o interacciones significativas consistieron en comparaciones por pares aplicando la corrección de Bonferroni.

### **Precisión**

La proporción de aciertos para cada sujeto de los dos grupos osciló entre 0,95 y 1, con media = 0,98 y desviación típica = 0,01.

El ANOVA mixto *grupo x preexposición* con precisión (proporción de aciertos) como VD no mostró diferencias significativas ni para los factores principales ni para la interacción entre ambos.

### **Tiempo de reacción**

Para el análisis de los TRs se excluyeron los errores y las latencias menores de 200 y mayores de 3000 ms<sup>2</sup>, lo que supuso un total de 276 ensayos eliminados (de 7021), es decir, un 3,93 % del total disponible tras el filtraje de los ensayos válidos del grupo *preatencional*. El estadístico utilizado para confeccionar la tabla del ANOVA fue la media, calculada para cada combinación de los factores *grupo* y *preexposición* así como para cada sujeto. El ANOVA mixto 2 x (4) realizado mostró que tanto el factor principal *preexposición*,  $F(3,63) = 6.14$ ,  $MSe = 1073$ ,  $p = .001$ , como la interacción entre *grupo* y *preexposición*,  $F(3,63) = 9.68$ ,  $MSe = 1073$ ,  $p < .001$ , alcanzaron niveles de significación estadística. El factor intersujetos *grupo*, sin embargo, manifestó un nivel de significación marginal,  $F(1,21) = 3,62$ ,  $MSe = 172281$ ,  $p = .071$  (véase Figura 25).

Las pruebas a posteriori entre pares del factor *preexposición* indicaron la existencia de diferencias significativas tan sólo en el par *pre86* (1633 ms) y *pre1000* (1582 ms) ( $p < .01$ ), aunque el par *pre257-pre1000* alcanzó significación marginal ( $p < .10$ ), sugiriendo que la

---

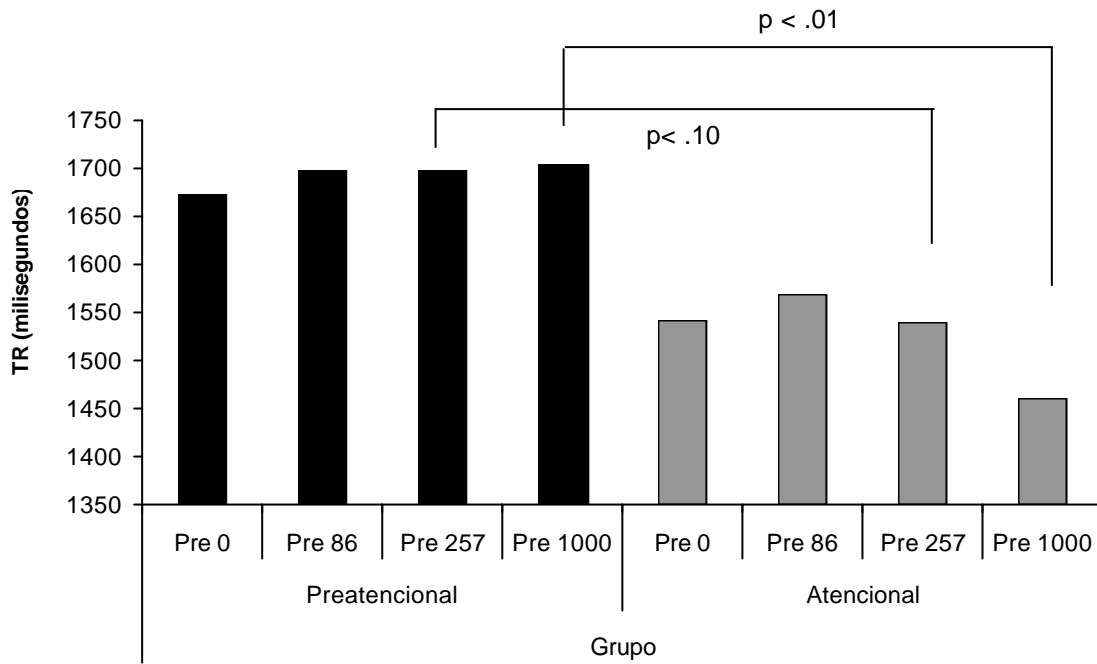
<sup>2</sup> Debido a que las latencias de respuestas de los participantes del Exp. 5 fueron sustancialmente mayores a las de experimentos anteriores, el límite superior de los TRs se elevó a 3000 ms, para filtrar los tiempos de reacción más largos.

respuesta fue más rápida en la condición de preexposición más larga (*pre1000*) en comparación con el tiempo más breve (*pre86*).

El análisis a posteriori de la interacción *grupo x preexposición* detectó que en el grupo *atencional* la condición *pre1000* alcanzó diferencias significativas ( $p < .01$ ) con las otras tres condiciones de preexposición (los TRs en la condición *pre1000* fueron más cortos que en el resto), mientras que el grupo *preatencional* no se hallaron diferencias entre ninguno de los niveles del factor. Este resultado sugiere que el efecto principal del factor *preexposición* encontrado en el análisis conjunto de ambos grupos está provocado en mayor medida por la aportación del grupo *atencional*.

Además, también se hallaron diferencias significativas en la condición *pre1000* entre ambos grupos *preatencional* y *atencional* ( $p < .01$ ), mientras que la comparación entre grupos de la condición *pre257* detectó diferencias marginales ( $p < .10$ ), indicando que los TRs en el grupo *atencional* en las condiciones de preexposición más largas fueron más cortos, lo que sugiere un efecto de facilitación por la atención dedicada a los patrones durante la secuencia de dígitos.

Los ANOVAs intrasujetos realizados para cada *grupo* por separado con el factor intrasujetos *preexposición* confirmaron la ausencia de efectos principales en el grupo *preatencional* y, en contraste, la presencia de diferencias significativas en el mismo factor en el grupo *atencional*,  $F(3, 33) = 13.28$ ,  $MSe = 1959$ ,  $p < .001$ . Las comparaciones por pares efectuadas sobre las condiciones del factor *preexposición* en el grupo *atencional*, confirmaron, de nuevo, las diferencias significativas entre la condición *pre1000* y el resto de condiciones ( $p < .05$ ), indicando que con preexposiciones de 1000 ms, el TR fue significativamente más corto que en el resto de condiciones.



**Figura 25.** Medias de latencia de respuesta para la combinación de *grupo* y *preexposición* en el Exp. 5

### 5.2.1.3. *Discusión*

Los principales resultados de la utilización de una tarea de búsqueda visual en el contexto del paradigma de preatención se pueden resumir en los siguientes puntos:

1. La manipulación de la preexposición de los patrones agrupados en el grupo *preatencional* no ha ejercido ningún efecto ni facilitador ni interferente sobre la tarea de búsqueda compuesta posterior.
2. El análisis combinado de ambos grupos ha detectado efectos principales del factor *preexposición*, pero las indagaciones posteriores han mostrado la mayor aportación de la ejecución del grupo *atencional* a dicho efecto.
3. La comparación entre condiciones de ambos grupos ha desvelado que el grupo *atencional* logra beneficiarse de las preexposiciones largas, en especial de la *pre1000*, para reducir los tiempos de búsqueda. Estos resultados contrastan con los del Experimento 1, donde no se encontraba un efecto facilitatorio (ni tampoco inhibitorio)

de la atención dedicada a los patrones durante la preexposición larga (1113 ms) en el grupo *atencional*.

En definitiva, los resultados muestran que la preexposición no atendida de los patrones agrupados no ejerció ningún efecto sobre la velocidad de respuesta en la tarea de búsqueda del estímulo objetivo. Este patrón de datos contrasta claramente con los resultados de la tarea de identificación de la Serie Experimental I, donde los efectos de facilitación e interferencia fueron manifiestos con preexposiciones no atendidas.

Estos resultados son, ahora sí, convergentes con el estudio de Wolfe y Bennet (1997), que sugiere que el procesamiento preatencional no incluye información sobre la forma de los estímulos. Si cuando utilizabamos una tarea de identificación, los datos contradijeron la tesis de estos autores, al utilizar una tarea de búsqueda visual, como en su caso (aunque ellos hicieron uso de una tarea de búsqueda simple), el patrón de resultados se equipara.

Una de las posibles causas de la ausencia de efectos provocados por el factor *preexposición* atañe a la dificultad de la tarea de búsqueda, que genera elevadas latencias de respuesta, por encima de 1500 ms, muy alejadas de los TRs promedio de la tarea de identificación. Las latencias largas pueden haber diluido el efecto del procesamiento preatencional sobre la tarea de búsqueda.

La tarea de búsqueda utilizada en ese experimento requiere la realización de tres subtareas sucesivas:

1. Identificación del patrón agrupado presentado en el centro de la pantalla al finalizar la secuencia de dígitos, que indica el estímulo objetivo que debe ser buscado
2. Búsqueda del estímulo objetivo en las cuatro localizaciones posibles
3. Identificación de la letra insertada dentro del estímulo objetivo y ejecución de la respuesta motora asignada.

La adaptación del paradigma a una tarea de búsqueda visual conlleva la exigencia de no informar al observador del estímulo objetivo hasta finalizar la secuencia de dígitos, para



prevenir la intención de atender a los patrones durante la secuencia de dígitos, lo cual obliga a la realización de la subtarea 1 para saber qué estímulo debe ser encontrado. El paso 2 describe la tarea *pura* de búsqueda, que, en realidad, es el proceso *diana* de nuestras manipulaciones, a través del cual queremos explorar la influencia del procesamiento preatencional. La tarea de búsqueda utilizada está claramente alejada de las características de una búsqueda eficiente, ya que, aplicando las fórmulas de Duncan y Humphreys (1989), el grado de semejanza entre objetivo y distractores, y entre los propios distractores, es muy elevado, lo que acarrea un escrutinio atencional exhaustivo de la escena visual para descartar los distractores y encontrar el objetivo. Los estímulos sólo se diferencian en la forma mientras que son homogéneos en el resto de sus características. Esta dificultad propicia respuestas lentas, por encima de un segundo y medio, que podrían haber diluido la influencia, que suponemos actúa *en milisegundos*, del procesamiento preatencional sobre la búsqueda.

Por supuesto, es obligatorio considerar también la posibilidad de que los estímulos no hayan sido procesados preatencionalmente o que, al menos, dicho procesamiento no haya podido interactuar con el procesamiento posterior en la tarea de búsqueda. El primero de los casos parece improbable si nos atenemos a los resultados que hemos recopilado en la Serie Experimental I, donde parece evidente la influencia del procesamiento preatencional de los patrones cuando se utiliza la ejecución en una tarea de identificación como índice conductual. El segundo caso, sin embargo, no puede ser descartado por los datos recopilados en este experimento. ¿Cómo es posible que la misma estimulación percibida bajo las mismas condiciones de inatención genere efectos diferentes sobre tareas en las que se supone que intervienen mecanismos convergentes? Una posible explicación a esta aparente paradoja podemos encontrarla en el modelo de Milner y Goodale (véase Milner y Goodale, 2008, para una reciente revisión) y en su disociación entre la *visión para la percepción* y la *visión para la acción*, que se corresponden con dos vías corticales diferentes, ventral y dorsal, respectivamente (Goodale y Milner, 2004; Goodale, Milner, Jakobson y Carey, 1991; Goodale y Milner, 1992; Milner y Goodale, 1993, 2006). Este modelo supone una reinterpretación de la organización funcional, propuesta originalmente por Ungerleider y Mishkin (1982), de las dos grandes vías corticales de procesamiento visual, (1) la vía ventral o vía del *qué*, relacionada

con el córtex temporal inferior y especializada en la discriminación e identificación de objetos, y (2) la vía dorsal o vía del *dónde*, que se proyecta en el córtex parietal inferior y está preferentemente dedicada a la localización de los estímulos. Milner y Goodale, en cambio, consideran que las diferencias entre ambas vías corticales pueden entenderse mejor en términos del uso que hacen de la información que reciben y no tanto en función del tipo de estimulación procesada. La vía ventral, según propone estos autores, genera representaciones perceptivas que incluyen información sobre las características de los objetos y sus relaciones espaciales (*visión para la percepción*). Estas representaciones son útiles para organizar la escena visual y poder disponer de imágenes mentales sobre los eventos que ocurren en el mundo. En cambio, la vía dorsal participa en el control visual de las acciones motoras en curso, procesando información visual en cada momento para suministrar las coordenadas visuoespaciales adecuadas a las instrucciones motoras (*visión para la acción*). Por lo tanto, estos dos sistemas visuales tienen objetivos y aportan información visual diferente, no necesariamente convergente. En los experimentos de la Serie Experimental I, existía una correspondencia unívoca entre cada patrón agrupado y la respuesta asociada (una tecla para cada estímulo) de manera que el procesamiento preatencional de la identidad y la posición de los grupos perceptivos podía activar directamente la respuesta asociada al patrón objetivo cuando la flecha central señalaba hacia una posición concreta de la escena. En términos de Goodale y Milner, esto querría decir que durante la fase de procesamiento preatencional, el sistema dorsal es capaz de procesar información útil para la posterior acción motora de presionar la tecla asociada al estímulo marcado por la flecha y, aun más importante, de aplicarla para mejorar la ejecución. En el mismo momento que la flecha indica una posición concreta de la pantalla, antes incluso de que la atención se dirija al patrón señalado, el sistema visual dorsal es capaz de *predecir*, en virtud de la información previa obtenida en ausencia de atención, cuál es el patrón allí situado y enviar activación a la respuesta motora asociada antes incluso de que el foco atencional *alcance* el estímulo.

Sin embargo, en la tarea de búsqueda visual compuesta utilizada en el presente experimento, la respuesta concreta está dissociada de la tarea de búsqueda, puesto que las teclas de respuesta están relacionadas con una segunda tarea (de identificación de letras) de

la que es imposible obtener información durante la tarea de dígitos, ya que las letras no están presentes en la pantalla hasta que no termina la secuencia de números. En definitiva, el procesamiento preatencional realizado durante la tarea de dígitos no puede ser aplicado directamente a una acción motora concreta ni concurrente ni inmediatamente posterior, de manera que la vía dorsal no puede acumular información que sea aprovechable, cuando se indica cuál es el patrón objetivo, para influir sobre la tarea de búsqueda.

Otra posible explicación a la ausencia de efectos preatencionales, está relacionada con la teoría de búsqueda guiada de Wolfe et al. (1994). Como expusimos en el capítulo 2, este modelo propone dos factores de activación de las características visuales representadas en el mapa interno: (1) *exógeno*, definido por las diferencias locales entre los estímulos; y (2) *endógeno*, que refleja el conocimiento que el observador posee sobre las características del estímulo que debe ser buscado. Según proponen los autores, los valores de activación definitivos de los mapas que guían la atención son fruto de una combinación de ambos factores. En nuestra tarea, a diferencia de una tarea de búsqueda visual estándar, el observador no sabe cuál es el estímulo objetivo hasta que la tarea de dígitos finaliza y, por lo tanto, el componente *exógeno* está ausente durante el cómputo preatencional de activaciones realizado en esa primera fase de cada ensayo. Por esta razón, el factor *endógeno* tiene que trabajar en solitario en ese momento, calculando las diferencias locales entre los patrones, que, por si esto no fuera poco, ya hemos comentado que no son demasiado acusadas debido a la semejanza estructural entre patrones agrupados. Justo en el momento de presentación del patrón de muestra que debe ser buscado, el componente *endógeno* es incorporado al curso del procesamiento, y participa en la generación de los mapas de activación. Pero esta tardía participación podría no ser suficiente para generar diferencias entre las condiciones experimentales y el control, ya que la lógica del paradigma de preatención exige que los efectos sean provocados por el procesamiento sin atención de los patrones agrupados realizado antes de que sea conocido el estímulo objetivo.

En el próximo experimento, utilizaremos una versión más usual de la tarea de búsqueda visual, eliminando la tarea compuesta y recurriendo a una respuesta de

presencia/ausencia del estímulo objetivo, para intentar evitar algunas de las carencias del presente experimento.

### **5.2.2. Experimento 6**

La adaptación del paradigma de preatención a una tarea de búsqueda visual que hemos emprendido en el Experimento 5 ha obtenido resultados que a priori contrastan claramente con los datos de la Serie Experimental I. La preexposición no atendida de los patrones agrupados que en los cuatro primeros experimentos ha mostrado tener un claro y consistente efecto sobre la ejecución en la posterior tarea de identificación de los patrones agrupados, en cambio, al incorporar la tarea de búsqueda, no ha manifestado influencia de ningún tipo sobre la latencia ni la precisión de la respuesta. Ya hemos discutido, en el apartado anterior, algunas de las posibles explicaciones de esa ausencia de efectos, tanto metodológicas como teóricas. En el presente experimento vamos a implementar, de nuevo, una tarea de búsqueda visual pero modificando algunos de los aspectos del procedimiento para intentar solventar algunas carencias metodológicas que podrían haber oscurecido el efecto del procesamiento sin atención de patrones agrupados sobre el funcionamiento de la atención selectiva.

En primer lugar, vamos a prescindir de una búsqueda compuesta, sustituyéndola por una búsqueda simple, con dos posibles alternativas de respuesta: presencia o ausencia del estímulo objetivo. De esta forma, pretendemos reducir los tiempos de respuesta al simplificar la tarea eliminando la tarea adicional de identificación de la letra, para así comprobar si la elevada latencia ha desvanecido la influencia del procesamiento preatencional.

En segundo lugar, manipularemos un factor experimental estudiado de manera intensiva en la búsqueda visual: el tamaño del conjunto estimular. El incremento del TR en función del aumento de los estímulos ha sido el índice conductual principal para diferenciar entre los mecanismos preatencionales y atencionales, en teoría subyacentes a resultados de búsqueda paralela y serial, como ya hemos discutido en varias ocasiones. En nuestro caso, comprobaremos si el procesamiento preatencional de patrones agrupados se comporta de

manera distinta en función de la carga perceptiva que tenga que asumir. En concreto, utilizaremos tres diferentes conjuntos estímulares: dos, cuatro u ocho ítemes. Por ello, tendremos que cambiar la configuración de presentación de los estímulos en la pantalla que hasta ahora hemos utilizado: alrededor del punto de fijación dispondremos ocho posibles localizaciones formando un círculo equidistante del centro. Las localizaciones estarán señalizadas por matrices completas de 4 x 4 círculos de luminancia intermedia entre los patrones agrupados y el fondo. El objetivo de esta señalización es disminuir la aparición abrupta de los patrones agrupados en el curso de la tarea de dígitos, para así disminuir los riesgos de captación atencional involuntaria y evitar que el observador preste *atención antes de tiempo* a los estímulos. Como consecuencia del número variable de estímulos, no todas las posiciones señalizadas fueron ocupadas en los ensayos con dos y cuatro estímulos. Este hecho nos obligó a disociar el efecto de la mera preseñalización (de las posiciones donde después el observador tiene que buscar el patrón objetivo) del procesamiento de la identidad del patrón agrupado que ocupa dichas posiciones. El primer efecto, como ya discutimos en el Experimento 3, no requiere la intervención de procesos de agrupamiento perceptivo, mientras que el segundo depende directamente de la generación de un patrón agrupado mediante operaciones de agrupamiento gestático. Para separar estos efectos, recurrimos a la misma estrategia utilizada en el Experimento 3: incluir dos tipos de preexposición, una con *marcadores* de posición, y otra con los propios patrones agrupados. Si se encontraran diferencias entre estas condiciones, es lógico pensar que se deban a la percepción de la forma del estímulo agrupado.

Por último, otra precaución procedimental que tuvimos que asumir por exigencia de la lógica del paradigma de preatención, estuvo referida a la ausencia de repetición de distractores. Los procedimientos tradicionales de búsqueda visual presentan uno o dos tipos diferentes de estímulos como distractores que se repetían. En nuestro caso, la repetición de estímulos durante la fase de preexposición podría ser utilizada por los observadores para generar hipótesis sobre la identidad del estímulo objetivo y, por ello, incitar la intención de prestar a los patrones agrupados durante la tarea de dígitos, invalidando nuestra pretensión de *retrasar* dicha intención hasta el comienzo de la tarea de búsqueda visual. Por ejemplo, si

presentáramos tres patrones iguales entre sí y un cuarto diferente, el observador podría anticipar, antes de que se le informara del estímulo que debería buscar, que ese cuarto patrón distinto es el estímulo objetivo y que, por lo tanto, está *presente*. Si, en cambio, los cuatro estímulos fueran iguales, el observador, de la misma manera, sabría que el estímulo objetivo está *ausente*. Para prevenir la generación de este tipo de hipótesis todos los patrones agrupados de cada presentación era diferentes.

### **5.2.2.1. Método**

#### **Participantes**

Veinte estudiantes de tercer curso de la Licenciatura en Psicología de la UNED, diez hombres y diez mujeres, con edades comprendidas entre 20 y 59 años (media = 34,8, DT= 9,9). Todos tenían visión normal o corregida y eran diestros. Los participantes fueron distribuidos aleatoriamente en dos muestras de diez miembros, para formar un grupo *preatencional* (edades 20-50 años, media = 37,7) y un grupo *atencional* (edades 24-59 años, media = 31,8). Los sujetos recibieron por su participación bonificación en su calificación final en la asignatura de "Psicología de la Percepción".

#### **Aparatos y estímulos**

Los aparatos utilizados fueron los mismos que en experimentos previos. El conjunto estimular, sin embargo, fue ampliado hasta un total de nueve patrones agrupados formados, al igual que en experimentos anteriores, por doce círculos blancos. Dos de los estímulos ya habían sido utilizados en los experimento previos, y los otros siete eran nuevos (véase Figura 26). Los estímulos podían ocupar ocho posiciones predeterminadas, todas ellas equidistantes del centro, formando un círculo alrededor del punto de fijación. La distancia centro-a-centro desde el punto de fijación hasta los estímulos fue de 69 mm. (0,59° de ángulo visual). Los patrones agrupados podían presentarse en grupos de dos, cuatro u ocho estímulos, ocupando las posiciones predeterminadas de la manera que muestra la Figura 26. Las posiciones

predeterminadas se señalizaban mediante matrices de 4 x 4 círculos de una luminancia intermedia (RGB: 143) entre la luminancia del fondo (RGB: 95) y de los círculos claros (RGB: 191) que conformaban los patrones agrupados. En la condición de preexposición de los patrones agrupados, doce de los dieciséis círculos de la matriz se tornaban más claros, mientras que los cuatro restantes se oscurecían. En cambio, en la condición de preexposición de *marcadores*, los dieciséis círculos adquirirían una mayor claridad. El programa seleccionaba aleatoriamente el estímulo objetivo y los distractores de entre el conjunto estimular disponible, y, a continuación, determinaba también al azar la posición que iban a ocupar en el círculo de posiciones señalizadas. Dos restricciones se programaron a la selección aleatoria: (1) los estímulos presentados siempre eran diferentes entre sí, sin que se repitiera ninguno, y (2) en las condiciones de presentación de dos y cuatro estímulos, los patrones se colocaban en simetría especular. La tarea de dígitos se compuso de diez números, con una duración de 200 ms cada uno, de manera idéntica al Experimento 5.

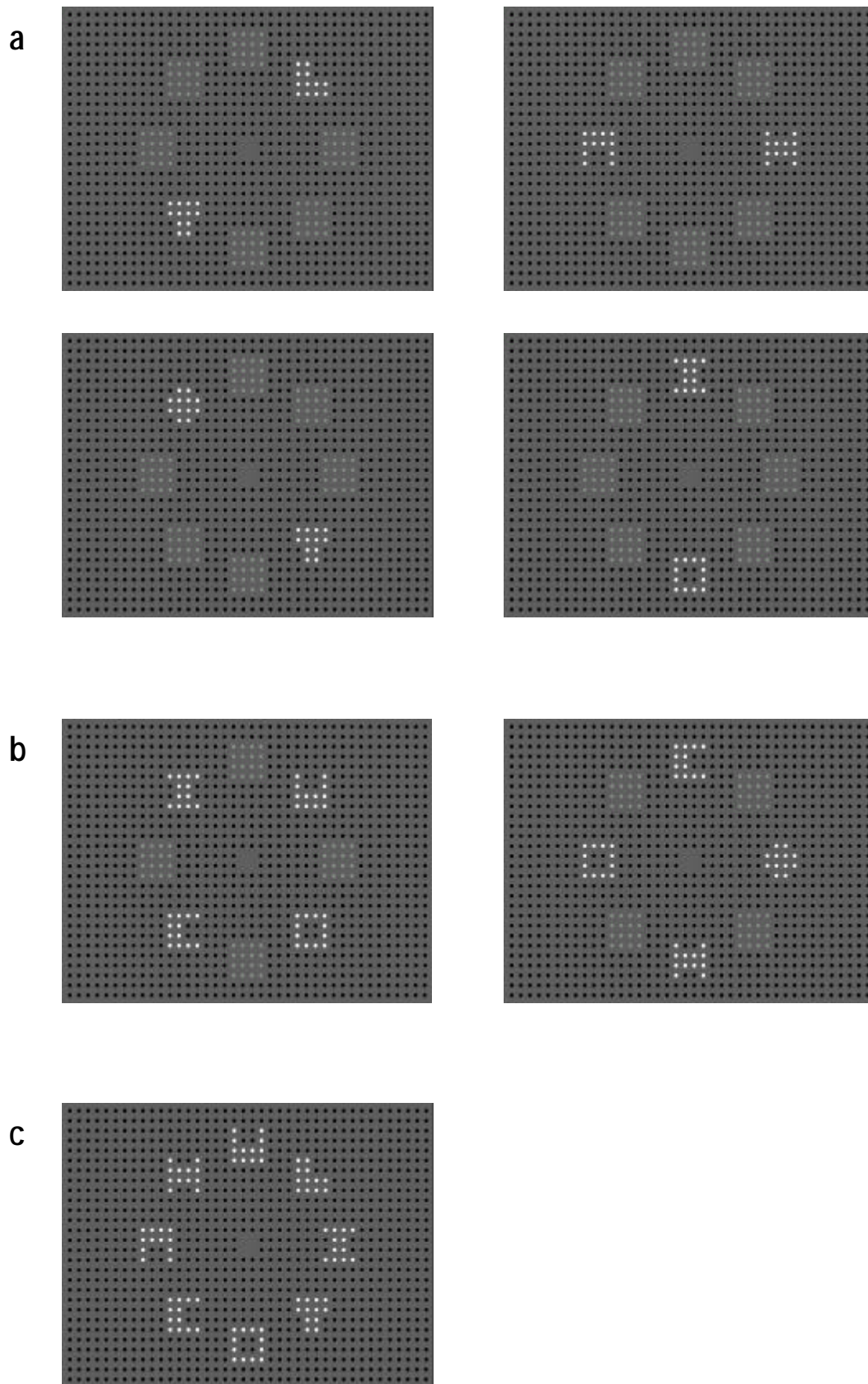
## Diseño

El experimento consistió en un diseño mixto con un factor intersujetos, *grupo* (*preatencional* vs. *atencional*), y tres factores intrasujetos: *tipo de estímulo preexpuesto* (*marcador* vs. *patrón*), *preexposición* (86 ms, 257 ms y 1000 ms) y *número de estímulos* (*dos* vs. *cuatro* vs. *ocho*).

Las variables dependientes registradas fueron el tiempo de reacción y la precisión de la respuesta en la tarea de búsqueda.

## Procedimiento

La tarea se compuso de dos fases de práctica con 36 ensayos cada una y de tres bloques experimentales con 108 ensayos autoadministrados por bloque (324 ensayos experimentales en total). El número de ensayos con presencia y ausencia del estímulo objetivo fue idéntico (162 +162 ensayos).



**Figura 26.** Configuraciones estímulas en función de las condiciones del factor *número de estímulos*: (a) dos, (b) cuatro y (c) patrones agrupados



La sucesión de eventos es semejante a la utilizada en el Experimento 3 de la Serie Experimental I, aunque adaptada al procedimiento de la tarea de búsqueda. Durante la presentación de la serie de dígitos, las posiciones predeterminadas podían ser ocupadas por los *marcadores* o por los *patrones*, con un intervalo determinado de preexposición y con variación del número de posiciones ocupadas (dos, cuatro u ocho). Al finalizar la tarea de dígitos, en el centro de la pantalla se presentaba el estímulo objetivo (uno de los nueve posibles) que debía ser buscado por el observador para determinar si estaba *presente* o *ausente* de la pantalla. El participante disponía de dos teclas de respuesta, una para presencia (la tecla "1" del teclado numérico) y otra para ausencia (la tecla "2") del estímulo objetivo, que debían ser presionadas con el dedo índice y corazón de la mano dominante respectivamente. Los estímulos permanecían en la pantalla hasta la respuesta del sujeto. El resto del procedimiento experimental transcurrió de la misma forma que en experimentos anteriores (véase Figura 26).

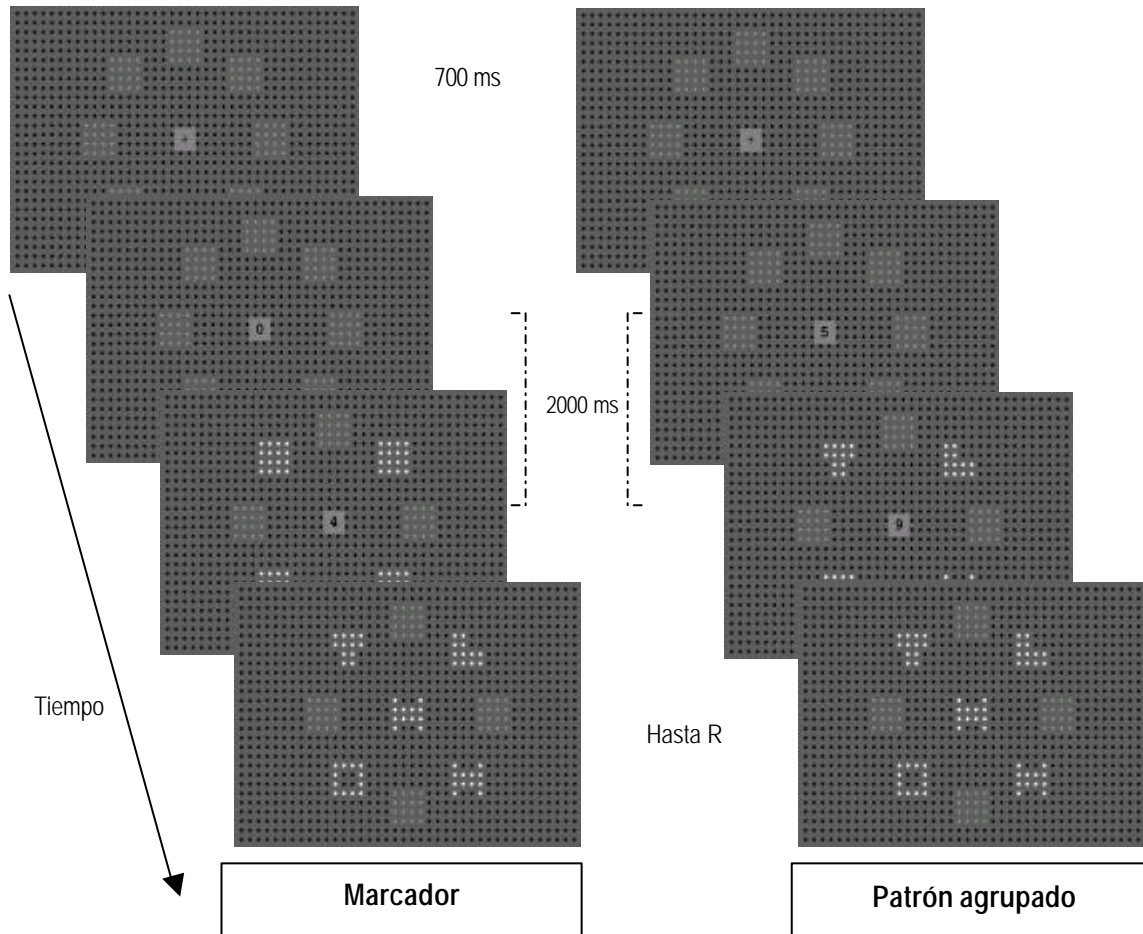
### **5.2.2.2. Resultados**

#### **Tarea de dígitos del grupo *preatencional***

Se utilizó el mismo criterio de los experimentos anteriores para la categorización de ensayos válidos e inválidos en virtud de la precisión exhibida en la tarea de dígitos, permitiendo un sólo error en cada secuencia completa.

La proporción de ensayos válidos para cada sujeto osciló entre 0,80 y 0,99, con media igual a 0,93 y desviación típica igual a 0,07 (véase Tabla 16).

Se llevó a cabo un ANOVA intrasujetos con los factores *tipo de estímulo preexposto*, *preexposición* y *número de estímulos*, con la proporción de ensayos válidos como variable dependiente, para comprobar el efecto de este factor sobre la ejecución en la tarea de dígitos. El análisis no detectó efecto de dicho factor, lo que sugiere que la ejecución en la tarea distractora no fue afectada por las condiciones de presentación de los patrones agrupados.



**Figura 27.** Secuencia de eventos en las condiciones experimentales del factor *tipo de preexposición* del Exp. 6

### Tarea de búsqueda visual.

Para el análisis de la precisión y del TR se excluyeron del análisis los ensayos categorizados como inválidos, lo que supuso un total de 229 ensayos eliminados (de 3240), es decir, un 7,07% del total de ensayos administrados en el grupo *preatencional*. De esta forma, los análisis de datos sólo involucraron ensayos válidos, para asegurar que las medidas conductuales del grupo *preatencional* reflejaran exclusivamente la influencia de estímulos procesados sin atención. Se llevaron a cabo dos ANOVAs mixtos con el factor intersujetos *grupo* y los factores intrasujetos *tipo de estímulo preexpuesto*, *preexposición* y *número de estímulos*, uno para la medida de precisión y otro para TR. Los análisis a posteriori de los

factores o interacciones significativas consistieron en comparaciones por pares aplicando la corrección de Bonferroni.

**Tabla 16.** Distribución de la proporción de ensayos válidos según la ejecución en la tarea de dígitos de los sujetos del Exp. 6

<b>Sujeto</b>	<b>Proporción de ensayos validos</b>
1	0,98
2	0,97
3	0,94
4	0,90
5	0,84
6	0,80
7	0,98
8	0,99
9	0,91
10	0,97
<b>Media</b>	<b>0,93</b>
<b>DT</b>	<b>0,07</b>

### ***Precisión***

La proporción de aciertos para cada sujeto de los dos grupos osciló entre 0,89 y 0,98, con media = 0,94 y desviación típica = 0,03.

El ANOVA mixto *grupo x (tipo de estímulo preexpuesto x preexposición x número de estímulos)* con precisión (proporción de aciertos) como medida mostró efectos principales del factor intrasujetos *número*,  $F(2, 36) = 23.19$ ,  $MSe = 0.005$ ,  $p < .001$ . Las comparaciones a posteriori indicaron que el incremento del conjunto estimular reduce la precisión de la respuesta, puesto que la condición de dos estímulos tuvo una proporción significativamente mayor ( $p < .001$ ) de aciertos (0.97) que las condiciones de cuatro (0.95) y ocho (0.91) estímulos. También se detectaron diferencias entre cuatro y ocho estímulos ( $p < .001$ ), en la misma dirección que lo arriba comentado.

La interacción *grupo x tipo de estímulo preexpuesto* también resultó significativa,  $F(1, 18) = 4.52$ ,  $MSe = .011$ ,  $p < .05$ . Los análisis a posteriori mostraron que en el grupo *atencional* existen diferencias ( $p < .05$ ) entre la presentación del *marcador* (0.926) y la del patrón agrupado (0.942), en el sentido de que se logra mayor precisión de la respuesta con la preexposición del *patrón* comparado con el *marcador*, mientras que en el grupo preatencional no hay diferencias entre ambas condiciones (ambas 0.95).

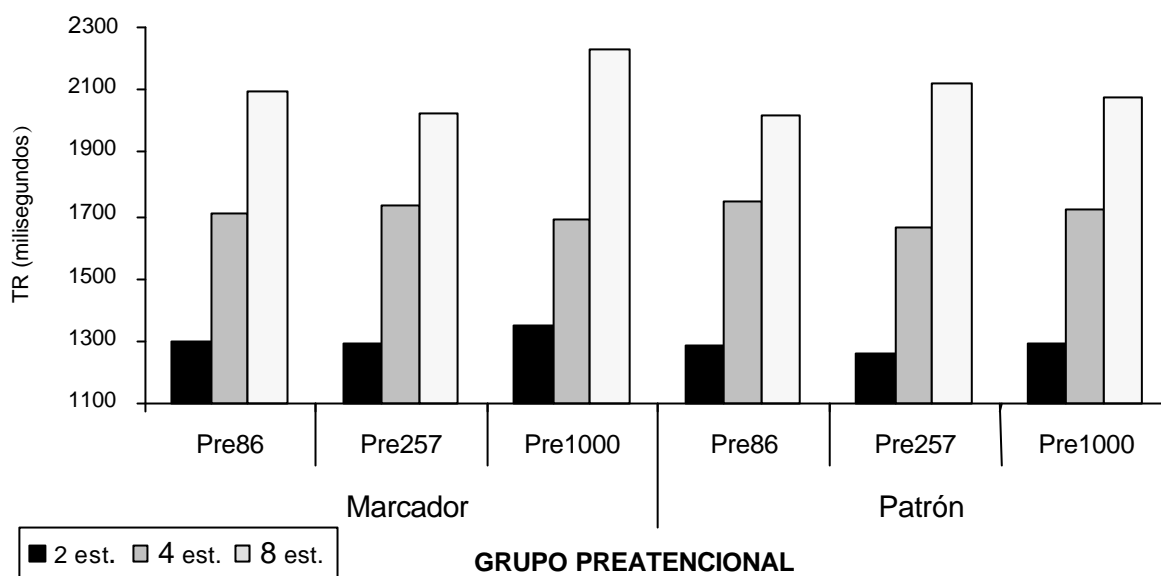
### **Tiempo de reacción**

Para el análisis de los TRs se excluyeron los errores y las latencias menores de 200 y mayores de 3500 ms, lo que supuso un total de 539 ensayos eliminados (de 6251), es decir, un 8,62% del total disponible tras el filtraje de los ensayos válidos del grupo *preatencional*. El estadístico utilizado para confeccionar la tabla del ANOVA fue la media, calculada para cada combinación de cada combinación del factor intersujetos y los factores intrasujetos y para cada sujeto. El ANOVA mixto *grupo x (tipo de estímulo preexpuesto x preexposición x número de estímulos)* realizado mostró efectos principales del factor *tipo de estímulo preexpuesto*,  $F(1,18) = 23.77$ ,  $MSe = 9788$ ,  $p < .001$ , mostrando que se responde con mayor rapidez con la preexposición de los *patrones* (1530 ms) que con la de los *marcadores* (1581 ms). El factor *número* también resultó significativo,  $F(2,36) = 232.54$ ,  $MSe = 84435$ ,  $p < .001$ . Las comparaciones a posteriori aplicadas en este factor informaron de diferencias significativas ( $p < .001$ ) entre las tres condiciones de dos (1165 ms), cuatro (1528 ms) y ocho (1973 ms) estímulos, demostrando que el TR aumenta de manera proporcional al número de estímulos presentados. El factor intersujetos *grupo* fue marginalmente significativo,  $F(1,18) = 3.18$ ,  $MSe = 2299796$ ,  $p < .10$ , sugiriendo una tendencia a responder con mayor rapidez en el grupo *atencional* (1413 ms) que en el grupo *preatencional* (1698 ms).

La interacción *grupo x tipo de estímulo preexpuesto* mostró efectos significativos,  $F(1, 18) = 5.72$ ,  $MSe = 9788$ ,  $p < .03$ . Las comparaciones por pares mostraron que en el grupo *atencional* existen diferencias significativas ( $p < .001$ ) entre la preexposición del *patrón* (1375 ms) y del *marcador* (1451 ms), mientras que en grupo preatencional sólo se manifiestan diferencias marginalmente significativas entre dichas condiciones ( $p < .10$ ) (véase Figuras 28 y

29). La interacción *grupo x preexposición* también resultó significativa,  $F(2,36)= 4.15$ ,  $MSe= 16190$ ,  $p<.03$ . Los análisis posteriores detectaron diferencias marginales ( $p=.063$ ) en la condición *pre1000* entre el grupo *atencional* (1386 ms) y el *preatencional* (1725 ms). Otra interacción significativa detectada por el análisis fue *tipo de estímulo preexpuesto x preexposición*,  $F(2,36)= 4.75$ ,  $MSe= 51643$ ,  $p<.02$ . Las comparaciones a posteriori evidenciaron que los TRs fueron más largos ante la presentación del *marcador* (1604 ms) que ante el *patrón* (1506 ms) en la condición de *pre1000* ( $p<.001$ ).

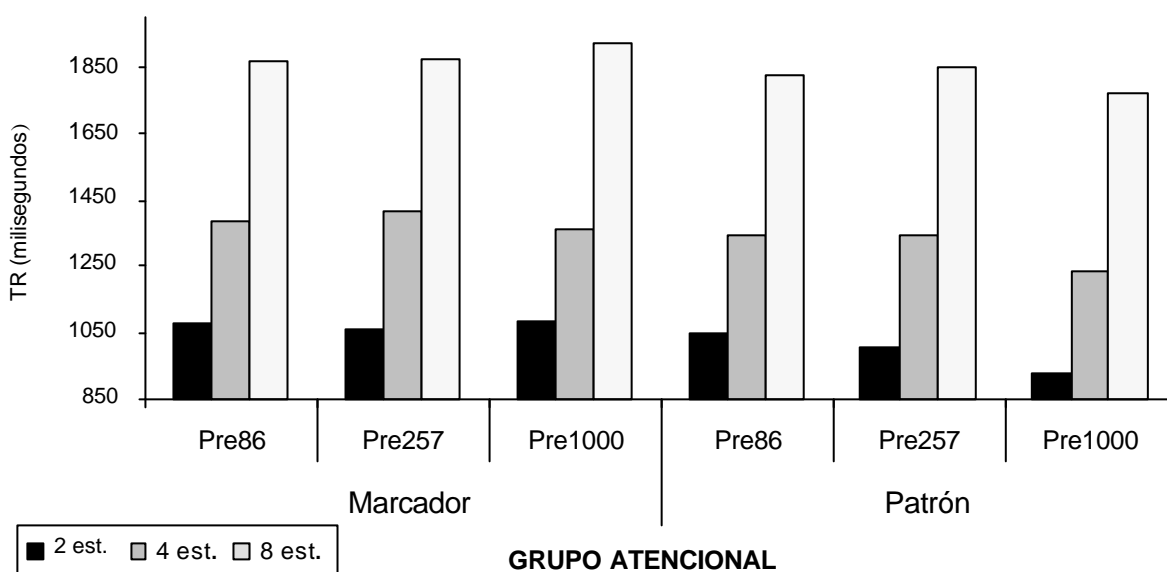
Por último, la triple interacción entre los factores intrasujetos *tipo de estímulo preexpuesto x preexposición x número*, también alcanzó niveles de significación estadística,  $F(4,72)= 3.98$ ,  $MSe= 7715$ ,  $p<.01$ . Los análisis a posteriori mostraron que en la condición de *pre1000* se alcanzaron diferencias significativas entre el *marcador* y el *patrón* cuando el número de patrones fue de dos ( $p<.001$ ) y ocho ( $p<.001$ ). También se detectaron diferencias entre *marcador* y *estímulo* en la condición de *pre257* cuando se presentaron dos estímulos ( $p<.05$ ). En todas estas comparaciones, la condición de preexposición del *patrón* generaba latencia de respuesta más rápidas que la presentación del *marcador*.



**Figura 28.** Medias de latencia de respuesta para la combinación de los factores experimentales en el grupo *preatencional* de Exp. 6

Con el objetivo de analizar por separado y clarificar el efecto de los factores *tipo de estímulo preexpuesto* y *preexposición* en cada grupo de participantes, se realizaron dos ANOVAs de medidas repetidas en cada grupo, uno con el factor *tipo de estímulo preexpuesto* y otro con *preexposición*.

**Grupo preatencional.** El ANOVA con *preexposición* como único factor no mostró efectos significativos de dicho factor,  $F(2, 18) = 1.85$ ,  $MSe = 2000$ ,  $p = .19$ . El ANOVA con *tipo de estímulo preexpuesto* tampoco resultó significativo,  $F(1, 9) = 1.07$ ,  $MSe = 1412$ ,  $p = .33$ .



**Figura 29.** Medias de latencia de respuesta para la combinación de los factores experimentales en el grupo *atencional* de Exp. 6

**Grupo atencional.** El ANOVA con *tipo de estímulo preexpuesto* mostró un efecto significativo de dicho factor,  $F(1, 9) = 43.38$ ,  $MSe = 695$ ,  $p < .001$ , indicando que los TRs fueron más rápidos con la preexposición de *patrones* (1358 ms) que con *marcadores* (1436 ms). El ANOVA con el factor *preexposición*, en cambio, no informó de efectos significativos,  $F(2, 18) = 1.69$ ,  $MSe = 2681$ ,  $p = .213$ .

## Parámetros estándar de la tarea de búsqueda

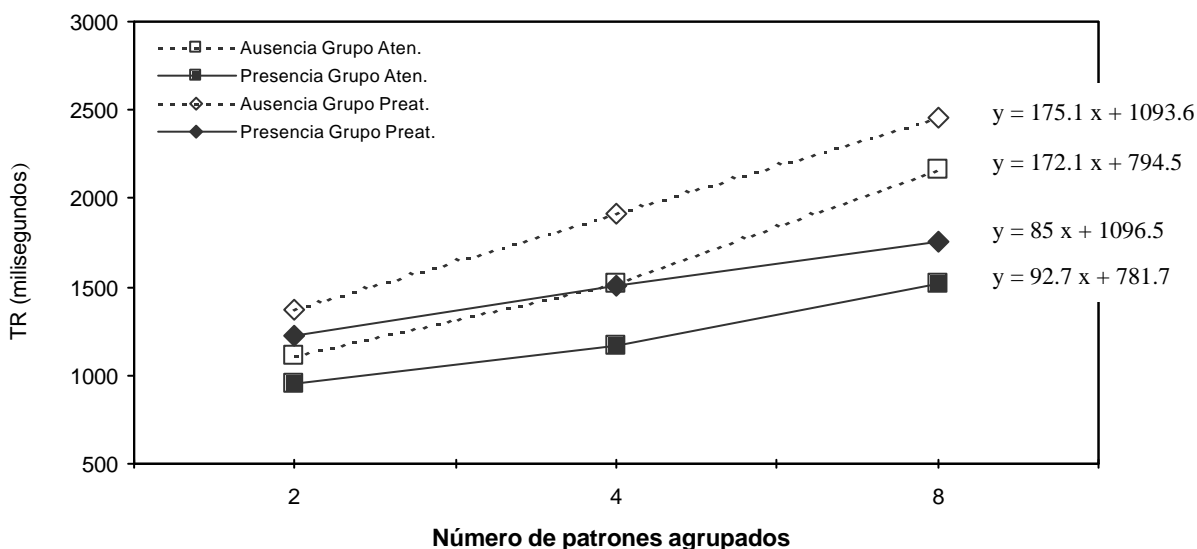
Antes de pasar a la discusión de los resultados que hemos encontrado, vamos a realizar una exploración de los parámetros que tradicionalmente se analizan en el ámbito de la búsqueda visual, comparando la ejecución de los grupos *preatencional* y *atencional* en función del número de estímulos presentados y de la ausencia/presencia (lo que a veces también se denomina ensayos *negativos* y *positivos*) del estímulo objetivo, para conocer la naturaleza de la tarea de búsqueda visual que hemos diseñado. Los TRs que formaron parte de los análisis que presentamos a continuación fueron filtrados de la misma manera que en los apartados previos.

Se realizó un ANOVA mixto con el factor intersujetos *grupo* y los factores intrasujetos *presencia/ausencia* del objetivo y *número*. Los dos factores intrasujetos manifestaron efectos principales significativos: *presencia/ausencia*,  $F(1,18)= 167.33$ ,  $MSe= 28756$ ,  $p<.001$ , y *número*,  $F(2,36)= 222.39$ ,  $MSe= 29361$ ,  $p<.001$ . Las pruebas a posteriori demostraron que se responde con mayor rapidez a los ensayos con presencia del estímulo (1354 ms) que en aquellos en los que está ausente (1754 ms). Asimismo, los tres niveles del factor *número* fueron diferentes entre sí ( $p<.001$ ) y el TR aumentó de manera proporcional al aumento de estímulos (véase Figura 30).

La interacción entre estos dos factores, *presencia/ausencia* x *número* también fue significativa,  $F(2,36)= 89.87$ ,  $MSe= 7567$ ,  $p<.001$ . Para la descomposición de esta interacción se computó una variable diferencial restando los TRs de la condición de cuatro patrones menos la de dos patrones, y lo mismo entre las condiciones de ocho y cuatro, tanto para los ensayos con presencia como como ausencia del estímulo objetivo. La intención de este cálculo era comparar los diferentes ritmos de crecimiento de las latencias de respuestas a la ausencia y a la presencia del estímulo. Dos pruebas *t* de comparación de medias mostraron que en el caso de la ausencia del estímulo, el ritmo de crecimiento se aceleraba entre cuatro y ocho (+475 ms) comparado con el ritmo entre dos y cuatro estímulos (+247 ms),  $t(19)= -2.43$ ,  $p<.03$ , mientras que con presencia del estímulo, no había diferencias significativas en el ritmo de crecimiento,  $t(19)= 1.424$ ,  $p>.10$ , (+247. vs +300 ms).

Por su parte, el factor *grupo* sólo resultó marginalmente significativo,  $F(1,18)= 3.23$ ,  $MSe= 135521$ ,  $p= .089$ , sugiriendo, de nuevo, una tendencia a responder con mayor rapidez con preexposición de *patrones* (1413 ms) que de *marcadores* (1702 ms). Ninguna otra interacción entre los factores implicados resultó significativa.

En la Figura 30, se muestran las funciones que relacionan el TR con el tamaño del conjunto estimular, calculadas para cada grupo de sujetos. Los valores de las pendientes se utilizan habitualmente como criterio para determinar la eficiencia de la búsqueda visual. La pendiente de cada función representa una estimación del incremento en el TR que genera la adición de un nuevo estímulo distractor. Aplicando la categorización que presenta Wolfe (1998a), el tipo de búsqueda visual que realizaron los participantes del presente experimento fue "muy ineficiente", puesto que todas las pendientes superaron holgadamente el umbral de 30 ms por ítem, oscilando entre 85 y 175 ms/ítem, como se observa en la Figura 30.



**Figura 30.** Funciones de búsqueda que muestran la relación entre el número de patrones y la latencia de respuesta en los ensayos de presencia y ausencia del estímulo objetivo para los grupos *atencional* y *preatencional* del Exp. 6.



### 5.2.2.3. *Discusión*

En apartados previos, hemos resaltado la escasez de trabajos que hayan estudiado la búsqueda visual de patrones agrupados (Bravo y Blake, 1990; Deco y Heinke, 2007; Enns y Kingstone, 1995; Kimchi, 1998; Saarinen, 1994). Los estudios que han trabajado en esta materia han sugerido que la búsqueda de patrones agrupados está regida por las mismas propiedades que una búsqueda con estímulos convencionales, no agrupados o *conexos*. En nuestro caso, la búsqueda se clasifica como *muy ineficiente*, puesto que el aumento del tamaño del conjunto estimular conlleva una ascensión muy aguda del TR, como los potentes efectos del factor *número de estímulos* nos ha demostrado. Los análisis realizados han intentado comprobar si la preexposición de los patrones agrupados han tenido alguna influencia facilitadora o interferente sobre esa ineficiente búsqueda, tanto si se atienden (grupo *atencional*) como si no es así (grupo *preatencional*).

Los resultados del análisis global han detectado un efecto facilitador de la preexposición de los patrones frente a los marcadores, aunque los análisis posteriores han mostrado que el grupo *atencional* tiene una mayor responsabilidad en ese efecto. En ese grupo de participantes, el efecto de la preexposición de los patrones es especialmente acusado con el intervalo de *pre1000*, sugiriendo, como en experimentos anteriores, que la atención necesita disponer no sólo de la oportunidad sino también del tiempo suficiente para así poder ejercer un efecto facilitador del procesamiento visual posterior. En el grupo *preatencional*, en cambio, los factores *tipo de estímulo preexpuesto* y *preexposición*, que mostraron efectos significativos en el Experimento 3, ahora, en cambio, no han ejercido efecto principal alguno sobre la latencia de búsqueda visual. Los únicos efectos que pueden sugerir cierta influencia del procesamiento preatencional sobre la tarea de búsqueda son los que han sido mostrados por la triple interacción *tipo de estímulo preexpuesto x preexposición x número*, que ha indicado cierta facilitación debido a la preexposición de patrones frente a marcadores en condiciones experimentales concretas. Sin embargo, el patrón de datos no es lo suficientemente consistente para poder apoyar la ocurrencia de procesamiento preatencional de patrones agrupados que influya sobre la tarea de búsqueda visual. De hecho, este patrón de resultados

parece que es responsabilidad, en mayor medida, de los resultados del grupo *atencional*, en el que se ha evidenciado un claro efecto facilitador de la condición de preexposición del patrón frente al marcador. Además, estos resultados no son coherentes con los datos de la Serie Experimental I, donde la facilitación sobre la identificación posterior se lograba con tiempos de preexposición muy breves (e.g., 86 ms).

Con independencia de la dudosa ocurrencia de fenómenos de *corte preatencional* en el presente experimento, una conclusión evidente que debemos extraer es la necesidad de realizar más y mejores procedimientos experimentales que indaguen sobre la influencia del procesamiento sin atención de patrones generados por agrupamiento sobre una tarea de búsqueda visual. La búsqueda visual de nuestro experimento ha sido ineficiente en grado sumo, lo que podría haber dificultado el procesamiento con atención y sin ella, y, en definitiva, la interacción entre los dos procesos. Futuros experimentos deberían aspirar a explorar estos procesos con tipos de búsqueda más eficientes, para comprobar si de esta forma, el procedimiento experimental es más sensible al efecto de la preexposición atendida y no atendida.

En conclusión, los resultados del presente experimento han sugerido, aunque de una manera no demasiado convincente, bien es cierto, la influencia del procesamiento preatencional del agrupamiento perceptivo sobre la posterior búsqueda visual de un patrón objetivo. Sin embargo, como en muchas ocasiones ocurre en la ciencia psicológica, han sido más las preguntas que han generado estos resultados, que las respuestas que han aportado. La replicación de resultados en futuros experimentos y el diseño de procedimientos más refinados serán los medios que permitirán proyectar algo más de luz a la oscuridad todavía profunda de este problema de investigación.

### **5.2.3. Resumen de resultados de la Serie Experimental II**

La Serie Experimental II ha incluido los primeros intentos de adaptar el procedimiento del paradigma de preatención a los requisitos de una tarea de búsqueda visual con patrones generados por agrupamiento. Para esta adaptación hemos mantenido algunos de los

parámetros que han demostrado ser muy efectivos en la Serie Experimental I para estudiar los procesos preatencionales que influyen sobre la latencia de respuesta en una tarea de identificación. Uno de las primeras dificultades que hemos encontrado en esta adaptación ha sido la escasez de trabajos previos que hayan diseñado tareas de búsqueda visual de patrones generados por agrupamiento gestáltico. Esta ausencia de modelos en los que basarnos para guiar la adaptación del paradigma de preatención nos ha obligado a actuar de una manera tentativa, fundamentando nuestra actuación en los hallazgos que habíamos encontrado en la Serie Experimental I. Por ello, en primer lugar, hicimos uso de los mismos o similares estímulos a los diseñados para los experimentos con tarea de identificación. Los resultados de la Serie Experimental II han mostrado que la semejanza entre estos patrones ha convertido la búsqueda visual en muy ineficiente, con tiempos de respuesta muy lentos, lo que podría haber dificultado el hallazgo de diferencias entre condiciones de preexposición. Los trabajos previos con búsqueda visual de patrones agrupados han demostrado que la búsqueda de este tipo de estímulos está regida por propiedades similares a las estudiadas con estímulos *conexos* normales. Esta analogía hace que la búsqueda de patrones agrupados pueda ser tan eficiente o tan ineficiente como la búsqueda de estímulos no agrupados, en virtud tanto de la semejanza entre el objetivo y los distractores como de la capacidad para guiar la atención de las características visuales implicadas. La búsqueda paralela, en la actualidad llamada *eficiente* o *muy eficiente* (Wolfe, 1998a), ha sido considerada tradicionalmente como el indicio principal de la intervención del procesamiento preatencional de la característica simple definitoria del estímulo buscado. Si el tiempo de búsqueda se mantenía constante a pesar del incremento en el número de distractores, se asumía que podía ser procesada sin la necesidad de que la atención interviniera. En nuestros experimentos, en cambio, la búsqueda ha sido claramente muy ineficiente, y la preexposición de los estímulos no ha mostrado un efecto manifiesto, sistemático y potente sobre dicha búsqueda, en parte, quizás, por la propia dificultad de la misma. Por ello, parece conveniente, para continuar esta línea de investigación que hemos iniciado, investigar la influencia de la preexposición con búsquedas de diferentes grados de eficiencia, para así constatar si es necesario que la búsqueda sea paralela para que los procesos visuales preatencionales puedan ejercer una influencia sistemática sobre la detección

del patrón objetivo. Es posible que se produzca la paradoja de que intentando huir de los métodos clásicos de investigación de lo preatencional, tengamos que regresar a los conceptos de búsqueda paralela o secuencial, aunque sólo sea para encontrar las condiciones idóneas en las que se pueda manifestar el efecto del genuino procesamiento preatencional sobre la posterior búsqueda de un patrón agrupado.

Otro aspecto del procedimiento que podría haber contaminado los resultados está relacionado con la información sobre el patrón objetivo que debe ser objeto de la búsqueda. Como hemos justificado con anterioridad, el estímulo objetivo no es conocido por el observador hasta que finaliza la secuencia de dígitos, para prevenir la intención de buscarlo durante la fase de preexposición. Este recurso procedimental, que ha funcionado con éxito en la anterior serie de experimentos, introduce en la Serie Experimental II una diferencia muy importante con respecto a las tareas estándar de búsqueda visual. La ausencia de información sobre el objetivo supone una eliminación durante la fase de procesamiento preatencional del componente endógeno o *top-down* que el modelo de búsqueda guiada (Wolfe et al., 1994) propone como factor decisivo en la resolución de la tarea. Esta ausencia de objetivo, podría haber causado dos diferentes efectos no deseables para nuestros objetivos experimentales:

1. Durante la fase de preexposición, el observador desconoce el objetivo de la búsqueda, de manera que el procesamiento preatencional habría actuado ciegamente, sin conocimiento de causa. Este procesamiento *sin propósito* podría haber tenido dificultades para interactuar con la búsqueda posterior por parte de la atención selectiva. El componente *top-down* de la búsqueda visual es un factor crítico en la resolución de este tipo de tareas, como no sólo Wolfe et al. (1994) han resaltado. También Di Lollo et al. (2001), como explicamos en el capítulo 3, han resaltado el carácter dinámico de los mecanismos visuales, susceptibles de ser reconfigurados por áreas corticales prefrontales para seleccionar con la mayor eficacia los estímulos relevantes para la acción. Otros fenómenos relacionados, como la captación atencional involuntaria dirigida por información almacenada en la memoria de trabajo han resaltado la trascendencia del componente endógeno del procesamiento visual (Soto,

Heinke, Humphreys y Blanco, 2005; Soto, Hodsoll, Rotshtein y Humphreys, 2008; Soto y Humphreys, 2006; aunque véase también Theeuwes, Reimann y Mortier, 2006, para una visión alternativa). Recientemente el trabajo de Jingling y Su-Ling (2007) también ha encontrado evidencia de que los nuevos objetos que aparecen en la escena no captan la atención si no tienen una vinculación con la tarea en curso, una prueba más de la importancia del componente *top-down* en la orientación de la atención.

2. La presentación del patrón objetivo en el centro de la pantalla podría haber provocado, en especial en los casos de búsqueda más ineficiente (i.e., ausencia del objetivo y ocho patrones), que el observador retornara su foco atencional en sucesivas ocasiones al punto de fijación para comprobar (o *refrescar*) la identidad del objetivo. Este fenómeno podría haber supuesto una fuente aleatoria de variabilidad de los TRs, dificultando la comparación entre condiciones experimentales.

La conclusión principal que podemos extraer es que resulta necesario continuar trabajando en esta línea de investigación aquí iniciada, para mejorar y refinar los procedimientos experimentales para que nos permitan estudiar con mayor rigor el papel que el procesamiento preatencional tiene en los procesos visuales de búsqueda.



## **Capítulo 6**

---

**Discusión general y conclusiones**





## Capítulo 6

### DISCUSIÓN GENERAL Y CONCLUSIONES

Nuestro punto de partida en este trabajo de investigación fue proponernos el objetivo de estudiar el procesamiento preatencional de patrones generados por agrupamiento perceptivo. El segundo paso consistió en traducir al lenguaje experimental nuestro objetivo de investigación: ¿cómo el procesamiento sin atención de un patrón generado por agrupamiento perceptivo influye sobre el posterior procesamiento con atención de ese mismo patrón? El tercer paso fue diseñar un método que estuviera cualificado para responder a la anterior pregunta. A ese nuevo procedimiento experimental lo hemos bautizado con el nombre de paradigma de preatención, en contraste con el paradigma de inatención de Mack y Rock (1998). Una parte importante de esta tesis ha estado dedicada a justificar la lógica del procedimiento del nuevo paradigma y a describir minuciosamente sus componentes. El cuarto paso consistió en recopilar datos conductuales mediante la administración de implementaciones concretas del paradigma a muestras de participantes en dos series experimentales diferentes. En todos esos experimentos fuimos especialmente cuidadosos en incluir controles metodológicos tanto en un nivel intra- como intersujetos que previnieran, en la medida de lo posible, la contaminación de los resultados por la irrupción de procesos

atencionales en aquellas fases de procesamiento visual donde no era pertinente que participaran.

El último paso de este trabajo consistirá en la reflexión crítica sobre (1) las principales conclusiones de los resultados acumulados, (2) las aportaciones científicas de dichas conclusiones al tópico de investigación y (3) las limitaciones de nuestro trabajo que pueden orientar la futura investigación en este campo.

Para la organización de estos contenidos, dividiremos el capítulo en dos apartados principales: uno dedicado al análisis del comportamiento que ha mostrado el paradigma de preatención como nuevo recurso procedimental; y un segundo concentrado en reflexionar sobre las aportaciones teóricas de los resultados recopilados para el campo de estudio del agrupamiento perceptivo sin atención.

## **6.1. EL PARADIGMA DE PREATENCIÓN: APORTACIONES METODOLÓGICAS Y CAMINOS PARA EL FUTURO**

El comportamiento del paradigma de preatención ha tenido dos vertientes diferentes en el transcurso de la presente investigación. En la Serie Experimental I, que incluía una tarea de identificación de patrones agrupados como medida del funcionamiento de la atención, los procedimientos experimentales han facilitado la obtención de un conjunto de datos consistentes y coherentes. Un patrón básico de resultados se ha replicado en varias ocasiones: con intervalos breves de preexposición no atendida de patrones agrupados, la ejecución posterior mejora significativamente, mientras que con intervalos más largos la identificación se enlentece a medida que aumenta la duración de la preexposición. En contraste, en los casos de preexposición atendida de los patrones, el perjuicio por intervalos largos de exposición se atenúa, incluso llegando a desaparecer. La medida conductual utilizada en esta primera serie se ha demostrado, por lo tanto, sensible para discriminar entre las condiciones experimentales incluidas en el diseño. Por todo ello, podemos concluir que el paradigma de preatención, en su modalidad con tarea de identificación, es una herramienta útil, versátil y práctica para el estudio

de la dinámica del procesamiento sin atención de la información visual. Los estímulos de nuestra investigación han sido patrones agrupados mediante principios de organización perceptiva, pero cualquier otro tipo de estimulación visual podría ser utilizada, sin ninguna restricción evidente a priori.

En el caso de la Serie Experimental II, los resultados no han sido ni tan robustos ni aparentemente tan sensibles a las manipulaciones experimentales. Diversos problemas de adaptación entre la tarea de búsqueda visual y el paradigma han podido introducir variabilidad en los resultados que hayan diluido el efecto sistemático de los factores experimentales. Los requisitos procedimentales derivados de la lógica interna del nuevo paradigma que se han desarrollado en este trabajo, podrían haber alterado las características estándar de la tarea de búsqueda visual. Pese a esto, el Experimento 6 ha ofrecido cierta evidencia de la influencia (facilitadora) del procesamiento preatencional de patrones agrupados sobre la búsqueda visual posterior de los mismos en unas condiciones experimentales concretas. Aprovechando el conocimiento adquirido, futuros experimentos que hagan uso de procedimientos mejor ajustados deberán ser diseñados para poder obtener conclusiones más consistentes sobre la implicación de los procesos preatencionales en la búsqueda de estímulos visuales.

A continuación vamos a proseguir con el análisis del comportamiento del paradigma mediante el examen por separado de los diversos componentes procedimentales del paradigma.

### **6.1.1. Los patrones agrupados**

Los patrones agrupados que han formado el conjunto estimular de nuestros experimentos están inspirados en trabajos previos que mediante versiones modificadas del paradigma de inatención de Mack y Rock han mostrado que es posible el agrupamiento sin atención (Chan y Chua, 2003; Kimchi y Razpurker-Apfeld, 2004; Lamy et al., 2006; Moore y Egeth, 1997; Russell y Driver, 2005). . Desde el trabajo seminal de Moore y Egeth (1997), el principio de agrupamiento por semejanza en luminancia ha sido el mayoritariamente utilizado en este tipo de investigaciones. Todas los trabajos reseñados han presentado matrices de

círculos sobre la que se dibujan figuras muy simples como líneas rectas (verticales u horizontales), puntas de flecha (para generar la ilusión de Müller-Lyer) o, en los casos de mayor complejidad, triángulos, cuadrados o cruces. Aunque las matrices y los elementos componentes son muy similares a los estímulos de estudios previos, nuestros patrones presentan dos diferencias esenciales con los estímulos utilizados en los trabajos citados: (1) poseen un mayor grado de complejidad, y (2) tienen un tamaño global menor. Ambas diferencias tienen un origen común, puesto que son producto de la intención de convertir los patrones en estímulos objetivo ante los que los observadores tuvieran que emitir una respuesta específica durante la tarea atencional. Recordemos que en los estudios previos de otros autores sobre agrupamiento inatencional citados en el capítulo 3, los participantes nunca tenían que responder directamente ante los patrones agrupados. El grado de procesamiento de estos patrones se medía indirectamente a través de su influencia sobre la respuesta a otro estímulo no agrupado. En nuestro trabajo, en cambio, utilizamos un tamaño que nos permitiera introducir varios patrones al mismo tiempo y también manipular la distancia con respecto al punto de fijación. El tamaño elegido fue el de la matriz de 4 x 4 círculos, que equivale a  $2,39^\circ \times 2,39^\circ$  de ángulo visual. A partir de los dieciséis círculos disponibles, se dibujaron los patrones haciendo que doce de ellos tuvieran una mayor luminancia. Esta restricción de tamaño es la que provoca que la complejidad y semejanza entre estímulos sea tan elevada, puesto que limita el margen de posibilidades gráficas al reducto de la matriz de dieciséis círculos.

Como ya comentamos con anterioridad, tanto el tamaño de los elementos locales como la separación entre ellos fue calibrado con exploraciones preliminares para asegurar que los patrones y sus elementos componentes pudieran ser discriminados incluso cuando éstos se reflejaran en la periferia de la retina. Los círculos tienen el tamaño adecuado y la distancia entre ellos es más que suficiente como para que los estímulos mantengan la apariencia de figuras globales formadas por círculos más pequeños incluso en la distancia larga utilizada en los Experimentos 1 al 3.

Este punto es tremendamente relevante, puesto que es necesario estar seguros que en todas las condiciones de presentación estimular se perciba que los patrones están formados por elementos discretos que se agrupan en virtud de su semejanza. Si no fuera así, podría

sucedier algo similar a lo que Navon (2003) denomina la hipótesis *del plato de cereales*, que en el ámbito de los patrones jerárquicos se ha esgrimido como una explicación alternativa del efecto de primacía global (véase Kimchi, 1992, para una revisión). La hipótesis plantea que la homogeneidad entre los elementos locales, unido a su elevado número y densidad, podría crear la apariencia de una superficie con una textura unitaria, en vez de elementos discretos que conforman una figura mayor. Esta hipótesis, aplicada a nuestros estímulos, propondría que la semejanza entre los círculos, la cercanía entre ellos, además de la menor agudeza visual de las áreas retinianas donde se reflejan, haría que nuestro sistema visual percibiera figuras con superficies continuas de diferente luminancia, que no tendrían ninguna relación con los procesos de agrupamiento perceptivo.

Una manera de refutar experimentalmente la hipótesis *del plato de cereales* consistiría en introducir heterogeneidad entre los elementos constituyentes, al estilo del procedimiento seguido por Navon (2003) con patrones jerárquicos, sin alterar el principio de agrupamiento que sea objeto de interés y comprobar si los efectos observados desaparecen. Introducir diferentes figuras geométricas en la matriz de fondo, como cuadrados, rombos o triángulos, podría ser, por ejemplo, una forma de hacerlo.

Otra manipulación experimental para futuros trabajos que resulta ineludible es introducir otros principios de agrupamiento en la matriz de círculos. Como expusimos en el capítulo 1, cada vez se acumulan más resultados que resaltan las diferencias computacionales y cerebrales entre los mecanismos implicados en cada principio de agrupamiento gestáltico. Este conjunto creciente de evidencia empírica nos obliga a explorar cada principio por separado para comprobar si se replican los mismos efectos que hemos encontrado con el principio de semejanza en luminancia y bajo el mismo curso temporal. Un interesante punto de partida para ese trabajo podría consistir en comprobar si todas las características susceptibles de guiar la atención que forman parte de la lista confeccionada por Wolfe y Horowitz (2004), que hemos presentado en el capítulo 2 (véase Figura 9), conservan la misma capacidad para generar grupos perceptivos que puedan ser procesados preatencionalmente

Además de la comparación entre principios gestálticos diferentes, también nos parece interesante investigar las diferencias entre distintos tipos de grupos perceptivos, incluso aunque

hayan sido generados por el mismo principio. En esta línea, resultan muy reveladores los datos de Kimchi y Razpurker-Apfeld (2004), que comentábamos en el capítulo 3, y que muestran como varían las demandas atencionales de diferentes patrones organizados bajo el mismo principio de agrupamiento. De hecho, la ineficiente ejecución que hemos observado en las tareas de búsqueda visual de la Serie Experimental II, es una prueba de como la propia configuración de los grupos perceptivos influye en el funcionamiento de la atención con independencia del principio de agrupamiento implicado.

Por último, es importante destacar que además de incluir estímulos generados por agrupamiento perceptivo, el paradigma es perfectamente capaz de soportar cualquier otro tipo de estimulación visual, del mismo modo que el paradigma de inatención de Mack y Rock ha sido aplicado a una enorme variedad de estímulos diferentes.

### **6.1.2. La tarea distractora**

La secuencia de dígitos que hemos utilizado como tarea distractora es una modalidad del paradigma de presentación de series visuales rápida (o *RVSP*, su acrónimo en inglés) (Broadbent y Broadbent, 1987; Lawrence, 1971; Raymond, Shapiro y Arnell, 1992). Este tipo de tareas han sido muy utilizadas como procedimientos para consumir los recursos atencionales del observador durante periodos de tiempo relativamente largos (Botella, Barriopedro y Suero, 2001; Humphreys et al., 2002; Joseph et al., 1997; Prinzmetal et al., 1995). El procedimiento de nuestra tarea es una réplica de una *RVSP* utilizada por Prinzmetal et al. (1995) con el objetivo de conseguir la aparición de conjunciones ilusorias con exposiciones estimulares superiores a un segundo. Estos autores pudieron constatar que la tarea había sido desafiante y absorbente para los participantes de su muestra. La única modificación que introdujimos en esta tarea fue elevar la duración de cada dígito desde los 167 ms originales hasta los 200 ms de nuestro trabajo. El trabajo de Joseph et al. (1997) también recurre a una tarea *RVSP* para mantener ocupada a la atención en una tarea de búsqueda visual basada en la orientación de patrones de Gabor. En su caso, el estímulo objetivo era una letra de color blanco insertada en una secuencia de letras oscuras y los participantes tenían que informar de la identidad de dicha

letra. Otro ejemplo de tarea distractora similar se presenta en el estudio de Humphreys et al. (2002), dentro del contexto del *preview search*, en el que los observadores debían informar al final de cada ensayo sobre la presencia o ausencia del dígito "1" en la secuencia de números presentada. Como se puede comprobar, este tipo de tareas se han utilizado con asiduidad en la literatura con el propósito de mantener ocupado, *enganchado* al foco atencional en una región delimitada de la escena evitando, como contrapartida, su despliegue sobre otras áreas de la exposición.

El objetivo de la tarea de dígitos era consumir la mayor cantidad de recursos atencionales disponibles para, de esta forma, prevenir que los observadores pudieran dedicar atención a los patrones agrupados durante la fase de preexposición. Los comentarios informales de los participantes recabados en la serie de experimentos realizada han corroborado la naturaleza absorbente y elevado grado de concentración necesaria para evitar que se *escapara* algún cero. La comparación entre los resultados de los grupos *preatencional* y *atencional* también ha mostrado las diferencias conductuales entre *prestar* y *no prestar* atención a los patrones durante la fase de preexposición en condiciones experimentales concretas. Esta comparación intersujetos también nos ha permitido verificar que no es suficiente con poseer la intención de atender a unos estímulos para que se pueda sacar provecho de dicha pretensión sino que también es preciso tener las condiciones adecuadas (e.g., tiempo suficiente) para poderlo hacer. Por eso, las diferencias más claras entre grupos se produjeron en las condiciones de preexposición más largas (e.g., 257, 1000, 1113 ms), en las que los miembros del grupo *atencional* disponían del tiempo suficiente para sacar provecho del procesamiento realizado sobre los estímulos agrupados. Este resultado es análogo al observado en el paradigma de *preview search*: se necesita un intervalo en torno a 400 ms o superior para que la atención a los distractores preexpuestos (típicamente la mitad del total) genere un beneficio en la tarea de búsqueda visual posterior (Watson et al., 2003). Con tiempos inferiores al descrito, la intención de atender a los distractores expuestos no es suficiente para mejorar la ejecución posterior. Y con intervalos superiores a los 400 ms pero con una tarea competitiva concurrente, la atención tampoco dispone de las condiciones adecuadas para que se genere un beneficio en la ejecución (Humphreys et al., 2002).

Un importante resultado que supone una evidencia añadida a la efectividad de la tarea de dígitos para concentrar los recursos atencionales en la secuencia de números es la ausencia de efecto de los factores de preexposición de los patrones (tanto temporales como espaciales) sobre el desempeño en la tarea de dígitos. En ninguno de los experimentos, el análisis de la influencia de los factores experimentales sobre la proporción de ensayos válidos en la tarea de dígitos ha detectado diferencias significativas. De esta forma, ni una mayor duración de los patrones en la escena, ni una mayor cercanía de los mismos al punto de fijación interfirió con la atención focalizada en los dígitos. Esto supone una prueba indirecta de la independencia del procesamiento con atención (a los dígitos) y sin atención (a los patrones) durante la fase de preexposición. Este resultado es equivalente al encontrado por Kimchi y Razpurker-Apfeld (2004), con un nivel global de ejecución en la tarea central (véase capítulo 3) independiente del tipo de configuración del patrón de fondo, y que las autoras consideran como un persuasivo argumento que apoya la ausencia de atención dedicada al fondo (Kimchi y Razpurker-Apfeld, 2004, p. 696).

Una posible vía de investigación para el futuro podría consistir en manipular las características de la tarea distractora y comprobar sus efectos sobre el procesamiento de los estímulos no atendidos. Como la propuesta de Nilli Lavie (1995) ha sugerido, la carga perceptiva es un factor crítico en la distribución de los recursos atencionales y en el procesamiento de los estímulos que *pretenden ser ignorados* por el observador (Lavie, 1995; Lavie y Tsai, 1994). De acuerdo con este modelo, la focalización atencional en una tarea puede prevenir el procesamiento de estímulos irrelevantes cuando la carga perceptiva que consume dicha tarea rebasa los recursos disponibles. En contraste, con una baja carga perceptiva de la tarea central, el sistema dispone de recursos suficientes para poder procesar los distractores, aunque sea involuntariamente. Este resultado se ha encontrado con diferentes tareas (véase Lavie, 2005, para una revisión), incluyendo el paradigma de *priming* negativo (Lavie y Fox, 2000), que guarda ciertas similitudes con nuestro paradigma de preatención. Los resultados de Lavie y Fox (2000) muestran que el efecto de *priming* negativo se reduce drásticamente en condiciones de elevada carga perceptiva, lo que las autoras interpretan sugiriendo que los distractores no tuvieron que ser activamente inhibidos para evitar que interfirieran en la



respuesta al *prime* puesto que ni siguiera fueron procesados (Lavie y Fox, 2000, p. 1050). Esta ausencia de inhibición de los distractores del *prime*, desemboca en que su identificación posterior en el *probe* no se vea perjudicada. En los experimentos que hemos presentado en este trabajo la carga perceptiva de la tarea distractora ha sido constante y, por consiguiente, no ha sido manipulada como factor experimental, pero en futuros experimentos sería muy interesante comprobar cómo influyen diferentes niveles de carga perceptiva sobre los efectos de facilitación e interferencia que hemos encontrado en la Serie Experimental I.

Otra manipulación experimental relacionada con la tarea distractora que podría aportar información relevante consistiría en introducir una condición de atención dividida durante la fase de preexposición. En los experimentos originales de Mack et al. (1992) y Rock et al. (1992) se incluyeron tres diferentes condiciones en función del grado de atención que recibía el patrón agrupado del fondo: inatención, atención dividida y atención completa. El trabajo de Moore y Egeth (1997), por señalar otro ejemplo significativo, también incorporaba esas tres condiciones de atención. En nuestros experimentos, en cambio, sólo hemos incorporado las condiciones de inatención y de atención completa de los patrones durante la preexposición. En próximos estudios resultaría tremendamente informativa la inclusión de una tercera condición de atención dividida, en la que los observadores serían instruidos tanto para detectar los ceros (o cualquier otra tarea distractora que se diseñara) como para atender a los patrones durante la fase de preexposición, sin inducir en ellos ninguna predisposición especial hacia alguna de las dos. La inclusión de esta nueva condición podría aportar evidencia decisiva sobre las aportaciones tanto de la *intención* de atender como de la *capacidad* efectiva de hacerlo sobre la estimulación visual.

En conclusión, podemos afirmar, con toda la precaución que se requiere en este campo, que hemos conseguido reunir en nuestro diseño y procedimiento experimental los requisitos necesarios para poder estar relativamente seguros de que hemos investigado los efectos del procesamiento sin atención de patrones agrupados sobre el procesamiento posterior (que requiere atención) de los mismos. La conjunción de una tarea distractora junto con el desconocimiento del estímulo objetivo durante la preexposición, además de la inclusión de un grupo de comparación intersujetos, nos proporciona, en nuestra opinión, argumentos

suficientes para confiar en la validez del procedimiento utilizado para estudiar el procesamiento preatencional de patrones generados por aplicación de operaciones de agrupamiento perceptivo.

### **6.1.3. La señalización del estímulo objetivo**

En cada ensayo de los experimentos de este trabajo, la transición entre la tarea distractora o fase de preexposición y la tarea posterior que requiere atención, es la presentación, en el punto de fijación, de una señal central, en forma de flecha que señala al estímulo que debe ser identificado (Serie Experimental I) o, en cambio, de un ejemplar de patrón agrupado que debe ser buscado (Serie Experimental II).

En la literatura sobre orientación atencional (Klein, 2000; Posner, 1980, 1996) se utilizan dos tipos de señales para dirigir el foco atencional hacia una localización concreta: centrales y periféricas. Tudela (1992) ha realizado una enumeración de las diferencias principales entre los efectos generados por el uso de ambos tipos de señal. En general, las señales periféricas son más efectivas que las centrales para orientar la atención, puesto que generan mayor facilitación/inhibición y, además, con una mayor rapidez (con intervalos inferiores a 100 ms).

En nuestro caso, la utilización de señales centrales está al servicio de la lógica del paradigma de preatención: prevenir la atención a los patrones durante la fase de preexposición. Si hubiéramos presentado señales periféricas para indicar cuál es el estímulo objetivo (e.g., un *parpadeo* de alguno de los patrones, un recuadro alrededor de los mismos) correríamos el peligro de que los observadores generaran la intención de difundir su atención sobre las localizaciones ocupadas por los patrones, como preparación para detectar cuanto antes la señal que indique qué estímulo es el objetivo de la tarea atencional. En cambio, con una señal central que aparece en el mismo lugar donde discurre la tarea de dígitos, promovemos la intención opuesta: concentrar la atención en esa localización durante toda la secuencia de números para así responder con la mayor rapidez posible cuando se presente la señal en ese mismo lugar.

Sin embargo, una interesante novedad experimental podría consistir en introducir señales periféricas en el paradigma para comprobar su efecto sobre el curso temporal del procesamiento preatencional. Esta innovación permitiría, además, manipular la validez de las señales utilizadas, siguiendo el modelo de la tarea de costes y beneficios de Posner (1980) para separar los efectos de la inhibición de retorno y del procesamiento preatencional de los patrones agrupados.

#### **6.1.4. La tarea que requiere atención**

En la presente investigación, se han utilizado dos modalidades diferentes de tareas que involucran aspectos diferentes del funcionamiento de la atención, una en cada Serie Experimental. La crucial importancia de este componente del paradigma recae en su papel de medida de los efectos del procesamiento preatencional de estímulos generados por agrupamiento perceptivo. Todas las conclusiones enunciadas en este trabajo han sido inferidas mediante el escrutinio de la ejecución en esas dos tareas cognitivas. Por ello, en los apartados de *Discusión* de cada uno de los experimentos hemos dedicado suficiente espacio y tiempo a la reflexión sobre el comportamiento de estas tareas, de manera que no redundaremos en los aspectos ya trabajados.

Como ya hemos comentado con insistencia, el paradigma de preatención es, en principio, neutro con respecto a la naturaleza de la tarea utilizada para medir la influencia de la preexposición no atendida sobre tareas posteriores que requieren atención, a diferencia de lo que ocurre en otros paradigmas tradicionalmente utilizados para investigar las características del procesamiento preatencional (e.g., búsqueda visual, conjunción ilusoria, preseñalización). En este primer acercamiento al paradigma hemos utilizado dos de las tareas más extensamente utilizadas en la psicología experimental de la atención: identificación y búsqueda visual. Como se ha podido comprobar, el patrón de resultados de ambas tareas ha sido muy diferente, lo que abre una interesante línea de investigación para el futuro, centrada en la relación entre el procesamiento sin atención y los objetivos de dicho procesamiento. Este hilo científico podría seguir una estela similar a la que han seguido los defensores de la atención

para la acción o selección para la acción (véase Rosselló, 1999, para una revisión) como Allport (1987, 1990), Neumann (1987, 1990), Van der Heijden (1992) o incluso, en cierto sentido, Milner y Goodale (2008). Si postulamos, apoyándonos en estas teorías, que la función genuina de la atención es seleccionar la acción más adecuada en un momento determinado en función de las características de los estímulos que han generado la respuesta, una hipótesis plausible enunciaría que los procesos no atencionales que influyen sobre la atención también podrían ser modulados por los objetivos de la actividad del organismo. Si asumimos la existencia de una atención para la acción, ¿por qué no conjeturar como hipótesis de trabajo la existencia de una *pre*-atención para la acción? Una hipótesis de corte similar ha sido enunciada por Di Lollo et al. (2001), como comprobamos en el capítulo 3, al afirmar que se produce una reconfiguración dinámica de los filtros preatencionales, regida por el córtex prefrontal, en función de los objetivos de la tarea.

### **6.1.5. La fase de preexposición en el grupo atencional**

La diferencia entre los procedimientos administrados a los grupos *preatencional* y *atencional* se centra en la tarea que deben realizar durante la presentación de la tarea de dígitos. En el caso del grupo *atencional*, la secuencia de números no es relevante y exclusivamente es útil como punto de fijación donde se debe anclar la mirada. La instrucción principal para este grupo es que debe intentar atender a los patrones agrupados cuando estos sean presentados con el objetivo de mejorar su ejecución posterior en la tarea atencional. Pero esto debe hacerse sin desviar la mirada del centro de la pantalla, es decir, dissociando movimientos oculares y movimientos atencionales, con la pretensión de que los patrones se reflejen en las mismas regiones de la retina que en el grupo *preatencional*. Esta prevención experimental aspira a que las diferencias observadas entre los grupos no estén sesgadas por las diferencias de la agudeza visual en la percepción de los patrones, de manera que podamos atribuir las diferencias en los resultados a los recursos atencionales invertidos en el procesamiento de los patrones agrupados y no a factores perceptivos.

La inclusión de un grupo atencional tiene la misión de contrastar la hipótesis del *servicio de urgencias* (Navon y Pearl, 1985) que, como recordamos del capítulo 3, afirma que el procesamiento preatencional se puede reducir a una forma específica de atención difusamente distribuida por la escena visual que antecede a una focalización más restringida de la misma en un estímulo concreto. Dicho de otra forma: que no existe nada parecido a un módulo preatencional y que los denominados efectos preatencionales son meramente un reflejo de diferencias en la amplitud del foco atencional. Nakayama y Joseph (1998) apoyan esta hipótesis y afirman que la atención (más o menos distribuida) es imprescindible para todos los tipos de búsqueda visual.

El grupo *atencional* es una emulación del modelo esbozado por esa hipótesis *prefocalizada*: los observadores distribuyen su atención por la escena visual preparándose para la presentación de los patrones, mientras que mantienen su fijación ocular en el centro de la pantalla para procesar la señal informativa del estímulo objetivo en cuanto finalice la secuencia de números. La mejor estrategia para combinar la atención distribuida a los patrones y la rapidez en el inicio de la tarea atencional es convergente con las instrucciones proporcionadas: mantener la fijación ocular en el centro de la pantalla pero atender a los patrones que se presentan en zonas más periféricas de la retina. Los comentarios informales de los participantes confirman esta expectativa: tras el periodo de práctica es relativamente sencillo atender a los patrones (cuando estos son presentados) o a los *marcadores* mirándolos *con el rabillo del ojo*, siempre y cuando que duren el tiempo suficiente.

A pesar de esto, una mejora procedimental obvia para futuros experimentos consistiría en utilizar un aparato de registro de movimientos oculares para controlar la posición de los ojos del observador no sólo en el grupo *atencional* sino también en el *preatencional*, para así conocer las características espaciales y temporales de las posibles desviaciones oculares hacia los patrones agrupados en ambos grupos. En este segundo caso, esa información también podría ser muy informativa sobre el curso temporal de la inatención sostenida a los patrones agrupados (Koivisto y Revonsuo, 2008), sobre todo con preexposiciones largas.

Otra interesante innovación experimental podría consistir en instruir a los observadores para que dediquen atención diferencialmente a uno/s patron/es ignorando el resto durante la

fase de preexposición, para comprobar como afecta a posteriori sobre la tarea atencional la congruencia entre el patrón atendido y el estímulo objetivo.

## **6.2. EL PROCESAMIENTO PREATENCIONAL DE PATRONES GENERADOS POR AGRUPAMIENTO PERCEPTIVO: APORTACIONES TEÓRICAS**

Todo método es un plan organizado y sistemático para conseguir un objetivo mediante una regla de procedimiento o conjunto de ellas. Tras reflexionar sobre las aportaciones y carencias del nuevo método que hemos presentado en este trabajo, pasaremos ahora a discutir sobre las contribuciones teóricas que ha generado la aplicación de la lógica del paradigma al problema de investigación que inspira esta tesis. Nuestro objetivo ha sido investigar las relaciones entre el procesamiento sin atención de patrones agrupados y el funcionamiento de los mecanismos de atención selectiva. A continuación examinaremos que pasos hemos avanzado en el camino hacia ese objetivo durante los seis experimentos que han formado parte de nuestro trabajo

### **6.2.1. ¿Es posible el agrupamiento perceptivo sin atención?**

Desde la aparición en la escena científica, en los inicios de los años noventa, del paradigma de inatención de Mack y Rock, el interés de los investigadores en este campo se restringió a la pregunta que sirve de título a este apartado. Los experimentos originales de Mack et al. (1992) estaban destinados a contrastar si el agrupamiento perceptivo podía ser procesado por los observadores en ausencia de atención. Con el trabajo de Moore y Egeth (1997) y estudios similares la incógnita incitadora de la curiosidad científica no ha cambiado, a pesar de que las respuestas aportadas son contradictorias con las de Mack y Rock.

Nuestro trabajo también está cualificado para emitir una respuesta ante esta pregunta. El conjunto de nuestros datos sugieren que el agrupamiento perceptivo puede ser procesado, percibido o generado sin que la atención participe en esa empresa. Esta conclusión es aplicable, al menos, al agrupamiento mediante el principio de semejanza en luminancia que hemos utilizado en todos los experimentos. Los Experimentos 1 y 2 han mostrado diferencias entre la preexposición no atendida (con diferentes intervalos) y la condición de control sin preexposición, además de mostrar patrones de resultados distintos para los grupos *preatencional* y *atencional* en aquellas condiciones temporales propicias para el concurso de la atención voluntaria. A continuación, los Experimentos 3 y 4 han apoyado la posibilidad de un procesamiento preatencional de la identidad de los patrones agrupados descartando, al mismo tiempo, hipótesis alternativas. Por último, el Experimento 6, ya en la Serie Experimental II, también ha proporcionado alguna evidencia de la realidad del agrupamiento sin atención, aunque, bien es cierto, con menos claridad y robustez.

Nuestros resultados contradicen las conclusiones de Mack y Rock (1998), pero también las de otros trabajos como Trick y Enns (1997) y Kimchi y Razpurker-Apfeld (2004), que sugieren la existencia de algunas modalidades de agrupamiento sin atención, pero, al mismo tiempo, defienden la necesaria intervención de la atención para percibir algunos tipos concretos de grupos perceptivos. Nuestros resultados muestran que tanto el agrupamiento de elementos (*clustering*) como la formación de figuras son procesos que pueden tener lugar en ausencia de atención, en contraste con las conclusiones de Trick y Enns (1997), que afirman que la atención es imprescindible para la formación de figuras mediante la interrelación entre sus elementos. En concreto, los Experimentos 4A y 4B, han aportado potentes indicios del procesamiento de la identidad de los patrones en ausencia de atención, tanto con preexposiciones breves (86 ms) como más prolongadas (200 ms).

Por otro lado, nuestros patrones agrupados fueron procesados sin atención a pesar de que requerían ser segregados del resto de elementos no agrupados (los círculos oscuros) que formaban el patrón de fondo. En cambio, Kimchi y Razpurker-Apfeld (2004), haciendo uso de la tarea de detección del cambio de Rusell y Driver (2005), encontraron que el agrupamiento que requería resolución de las relaciones de figura-fondo precisaba del concurso de la atención. La

única excepción a esta regla general la encontraron en aquellos casos concretos en que todas las unidades segregadas eran diseñadas como figuras complementarias, como ocurre con el agrupamiento en columnas alternativas (véase Figura 14a). Esta excepción tampoco es aplicable a nuestros estímulos, puesto que los patrones se inscriben dentro de un fondo indiferenciado sin organización alguna.

Nuestros patrones, por lo tanto, fueron procesados sin atención a pesar de que requerían (1) procesos de formación de figuras y (2) segregación de un fondo no organizado en figuras complementarias. Esta divergencia entre nuestros hallazgos y los trabajos previos puede deberse a la naturaleza de las tareas utilizadas para medir el procesamiento del agrupamiento por el sistema visual. Trick y Enns (1997) utilizaron una tarea de enumeración en la que los observadores tenían que indicar con la mayor rapidez posible el número de estímulos objetivo presentes en la pantalla, discriminándolos de los distractores. En consonancia con trabajos previos (Trick y Pylyshyn, 1993, 1994), los autores asumen que la enumeración precisa y rápida (en torno a 40-100 ms por estímulo) es un indicio conductual de la intervención de un procesamiento preatencional, mientras que incrementos de 250-300 ms por estímulo delatan la necesaria participación de la atención para la resolución de la tarea. Como se puede comprobar, esta lógica inferencial es una adaptación del clásico paralelismo entre preatención/atención y búsqueda paralela/serial heredada del ámbito de la búsqueda visual (Wolfe, 1998a). De la misma forma, las críticas que hemos presentado en referencia a este paralelismo también son aplicables a las asunciones derivadas de la tarea de enumeración. En definitiva, Trick y Enns (1997) no previenen el concurso de la atención en ninguna fase de su procedimiento, por lo que su procedimiento no está cualificado para emitir conclusiones referidas a la participación de los procesos preatencionales en el procesamiento del agrupamiento.

Por otro lado, como ya hemos comentado ampliamente en el capítulo 3, la medida indirecta implementada en los experimentos de Kimchi y Razpurker-Apfeld (2004) para detectar el procesamiento sin atención del agrupamiento es, en nuestra opinión, demasiado exigente con respecto a los cálculos que necesita realizar el sistema visual sobre los grupos perceptivos dispuestos en el patrón de fondo. Esto podría encubrir algunos casos *positivos* de



agrupamiento percibido sin atención que, sin embargo, no hayan sido capaces de superar los rigurosos requerimientos de la tarea dispuesta para su detección y, por ende, hayan pasados *desapercibidos* para su medida conductual basada en la compatibilidad con el cambio del estímulo central.

En claro contraste con estas técnicas se opone nuestro paradigma, que es más coherente con los objetivos que debe tener un procesamiento al que denominemos *preatencional*. Si alguna función idiosincrásica podemos conjeturar que tienen los procesos visuales no atencionales, está sería influir de alguna manera sobre los procesos atencionales que regulan la acción del organismo, ya sea para facilitar su trabajo o para restringirlo a lo relevante. Por ello, el procedimiento con más posibilidades de aportar información sobre el procesamiento sin atención de un estímulo, será aquel que evalúe cómo éste influye sobre el posterior procesamiento atencional del mismo estímulo. Nuestra tarea, por lo tanto, se adapta al proceso psicológico que pretende estudiar y no al revés, como Trick y Enns (1997) y Kimchi y Razpurker-Apfeld (2004) han pretendido con sus trabajos. Esto se traduce en que proporcionamos más facilidades a los procesos preatencionales para manifestar su presencia con un procedimiento más parecido a su forma natural de actuar.

### **6.2.2. ¿Influye el agrupamiento perceptivo sin atención sobre la atención?**

Haciendo uso del paradigma de preatención, las preguntas (1) *¿es posible el agrupamiento perceptivo sin atención?* y (2) *¿influye el agrupamiento perceptivo sin atención sobre la atención?* son indistinguibles. La medida del agrupamiento sin atención que hemos utilizado computa si el procesamiento sin atención de un estímulo generado por un principio de agrupamiento gestáltico influye sobre la atención posterior al mismo estímulo. La respuesta a ambas preguntas, por consiguiente, será idéntica. Este isomorfismo es una exigencia de la definición que hemos utilizado de nuestro objeto de estudio: el procesamiento preatencional es el procesamiento sin atención *que influye sobre la atención*.

Considerados globalmente, los resultados de nuestros experimentos muestran como el procesamiento sin atención de patrones agrupados influye, al menos en ciertas condiciones, sobre los mecanismos atencionales que, en un momento posterior, son desplegados para la identificación o la búsqueda de alguno de los patrones agrupados objetivo de la respuesta. Estos resultados suponen una extensión de los trabajos de Moore y Egeth (1997), Chan y Chua (2003), Lamy et al. (2006), Russell y Driver (2005) y Kimchi y Razpurker-Apfeld (2004), que cumpliendo los requisitos de inatención establecidos por Mack et al. (1992) han mostrado los efectos del agrupamiento sin atención a través de medidas indirectas de su actuación. En todos los trabajos citados más arriba, el efecto del agrupamiento se ejercía sobre una tarea central concurrente e independiente del patrón agrupado, es decir, se halló un efecto meramente inatencional no generalizable a modelos de corte preatencional. En cambio, en nuestros experimentos encontramos un efecto legítimamente preatencional, porque un mismo patrón agrupado es procesado, en primer lugar, sin atención y, después, con atención, y, finalmente, se encuentra una interacción entre ambos procesos, a pesar de que estén separados en el tiempo.

Este resultado es la primera evidencia, hasta donde nosotros conocemos, de un procesamiento genuinamente preatencional del agrupamiento perceptivo que además cumple las condiciones de inatención establecidas por Mack et al. (1992).

### **6.2.3. ¿Cómo influye el procesamiento preatencional del agrupamiento sobre la atención? La relevancia del curso temporal del procesamiento**

La principal limitación de los estudios que han investigado el agrupamiento sin atención al estilo de Moore y Egeth (1997) es que, a pesar de que han sido muy útiles para revelar *qué* tipo de agrupamiento puede ser percibido sin atención, en cambio, no han podido aportar luz alguna sobre *cómo* se produce ese procesamiento ni *cómo* influye sobre los mecanismos

atencionales visuales. Nuestros resultados van más allá del *qué* y extienden el conocimiento sobre *cómo* influye el procesamiento preatencional sobre la atención.

En realidad, esta despreocupación por el *cómo* del procesamiento preatencional es una herencia de la perspectiva tradicional del estudio de la preatención. La investigación dedicada al conocimiento de los procesos preatencionales ha padecido un sesgo casi congénito hacia el estudio de las características visuales que podían ser computadas fuera de la influencia de la atención. Desde los albores de este vasto campo de estudio el foco de interés se ha centrado en la búsqueda de los primitivos visuales, ya se trate de características simples (Treisman y Gelade, 1980), textones (Julesz, 1981), principios de agrupamiento (Marr, 1976; Neisser, 1967), rasgos que guían la atención (Wolfe et al., 1989) o, incluso, de filtros de características programables por la acción del córtex prefrontal (Di Lollo et al., 2001). Esta búsqueda ha oscureciendo, al mismo tiempo, otras muchas preguntas relevantes referidas, por ejemplo, al curso temporal de dichos procesos, que tan relevante se ha mostrado en otros ámbitos del estudio de la atención, como el *priming*, la IDR o el parpadeo atencional. Su perspectiva ha sido estática, centrada en desvelar que atributos poseen los mecanismos preatencionales de la visión, soslayando los aspectos dinámicos que gestionan la actividad de dichos procesos en el tiempo.

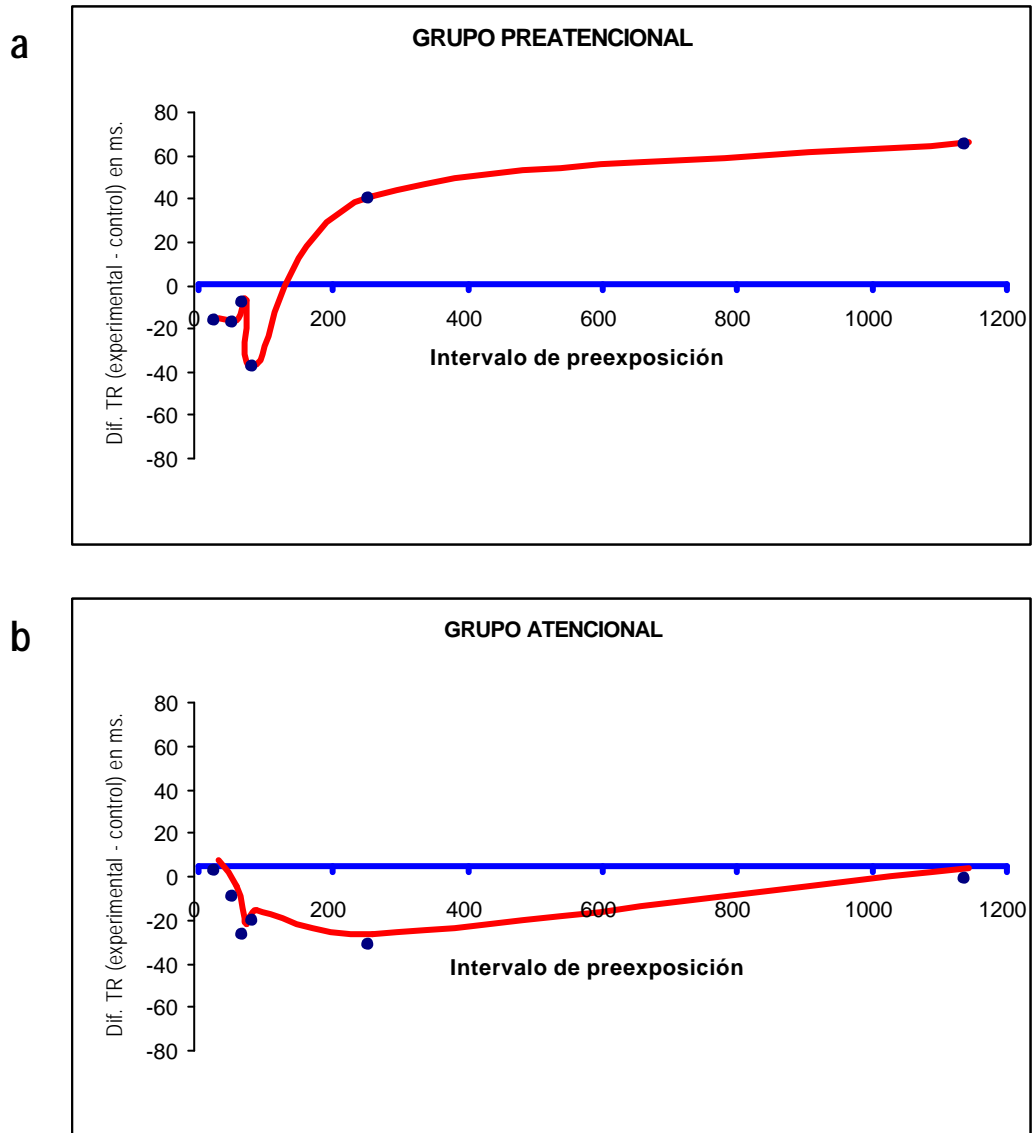
Frente a esta tendencia, nuestros resultados destacan la importancia del modo mediante el cual los procesos preatencionales influyen sobre la atención posterior y, muy especialmente, del papel crítico del curso temporal de los mismos. La evidencia recopilada en la Serie Experimental I nos permite destacar la relevancia de las relaciones temporales entre preatención y atención que se demuestra con la observación de efectos contrapuestos sobre la ejecución meramente en función del tiempo durante el cual los estímulos fueron expuestos antes de ser atendidos. Con preexposiciones muy breves (29-71 ms), la ejecución no se diferencia de la condición de control. Sin embargo, un pequeño incremento temporal hasta llegar a 86 ms es suficiente para permitir un procesamiento del agrupamiento que es capaz de facilitar la ejecución en la posterior tarea que requiere atención selectiva. Los intervalos iguales o superiores a 200 ms producen, en contraposición, un deterioro progresivo de la respuesta

proporcional a la duración de la preexposición. En el grupo atencional, sin embargo, no se produce este perjuicio en la latencia de respuesta con intervalos de preexposición largos.

En la Figura 31 presentamos dos gráficos que ilustran el curso temporal del efecto del intervalo de preexposición para cada uno de los grupos *preatencional* y *atencional* de los Experimentos 1 y 2. Para el diseño de los gráficos se ha calculado la diferencia entre los promedios de las diferentes condiciones de preexposición y su correspondiente condición de *control* o *pre0* en cada grupo de sujetos. Los gráficos representan, por lo tanto, el grado de divergencia positiva o negativa entre la condición de control y las condiciones de preexposición y permiten comprobar, en un solo golpe de vista, las claras diferencias entre el procesamiento con y sin atención del agrupamiento durante la fase de preexposición. La divergencia principal se localiza en los intervalos largos, puesto que en esos casos, en el grupo atencional desaparece el deterioro de la ejecución observado en el grupo preatencional.

Este patrón de deterioro, replicado en los Experimentos 3 y 4, es incompatible con la visión clásica de la relación entre los procesos preatencionales y atencionales (Broadbent, 1958; Julesz, 1981; Treisman y Gelade, 1980; Wolfe, 1994), que dibuja un sistema preatencional al servicio de la atención, con el objetivo de orientar, facilitar o acelerar el trabajo de la atención sobre aquellos estímulos potencialmente relevantes para la tarea que se esté desempeñando. La metáfora de la *sala de espera* de Navon y Pearl (1985) es una excelente ilustración de esta concepción: el enfermero *preatencional* realiza algunas tareas simples, como localizar el historial clínico del paciente *visual* o medirle algunas constantes vitales, para *ir adelantando* el trabajo del médico *atencional* que a continuación recibirá al paciente, y así facilitar su labor, nunca perjudicarla.

Una predicción derivada de esta perspectiva teórica afirmarí que el aumento del tiempo de procesamiento por parte de la visión preatencional no debería generar ningún perjuicio en la latencia de respuesta en comparación con tiempos más breves. En caso de que las representaciones visuales activadas por un procesamiento preatencional de los estímulos no fueran utilizadas en un plazo de tiempo razonable entonces decaerían pasivamente hacia niveles de activación basal (Broadbent, 1970; Houghton y Tipper, 1994; Van der Heijden, 1981), pero nunca por debajo de esa cota.



**Figura 31.** Curso temporal de la influencia de la preexposición sobre la tarea de identificación en los grupos *preatencional* (a) y *atencional* (b) a partir de los resultados de los Experimentos 1 y 2. Para su diseño se ha calculado la diferencia entre los TRs promedio de las condiciones de preexposición menos el TR de su correspondiente condición de *control* o *pre0*. Los puntos representan los intervalos de 29, 57, 71, 86, 257 y 1113 ms, respectivamente.

Dicho de otra forma: cuanto más tiempo permanezca el paciente *visual* en la *sala de espera* que imaginan Navon y Pearl (1985), mayor número de pruebas podrá realizar el enfermero, hasta que llegue al punto de que se agoten sus competencias y el paciente se *limite a esperar* a que llegue su turno de pasar a la consulta. En el peor de los casos, si el médico

acumula un gran retraso y al final de la jornada tiene que citar al paciente para otro día, el tiempo consumido en la sala de espera no supondrá un perjuicio para la próxima consulta con el médico, aun cuando el enfermero tenga que volver a localizar el historial, tomar mediciones, etc. En definitiva, sea cual sea el tiempo que el paciente permanezca en la sala de espera, la información de la que dispondrá el médico *nunca será menor* de la que tendría si el paciente hubiera entrado directamente en la consulta sin ser atendido por el enfermero. Los resultados de la Serie Experimental I, sin embargo, refutan esta visión *pro-atencional* de los procesos visuales sin atención y la sustituyen por una relación más compleja entre preatención y atención, en la que el factor temporal ejerce un decisivo papel modulador. Los mismos estímulos presentados en las mismas condiciones espaciales pueden facilitar o interferir la posterior identificación del patrón objetivo en virtud exclusivamente del tiempo que hayan permanecido fuera del foco atencional.

¿Qué metáfora podría ilustrar la descripción del procesamiento preatencional que se deriva de los resultados que hemos recopilado en la Serie Experimental I? Nosotros proponemos una modificación de la *sala de espera* de Navon y Pearl, *contratando* para ello a un *enfermero desordenado*, con una forma de trabajar un tanto caótica. En esta nueva metáfora, el enfermero comienza a realizar ciertas pruebas al paciente recién llegado en los primeros momentos de su espera, mientras el médico continúa atendiendo a otra persona. Si el paciente es llamado a consulta en mitad de esas pruebas preliminares, o al poco tiempo de haber sido completadas por el enfermero (*pre86 ms*), entonces el médico tendrá acceso a ellas sin problema y su labor se verá facilitada, reduciendo el tiempo de diagnóstico y prescripción de tratamiento. Sin embargo, si transcurre más tiempo entre esas pruebas y la entrada en la consulta (*pre200* o *pre1000*) el enfermero recibirá a otros pacientes citados más tarde, y los nuevos historiales y fichas se irán acumulando encima de la mesa, sin orden alguno, debido al carácter desorganizado del enfermero. Por ello, cuando finalmente el médico llamara a nuestro paciente protagonista, el enfermero tendrá dificultades en encontrar su expediente y sus resultados entre toda la maraña de papeles que ocupan la mesa. La información recopilada de nuestro paciente estará *inhibida* por los otros papeles que ocupan la mesa. Todo esto dificultará y retrasará la atención posterior por parte del médico, ya que tendrá que esperar a

que el enfermero encuentra dicha información, más incluso que si el paciente hubiera entrado directamente en su consulta sin apenas pasar tiempo en la sala de espera. Por otro lado, si el paciente llega a la consulta en un momento de tranquilidad en el que el médico no está atendiendo a nadie, sin más dilación pasará a la consulta del galeno sin apenas tratarse con el enfermero (*pre29*, *pre57* o *pre71* ms), por lo que el médico no verá facilitada su labor de ninguna forma, aunque tampoco perjudicada en modo alguno.

El patrón de resultados de los primeros cuatro experimentos, no obstante, no se replica en la Serie Experimental II, cuando sustituimos la tarea de identificación por la búsqueda visual. El único efecto *de corte preatencional*, facilitador en este caso, ha aparecido en el Experimento 6, con un intervalo de preexposición largo (1000 ms) y un número de estímulos elevado (ocho). En el capítulo 5 ya hemos discutido con detenimiento diversas explicaciones que pueden explicar esta disparidad entre las Series Experimentales y también hemos sugerido algunas innovaciones metodológicas que podrían ser útiles para decidir entre las hipótesis planteadas. Una conclusión emerge en esta confusa ambigüedad: el procesamiento preatencional de patrones agrupados no ejerce una influencia universal e indiferenciada sobre cualquiera de las respuestas que requieren atención, sino que es dependiente del tipo de tarea desempeñada. Esta afirmación conlleva un corolario metodológico: es necesario estudiar por separado la influencia del agrupamiento inatendido sobre las diversas actuaciones de la atención selectiva.

#### **6.2.4. Pero, ¿es útil el concepto de preatención?**

En el momento actual, resulta inevitable que en todo trabajo interesado en el procesamiento visual sin atención se inmiscuya, tarde o temprano, una pregunta de escueto enunciado pero de profundo calado: ¿es útil el concepto de “preatención” para nuestras teorías sobre la visión? Este trabajo también pretende ser una pequeña aportación para la búsqueda de respuesta a esta inquietante pregunta.

Como primer paso para enfrentarse a estas cuestiones es necesario tener claro de que estamos hablando cuando utilizamos el vocablo preatención y sus derivados. La autora que con mayor claridad y concreción nos ha provisto de una definición del concepto de preatención

ha sido la *primera* Treisman (Treisman y Gelade, 1980) de la TIC original. Según esta teoría la preatención es un módulo computacional y (probablemente) cerebralmente independiente de los procesos atencionales, que se caracteriza por disponer de una capacidad ilimitada de procesamiento que actúa en paralelo en todo el campo visual para analizar las características simples que componen la escena. La fase atencional es todo lo contrario: tiene capacidad limitada, actúa secuencialmente y sintetiza las características simples formando conjunciones.

Esta teoría ha sido tan influyente en este campo científico que su descripción de los procesos previos a la atención terminó convirtiéndose en la definición canónica de preatención. La mayoría de críticas y revisiones de este concepto han tenido, y siguen teniendo, como diana a la preatención *al estilo de Treisman*, ignorando con frecuencia, las *actualizaciones* que en esta teoría introdujo la propia autora (Treisman, 1993; Treisman y Sato, 1990; Wolfe, Treisman y Horowitz, 2003) y otros continuadores de su trabajo (e.g., Wolfe et al., 1989).

El planteamiento de Nakayama y Joseph (1998) es un ejemplo representativo de oposición a la utilidad explicativa del concepto de preatención de *tipo Treisman*. Estos autores argumentan que el llamado procesamiento preatencional implicado en la búsqueda visual es, en realidad, una modalidad difusa o distribuida de la atención que se manifiesta antes de que los recursos atencionales se concentren en un estímulo concreto de la escena visual. La preatención sería meramente atención *prefocalizada*, lo que inmediatamente nos obliga a deducir que dejaría de ser preatención. Como se puede observar, este esquema es plenamente coherente con las aportaciones de Mack y Rock (1998) acerca de la inevitable participación de la atención en las tareas de búsqueda visual. Esta concepción también está presente en los trabajos de Cave y Batty (2006) y Palmer (1999).

Esta polémica sobre la naturaleza de lo que se ha denominado preatención se resume en las dos metáforas *sanitarias* que Navon y Pearl (1985) utilizaron para ilustrar las posibles hipótesis sobre la naturaleza del procesamiento visual previo a la selección atencional: la *sala de espera*, es decir, procesamiento preatencional, versus el *servicio de urgencias*, o sea, procesamiento atencional prefocalizado o difuso.

Además, de estas dos opciones principales, una tercera concepción sobre la dicotomía preatención/atención ha sido propuesta, aunque de una forma más vaga y menos sistemática,



en los trabajos de Treisman y Gormican (1988), Treisman y Sato (1990) y Theeuwes et al. (1999). Esta tercera alternativa sugiere que el procesamiento preatencional tiene una entidad propia e independiente de la atención pero que, sin embargo, sólo puede procesar información que esté siendo atendida. El problema de esta propuesta es que resulta difícilmente separable de las predicciones de las otras dos concepciones, por lo que ha generado poca actividad empírica. Si la atención de un observador está focalizada sobre una región de la escena visual, ¿cómo podemos diferenciar entre los efectos exclusivamente debidos al procesamiento preatencional y los derivados del influjo de los recursos atencionales desplegados? En nuestra opinión, sería necesaria una mayor elaboración de esta propuesta para que pudiera ser considerada como una alternativa útil.

Nuestra visión en esta polémica es que la naturaleza del procesamiento preatencional, incluyendo, en primer lugar, la constatación de su existencia, es una cuestión empírica que debe ser dirimida con los medios experimentales adecuados que aseguren la consecución de unas genuinas condiciones preatencionales. Siguiendo esta premisa, el paradigma de preatención introduce una nueva forma de contrastar las dos hipótesis principales arriba explicitadas mediante la introducción de un grupo *preatencional* en la *sala de espera* y del ingreso de un grupo *atencional* en el *servicio de urgencias*. Las instrucciones administradas a ambos grupos pretenden simular las diferentes condiciones de procesamiento predichas por los modelos de procesamiento prefocal y preatencional de la visión inicial. Nuestros resultados muestran la diferencia en el patrón de resultados obtenidos, al mismo tiempo que sugieren la posible existencia de un procesamiento *preatencional*, es decir, de procesos realizados sin atención (de ningún tipo: ni distribuida, ni focalizada) sobre la actuación posterior de la atención selectiva. Esta influencia preatencional se diferencia claramente de los efectos que provoca la participación de una atención distribuida por la escena antes de la focalización atencional en el estímulo objetivo. En definitiva, nuestros datos son un apoyo para la hipótesis del procesamiento preatencional o de la *sala de espera*, sin que esto suponga una negación de la posibilidad de que, en las condiciones oportunas, también se genere la secuencia atención difusa-atención focalizada que ilustra el *servicio de urgencias*.

Afirmar la existencia de procesos visuales preatencionales, sin embargo, no conlleva necesariamente cargar con la herencia que la *primera* Treisman legó al concepto de preatención. Nuestra postura se acerca más a la manifestada por Wolfe et al. (2003), que defienden la utilidad explicativa del término pero que, al mismo tiempo, sugieren el abandono de determinados usos del mismo. ¿Qué (ab)usos del concepto no parecen adecuados con la evidencia empírica acumulada durante décadas? Estos autores señalan tres asunciones que deberían ser descartadas:

1. La relación entre preatención-atención es unívoca y secuencial.
2. Los procesos preatencionales son producto de un cerebro preatencional
3. Los procesos preatencionales pueden guiar directamente la conducta

Si prescindimos de estas tres afirmaciones, ¿qué características definitorias del concepto preatención nos quedan? Los autores responden a esta pregunta afirmando que cualquier proceso visual de un estímulo realizado antes de que dicho estímulo sea seleccionado por la atención, puede ser denominado como preatencional con independencia de su naturaleza, de sus objetivos o de su alcance. Este enunciado, en nuestra opinión, está carente de un detalle crucial. La definición operativa de procesamiento preatencional que hemos presentado en el capítulo 4 añade esa puntualización, que aquí resaltamos en cursiva: cualquier proceso visual de un estímulo realizado sin intervención de la atención que *influye sobre la posterior atención a dicho estímulo* puede ser denominado preatencional. Si no incluimos el Criterio de Relación entre lo preatencional y lo atencional, cualquier proceso visual previo a la entrada de atención en la escena podría ser considerado como preatencional, a pesar de que no ejerza ningún efecto modulador sobre los mecanismos atencionales. Antes de que la atención se concentre en un estímulo concreto, multitud de procesos visuales inatencionales operan sobre la escena, y no todos ellos tendrán repercusión sobre el procesamiento atencional posterior. Es imprescindible conectar los procesos sin atención de un estímulo *x* que influyen sobre los procesos atencionales de ese mismo estímulo *x*, para aislar

cuales son los procesos que podemos denominar como *preatencionales*, y cuales, por el contrario, (sólo) podemos calificarlos como *inatencionales*.

La concepción del procesamiento preatencional que proporcionan Wolfe et al. (2003) prescinde de la modularidad cerebral de la preatención que ha sido sugerida en varios trabajos (véase Lamme y Roelfsema, 2000, para una revisión). En particular, se ha atribuido la implicación de regiones parietales y prefrontales en la visión atencional (Corbetta y Shulman, 1998; Mesulam, 1999), mientras que la fase preatencional sería responsabilidad de áreas retinotópicas de bajo nivel (Treisman, 1993; Vidyasagar, 1999). En su lugar, los autores sugieren un esquema más procesual y menos estructural, apoyándose en la teoría de la jerarquía inversa de Ahissar y Hochstein (2002, 2004) y en las aportaciones sobre los procesos visuales de reentrada de Di Lollo, Enns y Rensink (2000). Según esta perspectiva, las características visuales son inicialmente analizadas de manera *ascendente* desde V1 hasta áreas visuales superiores, tanto en vías ventrales como dorsales. La influencia del procesamiento preatencional sobre la atención selectiva podría entonces ser fruto de los procesos de reentrada mediante conexiones recurrentes desde áreas superiores hasta regiones visuales más tempranas. En este esquema, ninguna parte del cerebro sería exclusivamente preatencional, sino que, al contrario, las mismas áreas participarían en la producción de *abajo-a-arriba* de representaciones preatencionales y, después, en el procesamiento más detallado y selectivo modulado por la atención que depende de los procesos recurrentes que circulan de *arriba-a-abajo*. La diferencia entre la visión preatencional y atencional estaría fundamentada simplemente en el curso temporal y en la dirección de los procesos implementados por las áreas visuales, pero nunca en la disociación de las regiones cerebrales implicadas.

En conclusión, parece que la utilidad del término preatención y sus derivados permanece vigente, a pesar del abandono de ciertas interpretaciones del mismo, con una visión más centrada en la secuencia de procesos y en el curso temporal de los mismos. Estos aspectos cruciales han sido ignorados durante mucho tiempo y ahora han demostrado su relevancia. En este nuevo marco, el nuevo procedimiento que hemos presentado en este trabajo parece especialmente adecuado para desentrañar la naturaleza del procesamiento

preatencional a través del escrutinio de los aspectos temporales y de su interacción con los mecanismos de la atención selectiva.

### **6.3. RESUMEN FINAL DE APORTACIONES METODOLÓGICAS Y CONCLUSIONES TEÓRICAS**

Las principales aportaciones tanto metodológicas como teóricas de la presente tesis pueden resumirse en los siguientes puntos:

#### **A) APORTACIONES METODOLÓGICAS**

1. La investigación del procesamiento visual preatencional requiere de procedimientos experimentales preatencionales. La estrategia inatencional no es válida para contrastar hipótesis de corte preatencional.
2. La realidad psicológica y la naturaleza del procesamiento preatencional es una cuestión empírica que debe ser dirimida mediante los procedimientos experimentales cualificados para ello.
3. Los procesos preatencionales deben ser investigados mediante el análisis de su influencia sobre los procesos atencionales. Este supuesto se fundamenta en una definición operativa de preatención: procesamiento sin atención de un estímulo  $x$  que influye sobre el procesamiento atencional posterior de dicho patrón  $x$ .
4. Hemos presentado el paradigma de preatención, una nueva herramienta experimental que puede ser útil para la investigación de los procesos visuales no atencionales.

## B) CONCLUSIONES TEÓRICAS

5. El procesamiento preatencional de patrones generados mediante agrupamiento por semejanza en luminancia influye sobre la identificación posterior de los mismos. Dicho procesamiento incluye tanto codificación sobre la identidad del patrón como información sobre la localización espacial.
6. El curso temporal del procesamiento preatencional es un factor modulador crítico de la influencia sobre la ejecución posterior en tareas que requieren la participación de la atención selectiva. La manipulación de la duración de la preexposición no atendida puede generar efectos contrapuestos de facilitación o interferencia.
7. La influencia del procesamiento preatencional de patrones agrupados puede ser facilitadora o interferente en virtud del balance entre procesos de activación e inhibición de las representaciones visuales generadas. La hipótesis de la *inhibición del distractor* ofrece un modelo explicativo coherente para nuestros resultados.
8. La mera intención de atender no es suficiente para provocar efectos sobre la conducta. Es necesario también disponer de las condiciones temporales óptimas para poder materializar dicha intención.
9. Los resultados obtenidos con las tareas atencionales de identificación y búsqueda visual han sido muy diferentes. Nuevos diseños experimentales son necesarios para descubrir las causas de esta divergencia.
10. Ciertos usos del término preatención deben ser abandonados, pero la utilidad del concepto permanece vigente, con una orientación más dinámica, flexible y centrada en el curso temporal y en la retroalimentación de los diferentes procesos que forman la cascada de procesamiento visual.



## **BIBLIOGRAFÍA**

---





## BIBLIOGRAFÍA

- Adelson, E. H. (1993). Perceptual organization and the judgment of brightness. *Science*, 262, 2042-2044.
- Ahissar, M. y Hochstein, S. (2002). View from the top: Hierarchies and reverse hierarchies in the visual system. *Neuron*, 36, 791-804.
- Ahissar, M. y Hochstein, S. (2004). The reverse hierarchy theory of visual perceptual learning. *Trends in Cognitive Sciences*, 8, 457-464.
- Alvarez, G. A. y Cavanagh, P. (2005). Independent resources for attentional tracking in the left and right visual hemifields. *Psychological Science*, 16, 637-643.
- Allport, D. A. (1987). Selection for action: Some behavioral and neurophysiological considerations of attention and action. In H. Heuer & A. F. Sanders (Eds.), *Perspectives on perception and action* (pp. 395-419). Hillsdale, NJ Lawrence Erlbaum Associates.
- Allport, D. A. (1990). Visual attention In M. I. Posner (Ed.), *Foundations of cognitive science* (pp. 631-682.). Cambridge, MA: MIT Press.
- Allport, D. A. (1992). Attention and control. Have we been asking the wrong questions? A critical review of twenty-years. In D. E. Meyer & S. Kornblum (Eds.), *Attention and performance* (Vol. XIV, pp. 183-218). Cambridge, MA: MIT Press.
- Anderson, B. L. (1997). A theory of illusory lightness and transparency in monocular and binocular images: The role of contour junctions. *Perception*, 26, 419-453.
- Anstis, S. M. (1974). A chart demonstrating variations in acuity with retinal position. *Vision Research*, 14, 589-592.

- Awh, E. y Pashler, H. (2000). Evidence for split attentional foci. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 26, 834-846.
- Barchilon Ben-Av, M., Sagi, D. y Braun, J. (1992). Visual attention and perceptual grouping. *Perception & Psychophysics*, 52, 277-294.
- Baylis, G. C. y Driver, J. (1992). Visual parsing and response competition: The effects of grouping. *Perception & Psychophysics*, 51, 208-212.
- Baylis, G. C. y Driver, J. (1993). Visual attention and objects: Evidence for hierarchical coding of location. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 19, 451-470.
- Baylis, G. C., Driver, J., Baylis, L. y Rafal, R. D. (1994). Reading of letters and words in a patient with Balint's syndrome. *Neuropsychologia*, 32, 1273-1286.
- Beck, D. M. y Palmer, S. E. (2002). Top-Down influences on Perceptual Grouping. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 28, 1071-1084.
- Beck, J. (1966). Effect of orientation and of shape similarity on perceptual grouping. *Perception & Psychophysics*, 1, 300-302.
- Beck, J. (1967). Perceptual grouping produced by line figures. *Perception & Psychophysics*, 2, 491-495.
- Beck, J. (1972). Similarity grouping and peripheral discriminability under uncertainty. *American Journal of Psychology*, 85, 1-19.
- Beck, J. (1982). Textural segmentación. In J. Beck (Ed.), *Organization and representation in perception* (pp. 285-317). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Behrmann, M. y Kimchi, R. (2003). Visual perceptual organization: Lessons from lesions. In R. Kimchi, M. Behrmann & C. R. Olson (Eds.), *Perceptual organization in vision: Behavioral and neural perspectives* (pp. 337-376). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Belopolsky, A. V., Zwaan, L., Theeuwes, J. y Kramer, A. F. (2007). The size of an attentional window modulates attentional capture by color singletons. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14, 934-938.
- Ben-Av, M. B. y Sagi, D. (1995). Perceptual grouping by similarity and proximity: Experimental results can be predicted by intensity autocorrelations. *Vision Research*, 35, 853-866.
- Bonneh, Y. S., Cooperman, A. y Sagi, D. (2001). Motion-induced blindness in normal observers. *Nature*, 411, 798-801.
- Boring, E. C. (1942). *Sensation and Perception in the history of experimental psychology*. New York: Appleton Century Crofts.
- Botella, J. (1995). Decision competition and Response competition: two main factors in the Flanker Compatibility Effect In A. F. Kramer, M. Coles & G. D. Logan (Eds.), *Converging Operations in the Study of Selective Visual Attention*. Washington: American Psychological Association.
- Botella, J. (2000). Algunos problemas metodológicos en el estudio de la atención selectiva. *Psicothema*, 12, 91-94.

- Botella, J. y Barriopedro, M. I. (1999). El estudio experimental de la atención. In E. Munar, J. Roselló & A. Sánchez-Cabaco (Eds.), *Atención y Percepción*. Madrid: Alianza.
- Botella, J., Barriopedro, M. I. y Juola, J. F. (2002). Temporal Interactions between Target and Distractor Processing: Positive and Negative Priming Effects. *Psicológica* 23, 371-400.
- Botella, J., Barriopedro, M. I. y Suero, M. (2001). A model of the formation of illusory conjunctions in the time domain. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 27, 1452-1467.
- Braun, J. y Sagi, D. (1990). Vision outside the focus of attention. *Perception & Psychophysics*, 48, 45-48.
- Braun, J. y Sagi, D. (1991). Texture-based tasks are little affected by second tasks requiring peripheral or central attentive fixation. *Perception*, 20, 483-500.
- Bravo, M. y Blake, R. (1990). Preattentive vision and perceptual groups. *Perception*, 19, 515-522.
- Bregman, A. S. (1978). The formation of auditory streams. In J. Requin (Ed.), *Attention and performance* (Vol. VII). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Briand, K. A. y Klein, R. M. (1987). Is Posner's "beam" the same as Treisman's "glue"? On the relationship between visual orienting and feature integration theory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 13, 228-241.
- Broadbent, D. E. (1958). *Perception and communication*. London: Pergamon Press.
- Broadbent, D. E. (1970). Stimulus and response set: Two kinds of selective attention. In D. I. Mostotsky (Ed.), *Attention: Contemporary theories and analysis*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Broadbent, D. E. y Broadbent, M. H. P. (1987). From detection to identification: Response to multiple targets in rapid serial visual presentation. *Perception & Psychophysics*, 42, 105-113.
- Bruce, V. y Green, P. R. (1990). *Visual perception. Physiology, Psychology and Ecology*. Lawrence Erlbaum Associates, Ltd.
- Bruner, J. S. (1957). Going beyond the information given. In J. S. Bruner, E. Brunswik, L. Festinger, F. Heider, K. F. Muenzinger, C. E. Osgood & D. Rapaport (Eds.), *Contemporary approaches to cognition* (pp. 41-69). Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Campbell, F. W. y Robson, J. G. (1968). Application of Fourier analysis to the visibility of gratings. *Journal of Physiology*, 197, 551-566.
- Cave, K. R. y Batty, M. J. (2006). From searching for features to searching for threat: Drawing the boundary between preattentive and attentive vision. *Visual Cognition*, 14, 629-646.
- Cave, K. R. y Wolfe, J. M. (1990). Modelling the role of parallel processing in visual search. *Cognitive Psychology*, 22, 225-271.
- Coltheart, V. e. (1999). *Fleeting memories. Cognition of brief visual stimuli*. Cambridge, MA: MIT Press.

- Corbetta, M., Kincade, J. M., Ollinger, J. M., McAvoy, M. P. y Shulman, G. L. (2000). Voluntary orienting is dissociated from target detection in human posterior parietal cortex. *Nature Neuroscience*, 3, 292-297.
- Corbetta, M. y Shulman, G. L. (1998). Human cortical mechanisms of visual attention during orienting and search. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 353, 1352-1362.
- Coren, S., Ward, L. M. y Enns, J. T. (1998). *Sensation and perception* (5th ed.). Forth Worth: Harcourt Brace.
- Crawford, T. J., Hill, S. y Higham, S. (2005). The inhibitory effect of a recent distractor. *Vision Research*, 45, 3365-3378.
- Chan, W. Y. y Chua, F. K. (2003). Grouping with and without attention. *Psychonomic Bulletin & Review*, 10, 932-938.
- Chen, Z. (2008). Distractor eccentricity and its effect on selective attention. *Experimental Psychology*, 55, 82-92.
- Chen, Z. y Treisman, A. (2008). Distractor inhibition is more efective at a central than at a peripheral location. *Perception & Psychophysics*, 70, 1081-1091.
- Cherry, E. C. (1953). Some experiments on the recognition of speech, with one and with two ears. *Journal of the Acoustical Society of America*, 975-979.
- Christie, J. y Klein, R. M. (2001). Negative priming for spatial location? *Canadian Journal of Psychology*, 55, 24-38.
- Dalrymple-Alford, E. C. y Budayr, B. (1966). Examination of some aspects of Stroop color-word test. *Perceptual and Motor Skills*, 23, 1211-1214.
- Daugman, J. G. (1984). Spatial visual channels in the Fourier plane. *Vision Research*, 24, 891-910.
- Davies, D. R., Jones, D. M. y Taylor, A. (1984). Selective- and Sustained-attention tasks: Individual and Group Differences. In R. Parasuraman & D. R. Davies (Eds.), *Varieties of attention* (pp. 395-447). Orlando: Academic Press, Inc.
- De Jong, R., Liang, C.-C. y Lauber, E. (1994). Conditional and unconditional automaticity: a dual process model of effects of spatial stimulus-response correspondence. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 731-750.
- De Valois, R. L. y De Valois, K. K. (1975). Neural coding of color. In E. C. Carterette & M. P. Friedman (Eds.), *Handbook of Perception* (Vol. V, pp. 117-166). New York: Academic Press.
- Deco, G. y Heinke, D. (2007). Attention and spatial resolution: A theoretical and experimental study of visual search in hierarchical patterns. *Perception*, 36, 335-354.
- Deutsch, J. A. y Deutsch, D. (1963). Attention, some theoretical considerations. *Psychological Review*, 70, 80-90.

- Di Lollo, V., Enns, J. T. y Rensink, R. A. (2000). Competition for consciousness among visual events: The psychophysics of reentrant visual processes. *Journal of Experimental Psychology: General*, 129, 481-507.
- Di Lollo, V., Kawahara, J.-i., Zuvic, S. M. y Visser, T. A. W. (2001). The Preattentive Emperor has no clothes: A dynamic redressing. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 479-492.
- Dorris, M. C., Taylor, H. A., Klein, R. M. y Muñoz, D. P. (1999). Influence of previous visual stimulus or saccade on saccadic reaction times in monkey. *Journal of Neurophysiology*, 81, 2429-2436.
- Driver, J. (2001). A selective review of selective attention research from the past century. *British Journal of Psychology*, 92, 53-78.
- Driver, J. y Baylis, G. C. (1989). Movement and visual attention: The spotlight metaphor breaks down. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15, 448-456.
- Driver, J., Baylis, G. C., Goodrich, S. J. y Rafal, R. D. (1994). Axis-based neglect of visual shapes. *Neuropsychologia*, 32, 1353-1365.
- Driver, J., Baylis, G. C. y Rafal, R. D. (1992). Preserved figure-ground segregation and symmetry in visual neglect *Nature*, 360, 73-75.
- Driver, J., Davis, G., Russell, C., Turatto, M. y Freeman, E. (2001). Segmentation, attention and phenomenal visual objects. *Cognition*, 80, 61-95.
- Driver, J., Mattingley, J. B., Rorden, C. y Davis, G. (1997). Extinction as a paradigm measure of attentional bias and restricted capacity following brain injury. In R. Thier & H.-O. Karnath (Eds.), *Parietal Lobel Contributions to Orientation in 3D Space*. Berlin: Springer-Verlag.
- Duncan, J. (1980). The locus of interference in the perception of simultaneous stimuli. *Psychological Review*, 87, 272-300.
- Duncan, J. (1984). Selective attention and the organization of visual information. *Journal of Experimental Psychology: General*, 113, 501-517.
- Duncan, J. (1985). Visual search and visual attention. In M. Posner & O. Marin (Eds.), *Attention and performance* (Vol. XI, pp. 85-106). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Duncan, J. (1995). Target and non-target grouping in visual search. *Perception & Psychophysics*, 57, 117-120.
- Duncan, J. y Humphreys, G. W. (1989). Visual search and visual similarity. *Psychological Review*, 96, 433-458.
- Duncan, J. y Humphreys, G. W. (1992). Beyond the search surface: Visual search and attentional engagement. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18, 578-588.

- Durso, F. T. y Johnson, M. K. (1979). Facilitation in naming and categorizing repeated pictures and words. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 5, 449-459.
- Egeth, H. E., Virzi, R. A. y Garbart, H. (1984). Searching for conjunctively defined targets. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10, 32-39.
- Egly, R., Driver, J. y Rafal, R. D. (1994). Shifting visual attention between objects and locations: Evidence from normal and parietal lesion subjects. *Journal of Experimental Psychology: General*, 123, 161-177.
- Ehrenfels, v. C. (1890). Über Gestaltqualitäten. *Vierteljahrsschrift für wissenschaftliche Philosophie*, 14, 249-292.
- Enns, J. T. y Kingstone, A. (1995). Access to global and local properties in visual search for compound stimuli. *Psychological Science*, 6, 283-291.
- Eriksen, C. W. y Eriksen, B. A. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics*, 16, 143-149.
- Eriksen, C. W. y Hoffman, J. E. (1972). Some characteristics of selective attention in visual perception determined by vocal reaction time. *Perception & Psychophysics*, 11, 169-171.
- Eriksen, C. W. y Hoffman, J. E. (1973). The extent of processing of noise elements during selective encoding from visual displays. *Perception & Psychophysics*, 14, 155-160.
- Eriksen, C. W. y Schultz, D. W. (1979). Information processing in visual search: A continuous flow conception and experimental results. *Perception & Psychophysics*, 25, 249-263.
- Eriksen, C. W. y St. James, J. D. (1986). Visual attention within and around the field of focal attention: A zoom lens model. *Perception & Psychophysics*, 40, 225-240.
- Eriksen, C. W. y Yeh, Y. (1985). Allocation of attention in the visual field. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 11, 583-597.
- Estes, W. K. y Taylor, H. A. (1966). Visual detection in relation to display size and redundancy of critical elements. *Perception & Psychophysics*, 1, 9-16.
- Foster, D. H. y Westland, S. (1995). Orientation contrast vs. orientation in line-target detection. *Vision Research*, 35, 733-738.
- Fox, E. (1995). Negative priming from ignored distractors in visual selection: A review. *Psychological Bulletin and Review*, 2, 145-173.
- Froufe, M. (1997). *El inconsciente cognitivo. La cara oculta de la mente*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- Fuentes, L. y Tudela, P. (1992). Semantic processing of foveally and parafoveally presented words in a lexical decision task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 45A, 299-322.
- Gabor, D. (1946). Theory of communication. *Journal of Institute for Electrical Engineering*, 93, 429-457.
- García-Sevilla, J. (1997). *Psicología de la atención*. Madrid: Síntesis.

- Garner, W. (1974). *The Processing of Information and Structure*. Potomac, M.D.: Erlbaum.
- Gilchrist, A., Kossyfidis, C., Bonato, F. y Agostini, T. (1999). An anchoring theory of lightness perception. *Psychological Review*, 106, 795-834.
- Glaser, M. O. y Glaser, W. R. (1982). Time course analysis of the Stroop phenomenon. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8, 875-894.
- Goodale, M. A. y Milner, A. D. (2004). *Sight Unseen: An Exploration of Conscious and Unconscious Vision*. Oxford: Oxford University Press.
- Goodale, M. A., Milner, A. D., Jakobson, L. S. y Carey, D. P. (1991). A neurological dissociation between perceiving objects and grasping them. *Nature*, 349, 154-156.
- Goodale, M. A. y Milner, B. (1992). Separate visual pathways for perception and action. *Trends in Neurosciences*, 15, 20-25.
- Grossberg, S., Mingolla, E. y Ross, W. D. (1994). A neural theory of attentive visual search: Interactions of boundary, surface, spatial and object representations. *Psychological Review*, 101, 470-489.
- Han, S., Ding, Y. y Song, Y. (2002). Neural mechanisms of perceptual grouping in humans as revealed by high density event related potentials. *Neuroscience Letters*, 319, 29-32.
- Han, S. y Humphreys, G. W. (1999). Interactions between perceptual organization based on Gestalt laws and those based on hierarchical processing. *Perception & Psychophysics*, 61, 1287-1298.
- Han, S., Humphreys, G. W. y Chen, L. (1999a). Uniform connectedness and classical Gestalt principles of perceptual grouping. *Perception & Psychophysics*, 61, 661-674.
- Han, S., Humphreys, G. W. y Chen, L. (1999b). Parallel and competitive processes in hierarchical analysis: Perceptual grouping and encoding of closure. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25, 1411-1432.
- Han, S., Jiang, Y., Mao, L., Humphreys, G. W. y Hua, G. (2005). Attentional modulation of perceptual grouping in human visual cortex: Functional MRI studies. *Human Brain Mapping*, 25, 424-432.
- Han, S., Song, Y., Ding, Y., Yund, E. W. y Woods, D. L. (2001). Neural substrates for visual perceptual grouping in humans. *Psychophysiology*, 38, 926-935.
- Harms, L. y Bundesen, C. (1983). Color segregation and selective attention in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics*, 33, 11-19.
- Hasher, L., Zacks, R. T., Stoltzfus, E. R., Kane, M. J. y Connelly, S. L. (1996). On the time course of negative priming: Another look. *Psychological Bulletin and Review*, 3, 231-237.
- Helm, P. A. v. d. y Leeuwenberg, E. L. J. (1996). Goodness of visual regularities: A nontransformational approach. *Psychological Review*, 103, 429-456.
- Helmholtz, H. L. F. v. (1867). *Handbuch der Physiologischen Optik*. Leipzig Leopold Voss.

- Henderson, J. D. (1991). Stimulus discrimination following covert attentional orienting to an exogenous cue. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 17, 91-106.
- Hommel, B., Müsseler, J., Aschersleben, G. y Prinz, W. (2001). The Theory of Event Coding (TEC): a framework for perception and action planning. *Behavioral and Brain Sciences*, 24, 849-937.
- Hopfinger, J. B., Buonocore, M. H. y Mangun, G. R. (2000). The neural mechanisms of top-down attentional control. *Nature Neuroscience*, 3, 284-291.
- Horowitz, T. S., Holcombe, A. O., Wolfe, J. M., Arsenio, H. C. y DiMase, J. S. (2004). Attentional pursuit is faster than attentional saccade. *Journal of Vision*, 4, 585-603.
- Houghton, G. y Tipper, S. P. (1994). A model of inhibitory mechanisms in selective attention. In D. Dagenbach & T. H. Carr (Eds.), *Inhibitory processes in attention, memory and language* (pp. 53-112). San Diego, Ca: Academic Press.
- Hubel, D. H. y Wiesel, T. N. (1968). Receptive fields and functional architecture of monkey striate cortex. *Journal of Physiology*, 195, 215-243.
- Humphreys, G. W. y Müller, H. J. (1993). SEArch via Recursive Rejection (SERR): A connectionist model of visual search. *Cognitive Psychology*, 25, 43-110.
- Humphreys, G. W., Watson, D. G. y Jolicoeur, P. (2002). Fractionating the preview benefit: Dual-task decomposition by timing and modality. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 28, 640-660.
- James, W. (1890). *Principles of Psychology*. New York: Holt.
- Jiang, Y., Chun, M. M. y Marks, L. E. (2002). Visual marking: Selective attention to asynchronous temporal groups. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 28, 717-750.
- Jiang, Y., Chun, M. M. y Olson, I. r. (2004). Perceptual grouping and change detection. *Perception & Psychophysics*, 66, 446-453.
- Jiang, Y. y Wang, S. W. (2004). What kind of memory supports visual marking? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 30, 79-91.
- Jingling, L. y Su-Ling, Y. (2007). New objects do not capture attention without a top-down setting : Evidence from an inattentive blindness task. *Visual Cognition*, 15, 661-684
- Joseph, J. S., Chun, M. M. y Nakayama, K. (1997). Attentional requirements in a "preattentive" feature search task. *Nature*, 387, 805-807.
- Julesz, B. (1971). *Foundations of cyclopean perception*. Chicago: University of Chicago Press.
- Julesz, B. (1975). Experiments in the visual perception of texture. *Scientific American*, 232, 34-43.
- Julesz, B. (1981). Textons, the elements of texture perception, and their interactions. *Nature*, 290, 91-97.
- Julesz, B. y Bergen, J. R. (1983). Textons, the fundamental elements in preattentive vision and perception of textures. *The Bell System Technical Journal*, 62, 1619-1645.



- Kahneman, D. y Henik, A. (1981). Perceptual organization and attention. In M. Kubovy & J. R. Pomerantz (Eds.), *Perceptual organization* (pp. 181-221). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Kahneman, D., Treisman, A. y Burkell, J. (1983). The cost of visual filtering. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 9, 510-522.
- Kanizsa, G. (1979). *Organization in Vision: Essays on Gestalt Perception* New York: Praeger.
- Kienker, P. K., Sejnowski, T. J., Hinton, G. E. y Schumacher, L. E. (1986). Separating figure from ground with a parallel network. *Perception*, 15, 197-216.
- Kimchi, R. (1992). The primacy of wholistic processing and the global/local paradigm: A critical review. *Psychological Bulletin and Review*, 112, 24-38.
- Kimchi, R. (1998). Uniform connectedness and grouping in the perceptual organization of hierarchical patterns. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24, 1105-1118.
- Kimchi, R. (2003). Visual Perceptual Organization: A Microgenetic Analysis. In R. Kimchi & M. Behrmann (Eds.), *Perceptual organization in vision: Behavioral and neural perspectives*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Kimchi, R. y Razpurker-Apfeld, I. (2001). Perceptual organization and attention. *Paper presented at the 42nd Annual Meeting of the Psychonomic Society, Orlando, FL.*
- Kimchi, R. y Razpurker-Apfeld, I. (2004). Perceptual grouping and attention: Not all groupings are equal. *Psychonomic Bulletin & Review*, 11, 687-696.
- Klein, R. M. (2000). Inhibition of return. *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 138-147.
- Koffka, K. (1935). *Principles of Gestalt Psychology*. New York: Harcourt, Brace & World Inc.
- Köhler, W. y Adams, P. A. (1958). Perception and attention. *The American Journal of Psychology*, 71, 489-503.
- Koivisto, M. y Revonsuo, A. (2008). The role of unattended distractors in sustained inattentive blindness. *Psychological Research*, 72, 39-48.
- Kolers, P. A. y Ostry, D. J. (1974). Time course of loss of information regarding pattern analyzing operations. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 13, 599-612.
- Kramer, A. F. y Jacobson, A. (1991). Perceptual organization and focused attention: the role of objects and proximity in visual processing. *Perception & Psychophysics*, 50, 267-284.
- Kubovy, M. (1986). Perceptual organization and cognition: Overview. In K. R. Boff, L. I. Kaufman & J. P. Thomas (Eds.), *Handbook of Perception and Human Performance* (Vol. II). New York: John Wiley and Sons.
- Kurylo, D. D. (1997). Time course of perceptual grouping. *Perception & Psychophysics*, 59, 142-147.
- LaBerge, D. y Brown, V. (1989). Theory of attentional operations in shape identification. *Psychological Review*, 96, 101-124.
- Lachter, J., Forster, K. I. y Ruthruff, E. (2004). Forty-five years after Broadbent (1958): Still no identification without attention. *Psychological Review*, 111, 880-913.

- Lamme, V. A. F. (2003). Why visual attention and awareness are different. *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 12-18.
- Lamme, V. A. F. y Roelfsema, P. R. (2000). The distinct modes of vision offered by feedforward and recurrent processing. *Trends in Neurosciences*, 23, 571-579.
- Lamy, D., Segal, H. y Ruderman, L. (2006). Grouping does not require attention. *Perception & Psychophysics*, 68, 17-31.
- Lavie, N. (1995). Perceptual load as a necessary condition for selective attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21, 451-468.
- Lavie, N. (1997). Feature integration and selective attention: Response competition from unattended distractor features. *Perception & Psychophysics*, 59, 543-556.
- Lavie, N. (2005). Distracted and confused?: Selective attention under load. *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 75-82.
- Lavie, N. y Driver, J. (1996). On the spatial extent of attention in object-based visual selection. *Perception & Psychophysics*, 58, 1238-1251.
- Lavie, N. y Fox, E. (2000). The Role of Perceptual Load in Negative Priming. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 26, 1038-1052.
- Lavie, N. y Tsal, Y. (1994). Perceptual load as a major determinant of the locus of selection in visual attention. *Perception & Psychophysics*, 56, 183-197.
- Lawrence, D. H. (1971). Two studies of visual search for word targets with controlled rates of presentation. *Perception & Psychophysics*, 10, 85-89.
- Lewis, J. (1970). Semantic processing of unattended messages using dichotic listening. *Journal of Experimental Psychology*, 85, 225-228.
- Logan, G. D. (1996). The CODE theory of visual attention: an integration of space-based and object-based attention. *Psychological Review*, 103, 603-649.
- Lowe, D. G. (1985). Further investigation of inhibitory mechanisms in attention. *Memory & Cognition*, 13, 74-80.
- Luna, D. (1992). Percepción visual de la forma y organización perceptiva. In J. L. Fernández-Trespalacios & P. Tudela (Eds.), *Atención y percepción*. Madrid: Alhambra Longman.
- Luna, D. y Montoro, P. R. (2008). The distortion of spatial relationships between local elements in hierarchical patterns decreases the global advantage. *Psychological Research*, 72, 168-175.
- Luna, D. y Tudela, P. (2007). *Percepción visual*. Madrid: Trotta.
- Luna, D., Villarino, A., Elosúa, M. R., Merino, J. M. y Moreno, E. (2007). Effects of perceptual grouping on positive and negative priming. *Visual Cognition*, 14, 241-259.
- Lupiáñez, J., Klein, R. M. y Bartolomeo, P. (2006). Inhibition of return: Twenty years after. *Cognitive Neuropsychology*, 23, 1003-1014.
- Lupiáñez, J., Rueda, M. R., Ruz, M. y Tudela, P. (2000). Processing of attended and ignored words in the parafovea: Inhibitory aspects of semantic processing. *Psicológica*, 21, 233-257.

- Lupiáñez, J., Tornay, F., Madrid, E. y Tudela, P. (1997). Does Inhibition of Return occur in discrimination tasks? Yes, it does, but later. *Perception & Psychophysics*, 59, 1241-1254.
- Luria, A. R. (1959). Disorders of "simultaneous perception" in a case of bilateral occipitoparietal brain injury. *Brain*, 83, 437-449.
- Mack, A., Pappas, Z., Silverman, M. y Gay, R. (2002). What we see: Inattention and the capture of attention by meaning. *Consciousness and Cognition*, 11, 488-506.
- Mack, A. y Rock, I. (1998). *Inattentive Blindness*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Mack, A., Tang, B., Tuma, T., Kahn, S. y Rock, I. (1992). Perceptual organization and attention. *Cognitive Psychology*, 24, 475-501.
- Marr, D. (1976). Early processing of visual information. *Philosophical Transactions of the Royal Society, London. B*, 275, 483-524.
- Marr, D. (1982). *Vision: A computational investigation into the human representation and processing of visual information*. San Francisco: W.H. Freeman.
- Marr, D. y Nishihara, H. K. (1978). Representation and recognition of the spatial organization of three-dimensional shapes. *Proceedings of the Royal Society, London B*, 200, 269-294.
- Mattler, U. (2005). Flanker effects on motor output and the late-level response activation hypothesis. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 58, 577-601.
- May, C. P., Kane, M. J. y Hasher, L. (1995). Determinants of negative priming. *Psychological Bulletin*, 118, 35-54.
- McClelland, J. L. y Rumelhart, D. E. (1979). On the time relations of mental processes: An examination of systems of processes in cascade. *Psychological Review*, 86, 287-330.
- McClelland, J. L. y Rumelhart, D. E. (1981). An interactive activation model of context effects in letter perception: Part 1. An account of basic findings. *Psychological Review*, 85, 375-407.
- McLeod, P., Driver, J. y Crisp, J. (1988). Visual search for a conjunction of movement and form is parallel. *Nature*, 332, 154-155.
- Mesulam, M. M. (1999). Spatial attention and neglect: parietal, frontal and cingulate contributions to the mental representation and attentional targeting of salient extrapersonal events. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 354, 1325-1346.
- Metzger, F. (1953). *Gesetze des Sehens*. Frankfurt-am-Main: Waldemar Kramer.
- Milner, A. D. y Goodale, M. A. (1993). Visual pathways to perception and action. *Progress in Brain Research*, 95, 317-337.
- Milner, A. D. y Goodale, M. A. (2006). *The Visual Brain in Action, second edition*. Oxford: Oxford University Press.
- Milner, A. D. y Goodale, M. A. (2008). Two visual systems re-viewed. *Neuropsychologia*, 46, 774-785.

- Miller, J. O. (1991). The flanker compatibility effect as a function of visual angle, attentional focus, visual transients, and perceptual load: A search for boundary conditions. *Perception & Psychophysics*, 49, 270-288.
- Mitroff, S. R. y Scholl, B. J. (2005). Forming and updating object representations without awareness: evidence from motion-induced blindness. *Vision Research*, 45, 961-967.
- Monsell, S. (1996). Control of mental processes. In V. Bruce (Ed.), *Unsolved mysteries of the mind: Tutorial essays in cognition* (pp. 93-148). Howe, Sussex, England: Erlbaum (UK) Taylor & Francis.
- Monsell, S. (2003). Task switching. *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 134-140.
- Moore, C. M. y Egeth, H. E. (1997). Perception without attention: Evidence of grouping under conditions of inattention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 23, 339-352.
- Moore, C. M., Lleras, A., Grosjean, M. y Marrara, M. T. (2004). Using inattentive blindness as an operational definition of unattended: The case of a response-end effect. *Visual Cognition*, 11, 705-719.
- Moray, N. (1959). Attention in dichotic listening: Affective cues and the influence of instructions. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 11, 55-60.
- Mounts, J. R. W. (2000). Evidence for suppressive mechanisms in attentional selection: Feature singletons produce inhibitory surrounds. *Perception & Psychophysics*, 62, 968-983.
- Mozer, M. C. y Vecera, S. P. (2005). Space- and Object-Based attention. In L. Itti, G. Rees & J. K. Tsotsos (Eds.), *Neurobiology of Attention*: Elsevier Academic Press.
- Nagy, A. L. y Sanchez, R. R. (1990). Critical color differences determined with a visual search task. *Journal of the Optical Society of America A*, 7, 1209-1217.
- Nakayama, K., He, Z. J. y Shimojo, S. (1995). Visual surface representation: a critical link between lower-level and higher-level vision. In S. M. Kosslyn & D. N. Osherson (Eds.), *Invitation to Cognitive Science* (pp. 1-70). Cambridge: MIT Press.
- Nakayama, K. y Joseph, J. S. (1998). Attention, pattern recognition, and pop-out in visual search. In R. Parasuraman (Ed.), *The Attentive Brain* (pp. 279-298). Cambridge, MA: MIT Press.
- Nakayama, K. y Shimojo, S. (1992). Experiencing and perceiving visual surfaces. *Science*, 257, 1357-1363.
- Nakayama, K. y Silverman, G. (1986). Serial and parallel processing of visual feature conjunctions. *Nature*, 320, 264-265.
- Navon, D. (1977). Forest before trees: The precedence of global features in visual perception. *Cognitive Psychology*, 9, 353-383.
- Navon, D. (2003). What does a compound letter tell the psychologist's mind? *Acta Psychologica*, 114, 273-309.
- Navon, D. y Pearl, D. (1985). Preattentive processing or prefocal processing? *Acta Psychologica*, 60, 245-262.

- Neill, W. T. (1977). Inhibition and facilitation processes in selective attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 3, 444-450.
- Neill, W. T. y Valdes, L. A. (1992). Persistence of negative priming: Steady stay or decay? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 18, 565-576.
- Neill, W. T., Valdes, L. A. y Terry, K. M. (1995). Selective attention and the inhibitory control of cognition. In F. N. Dempster & C. J. Brainerd (Eds.), *Interference and Inhibition in Cognition* (pp. 207-264). San Diego: Academic Press, Inc.
- Neill, W. T., Valdes, L. A., Terry, K. M. y Gorfein, D. S. (1992). Persistence of negative priming: Evidence for episodic trace retrieval. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 18, 993-100.
- Neill, W. T. y Westberry, R. L. (1987). Selective attention and the suppression of cognitive noise. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 18, 327-334.
- Neisser, U. (1967). *Cognitive Psychology*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Neisser, U. (1976). *Psicología Cognoscitiva*. México: Trillas.
- Neisser, U. (1979). The control of information pickup in selective looking. In A. D. Pick (Ed.), *Perception and its Development: A Tribute to Eleanor J Gibson* (pp. 201-219). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Neisser, U. y Becklen, R. (1975). Selective looking: Attending to visually specified events. *Cognitive Psychology*, 7, 480-494.
- Neumann, O. (1987). Beyond capacity: a functional view of attention. In H. Heuer & A. F. Sanders (Eds.), *Perspectives on perception and action*. New Jersey: Hillsdale.
- Neumann, O. (1990). Visual attention and action. In O. Neumann & W. Prinz (Eds.), *Relationships between perception and action: Current approaches* (pp. 227-267). Berlin Springer-Verlag.
- Palmer, S. E. (1977). Hierarchical structure in perceptual representation. *Cognitive Psychology*, 9, 441-474.
- Palmer, S. E. (1992). Common region: A new principle of perceptual grouping. *Cognitive Psychology*, 24, 436-447.
- Palmer, S. E. (1999). *Vision Science. Photons to Phenomenology*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Palmer, S. E. (2003). Perceptual organization and grouping. In R. Kimchi & M. Behrmann (Eds.), *Perceptual organization in vision: Behavioral and neural perspectives*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Palmer, S. E. y Hemenway, K. (1978). Orientation and symmetry: Effects of multiple, rotational, and near symmetries. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 4, 691-702.
- Palmer, S. E. y Levitin, D. S. (en preparación). Synchrony: A new principle of perceptual grouping.

- Palmer, S. E., Neff, J. y Beck, D. M. (1996). Late influences on perceptual grouping: Illusory contours. *Perception & Psychophysics*, 62, 1321-1331.
- Palmer, S. E. y Nelson, R. (2000). Late influences on perceptual grouping: Illusory contours. *Perception & Psychophysics*, 62, 1321-1331.
- Palmer, S. E. y Rock, I. (1994a). Rethinking perceptual organization: The role of uniform connectedness. *Psychonomic Bulletin & Review*, 1, 29-55.
- Palmer, S. E. y Rock, I. (1994b). On the nature and order of organizational processing: A reply to Peterson. *Psychonomic Bulletin & Review*, 1, 515-519.
- Parasuraman, R. y Davies, D. R. (1984). *Varieties of attention*. New York: Academic Press.
- Park, J. y Kanwisher, N. (1994). Negative priming for spatial locations: Identity mismatching, not distractor inhibition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 20, 613-623.
- Pashler, H. (1987). Detecting conjunctions of color and form: Reassessing the serial search hypothesis. *Perception & Psychophysics*, 41, 191-201.
- Pashler, H. (1990). Coordinate frame for symmetry detection and object recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16, 150-163.
- Pastore, N. (1991). *Selective history of theories of visual perception. 1650-1950*. New York: Oxford University Press.
- Ponte, D. (1992). *Procesamiento preatentivo: búsqueda de variables conspicuas*. Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela.
- Posner, M. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 3-35.
- Posner, M. (1996). Attention in Cognitive Neuroscience: An Overview. In M. S. Gazzaniga (Ed.), *The Cognitive Neurosciences* (pp. 615-624). London: MIT press.
- Posner, M. y Cohen, Y. (1984). Components of visual orienting. In H. Bouma & D. Bouwhuis (Eds.), *Attention and Performance* (Vol. X). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Posner, M. y Snyder, C. R. R. (1975a). Attention and cognitive control. In R. L. Solso (Ed.), *Information processing and cognition: The Loyola symposium*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Posner, M. y Snyder, C. R. R. (1975b). Facilitation and inhibition in the processing of signals. In P. M. A. Rabbit (Ed.), *Attention and Performance V*. London: Academic Press Ltd.
- Posner, M., Snyder, C. R. R. y Davidson, B. J. (1980). Attention and the detection of signals. *Journal of Experimental Psychology: General*, 109, 160-174.
- Prinzmetal, W. (1981). Principles of feature integration in visual perception. *Perception & Psychophysics*, 30, 330-340.
- Prinzmetal, W., Henderson, D. y Ivry, R. (1995). Loosening the constraints on illusory conjunctions: assessing the roles of exposure duration and attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21, 1362-1375.

- Prytulak, L. S. (1974). Good continuation revisited. *Journal of Experimental Psychology*, 102, 773-777.
- Quinlan, P. T. y Wilton, R. N. (1998). Grouping by proximity or similarity? Competition between the Gestalt principles in vision. *Perception*, 27, 417-430.
- Raymond, J. E., Shapiro, K. L. y Arnell, K. M. (1992). Temporary suppression of visual processing in an RSVP task: An attentional blink? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18, 849-860.
- Rensink, R. A. y Enns, J. T. (1995). Pre-emption effects in visual search: evidence for low-level grouping. *Psychological Review*, 102, 101-130.
- Rensink, R. A., O'Regan, J. K. y Clark, J. J. (1997). To see or not to see: The need for attention perceive changes in scenes. *Psychological Science*, 8, 253-259.
- Rock, I. (1975). *An introduction to perception*. New York: MacMillan.
- Rock, I. (1983). *The logic of perception*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Rock, I. (1986). The description and analysis of object and event perception. In K. R. Boff, L. I. Kaufman & J. P. Thomas (Eds.), *Handbook of Perception and Human Performance* (Vol. II). New York: John Wiley and Sons.
- Rock, I. y Brosgole, L. (1964). Grouping based on phenomenal proximity. *Journal of Experimental Psychology*, 67, 531-538.
- Rock, I. y Gutman, D. (1981). The effect of inattention on form perception. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 7, 502-534.
- Rock, I., Linnet, C., Grant, P. y Mack, A. (1992). Perception without attention: Results of a new method. *Cognitive Psychology*, 24, 502-534.
- Rock, I., Nijhawan, R., Palmer, S. E. y Tudor, L. (1992). Grouping based on phenomenal similarity of achromatic color. *Perception*, 21, 779-789.
- Rosselló, J. (1999). Selección para la percepción, selección para la acción. In E. Munar, J. Rosselló & A. Sánchez-Cabaco (Eds.), *Atención y Percepción* (pp. 99-150). Madrid: Alianza Editorial.
- Rubin, E. (1915). *Visuell wahrgenommene figuren*. Copenhagen: Glydendalske.
- Rueda, M. R. y Tudela, P. (2001). Inhibición, un mecanismo para la selección y el control atencional. In *La atención: Un enfoque pluridisciplinar, Vol. II*. Valencia: Promolibro.
- Russell, C. y Driver, J. (2005). New indirect measures of "inattentive" visual grouping in a change-detection task. *Perception & Psychophysics*, 67, 606-623.
- Saarinen, J. (1994). Visual search for global and local stimulus features. *Perception*, 23, 237-243.
- Sagi, D. y Julesz, B. (1985a). Detection and discrimination in visual orientation. *Perception*, 14, 619-628.
- Sagi, D. y Julesz, B. (1985b). "Where" and "what" in vision. *Science*, 228, 1217-1219.
- Sampedro, M. J. (1997). El efecto de la homogeneidad-heterogeneidad en la búsqueda simultánea de estímulos definidos por color. *Psicothema*, 9, 347-358.

- Sanders, A. F. y Lamers, J. M. (2002). The Eriksen flanker effect revisited. *Acta Psychologica*, 109, 41-56.
- Scarborough, D. L., Cortese, C. y Scarborough, H. (1977). Frequency and repetition effects in lexical memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 3, 1-17.
- Schreij, D., Owens, C. y Theeuwes, J. (2008). Abrupt onsets capture attention independent of top-down control settings. *Perception & Psychophysics*, 70, 208-218.
- Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, 27, 379-423; 623-656.
- Shiffrin, R. M. (1988). Attention. In R. C. Atkinson, R. J. Herrnstein, G. Lindzey & L. R. Duncan (Eds.), *Stevens' handbook of Experimental Psychology* (Vol. II, pp. 739-812). New York: Wiley.
- Simon, J. R. (1969). Reaction toward the source of stimulation. *Journal of Experimental Psychology*, 81, 1974- 1976.
- Simon, J. R. (1990). The effects of an irrelevant directional cue on human information processing. In R. W. Proctor & T. G. Reeve (Eds.), *Stimulus-response compatibility: an integrated perspective* (pp. 31-88). Amsterdam: North-Holland.
- Simons, D. J. y Chabris, C. F. (1999). Gorillas in our midst: sustained inattention blindness for dynamic events. *Perception*, 28, 1059-1074.
- Simons, D. J. y Levin, D. T. (1997). Change blindness. *Trends in Cognitive Sciences*, 1, 262-267.
- Soto, D., Heinke, D., Humphreys, G. W. y Blanco, M. J. (2005). Early, involuntary top-down guidance of attention from working memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 31, 248-261.
- Soto, D., Hodsoll, J., Rotshtein, P. y Humphreys, G. W. (2008). Automatic guidance of attention from working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 12, 342-348.
- Soto, D. y Humphreys, G. W. (2006). Working memory can guide pop-out search. *Vision Research*, 46, 1010-1018.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643-662.
- Styles, E. A. (1997). *The psychology of attention*. Hove, East Sussex, UK: Psychology Press.
- Subirana-Vilanova, J. B. (1993). *Mid-Level Vision and Recognition of Non-Rigid Objects*. Massachusetts Institute of Technology.
- Tenpenny, P. L. (1995). Abstractionist versus episodic theories of repetition priming and word identification. *Psychological Bulletin and Review*, 2, 339-363.
- Theeuwes, J. (1991). Exogenous and endogenous control of attention: The effect of visual onsets and offsets. *Perception & Psychophysics*, 49, 83-90.
- Theeuwes, J. (1992). Perceptual selectivity for color and form. *Perception & Psychophysics*, 51, 599-606.



- Theeuwes, J. (1994). Stimulus-driven capture and attentional set: Selective search for color and visual abrupt onsets. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 799-806.
- Theeuwes, J., Kramer, A. F. y Atchley, P. (1999). Attentional effects on preattentive vision: Spatial precues affect the detection of simple features. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25, 341-347.
- Theeuwes, J., Reimann, B. y Mortier, K. (2006). Visual search for featural singletons: No top-down modulation, only bottom-up priming. *Visual Cognition*, 14, 466-489.
- Tipper, S. P. (1985). The Negative Priming Effect: Inhibitory Priming by Ignored Words. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 37A, 571-590.
- Tipper, S. P. (1991). Less attentional selectivity as result of declining inhibition in older adults. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 29, 45-47.
- Tipper, S. P. (2001). Does negative priming reflect inhibitory mechanisms? A review and integration of conflicting views. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 54A, 321-343.
- Tipper, S. P., Brehaut, J. C. y Driver, J. (1990). Selection of moving and static objects for the control of spatially directed action. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16, 492-504.
- Tipper, S. P., Driver, J. y Weaver, B. (1991). Object-centered inhibition of return of visual attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 43A, 289-298.
- Tipper, S. P., Lortie, C. y Baylis, G. C. (1992). Selective reaching: Evidence for action-centered attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18, 891-905.
- Tipper, S. P. y MacLaren, J. (1990). Evidence for efficient visual selectivity in children. In J. T. Enns (Ed.), *The development of attention: Research and theory* (pp. 197-210). Amsterdam: Elsevier/North Holland.
- Tipper, S. P., Weaver, B. y Houghton, G. (1994). Behavioral goals determine inhibitory mechanisms of selective attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 47A, 809-849.
- Treisman, A. (1960). Contextual cues in selective listening. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 12, 242-248.
- Treisman, A. (1982). Perceptual grouping and attention in visual search for features and for objects. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8, 194-214.
- Treisman, A. (1986). Features and objects in visual processing. *Scientific American*, 255, 106-115.
- Treisman, A. (1991). Search, similarity and the integration of features between and within dimensions. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 27, 652-676.

- Treisman, A. (1993). The perception of features and objects. In A. D. Baddeley & L. Weiskrantz (Eds.), *Attention: Awareness, selection, and control*. Oxford: Oxford University Press.
- Treisman, A. y Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology, 14*, 107-141.
- Treisman, A. y Gormican, S. (1988). Feature analysis in early vision: Evidence from search asymmetries. *Psychological Review, 95*, 15-48.
- Treisman, A., Kahneman, D. y Burkell, J. (1983). Perceptual objects and the cost of filtering. *Perception & Psychophysics, 33*, 527-532.
- Treisman, A. y Paterson, R. (1984). Emergent features, attention and object perception. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 10*, 12-21.
- Treisman, A. y Sato, S. (1990). Conjunction search revisited. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 16*, 459-478.
- Treisman, A. y Schmidt, H. (1982). Illusory conjunctions in the perception of objects. *Cognitive Psychology, 14*, 107-141.
- Treisman, A., Sykes, M. y Gelade, G. (1977). Selective attention and stimulus integration. In S. Dornic (Ed.), *Attention and performance* (Vol. VI, pp. 333-361). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Trick, L. y Enns, J. T. (1997). Clusters precede shapes in perceptual organization. *Psychological Science, 8*, 124-129.
- Trick, L. y Pylyshyn, Z. (1993). What enumeration studies can show us about spatial attention? Evidence for limited-capacity preattentive processing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 19*, 331-351.
- Trick, L. y Pylyshyn, Z. (1994). Why are small and large numbers enumerated differently? A limited-capacity preattentive stage in vision. *Psychological Review, 101*, 80-102.
- Tudela, P. (1992). Atención. In J. L. Trespalacios & P. Tudela (Eds.), *Atención y Percepción* (pp. 119-162). Madrid: Alhambra Longman.
- Ungerleider, L. G. y Mishkin, M. (1982). Two cortical visual systems. In D. J. Ingle, M. A. Goodale & R. J. W. Mansfield (Eds.), *Analysis of visual behavior*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Valle-Inclán, F. (1996). The basis of interference in the Simon effect: an ERP study. *Biological Psychology, 43*, 147-162.
- Van der Heijden, A. H. C. (1981). *Short term visual forgetting*. London: Routledge and Keegan Paul.
- Van der Heijden, A. H. C. (1992). *Selective attention in vision*. London: Routledge.
- VanRullen, R., Reddy, L. y Koch, C. (2004). Visual Search and Dual Tasks Reveal Two Distinct Attentional Resources. *Journal of Cognitive Neuroscience, 16*, 4-14.
- Vetter, T. y Poggio, T. (1994). Symmetrical 3D objects are an easy case for 2D object. *Spatial Vision, 8*, 443-453.

- Vidyasagar, T. R. (1999). A neuronal model of attentional spotlight: Parietal guiding the temporal. *Brain Research Reviews*, 30, 66-76.
- Wagemans, J. y Kolinski, R. (1992). Perceptual organization and object recognition –POOR is the acronym, rich is the notion. *Perception*, 23, 371-382.
- Watson, D. G. y Humphreys, G. W. (1997). Visual marking: Prioritizing selection for new objects by top-down attentional inhibition of old objects. *Psychological Review*, 104, 90-122.
- Watson, D. G., Humphreys, G. W. y Olivers, C. N. L. (2003). Visual marking: using time in visual selection. *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 180-186.
- Wertheimer, M. (1912). Experimentelle studien über das sehen von Bewegung. *Zeitschrift für Psychologie*, 61, 161-265.
- Wertheimer, M. (1923/1950). Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt. *Psychology Forschung*, 4, 304-350.
- Wertheimer, M. (1925). *Drei Abhandlungen zur Gestalttheorie*. Erlangen: Verlag der Philosophischen Akademie.
- Wiener, N. (1948). *Cybernetics: Or the Control and Communication in the Animal and the Machine* Cambridge, MA: MIT Press.
- Wolfe, J. M. (1992). "Effortless" texture segmentation and "parallel" visual search are no the same thing. *Vision Research*, 32, 757-763.
- Wolfe, J. M. (1994). Guided search 2.0. A revised model of visual search. *Psychonomic Bulletin & Review*, 1, 202-238.
- Wolfe, J. M. (1998a). Visual search. In H. Pashler (Ed.), *Attention*. London, UK: University College London Press.
- Wolfe, J. M. (1998b). What can 1 million trials tell us about visual search? *Psychological Science*, 9, 33-39.
- Wolfe, J. M. (1999). Inattentional Amnesia. In V. Coltheart (Ed.), *Fleeting Memories. Cognition of brief visual stimuli* (pp. 71-94). Cambridge, MA: MIT Press.
- Wolfe, J. M. (2003). Moving towards solutions to some enduring controversies in visual search. *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 70-76.
- Wolfe, J. M. (2005). Guidance of visual search by preattentive information. In L. Itti, G. Rees & J. K. Tsotsos (Eds.), *Neurobiology of Attention* (pp. 101-104): Elsevier Academic Press.
- Wolfe, J. M. (2007). Guided Search 4.0. Current Progress With a Model of Visual Search. In W. Gray (Ed.), *Integrated models of Cognitive Systems* (pp. 99-119). New York: Oxford.
- Wolfe, J. M. y Bennet, S. C. (1997). Preattentive Object Files: Shapeless Bundles of Basic Features. *Vision Research*, 37, 25-43.
- Wolfe, J. M., Cave, K. R. y Franzel, S. L. (1989). Guided search: An alternative to the feature integration model for visual search. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15, 419-433.

- Wolfe, J. M., Friedman, M. P., Stewart, M. I. y O'Connell, K. M. (1992). The role of categorization in visual search for orientation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 28, 34-49.
- Wolfe, J. M. y Gancarz, G. (1996). Guided Search 3.0: A model of visual search catches up with Jay Enoch 40 years later. In V. Lakshminarayanan (Ed.), *Basic and clinical applications of vision science* (pp. 189-192). Dordreeht, Netherlands: Kluwer Academic.
- Wolfe, J. M. y Horowitz, T. S. (2004). What attributes guide the deployment of visual attention and how do they do it? *Nature Reviews Neuroscience*, 5, 495-501.
- Wolfe, J. M., Treisman, A. y Horowitz, T. S. (2003). What shall we do with the preattentive processing stage: Use it or lose it? *Journal of Vision*, 3, 572a.
- Yantis, S. (1993). Stimulus-driven attentional capture. *Current Directions in Psychological Science*, 2, 156-161.
- Yantis, S. (1996). Attentional capture in vision. In A. F. Kramer, M. Coles & G. D. Logan (Eds.), *Converging operations in the study of selective attention*. Washington: American Psychological Association.
- Yantis, S. (2000). Goal-directed and stimulus-driven determinants of attentional control. In S. Monsell & J. Driver (Eds.), *Attention and performance* (Vol. XVIII, pp. 73-103). Cambridge, MA: MIT Press.
- Yantis, S. y Jonides, J. (1984). Abrupt visual onsets and selective attention: Evidence from visual search. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10, 601-621.
- Yantis, S. y Jonides, J. (1990). Abrupt visual onsets and selective attention: Voluntary versus automatic allocation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16, 121-134.
- Yee, P. L. (1991). Semantic inhibition of ignored words during a figure classification task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 43A, 127-153.
- Zeki, S. M. (1978). Functional specialization in the visual cortex of rhesus monkey. *Nature*, 274, 423-428.
- Zohary, E. y Hochstein, S. (1989). How serial is serial processing in vision? *Perception*, 18, 191-200.

# APÉNDICES

---



## APÉNDICE I: Análisis de varianza

**Experimento 1.** ANOVA mixto 2 x (4 x 3), grupo x preexposición x distancia. VD: Precisión

Factor	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media Cuadrática	F	p
Grupo (G)	.002	1	.002	.648	.430
Error	.076	21	.004		
Preexposición (P)	.006	3	.002	1.011	.394
Error	.128	63	.002		
Distancia (D)	.001	2	.000	.236	.790
Error	.048	42	.001		
G x P	.003	3	.001	.502	.683
G x D	.002	2	.001	.679	.513
P x D	.005	6	.001	.378	.892
Error	.272	126	.002		
G x P x D	.010	6	.002	.753	.608

**Experimento 1.** ANOVA mixto 2 x (4 x 3), grupo x preexposición x distancia. VD: IR

Factor	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media Cuadrática	F	p
Grupo (G)	817936.218	1	817936.218	3.245	.086
Error	5293605.333	21	252076.444		
Preexposición (P)	87073.430	3	29024.477	5.938	.001
Error	307963.052	63	4888.302		
Distancia (D)	80100.049	2	40050.024	11.574	.000
Error	145339.050	42	3460.454		
G x P	64069.430	3	21356.556	4.369	.007
G x D	48880.700	2	24440.350	.705	.500
P x D	4403.378	6	733.896	.275	.948
Error	335818.446	126	2665.226		
G x P x D	26199.742	6	4366.624	1.638	.142

**Experimento 2.** ANOVA mixto 2 x (4 x 3), grupo x preexposición x distancia. VD: **Precisión**

Factor	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media Cuadrática	F	p
Grupo (G)	.000	1	.000	.028	.870
Error	.170	21	.008		
Preexposición (P)	.008	3	.003	2.070	.113
Error	.085	63	.001		
Distancia (D)	.000	2	.000	.042	.959
Error	.058	42	.001		
G x P	.007	3	.002	1.668	.183
G x D	.001	2	.000	.273	.763
P x D	.013	6	.002	1.412	.215
Error	.193	126	.002		
G x P x D	.006	6	.001	.679	.667

**Experimento 2.** ANOVA mixto 2 x (4 x 3), grupo x preexposición x distancia. VD: **TR**

Factor	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media Cuadrática	F	p
Grupo (G)	8708.949	1	8708.949	.051	.823
Error	3576315.330	21	170300.730		
Preexposición (P)	31209.590	3	10403.197	4.991	.004
Error	131313.851	63	2084.347		
Distancia (D)	152350.166	2	76175.083	39.259	.000
Error	81493.006	42	1940.310		
G x P	3775.707	3	1258.569	.604	.615
G x D	2933.424	2	1466.712	.756	.476
P x D	12973.023	6	2162.170	1.212	.304
Error	224753.131	126	1783.755		
G x P x D	3242.955	6	540.493	.303	.934



**Experimento 3.** ANOVA mixto 2 x (2 x 3 x 2), grupo x preexposición x distancia. **VD: Precisión**

<b>Factor</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Media Cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Grupo (G)</b>	.013	1	.013	1.665	.213
<b>Error</b>	.143	18	.008		
<b>Tipo de preexposición (T)</b>	.000	1	.000	.207	.655
<b>Error</b>	.007	18	.000		
<b>Preexposición (P)</b>	.000	2	.000	.229	.796
<b>Error</b>	.017	36	.000		
<b>Distancia (D)</b>	.000	1	.000	.003	.956
<b>Error</b>	.009	18	.001		
<b>G x T</b>	.000	1	.000	.207	.655
<b>G x P</b>	.001	2	.001	1.225	.306
<b>G x D</b>	.001	1	.001	1.679	.211
<b>T x P</b>	.001	2	.000	.360	.700
<b>Error</b>	.035	36	.001		
<b>T x D</b>	.000	1	.000	.201	.659
<b>Error</b>	.018	18	.001		
<b>P x D</b>	.001	2	.001	.579	.566
<b>Error</b>	.036	36	.001		
<b>G x T x P</b>	.002	2	.001	.810	.453
<b>G x T x D</b>	.001	1	.001	.881	.360
<b>G x P x D</b>	.01	2	.000	.360	.700
<b>T x P x D</b>	.001	2	.000	.305	.739
<b>Error</b>	.001	2	.000		
<b>G x T x P x D</b>	.000	2	.000	.035	.966

**Experimento 3.** ANOVA mixto 2 x (2 x 3 x 2), grupo x preexposición x distancia. **VD: TR**

<b>Factor</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Media Cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Grupo (G)</b>	155042.683	1	155042.683	.871	.363
<b>Error</b>	3205110.287	18	178061.683		
<b>Tipo de preexposición (T)</b>	22097.669	1	22097.669	24.883	.000
<b>Error</b>	15985.150	18	888.064		
<b>Preexposición (P)</b>	25347.676	2	12673.838	10.741	.000
<b>Error</b>	42476.900	36	1179.914		
<b>Distancia (D)</b>	55024.211	1	55024.211	89.617	.000
<b>Error</b>	11051.900	18	613.994		
<b>G x T</b>	1790.334	1	1790.334	2.016	.173
<b>G x P</b>	105387.267	2	52693.634	44.659	.000
<b>G x D</b>	924.966	1	924.666	1.506	.235
<b>T x P</b>	1570.785	2	785.393	1.046	.362
<b>Error</b>	27034.548	36	750.960		
<b>T x D</b>	12.231	1	12.231	.024	.879
<b>Error</b>	9255.124	18	514.174		
<b>P x D</b>	812.195	2	406.098	.627	.540
<b>Error</b>	23332.951	36	648.138		
<b>G x T x P</b>	2257.077	2	1128.538	1.503	.236
<b>G x T x D</b>	509.484	1	509.484	.991	.333
<b>G x P x D</b>	2642.974	2	1321.487	2.396	.106
<b>T x P x D</b>	928.075	2	464.038	.646	.530
<b>Error</b>	25858.993	36	718.305		
<b>G x T x P x D</b>	1653.418	2	826.709	1.151	.328

**Experimento 4A.** ANOVA de un factor (3), compatibilidad de la preexposición. VD: **Precisión**

<b>Factor</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Media Cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Compatibilidad de la preexposición</b>	.005	2	.003	.535	.593
<b>Error</b>	.108	22	.005		

**Experimento 4A.** ANOVA de un factor (3), compatibilidad de la preexposición. VD: **TR**

<b>Factor</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Media Cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Compatibilidad de la preexposición</b>	3318.715	2	1659.358	7.569	.003
<b>Error</b>	4823.051	22	219.230		

**Experimento 4B.** ANOVA de un factor (3), compatibilidad de la preexposición. VD: **Precisión**

<b>Factor</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Media Cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Compatibilidad de la preexposición</b>	45159.903	2	22579.951	52.135	.000
<b>Error</b>	7795.837	18	433.102		

**Experimento 4B.** ANOVA de un factor (3), compatibilidad de la preexposición. VD: **TR**

<b>Factor</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Media Cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Compatibilidad de la preexposición</b>	.002	2	.001	.837	.449
<b>Error</b>	.026	18	.001		

**Experimento 5.** ANOVA mixto 2 x (4), grupo x preexposición. VD: **Precisión**

<b>Factor</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Media Cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Grupo (G)</b>	.001	1	.001	1.244	.277
<b>Error</b>	.018	21	.001		
<b>Preexposición (P)</b>	.002	3	.001	2.116	.107
<b>Error</b>	.022	63	.000		
<b>G x P</b>	.002	3	.001	1.554	.209

**Experimento 5.** ANOVA mixto 2 x (4), grupo x preexposición. VD: **TR**

<b>Factor</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Media Cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Grupo (G)</b>	624250.602	1	624250.602	3.623	.071
<b>Error</b>	3617898.042	21	172280.859		
<b>Preexposición (P)</b>	31376.815	3	10458.938	6.140	.001
<b>Error</b>	107309.529	63	1703.326		
<b>G x P</b>	49455.912	3	16485.304	9.678	.000

**Experimento 6.** ANOVA mixto 2 x (2 x 3 x 3), grupo x preexposición x número. VD: **Precisión**

Factor	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media Cuadrática	F	p
<b>Grupo (G)</b>	.026	1	.026	1.771	.200
Error	.268	18	.015		
<b>Tipo de preexposición (T)</b>	.001	1	.001	.312	.583
Error	.043	18	.002		
<b>Preexposición (P)</b>	.000	2	.000	.006	.994
Error	.132	36	.004		
<b>Número (N)</b>	.228	2	.114	23.190	.000
Error	.177	36	.005		
<b>G x T</b>	.011	1	.011	4.529	.047
<b>G x P</b>	.018	2	.009	2.481	.101
<b>G x N</b>	.013	2	.006	1.288	.288
<b>T x P</b>	.007	2	.003	1.438	.251
Error	.082	36	.002		
<b>T x N</b>	.010	2	.005	2.178	.128
Error	.086	36	.002		
<b>P x N</b>	.010	4	.003	.664	.619
Error	.208	72	.004		
<b>G x T x P</b>	.011	2	.006	2.482	.110
<b>G x T x N</b>	.000	2	.000	.035	.966
<b>G x P x N</b>	.005	4	.001	.337	.852
<b>T x P x N</b>	.012	4	.003	.787	.537
Error	.267	72	.004		
<b>G x T x P x N</b>	.011	4	.003	.735	.571

**Experimento 6.** ANOVA mixto 2 x (2 x 3 x 3), grupo x preexposición x número. **VD: TR**

Factor	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media Cuadrática	F	p
Grupo (G)	7302562.722	1	7302562.722	3.175	.092
Error	41396322.591	18	2299795.70		
Tipo de preexposición (T)	232618.420	1	232618.420	23.765	.000
Error	176187.092	18	9788.172		
Preexposición (P)	1918.671	2	959.336	.059	.943
Error	582855.838	36	16190.440		
Número (N)	39268911.224	2	19634455.6	232.539	.000
Error	3039658.697	36	84434.964		
G x T	55963.366	1	55963.366	5.717	.028
G x P	134520.191	2	67260.095	4.154	.024
G x N	250482.219	2	125241.110	1.483	.240
T x P	103285.252	2	51642.626	4.749	.015
Error	391470.399	36	10874.178		
T x N	10578.774	2	5289.387	.216	.807
Error	881506.036	36	24486.279		
P x N	96024.122	4	24006.031	2.139	.085
Error	807928.864	72	11221.234		
G x T x P	16880.220	2	8440.110	.776	.468
G x T x N	15144.848	2	7572.424	.309	.736
G x P x N	10884.851	4	2721.213	.243	.913
T x P x N	122771.500	4	30692.875	3.978	.006
Error	555470.966	72	7714.875		
G x T x P x N	52543.129	4	13135.782	1.703	.159





## **APÉNDICE II: Resumen y conclusiones en inglés**

---

### **PERCEPTUAL ORGANIZATION AND ATTENTION**

---

**Effect of preattentive processing on  
selective attentional mechanisms**



## **1. INTRODUCTION**

### **1.1. Perceptual grouping in vision and preattentive processing**

The visual world perceived by our conscious mind is dramatically different from the retinal image of intensities and colours formed on the back of our eyeballs. We perceive an organized visual scene composed of discrete objects as well as their interrelations. In order to explain the construction of this coherent visual world from the changeable retinal mosaic, it is necessary to assume some internal operations.

The pioneers in recognizing the problem of object perception and searching for these internal operations were Max Wertheimer and his colleagues of the Gestalt School of Psychology. Their major contribution to the solution of this problem was the classical principles of perceptual grouping, that include proximity, similarity, good continuation, common fate, and closure (Wertheimer, 1923/1950). Recently, three new principles have been proposed: synchrony (Palmer, 2003), connectedness (Palmer & Rock, 1994), and common region (Palmer, 1992).

Traditional theories of visual perception assume that perceptual organization occurs preattentively (Julesz, 1981; Julesz & Bergen, 1983; Marr, 1982; Neisser, 1967; Treisman, 1982). According to this view, perceptual grouping would occur quickly, in parallel, and in

absence of attention in order to segregate the scene into candidate objects to guide selective attention. These theories differentiate between two sequential stages of visual processing: an early, parallel preattentive module, and a later, sequential attentional processing. However, this assumption has been challenged by the results of studies showing that grouping is not perceived under conditions of inattention (Mack & Rock, 1998; Mack, Tang, Tuma, & Rock, 1992; Rock, Linnet, Grant & Mack, 1992). These authors noted that most of the paradigms frequently used to study preattentive processing may actually involved some kind of attention, probably in a diffuse way. For example, in visual search (see Wolfe, 1998, for a review) or texture segmentation (e.g., Beck, 1982) tasks, observers typically look for a target that can be displayed in any position on the screen. Consequently, they generate the intention of attending all the locations previously to start search. Mack et al. (1992) proposed a new method to assess grouping processes that eliminates the observers' intention to perceive grouped patterns: the *inattention paradigm*. This consist of engaging observers in a demanding visual task at a different location without any information about the presence of grouped stimuli. In Mack et al.'s (1992) experiments, a cross was superimposed on a background irrelevant for the task consisting of a pattern of ungrouped black and white squares. Observers were involved in a demanding concurrent task consisting in paying attention to the cross in order to indicate its longer arm while the background pattern was ignored. In the critical trial, grouped patterns were presented in the background and unexpectedly the participants were asked to report which pattern was presented. The dependent variable was the participant's conscious report of grouped patterns. The results showed that the participants were unable to report which pattern had appeared. The authors concluded that grouping could not have occurred preattentively and, consequently, that perceptual organization requires attention.

However, Moore and Egeth (1997) showed that grouping can occur under conditions of inattention. They used a paradigm similar to that of Mack et al. (1992), but introducing on-line measures of unattended processing. Moore and Egeth presented a matrix of white dots on a grey background with two black lines at the centre. Some dots were black and, in some trials, they were grouped, whereas in other trials they remain ungrouped. When grouped, the dots could form two arrows that induced the Müller-Lyer illusion or, in another experimental

condition, two sloping lines inducing the Ponzo illusion. The task of the participants consisted in estimating the length of the black lines when the dots were grouped or ungrouped. At the end of the experiment, an inattention condition (similar to that of Mack et al., 1992) was presented, and the participants were asked to report about the grouped pattern. The results showed that the participants were unable to report the pattern. However, when the dots were grouped forming the Müller-Lyer or Ponzo illusions, their performance revealed that the estimation of the lines' length was influenced by both illusions. The authors suggested that grouped patterns were perceived without attention but not encoded in memory (i.e. *innatentional amnesia*, see Wolfe, 1999 for a review). Later studies reported similar results (Chan & Chua, 2003; Kimchi & Razpurker-Apfeld, 2004; Lamy, Segal & Ruderman, 2006; Russell & Driver, 2005).

## **1.2. Innattentive processing is not necessarily identical to preattentive processing**

The above studies have shown that grouping can occur and affect task performance under conditions of inattention. Undoubtedly, these works have been an important contribution to the knowledge about the limits of human visual system to process grouped patterns. However, these studies do not permit to determine whether the innattentive processing of grouped patterns can influence the subsequent attentional processing of the same patterns. From our point of view, it is not possible to use an inattention paradigm to test *preattentive hypothesis* of visual processing. A *preattention paradigm* is necessary for testing *preattentive hypothesis*. Our proposal is based on the idea that inattentive processing is not necessarily identical to preattentive processing. Consequently, an inattention paradigm is inadequate to study preattentive processing. An inattentive process is (just) a visual operation carried out while attention is involved in a different visual task. The inattention paradigm developed to study these process only can provide data about a visual processing without attention that happens concurrently with an attentional processing of another stimulus at a different position.

In contrast, we propose that a preattentive process is a visual operation applied to a specific stimulus in absence of attention *that influences subsequent attentional processing of*

*the same stimulus*. According to Wolfe and Bennet (1997), "A stimulus that is visible but unattended can be said to have been preattentively processed" (p. 25). Our proposal is that a visible but unattended stimulus only can be said to have been *inattentively* processed. An appropriate use of the term preattentive requires to connect the inattentive processing of the stimulus with the subsequent attentional operations over the same stimulus.

Three main criteria guide our operative definition of preattentive processing:

1. **Independence:** preattentive processing is independent of attentional mechanisms, that is, it operates over a visual stimulus without involvement of attentional resources. However, this criterion does not entail to assume a direct effect of preattention on behaviour or conscious experience.
2. **Temporal Precedence:** preattentive processing of a specific visual stimulus begins before attention is devoted to the same stimulus. This criterion does not assume a sequential temporal course of preattention and attention. By this reason, it is completely compatible with a system of processes in cascade (McClelland & Rumelhart, 1979)
3. **Relationship:** preattentive operations influence attentional processing mechanisms.

Taken together, these three criteria define the goal of our study, as follows:

*The study of how visual patterns generated by means of perceptual grouping in absence of attention can influence their subsequent attentional processing.*

## 2. THE OBJECTIVE: PREATTENTIVE PROCESSING OF GROUPED PATTERNS

The goal of the present work is to study preattentive processing of visual patterns generated by means of gestalt grouping principles. Preattentive processing have already defined above. On the other hand, the gestalt principle used in this work was similarity in luminance. This grouping law has been part of most of studies in this field (Chan & Chua, 2003; Kimchi & Razpurker-Apfeld, 2004; Lamy, Segal & Ruderman, 2006; Russell & Driver, 2005).

The aim of the criteria defined above is to determine the methodological strategies to study the preattentive processing of grouped patterns in vision. In accordance to the three criteria, a corresponding methodological strategy was developed:

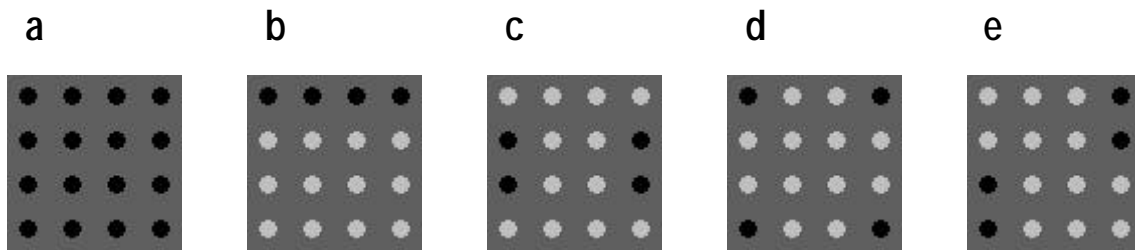
1. **Independence**: preexposure of grouped patterns concurrently with a distractor task.
2. **Temporal precedence**: dissociation between preexposure of grouped patterns and response phase.
3. **Relationship**: measuring preattentive processing effects on performance in a subsequent task that requires selective attention.

Conjoining these three methodological strategies, we have developed a new experimental tool called *preattention paradigm*, in contrast to the *innattention paradigm* by Mack et al. (1992).

## 3. GENERAL METHOD: PREATTENTION PARADIGM

Basically, the *preattention paradigm* consisted of two sequential stages: (1) a preexposure phase, and (2) an attentional task phase. During the first phase, participants had to carry out a digit detection task which consumed attentional resources. The digit task consisted of a rapid visual series presentation of 15 (Experiments 1, 2 and 4) or 10 (Experiments 3, 5 and

6) random numbers between 0 and 9, each lasted 200 ms. Participants had to press a key (space bar) as fast as possible each time digit zero was displayed on the screen. There was an enough number of digits zero to ensure a high involvement of attentional resources. Performance in the digit task was registered in order to filter non-valid trials that did not reach a determined hit rate. During the digit task, visual patterns, grouped by luminance similarity, could be displayed on the background at different locations, and with several SOAs (stimulus onset asynchrony) between grouped stimulus and attentional task onsets. The grouped patterns consisted of twelve white circles inside a matrix of dark circles on a grey background (Fig. 1).



**Figure 1.** (a) Ungrouped matrix consist of 16 dark circles and (b, c, d, e) grouped patterns consist of 12 white circles used in Experiments 1 to 5.

In the present work, the second stage included one of two different attentional tasks: either (1) a grouped pattern identification task (Experiments 1-4), or (2) a grouped pattern visual search task (Experiments 4 and 5). Both tasks are typical examples of experimental procedures involving selective attentional mechanisms.

Basically, the experimental design of *preattention paradigm* included two main conditions (Fig. 2):

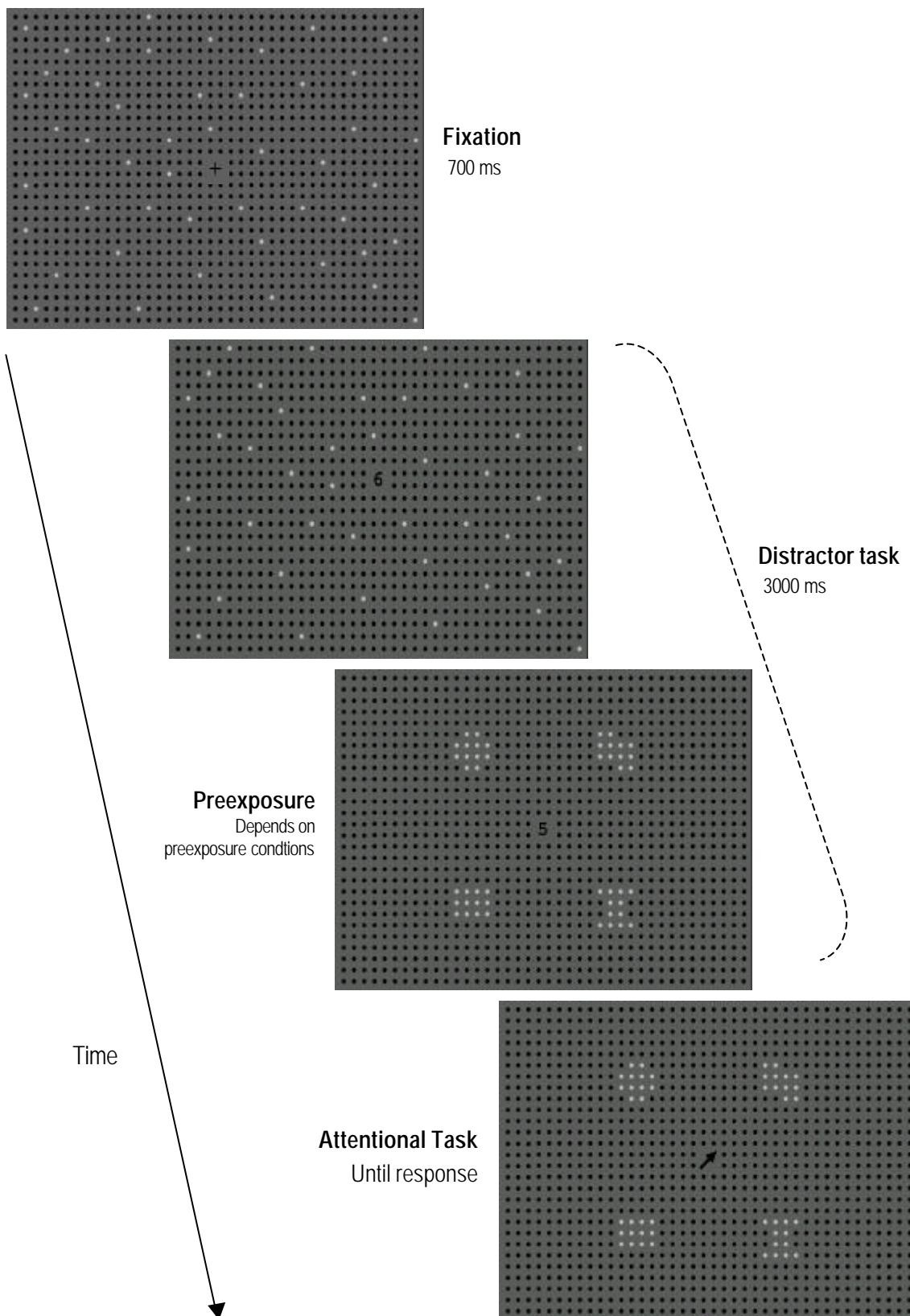
1. *Preexposure condition*, including presentation of grouped patterns during the digit task at different SOAs from 29 ms to 1113 ms.
2. *Non-preexposure or control condition*, not including presentation of grouped patterns during the digit task. Grouped stimuli only were displayed at the beginning of the attentional task phase, when the digit task had already finished.



The underlying theoretical framework for the *preattention paradigm* assume that if the digit task is correctly performed and, furthermore, differences in attentional task between preexposure and non-preexposure conditions are found, then inattentive processing of grouped patterns will have influenced the subsequent attentional processing of grouped stimuli. This implies: (1) a preattentive processing of grouped patterns, and that (2) preattentive processing of grouped patterns influences their posterior processing in a different task which requires attention. Therefore, the negative or positive direction of differences between preexposure and non-preexposure conditions will inform us about the facilitatory or inhibitory relationships between preattentive and attentive processing of grouped patterns.

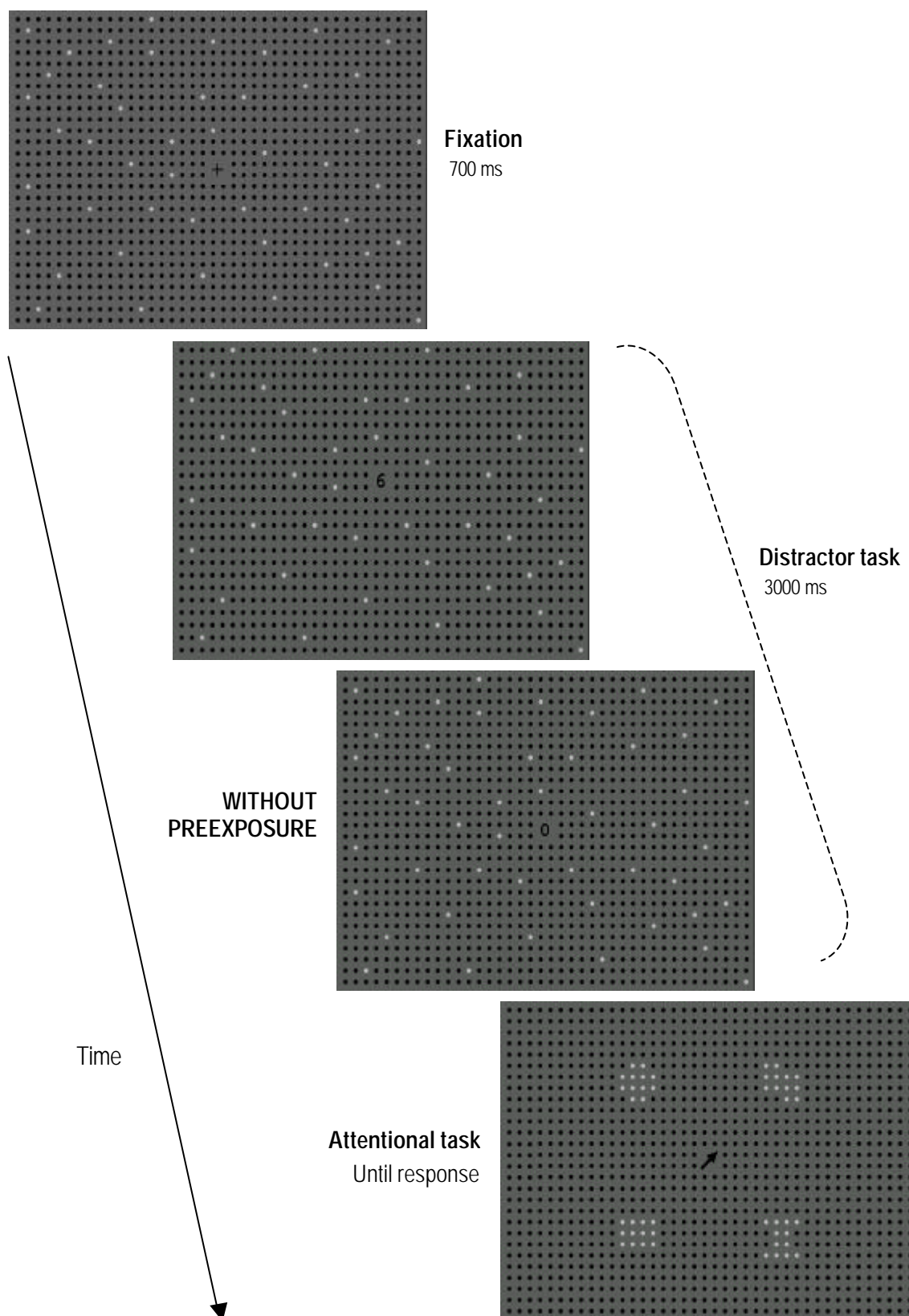
Moreover, in five of six experiments of the present study, an inter-subjects factor was included. Differently to the "preattentive group" participants that performed the task as previously described, a new group of participants, the "attentive group", carried out the task in a different manner. This last group did not perform the digit task during preexposure phase, instead, they were instructed to pay attention to the grouped patterns during preexposure phase but keeping fixation on the center of the screen. The goal of this experimental manipulation was to compare the effects of preattentive and attentive processing of grouped patterns, on subsequent performance, in a task that requires selective attention. In our opinion, this is an interesting way of analysing any possible qualitative differences between preattentive and attentive perceptual grouping.

## PREEXPOSURE CONDITION



**(SEE NEXT PAGE)**

NON-PREEXPOSURE OR CONTROL CONDITION



**Figure 2.** General procedure of the preattention paradigm with an identification task as attentional task

## 4. THE EXPERIMENTS

Two experimental phases were designed, including different attentional tasks. The first phase consisted of an identification task of grouped patterns; the second phase included a visual search task.

### 4.1. Experimental phase I: Experiments 1 to 4

#### *PARTICIPANTS*

A total of ninety undergraduate students from the UNED participated in the experiments, seventy five women and fifteen men, and received credits for their participation (ages 21-54, mean = 30.79, SD = 8.05). They all had normal or corrected-to-normal vision and two of them were left-handed.

#### *DESIGN, PROCEDURE AND RESULTS*

In this experimental phase, an identification task was included as indirect measure of preattentive processing of grouped pattern. Four different grouped patterns and their corresponding key responses were used in each experiment.

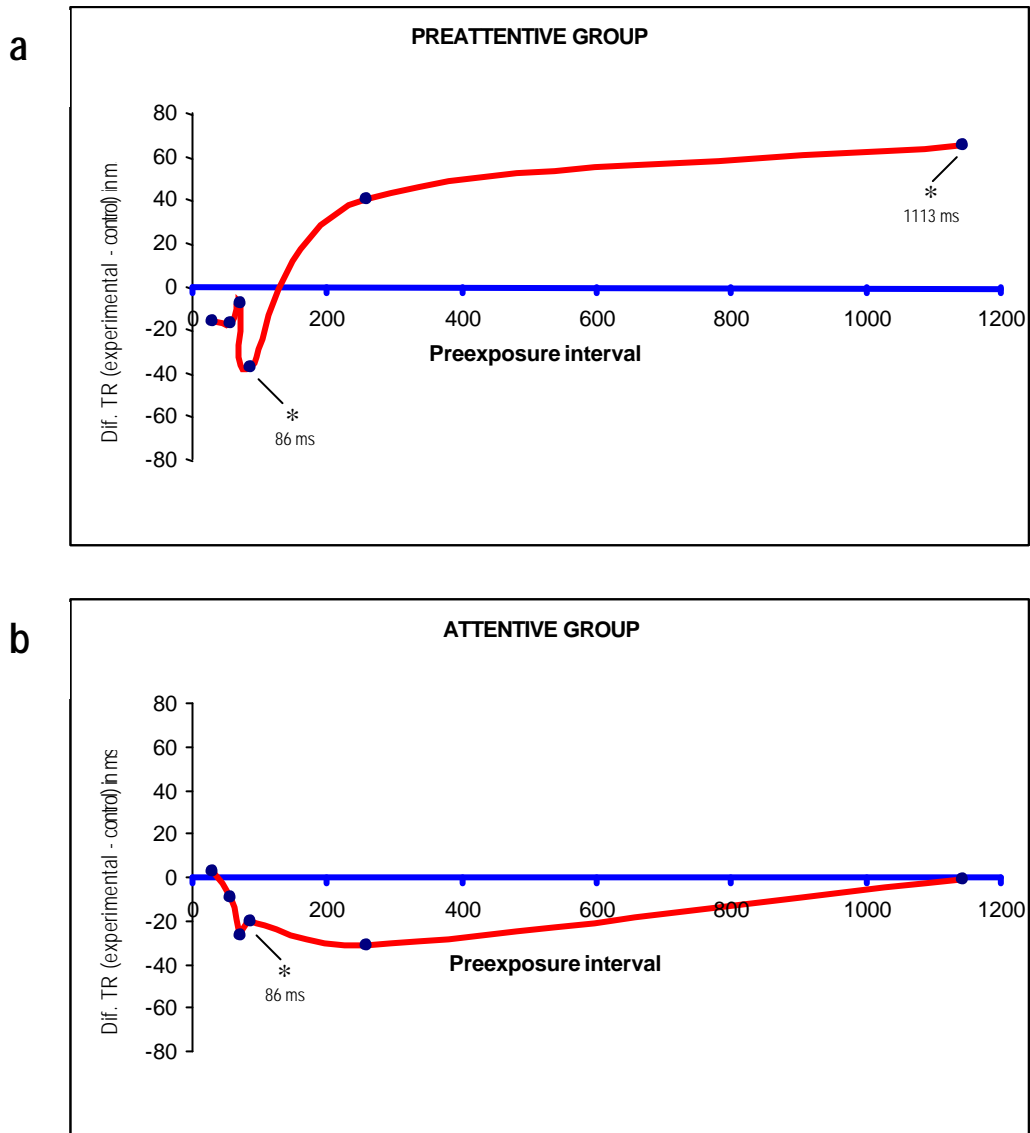
In **Experiment 1**, four different intervals of preexposure were manipulated in two experimental groups ("attentive" vs. "preattentive"): 1113 ms, 257 ms, 71 ms and a non-preexposure or control condition. Under the longest interval condition (1113 ms), the "preattentive" group showed slower reaction times (RT) than control condition in the identification task, suggesting an inhibitory effect of preattentive processing on selective attention. In contrast, the "attentive" group showed no differences between preexposure conditions. Contrary to traditional theories of attention (Broadbent, 1958; Julesz, 1981; Julesz & Bergen, 1983; Neisser, 1967; Treisman & Gelade, 1980) that predicts a facilitatory effect of

preattentive processing on selective attention, no improvement on performance was observed in any preexposure condition.

**Experiment 2** replicated the design and procedure of Experiment 1 but we use shorter intervals of preexposure: 86 ms, 57 ms, 29 ms and a control condition. The results showed that both "preattentive" and "attentive" groups showed a facilitatory effect of preexposed grouped patterns on the identification task at an interval of 86 ms. The rest of intervals did not differ from control condition. Figure 3 shows a summary of results from Experiments 1 and 2.

Taken together, the results from Experiments 1 and 2 are consistent with the *distractor inhibition hypothesis*. This predicts an activation of visual representations with short SOAs between stimulus and response and, therefore, an inhibitory effect when stimuli are unattended during longer periods of time. Houghton and Tipper (1994) proposed a dual-mechanism model of selective attention describing both amplification and inhibition processes in selective attention. In contrast to the traditional framework assuming that initial representations activated by ignored inputs passively decay back to resting levels (Broadbent, 1970; Van der Heijden, 1981), Houghton and Tipper (1994) propose a dual mechanism consisting of: (1) this classic excitatory component, and (2) an inhibitory component that acts to suppress irrelevant information coming from unattended stimuli.

According to this hypothesis, our results suggest that preattentive processing of visual patterns grouped by similarity, modulates the subsequent attentional processing of the same patterns. However, alternative hypotheses that rule out an involvement of preattentive grouping in the observed effects could be also proposed. The results could be explained by an inhibition of return effect (IOR) (see Lupiáñez, Klein & Bartolomeo, 2006, for a review) or, even, by the occurrence of negative priming of spatial location (Tipper, Brehaut & Driver, 1990; Tipper, Lortie & Baylis, 1992). Based on a spatial account, both hypotheses would deny the involvement of a preattentive processing of grouped patterns identity in our results. Experiments 3 and 4 were conducted in order to rule out these alternative hypotheses.



**Figure 3.** Temporal course of the influence of preexposure interval of grouped patterns on the subsequent identification task in (a) "preattentive" and (b) "attentive" groups. Data have been obtained from Experiments 1 and 2 computing the difference between each condition of preexposure and its corresponding control condition. Blue dots correspond with 29, 57, 71, 86, 257 y 1113 ms intervals of preexposure, respectively.

**Experiment 3** aimed to compare the preexposure effects of two different types of stimuli: (1) a preexposure condition similar to that of previous experiments, and (2) a new preexposure of position markers that just indicates the location of the grouped patterns in subsequent identification task. This last condition used position markers consisted of 4 x4 white

circles forming a matrix pattern. Position markers indicated where grouped patterns would be displayed on the screen afterwards but did not provide information about the identity of the grouped patterns placed subsequently in that position. Moreover, we manipulated the preexposure in both conditions including three different SOAs used in previous experiments: 1000, 257 y 86 ms. The aim of Experiment 3 was to rule out alternative hypotheses, based on a spatial account, which, as mentioned, could explain the results of Experiments 1 and 2. If results from these experiments were exclusively due to a preattentive processing of location of preexposed grouped patterns or a IOR effect (and, therefore, there would be no involvement of preattentive perceptual grouping operations), then, differences between preexposure of position markers and of grouped patterns should not appear, given that these two conditions provide information about spatial location of grouped patterns on identification task.

The results of Experiment 3 showed a reliable difference between both types of preexposure, indicating a shorter RT in the condition of grouped patterns. These results confirm that preattentive processing of grouped patterns identity is possible and, therefore, that visual grouping operations can occur in absence of attention, influencing subsequent attentional processing. However, these results are difficult to explain by hypotheses based on a spatial account.

The manipulation of intervals of preexposure showed the same pattern as previous Experiments, that is, a proportional increase of RT as a function of preexposure duration.

The results from Experiment 3 suggest that the *distractor inhibition hypothesis* is the more appropriate explanation for the effects. In order to obtain convergent evidence that could rule out the alternative spatial hypotheses, we conducted Experiment 4.

**Experiment 4** included two sub-experiments, 4A and 4B. Both experiments introduced a new manipulation affecting consistency between position of grouped patterns during the preexposure phase and the identification task. The new factor called *consistency* included three different conditions:

1. *Consistent*: grouped patterns displayed during preexposure stayed at the same position during identification task (similar to previous experiments).
2. *Inconsistent*: grouped patterns position during preexposure changed in the identification task
3. *Non-preexposure or control condition*: grouped patterns only were displayed during identification task, similarly to Experiments 1 and 2.

Spatial-based hypotheses predicts no differences between consistent and inconsistent conditions, since both provide information about spatial location of grouped patterns on the identification task, similarly to preexposure of markers and grouped patterns of Experiment 3.

The value of SOAs was blocked in two different sub-experiments: 86 ms for Experiment 4A and 200 ms for Experiment 4B. These values were chosen to check relevant hypotheses not only in a facilitatory way (86 ms) but also in an inhibitory one (200 ms), as suggested by previous experiments.

The results showed reliable differences between *consistent* and *inconsistent* conditions in both sub-experiments, indicating a shorter RT in *consistent* condition than *inconsistent* one. Similarly to the results previously found, the facilitatory/inhibitory dual data pattern was replicated again. With a SOA of 86 ms, the *consistent* condition showed a speeded RT compared to that obtained in the *control* and *inconsistent* conditions. On the other hand, with a SOA of 200 ms, RT in *consistent* trials was slower than that in the *control* condition but shorter than that of the *inconsistent* condition.

Results from Experiments 3 and 4 allow rule out the spatial-based hypotheses as a satisfactory explanation of most of data pattern gathered at Experimental Phase I. In contrast, the *distractor inhibition hypothesis* is fully consistent with the evidence obtained, especially with the facilitatory/inhibitory dual data pattern found as a function preexposure interval. Summarizing, results from Experimental Phase I suggest support the existence of a genuine preattentive processing of patterns generated by perceptual grouping.



Our results contradict the opinion of some authors who suggest that the term "preattentive" has outlived its usefulness (Cave & Batty, 2006; Mack & Rock, 1998; Nakayama & Joseph, 1998; Palmer, 1999). Our position is similar to that of Wolfe, Treisman & Horowitz (2003). They supported that certain uses of "preattentive" should be avoided but, at the same time, argued against abandoning the concept altogether. What are these dispensable meanings of preattentive? At least, three assumptions about preattentive processing should be ruled out:

1. The relationship between preattentive and attentive processes are univocal and sequential
2. Preattentive processing depends on a preattentive brain
3. Preattentive processing can directly control behaviour

Contrary to these assumptions, Wolfe, Treisman & Horowitz (2003) suggest that no part of the brain is exclusively preattentive. The same anatomical areas from V1 to higher visual areas in both ventral and dorsal pathways can participate in a feed-forward preattentive processing of visual scene and then in a selective attentional processing through subsequent reentry (Ahissar y Hochstein, 2002, 2004); Di Lollo, Enns y Rensink, 2000).

According to this new view, our results point out the critical importance of the temporal course of preattentive processing. Visual representations generated by preattentive processing may influence selective attention not only in a facilitatory way but also in an inhibitory one depending of the temporal course of processing without attention.

## **4.2. EXPERIMENTAL PHASE II: Experiments 5-6**

### ***PARTICIPANTS***

A total of forty four undergraduate students from the UNED participated in the experiments, thirty four women and ten men, and received credits for their participation (ages 20-59, mean = 33.7, SD = 9.9). They all had normal or corrected-to-normal vision and one of them was left-handed.

## **DESIGN, PROCEDURE AND RESULTS**

In this experimental phase, a visual search task was included as indirect measure of preattentive processing of grouped pattern. Two different experiments were conducted.

**Experiment 5** included a compound visual search of the same four grouped patterns used in previous experiments. Compared to Experimental Phase I, the main variation affected the attentional task phase. At the beginning of this phase, one of the four patterns was displayed at fixation in order to inform participants what the target was. Then, participants had to find the target pattern and indicated the identity of the letter inside ("H" or "S") by pressing a numerical keyboard button (number 1 or 2) as quickly as possible. Similarly to previous experiments, two different experimental groups participated in the experiment, a "preattentive" and an "attentional" group. Preexposure was manipulated introducing four different SOAs: 86 ms, 257 ms, 1000 ms and control or non-preexposure condition.

Differently to Experimental Phase I, no effects of preexposure were observed in "preattentive" group. The "attentional" group showed a better performance with a SOA of 1000 ms, compared to the rest of preexposure conditions. A reduced error average and RT in this condition suggested that attention devoted to the grouped patterns during a large period of time (1000 ms) can improve subsequent visual search of one of these patterns. This result is consistent with previous studies that used the preview search task (see Watson, Humphreys y Olivers, 2003, for a review) showing that it is necessary an interval of at least 400 ms to obtain a preview benefit on the subsequent search task.

**Experiment 6** make use of a simple visual search composed by new grouped patterns. The goal was to manipulate the set size of search as an experimental factor. This new factor called *set size* included three different conditions: two, four or eight stimuli, displayed around fixation. In a similar way that Experiment 3, we included a factor that compared preexposure of position markers versus preexposure of grouped patterns. There were three different intervals of preexposure: 86 ms, 257 ms and 1000 ms. Participants had to indicate whether a grouped pattern displayed at fixation at the end of the digit task, was present or absent.

Neither preattentive nor attentive groups showed a reliable effect of preexposure on search. However, a strong influence of set size over RT and accuracy was observed. In order to know the degree of efficiency of search, RT was analysed as a function of set size, producing four functions- one for target present and one for target absent trials in each group of subjects. According to Wolfe (1998), visual search in Experiment 6 was "very inefficient" due to the resulting RT x set size slopes had values much more higher than 30 ms/item.

Results from Experimental Phase II using a visual search task did not replicated previous results obtained with an identification task. We did not find any influence of a preattentive processing of grouped patterns on subsequent visual search task. One possible reason of this difference between experimental phases could due to the inefficiency of searching. In Experiments 5 and 6, RTs were very slow and, perhaps, these very high latencies could have hidden a possible effect of preattentive processing of grouped pattern. New experiments with more efficient visual search tasks are necessary to know the reasons for these differences between identification and search tasks in the present work.

## 5. CONCLUSIONS

Our study has generated two main contributions: methodological and theoretical:

### A) METHODOLOGICAL CONTRIBUTIONS

1. A preattentive strategy is required for the study of preattentive processing. The *inattention paradigm* is not a valid method to test preattentive hypothesis
2. The occurrence and nature of preattentive processing are both empirical questions that need appropriate methods for their study.
3. Preattentive processes should be investigated by means of a study of their influence on attentional mechanisms. In order to do that, a preattention paradigm was developed.

4. Preattentive processing may be operatively defined as a processing without attention of a stimulus that influences subsequent attentional processing of the same stimulus.

## **B) THEORETICAL CONCLUSIONS**

5. Our results showed that preattentive processing of visual patterns, grouped by similarity in luminance influences their subsequent identification.
6. The temporal course of preattentive processing is a critical factor that modulates performance in subsequent tasks requiring selective attention.
7. Preattentive processing can influence selective attention not only in a facilitatory way but also in an inhibitory one, depending on the interaction of activation/inhibition processes. The *distractor inhibition hypothesis* may be a coherent explanatory model for our data.
8. Just the intention for attending is not enough to influence behaviour. It is necessary to have appropriate temporal conditions to get that intention for attending lead to an effective attentional processing influencing current activity.
9. Results obtained with identification and visual search tasks have been notably divergent. New experimental designs are necessary to study which factors are responsible for this difference.
10. Although certain uses of the term "preattentive" should be abandoned, the concept has not lost its usefulness. A new account suggests that the same brain areas can participate not only in the feed-forward generation of preattentive representations but also in the subsequent attentional processing by means of a reentrant activation.