

**UNIVERSIDAD DE MÁLAGA**  
**DEPARTAMENTO DE PSICOLOGÍA BÁSICA, PSICOBIOLOGÍA Y**  
**METODOLOGÍA DE LAS CC. DEL COMPORTAMIENTO.**  
**ÁREA DE METODOLOGÍA DE LAS CC. DEL COMPORTAMIENTO.**

***INTERACCIÓN DE LAS LEYES GESTÁLTICAS EN LA***  
***ESTRUCTURACIÓN JERÁRQUICA Y CONFIGURACIÓN***  
***HOLÍSTICA DE LA INFORMACIÓN VISUAL***

**TESIS DOCTORAL**

Presentada por:

*Rafaela Luna Blanco*

**Director:**

*Dr. Marcos Ruiz Soler*



Málaga, 1996

**D. Marcos Ruiz Soler**, Profesor Titular del Área de Metodología de las Ciencias del Comportamiento de la Facultad de Psicología de la Universidad de Málaga,

**CERTIFICA:**

Que la presente Tesis Doctoral titulada: "Interacción de las leyes gestálticas en la estructuración jerárquica y configuración holística de la información visual" ha sido realizada por la doctoranda Dña. Rafaela Luna Blanco, en el Laboratorio de Sujetos Humanos del Departamento de Psicología Básica, Psicobiología y Metodología de las CC. del Comportamiento de la Universidad de Málaga, bajo su dirección.

Málaga, a 1 de julio de 1996

Fdo.: *Dr. Marcos Ruiz Soler*



*A MIS PROGENITORES*



## AGRADECIMIENTOS

En estas líneas quiero mostrar mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que, de una forma o de otra, han hecho posible el comienzo, desarrollo y finalización del presente estudio.

En primer lugar, quiero agradecer el apoyo científico y crítico que la dirección del Dr. Marcos Ruiz Soler ha llevado a cabo, por su enorme labor y paciencia ante mis inquietudes por las diferentes etapas de este estudio, por su saber escuchar, por sus correcciones múltiples, etc., en fin por su categoría humana que sobresale aún más, si se puede, que su talante académico docente e investigador.

De igual forma, deseo agradecer al Dr. Francesc Salvador Beltrán su colaboración y disposición en proporcionarme parte de la bibliografía, así como sus interrogantes y comentarios que me fueron, y probablemente me seguirán siendo, muy útiles para el planteamiento de soluciones explicativas a los fenómenos perceptuales.

También quiero expresar mi agradecimiento a la Dra. M<sup>a</sup> José Blanca Mena por permanecer siempre a mi lado, prestándome todo el material visual, estadístico, bibliográfico, etc. y lo más importante su apoyo incondicional. Procuraré, si la memoria no hace estragos en mí, no olvidar nunca lo que ha hecho por mi labor profesional e investigadora.

Por otro lado, merece resaltar la labor de todos los compañeros del Área y del Departamento que, sin saberlo de forma consciente, me han servido de

guía y de ejemplo en su quehacer diario sin llegar a desfallecer. Gracias, en especial al Dr. José Francisco Navarro Humanes porque me ofreció su gran ayuda en un momento muy difícil, sin su colaboración no habría redactado todo este trabajo.

De manera muy especial quiero mostrar mi gratitud a mis familiares más cercanos, madre y hermanos, por saber tolerar con agrado las diferentes situaciones emocionales por las cuales he pasado y "sobrevivido" en la búsqueda y elaboración de estímulos, pasación de ensayos, etc. Sin su ayuda y dedicación no hubiese terminado todo lo que supone este esfuerzo. Gracias en mayúsculas.

Y, por último, manifestar mi agradecimiento a mis alumnos y a todas aquellas personas que, sin conocerlas, se ofrecieron de forma voluntaria en las fases experimentales, no cabe duda que sin ellos no hubiera sido posible la finalización del presente trabajo. Gracias a todos y, muy especialmente, a los alumnos de 1ºA y 1ºB del curso académico 95/96, fueron realmente encantadores.

# ÍNDICE

<b>PARTE PRIMERA: PLANTEAMIENTO TEÓRICO.....</b>	<b>1</b>
<b>I. LA ORGANIZACIÓN PERCEPTUAL EN EL SISTEMA VISUAL HUMANO. ....</b>	<b>3</b>
Introducción .....	5
1. El "locus" perceptual: ¿Fase tardía?.....	7
2. Teoría de la integración de características .....	25
3. La teoría de los códigos superordenados: Asimilación y contraste .....	37
<b>II. MODELOS DE PROCESAMIENTO DISTRIBUIDO EN PARALELO. ....</b>	<b>47</b>
Introducción .....	49
1. Características fundamentales del procesamiento distribuido en paralelo .....	53
2. Arquitecturas de los modelos PDP .....	58
2.1. Organización jerárquica.....	58
2.2. Interactivos .....	63
3. Modelos de red neural .....	67
<b>A MODO DE CONCLUSIÓN .....</b>	<b>77</b>

**PARTE SEGUNDA: ESTUDIO EMPÍRICO ..... 79**

**III. LA EMERGENCIA DE CARACTERÍSTICAS EN LA INTERACCIÓN  
PERCEPTUAL ..... 81**

Introducción ..... 83

1. Experimento nº 1: El efecto de la codificación visual ..... 87

1.1. Hipótesis ..... 87

1.2. Método ..... 88

1.3. Resultados ..... 94

1.4. Discusión ..... 108

1.5. Conclusión ..... 113

2. Experimento nº 2: El producto de la similaridad de características ..... 117

2.1. Hipótesis ..... 117

2.2. Método ..... 118

2.3. Resultados ..... 120

2.4. Discusión ..... 127

2.5. Conclusión ..... 129

3. Experimento nº 3: El agrupamiento perceptual de características similares .. 132

3.1. Hipótesis ..... 132

3.2. Método ..... 134

3.3. Resultados ..... 137

3.4. Discusión ..... 144

3.5. Conclusión ..... 146

4. Experimento nº 4: La superioridad configuracional en la señalización	
vertical.....	149
4.1. Hipótesis.....	149
4.2. Método.....	150
4.3. Resultados.....	154
4.4. Discusión.....	163
4.5. Conclusión.....	167
5. Experimento nº 5: Los procesos emergentes en la señalización	
vertical .....	171
5.1. Hipótesis.....	171
5.2. Método.....	172
5.3. Resultados.....	176
5.4. Discusión.....	186
5.5. Conclusión.....	190
<b>IV. DISCUSIÓN GENERAL.....</b>	<b>193</b>
<b>V. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>205</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>211</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>233</b>



**PARTE PRIMERA:  
PLANTEAMIENTO TEÓRICO**



# **I. LA ORGANIZACIÓN PERCEPTUAL EN EL SISTEMA VISUAL HUMANO**



## INTRODUCCIÓN

No cabe duda de que el ser humano se relaciona con su medio más inmediato mediante la ejecución de múltiples procesos de información. Así, cuando se inicia un diálogo se procesa; al conducir se procesa; en la lectura se procesa, etc., y en un número interminable de actividades que nos van recordando constantemente que el hombre es un procesador de información por excelencia.

Sin embargo, también es un hecho sobradamente conocido que no se interpreta y organiza la información siempre de la misma manera, es decir, que la realidad fenoménica no tiene forzosamente que coincidir con la realidad física. De hecho la mayoría de las veces sucede así. Por esta razón nos preguntamos, ¿en qué se fundamenta la organización de los elementos informativos?, ¿cómo se organizan?, ¿por qué se agrupan de una forma y no de otra?. En realidad, ¿qué está determinando esa disposición perceptual? y, más específicamente, ¿son los componentes de un objeto visual los verdaderos responsables de la estructuración perceptual o bien predomina alguna determinación interaccionista de todos esos elementos?, y más aún ¿puede emerger la percepción a partir de esa interacción?, es decir, ¿es la causa directa e inmediata de la organización perceptual la codificación del resultado de esa interacción inter-elementos?.

Bien, lo cierto es que aún hoy en día podemos ver cómo el estudio de la percepción y, más en particular, de la percepción visual como un proceso básico dentro de la psicología cognitiva, sigue dando grandes quebraderos de

cabeza a los investigadores más interesados en descubrir sus recovecos y enigmáticos procesos intervinientes.

Con el presente estudio queremos aunar esfuerzos en el intento de conocer y explicar cómo se comporta el ser humano al procesar información de tipo visual. Para ello, nos centraremos, en primer lugar, en las diferentes posturas teóricas que guardan una estrecha relación con el planteamiento gestáltico, del cual partimos. En segundo lugar, se estudiarán los modelos de procesamiento distribuido en paralelo más afines con la estructuración estimular, es decir, en la jerarquización del estímulo. Por último, presentaremos las investigaciones que hemos realizado con el fin primordial de aportar nueva evidencia empírica acerca de la interacción y/o integración de los componentes jerárquicos y, de los procesos emergentes en la formación holística de la figura estimular.

Así pues, hemos planteado la exposición en dos partes bien diferenciadas. Una primera aproximación, con el fin de presentar las diversas investigaciones existentes relacionadas con el propósito de este trabajo, a saber, el estudio de las leyes gestálticas en interacción. En la segunda se incluyen una serie de análisis experimentales dirigidos a contribuir, en la medida de lo posible, a la explicación de un aspecto puntual de los procesos perceptivos.

## 1. EL “LOCUS” PERCEPTUAL: ¿FASE TARDÍA?

La idea de que el todo es diferente a la suma de sus partes es la tesis central de la psicología gestáltica. Lo que percibimos no es una mera suma o serie de sensaciones, si no la configuración total de la que forman parte.

Gestalt significa que el todo contiene algo más que las simples partes, contiene una Gestalqualität, una "forma-cualidad", o una cualidad que completa la suma de los datos sensoriales originales, de esta forma, los elementos no poseen exclusivamente sus propios atributos. De aquí se deduce que, la percepción no es un proceso estático, sino organizado, dinámico, constructivo, como defendió Wertheimer (1912) proponiendo la teoría de que el sistema visual organiza las partes según unas leyes de agrupación. Se tiende a agrupar perceptualmente aquellos elementos que están próximos unos a otros, se parecen entre sí, forman un contorno cerrado o se mueven en la misma dirección.

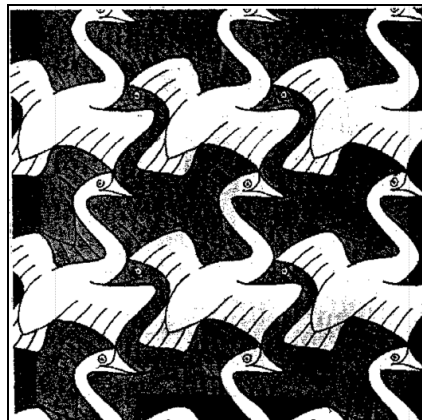
Todos estos aspectos organizativos de la escena visual quedan reflejados en una serie de leyes que defienden un tipo u otro de agrupamiento de los elementos o componentes del estímulo presentado. Así, se configuraría la percepción del objeto de acuerdo a la disposición y organización de la imagen visual.

### Principios de organización

Para que la percepción de un objeto sea efectiva se hace necesario la distinción del estímulo y debido a que el observador posiblemente no puede discriminar todas las diferenciaciones del mismo, el campo perceptual tiende a

ser organizado en un número limitado de unidades. De aquí surgió la idea de los principios que rigen el agrupamiento de los elementos perceptuales en unidades o figuras (Wertheimer, 1912), constituyéndose las leyes gestálticas de la organización perceptual, que -en esencia- pasaremos a describir.

Ley figura y fondo. Las figuras se perciben de forma destacada o "sobresaliente" del fondo, es decir, ciertos factores del campo visual "resaltan" con respecto a otros, percibiéndose en primer lugar y diferenciándose del resto de la imagen presentada, que se vería como el fondo. Este principio se denominó "figura-fondo" (Rubin, 1921), en donde la zona de la imagen visual que aparece como una unidad delineada con nitidez es lo que se conoce como "figura", y el resto, "fondo". La separación entre la figura y el fondo es uno de los aspectos más básicos en la organización perceptual y se puede considerar un proceso previo a la atención, en la configuración global y automática llevada a cabo con anterioridad a la extracción de las características de la figura (Neisser, 1967). El efecto figura-fondo se pone de manifiesto en las llamadas figuras reversibles, en las cuales el efecto se vuelve reversible pudiéndose observar lo que se percibe como figura como fondo e instantes después, el fondo como figura.



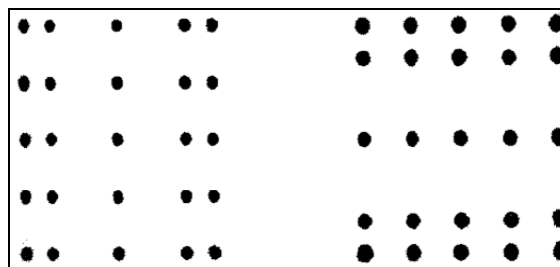
**FIGURA 1.** Figura reversible que tras una observación continuada produce la impresión de un conjunto de cisnes en vuelo en una u otra dirección (Dibujo tomado de Escher, p. 8).

El efecto figura se percibe por poseer estructura, forma, mientras que el fondo carecería de ella. Cuando ambas, figura y fondo, presentan forma y estructura las figuras se muestran reversibles.

Ley de la Pregnancia. Cuando los estímulos son ambiguos, la percepción suele ser tan "buena", es decir, simple, regular y simétrica, como las "condiciones actuales" lo permitan (Koffka, 1935). Condiciones actuales significan aquí la información que la retina esté registrando. En esencia, esta ley sostiene que la percepción se organiza según un principio mínimo que hace que la respuesta perceptiva ante una situación determinada sea la más económica posible (Hochberg, 1971).

Los investigadores gestaltistas formularon una serie de principios apoyados por diversos estudios realizados en el funcionamiento de la Ley de la Pregnancia. Así, a continuación nos vamos a centrar en alguno de ellos.

*Proximidad.* La ley de la proximidad de la Gestalt afirma que los rasgos locales que son cerrados tienden a agruparse juntos como una figura. Por ejemplo, una densa nube de puntos en un fondo tiende a percibirse como figura. Aquellos componentes más próximos en el espacio tenderán a formar un subconjunto del objeto visual presentado.



**FIGURA 2.** Proximidad. En la imagen de la izquierda la organización perceptual se produce en columnas por la aproximación horizontal de los pares de puntos, mientras que en la otra imagen se produce en filas por la aproximación vertical de los pares de puntos.

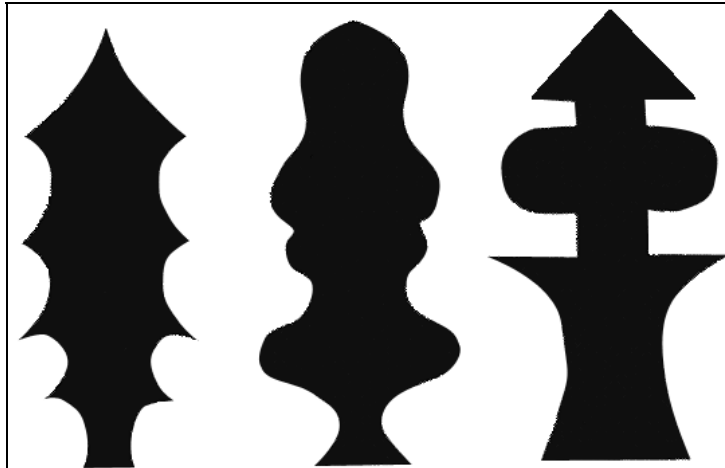
*Semejanza.* De acuerdo con la ley de la similaridad de la Gestalt, si una imagen consiste de una mezcla de dos tipos diferentes de rasgos locales, el sistema visual puede agrupar los rasgos de un tipo y percibirlos como una figura, mientras que el resto de los rasgos son percibidos como partes de un fondo. Por otro lado, en una mezcla de tres tipos de rasgos locales es difícil distinguir una distribución uniforme de rasgos (Marr, 1982). Aparentemente, el sistema visual puede detectar bimodalidades -de una propiedad local tal como el tamaño-, sin embargo, el sistema visual humano no puede manejar, fácilmente, las distribuciones multimodales, y tiende a tratarlas como distribuciones uniformes. Aquellos elementos que sean semejantes entre sí, tenderán a formar un conjunto perceptual.



**FIGURA 3.** Similaridad de formas. Las cabezas masculinas similares así como las femeninas tienden, alternativamente, a percibirse como figura formando los cuatro vértices de un cuadrado imaginario (Dibujo tomado de Escher, p. 4)

*Simetría.* Existe mayor probabilidad de que las zonas simétricas de una imagen visual se perciban como figuras que las zonas asimétricas. Si bien,

añadir que la simetría que presenta el objeto favorece la formación de procesos globales en el procesamiento de la información visual (Sekuler, 1994).

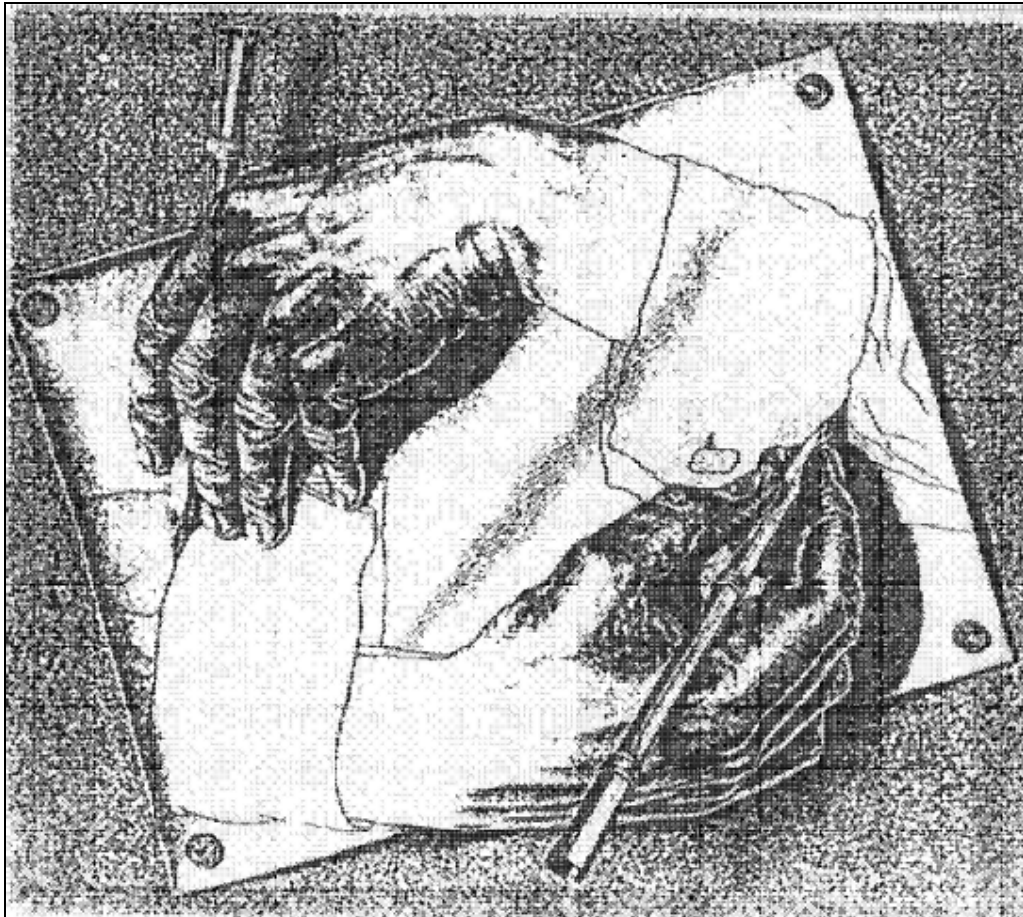


**FIGURA 4.** *Simetría.* Esta imagen presenta formas negras en un fondo blanco. Las formas negras se orientan en vertical, simétricamente, como figuras y el resto como fondo, asimétricamente.

*Buena continuación.* Cuando los componentes del estímulo visual presentado parecen estar situados de forma adecuada entre sí, se percibe una "buena continuación".

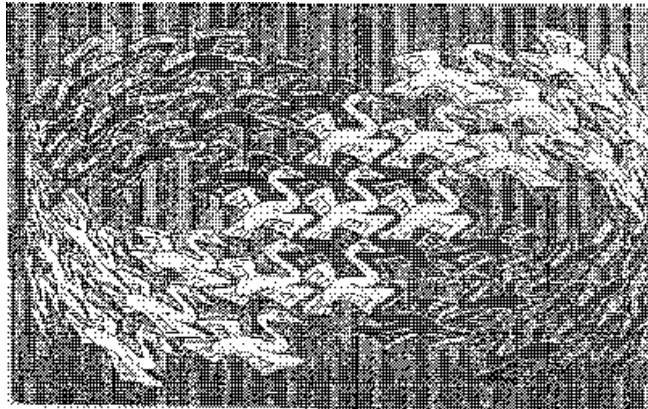
*Destino común.* Con este principio se resalta la importancia del agrupamiento perceptivo llevado a cabo en el movimiento o en pequeños cambios de un grupo de elementos del campo visual. Autores como Krech, Crutchfield y Livson (1969) llevaron a cabo un estudio acerca del destino común aplicado a la coreografía. Llegaron a advertir que, cuando hay varios bailarines, la tendencia a seguir a aquellos que ejecutan los mismos movimientos transforma un caos potencial en una compleja sucesión de elementos figurativos sobre un fondo dinámico. De igual forma, podemos observar que el destino común tiene una gran importancia en las llamadas "bandadas de aves". Así, se tiende a seguir a aquellas aves que siguen los

mismos movimientos percibiéndose dicha compleja sucesión de elementos figurativos sobre el fondo dinámico.

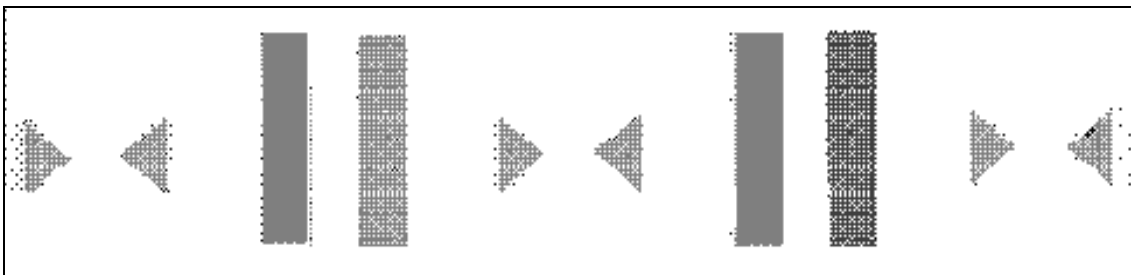


**FIGURA 5.** *Buena continuación.* La organización perceptual se efectúa en forma de dos manos en círculo más que en forma de una mano hacia la izquierda y otra hacia la derecha, debido a la buena continuación de las líneas y formas para producir la circularidad (Dibujo tomado de Escher, p.85).

*Cierre.* Una serie de elementos con límites dentro del espacio visual tiende a verse como una figura independiente del resto de los elementos, con más frecuencia, que una zona de contornos incompletos.



**FIGURA 6.** *Destino común.* Esta imagen forma un patrón coherente por la organización del destino común de las aves que se perciben en vuelo de derecha a izquierda y de izquierda a derecha cerrando un bucle (Dibujo tomado de Escher, 1991, p. 24)



**FIGURA 7.** *Cierre.* El cierre predomina sobre la proximidad.

A partir de todos estos principios gestálticos, que hemos examinado brevemente, se fue desarrollando la idea de que la percepción es algo más que el registro directo de sensaciones, en la que intervienen otros procesos entre la estimulación y la experiencia. Tal concepción es la postura defendida por el empirismo. En una aproximación clasificatoria, los psicólogos empiristas centran sus estudios en dos grandes temas:

1. Las relaciones entre el mundo externo y los resultados de los registros sensoriales y,
2. Cómo interactúan los resultados de estos registros con otros procesos centrales para producir el significado de las percepciones.

En función de estos dos bloques temáticos se generan diversas y diferentes líneas de estudio teniendo como objetivo principal uno o ambos criterios, defendidos por los teóricos empiristas. Así, Külpe (1904) declaró que la percepción no es simplemente el "input" sensorial, ya que la atención desempeñaría un papel muy importante en el procesamiento de la información recibida. Por otro lado, Helmholtz (1924-1925) afirmaba que entre las sensaciones -estimulación- y nuestra percepción consciente del mundo real existen unos procesos intermedios de carácter constructivo. Del mismo modo, Bartlett (1932) defendió que las expectativas influyen en la percepción posterior de una manera directa y Sanford (1936) admitió que las sensaciones particulares podían influir en lo que se percibe, como por ejemplo en la descripción de una pintura, interpretación de una situación real, etc., ya que todos los sujetos observan de forma objetiva las mismas sensaciones elementales, sin embargo, reorganizan dicha información pero esta vez de forma subjetiva, dando lugar a diferentes puntos de vista.

Los estudios llevados a cabo durante la década de los años 50 y 60 se basaron, principalmente, en la atención. Autores como Broadbent (1958) y Neisser (1967) investigaron la selección natural de la percepción humana, poniendo de manifiesto que la percepción es un control abierto por factores centrales y no está determinada, exclusivamente, por las condiciones locales de la estimulación. Esta es una evidencia muy sugerente desde el punto de vista de quienes apoyan una visión empirista de la percepción, construyéndose así el estado del pensamiento concerniente a la percepción indirecta de

carácter constructivo de los años posteriores a Helmholtz (1925) y formulándose la doctrina de la "inferencia-no-consciente".

Aunque los principios del agrupamiento gestáltico constituyen un buen punto de partida para comprender la separación perceptiva, es necesario generalizar el alcance de los mismos pues así se llegaría a establecer, a priori, la organización perceptual en cualquier imagen visual presentada.

De esta forma, estudios como los llevados a cabo por Rock y Brosgole (1964) intentaron analizar de modo más cuantitativo y objetivo las relaciones existentes en el agrupamiento perceptual. Así, utilizaron una serie de estímulos que se podían inclinar con profundidad, concluyendo que el factor crucial del agrupamiento por proximidad era la cercanía del espacio percibido, no la simple proximidad retiniana. De igual modo, Beck (1966a) encontró que se tendía a agrupar las figuras con líneas en la misma dirección en vez de las que tenían la misma forma, y afirmó que la orientación de las líneas prevalecía sobre la similitud física en el agrupamiento perceptual.

Estos resultados se corroboraron con otros experimentos posteriores en los que se emplearon registros del umbral y de la claridad del estímulo como índices de la eficacia de la separación perceptiva (Beck, 1966b, 1967, 1972), manifestándose que los procesos de agrupamiento se basaban en respuestas espontáneas, previas a la atención, a propiedades tan simples como el brillo, el tamaño y la dirección de las líneas. La relevancia de la orientación de las líneas guarda relación con la postura defendida por Gibson (1950) sugiriendo que la dirección de la línea es un elemento básico para la percepción de la figura apoyada por la idea de los detectores corticales de rasgos en la orientación.

Los estudios centrados en la influencia de la orientación de los rasgos del estímulo visual o en la pendiente de las líneas se confirmaron con los trabajos

desarrollados por Olson y Attneave (1970). En sus estudios, investigaron el alcance de determinadas variables para producir agrupamientos por semejanza, registrando el tiempo que los sujetos tardaban en localizar un cuadrante dispar en una disposición estimular circular, y encontraron que las disposiciones cuyos elementos diferían desde el punto de vista de pendiente (segmentos lineales de una orientación opuestos a otros de orientación distinta, elementos en pendiente) producían menores tiempos de agrupamientos que aquellas en las cuales se combinaban las mismas pendientes para formar ángulos distintos (elementos en ángulo).

Así, estos autores descubrieron que el agrupamiento dependía de la orientación de todo el conjunto de estímulos, es decir, las disposiciones que contenían elementos verticales y horizontales se agrupaban mejor que las de los elementos diagonales. Y, propusieron que el agrupamiento dependía de la relación existente entre los elementos con un sistema interno de referencia de ejes x-y, es decir, con un marco interno de referencia cartesiano.

Con la aparición de la teoría de la información se dio un gran impulso a los aspectos físicos de la forma estimular que se relacionan con su capacidad de ser percibida. Teniendo en cuenta dicha teoría surgieron los estudios desarrollados por Garner (1962, 1966) defendiendo la idea de que los patrones sencillos o "buenos" son los que tienen pocos modos alternativos de organización perceptiva, es decir, la bondad percibida de un patrón es inversamente proporcional al tamaño del subconjunto de patrones equivalentes del que el sujeto infiere que el patrón estimular proviene. Estos resultados se mostraron también en los trabajos realizados por Garner (1970), Handel y Garner (1966) y Royer y Garner (1966), confirmándose la hipótesis de que los buenos patrones estímulos son los que tienen pocos modos alternativos de organización. Así, podemos afirmar que los buenos patrones de estímulos de

puntos provienen de subconjuntos inferidos pequeños y los malos patrones, de subconjuntos mayores.

Un aspecto interesante a resaltar, en los elementos estructurales que forman el objeto visual, se encuentra en las dimensiones de complejidad y discriminabilidad de las características perceptivas. En general, se afirma que la complejidad observada en un objeto visual aumenta al hacerlo el número de lados de la figura (Michels y Zusne, 1965; Zusne, 1970). Y es que, la relación entre complejidad y número de lados de polígonos parece ser independiente de la naturaleza sensorial utilizada en la presentación del estímulo. De esta forma, Brown y Brumaghim (1968), Brumaghim y Brown (1968) y Owen y Brown (1966), encontraron resultados similares en estímulos visuales y táctiles. Por esta razón, indicaron que la relación psicofísica entre juicios de complejidad y número de lados de la forma estimular es una característica perceptiva general.

Con esta breve exposición se puede ver que, aunque la validez de las leyes del agrupamiento perceptual no se ha puesto seriamente en duda, de forma general, se está reconsiderando en qué fase del proceso visual operan. La tesis de la Gestalt da implícitamente por supuesto que el agrupamiento ha de ocurrir al principio del proceso visual. Sin embargo, es posible que los principios de agrupación operen en fases tardías del proceso, después de que se hayan percibido las condiciones físicas de los objetos tales como el relieve y la iluminación.

Así, dos grandes cuestiones van a dirigir la atención del presente estudio, a saber:

1. ¿Qué determina el agrupamiento o formación del objeto visual?
2. ¿Cuáles son los efectos del agrupamiento en el procesamiento perceptual?

Teniendo en cuenta lo expuesto, las investigaciones se centraron en una u otra o ambas cuestiones. Así, los diversos modelos de reconocimiento de objetos asumen que la organización figura-fondo tiene lugar como un paso necesario anterior al reconocimiento de los mismos (Peterson, 1986; Peterson y Hochberg, 1983, 1989; Hochberg y Peterson, 1987).

Otros estudios enfatizan un factor muy importante a considerar en la formación del "output" y es, precisamente, las interacciones que se pueden establecer entre los componentes del objeto visual. Así, Pomerantz y Pristach (1990) arguyen que el agrupamiento perceptual resulta de las características emergentes creadas por la configuración de los elementos en un orden. Esta idea nos viene a resaltar que el agrupamiento opera como un sistema dinámico, es decir, mediante un conjunto de elementos que interactúan, envolviendo las partes que son difíciles o imposibles de discriminar dentro del todo. Dichas partes agrupadas pueden producir propiedades emergentes, posiblemente incluyendo la simetría y el cierre, que hacen posible los efectos de la superioridad configuracional, donde las formas del todo son más fáciles de discriminar que la distinción de sus componentes de forma aislada.

De esta forma, Kimchi (1994) propuso una distinción entre las propiedades globales -definidas por el lugar que ocupan en la estructura jerárquica del estímulo visual- y las propiedades holísticas o configurales, definidas por las interrelaciones entre los diferentes componentes, es decir, entre las partes que lo constituyen.

Así, el procesamiento holístico considera que el procesamiento de la información inicial -con relación a la identificación, discriminación o clasificación de objetos- envuelve el procesamiento de propiedades configurales más que el procesamiento de las propiedades de los componentes. Por esta razón, las

propiedades holísticas son propiedades que dependen de las interrelaciones entre los elementos del estímulo.

La precedencia global-a-local propuesta por Navon (1977) es un intento de comprobar la hipótesis acerca de la primacía perceptual de las propiedades configuracionales. Dicho paradigma ha sido ampliamente utilizado en diversos estudios sobre el procesamiento de la información visual (Robertson y Lamb, 1991; Treisman, 1986; Uttal, 1988; Nicoletti, Rumati, Peressotti y Job, 1993; Arnau, Salvador y Blanca, 1992, entre otros).

Actualmente, el paradigma del procesamiento visual global/local defiende que las propiedades de más alto nivel -elementos de mayor tamaño- se procesan en primer lugar, seguidas por el análisis de las propiedades de las unidades de más bajo nivel -elementos de menor tamaño- (Kimchi, 1983, 1992; Navon, 1981; Ward, 1982). Por ello, se debe tener bastante precaución cuando se habla de propiedades globales y procesamiento configural, porque éste último se refiere a la dominancia perceptual de las propiedades holísticas, es decir, de las propiedades gestálticas tales como el cierre, la simetría, el paralelismo, etc. (Kolinsky y Morais, 1986; Lasaga, 1989; Pomerantz y Garner, 1973, Pomerantz y Pristach, 1989; Pomerantz y col., 1977; Treisman y Paterson, 1984, Kimchi, 1992, 1994).

No obstante, la precedencia global no deja de ser una hipótesis controvertida. En este sentido, las investigaciones llevadas a cabo por Sekuler (1994) sobre simetría y orientación estimular, muestran que no siempre se puede mantener una explicación basada en la teoría global o en la teoría local. Así, los procesos locales parecen ser dominantes cuando la figura estimular presenta limitada su regularidad, o bien es completamente irregular (Wouterlood y Boselie, 1992). En los estudios desarrollados por Boselie (1994) observó que el principio perceptual denominado "buena continuación" daba

lugar a procesos de índole local, mientras que la "simetría" estimular originaba procesos globales (Boselie, 1994; Sekuler, 1994). De esta forma, es correcto plantear que las figuras estímulas irregulares están basadas en la "buena continuación" originando procesos locales.

Sin embargo, no hay que olvidar que las propiedades globales no son necesariamente holísticas y que al parecer el sistema perceptual humano se caracteriza por una predisposición inherente a las propiedades configurales. Quizá tal afirmación necesite surtirse de diversas investigaciones que incluyan un gran número de propiedades configurales en potencia.

Por lo expuesto, lo más adecuado parece ser plantearse un modelo híbrido de factores globales y locales implicados en la percepción visual, sin embargo, cabe preguntarse qué lugar ocuparían las interrelaciones de ambos factores. Quizá, la principal característica de las propiedades holísticas es que no se encuentran inherentes en los componentes, pero sí dependen de las interrelaciones entre ellos, denominándose -tales propiedades- propiedades emergentes (Pomerantz y Pristach, 1989).

Aunque en un estado embrionario, dicha "interacción perceptual emergente" ya había sido apuntada con anterioridad por Wertheimer (1912) y sus ayudantes Köhler (1929) y Koffka (1935), llegando a explicar el fenómeno perceptual desde el punto de vista de actividad neural en donde, por ejemplo, la experiencia perceptual del movimiento parece similar a la proyección de los rayos luminosos de un letrero publicitario de neón, o bien como ocurre en las películas cinematográficas. En este modelo psico-neural se pueden diferenciar cuatro grandes niveles, a saber: nivel estimular, nivel de la superficie sensorial, nivel de acción neural y como producto de la interacción del todo y las partes surge el nivel de la experiencia fenoménica. Los citados autores llegaron a demostrar que la percepción del movimiento no se corresponde con la suma o

asociación de diferentes sensaciones elementales, sino más bien parecía apuntar a la forma como el cerebro organiza el flujo perceptual.

Así, y siguiendo con el modelo psico-neural, los estímulos creaban en el interior del cerebro unos campos eléctricos que interactuaban unos con otros y convergían hacia un estado de energía mínima. El cerebro era sólo uno de los sistemas físicos existentes, llamados por estos autores "Gestalten" físicas, configuraciones físicas, que evolucionan hacia un estado de equilibrio. Tomando como ejemplo "las burbujas de jabón" se puede apreciar que empiezan siendo de varias formas, pero, al cabo de un tiempo, siempre se vuelven esféricas, porque ese es el estado de energía mínima para una "película" jabonosa.

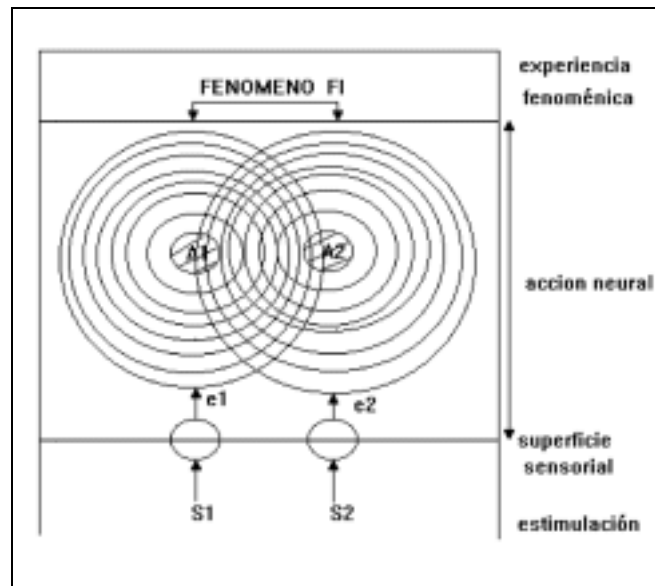
De nuevo, aparece la idea de la "interacción perceptual emergente" que, desde nuestro punto de vista, guarda relación con la metodología empleada en la dinámica de sistemas. Esto posee consecuencias importantes en la posible modelización matemática del comportamiento humano y, más en particular, en el sistema visual. Es decir, ¿pueden estar relacionados los fenómenos perceptuales y las estructuras matemáticas?. Más aún, ¿pueden las leyes de la organización perceptual seguir un modelo geométrico que pueda explicarse mediante alguna función matemática?.

Dado el estado actual de las investigaciones no se tiene evidencia empírica suficiente para poder responder al interrogante anterior. De todas formas, se puede apreciar que la idea no es muy descabellada pues se ha venido desarrollando, en los últimos años, un interés creciente por realizar estudios centrados en la posible modelización matemática del comportamiento humano.

Y más específicamente, llegar a entender el sistema visual humano como un sistema dinámico. Es decir, se estudia el modelo del comportamiento dinámico de un sistema, entendiéndose por tal el conjunto de partes operativamente interrelacionadas en el que unas partes actúan sobre las otras, y del que interesa fundamentalmente considerar su comportamiento global.

No se trata de explicar el sistema mediante el conocimiento de las partes - como pretende el reduccionismo, con preponderancia de lo analítico-; ni, por el contrario, explicar las partes a partir del conocimiento del todo -pretensión del holismo- con dominancia de lo sintético; sino, más bien, de la adopción de un método que incorpore armoniosamente las dos opciones analítica y sintética, sin olvidar las propiedades emergentes, es decir, la consecuencia natural de la interconexión de las partes.

Pues bien, en el intento de avanzar en el conocimiento acerca de los mecanismos posibilitadores que transforman una información visual de entrada en una de salida, se considera interesante utilizar los propios conceptos de la teoría de los sistemas dinámicos. Y ello por varias razones a saber, por ser objeto de un estudio sistemático en una rama especializada de las ciencias exactas aplicadas a la que se ha denominado "teoría matemática de los sistemas dinámicos", por aportar una metodología en la construcción de modelos de sistemas, y desde la misma puede considerarse el sistema visual humano formado por un conjunto de elementos, que son los componentes básicos del mismo, por las relaciones existentes entre ellos, así como con su entorno y por su evolución en el tiempo.



**FIGURA 8.** Fenómeno "phi". S1 y S2 representan dos destellos de luz, e1 y e2 corresponden a las sensaciones retinianas referentes a S1 y S2. A1 y A2 son puntos en el córtex visual enervados por la actividad eléctrica. La interacción de estos dos puntos origina el mencionado fenómeno.

En definitiva, la dinámica de sistemas es una metodología que, pensamos, nos permitirá expresar formalmente -matemáticamente- los modelos perceptuales empleando el computador como útil básico de simulación.

Conceptos similares a las nociones köhlerianas de Gestalten físicas han vuelto a aparecer bajo la forma de redes neurales. Según los teóricos de dichas redes, los procesos mentales constituyen el resultado del comportamiento dinámico de muchas unidades interconectadas que pueden concebirse como neuronas. El comportamiento de cada una de esas unidades puede caracterizarse por su estado de activación, ("la velocidad de disparo" de una neurona), y las unidades influyen unas en otras mediante conexiones excitadoras e inhibitoras, (sinapsis). El sistema al completo se activa inicialmente con un estímulo externo que afecta a algún subconjunto de las unidades. La activación se propaga, posteriormente, por toda la red hasta que se logra un estado equilibrado de energía mínima. En suma, esas redes

nerviosas pueden concebirse como ejemplos de "gestalten" físicas. Aunque en estos trabajos se están dando todavía los primeros pasos, los modelos neurorreticulares de la percepción prometen abrir un capítulo enteramente nuevo de la teoría de la gestalt.

Aunque las ideas gestálticas acerca de los campos eléctricos del cerebro eran erróneas, la tesis más general de que el cerebro es un sistema dinámico que converge hacia el equilibrio en su funcionamiento energético, Gestalten físicas en la terminología de Köhler, puede ser correcta. El notable auge del interés por los modelos de redes y circuitos neuronales, centrados en el agrupamiento perceptual, indica que las teorías de la Gestalt siguen siendo, en la historia de la psicología actual, una aproximación teórica y metodológica viable abierta a futuras investigaciones (Kanizsa, 1994).

Hasta aquí, se ha descrito el alcance de las propiedades gestálticas y del principio general de la organización jerárquica, es decir, la estructuración de los componentes globales y locales en un objeto visual, pero continúa el interrogante acerca de la existencia de un proceso intermedio de conexión entre el factor sensorial informativo y la construcción del "output". ¿Qué sucede, realmente, en ese proceso intermedio de organización del "input"? ¿A qué modelo nos podemos acoger para explicar tal fenómeno constructivo?. A estas cuestiones nos remitiremos seguidamente.

## **2. TEORÍA DE LA INTEGRACIÓN DE CARACTERÍSTICAS**

Puede ser que algunas percepciones del todo se sinteticen a partir de sus partes, mientras otras se registren, según el nivel de análisis que exija la tarea. De esta forma, puede ser que el sujeto necesite realizar la integración de los componentes estimulares o no, en cuyo último caso le bastaría con la simple detección o identificación de las características. Mientras sea así, la organización perceptual dependerá de la exigencia de la tarea impuesta, así tendría lugar en el estado de identificación o bien en el estado de integración, siendo un fenómeno de entrada o de salida, sin olvidar las propiedades del estímulo.

En diversas investigaciones se ha planteado la necesidad de estudiar la influencia de los principios del agrupamiento gestáltico en los procesos atencionales, es decir, examinar dichos efectos en modelos de la atención visual basados en el objeto y en el espacio estimular (Duncan, 1984; Duncan y Humphreys, 1989; Kahneman y Henik, 1977; Kramer y cols., 1985; Neisser, 1967; Treisman y cols., 1983).

Así pues, con respecto a los modelos atencionales basados en el objeto, cuando se presentan objetos de un mismo color que coinciden con el objetivo a detectar por parte del sujeto se favorecería la integración de sus elementos, dando lugar al agrupamiento perceptual apropiado, ya que la atención no sufriría dispersión alguna. En contraste, cuando los objetos no coinciden con el objetivo a buscar el agrupamiento gestáltico se retrasaría (Kramer y Jacobson, 1991).

En relación con los modelos atencionales basados en el espacio estimular cabe decir que se produce un efecto de cierre perceptual cuando el objetivo a detectar y los posibles distractores se encuentran en una situación de proximidad física (Broadbent, 1982; Downing y Pinker, 1985; Eriksen y Eriksen, 1974; Eriksen y James, 1986; Jonides, 1983; Posner y col., 1980). De esta forma, el agrupamiento gestáltico se ve reducido cuando los distractores y objetivos a buscar no coinciden o cuando difieren en color, pues justamente se presentan los menores tiempos de reacción y las mayores exactitudes de las respuestas cuando los distractores y objetivos a detectar coinciden.

En estos estudios se reflejan las relaciones existentes entre objetivos a buscar y distractores facilitando o interfiriendo un determinado efecto perceptual, y guardan una estrecha relación con la teoría atencional desarrollada por Treisman y cols. (Treisman y Gelade, 1980; Treisman y Gormican, 1988; Treisman y Sato, 1990), dado que dichos autores establecen que los procesos atencionales se producen con ciertas condiciones, guiados por un estadio pre-atencional del campo visual.

En general, se trataría de identificar los mecanismos perceptuales específicos que pueden verse influidos por la manipulación de la atención (Coren y Porac, 1983; Epstein y Broota, 1986; Gogel y Tietz, 1976; Tsal, 1994).

Pues bien, teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente ¿cómo vemos e identificamos objetos?. En cuanto a la identificación e integración de los elementos visuales, la teoría de la integración de características (FIT, de "Feature Integration Theory") afirma que las diferentes características sensoriales de un objeto -color, forma, orientación- se codifican en módulos especiales o "maps". De acuerdo con esta teoría de la integración de características, cuando se presenta un objeto al sistema visual, las características se registran de forma separada en diferentes "maps". La

reintegración de los elementos sensoriales desde diferentes "maps" requiere una localización basada en mecanismos atencionales (Treisman, 1988; Treisman y Gelade, 1980; Treisman y Gormican, 1988; Treisman y Schmidt, 1982).

Así pues, estos autores ponen de manifiesto el papel central de la atención en la FIT encontrando que si se tiene en cuenta el conocimiento previo de la localización de aparición del estímulo se reduce el tiempo que el sujeto toma para detectar objetivos de características simples. De acuerdo con la FIT, el conocimiento de la localización estimular permite a los sujetos orientar sus mecanismos atencionales, de forma conveniente, para la localización y conjunción de las características objetivo.

Así, si el agrupamiento es un proceso temprano, preatencional, debe estar mediado sólo por la discriminación de las características simples, separables, de tal forma que, los elementos que difieren en color -por ejemplo, O y X rojas vs. O y X azules-, o en forma -O rojas y azules vs. X rojas y azules-, se separen fácilmente dentro de grupos perceptuales salientes, mientras que los elementos que difieren en la conjunción de colores y formas -por ejemplo, la mitad de un área compuesta de O rojas con X azules vs. X rojas con O azules en la otra- no se discriminen automáticamente dentro de grupos perceptuales (Treisman y Gelade, 1980).

En la teoría de la integración de características se expone la idea de que la percepción visual se caracteriza por dos funciones independientes y etapas secuenciales. En el primer estadio, el procesamiento es pre-atencional: todas las características separadas se codifican independientemente y en paralelo, usando conjuntos de detectores de características para tales dimensiones como el color, tamaño y la forma, formando los diferentes "maps". Dentro de cada "map", se especifican la presencia de ciertas características y se codifican

sus localizaciones en relación una con la otra. En el segundo estadio, es precisamente donde tiene lugar la integración trans-dimensional.

Por esta razón, Treisman (1990) sugirió que la atención podía facilitar la localización de las características mediante la presencia física del estímulo y la información sensorial almacenada en un corto plazo de tiempo. Así, los resultados obtenidos en un experimento utilizando estímulos desconocidos por los sujetos, mostraron que una simple exposición de un estímulo no-verbal era suficiente para que se estableciera una representación en la memoria que era capaz de mantener, durante largo tiempo, la señal perceptual detectada (Musen y Treisman, 1990).

Teniendo en cuenta estos hallazgos, Treisman (1992b) llegó a la conclusión de que la percepción de un objeto genera una representación temporal en un "fichero-objeto" que, de forma general, recoge, integra y actualiza la información acerca de las características del estímulo. Así, el contenido del "fichero-objeto" se puede almacenar como una "señal-objeto" y se puede recuperar en las próximas veces que aparezca el objeto visual. De esta forma, se facilitaría la percepción posterior del mismo, o bien la percepción de un objeto similar en el que algunos atributos han sido cambiados.

Con anterioridad, Treisman y Gelade (1980) propusieron un mecanismo adicional que podía acelerar la percepción de la escena, de la siguiente manera: los valores por defecto de las características son asignados a los objetos en ausencia de focalización atencional. Así, antes de completarse la comprobación, el sujeto debe tener una idea correcta de los atributos de varios objetos en una escena. Desafortunadamente, esta propuesta contiene una paradoja lógica y real: un objeto no puede ser identificado después de que los valores por defecto sean asignados, puesto que los valores por defecto se escogerán dependiendo de la identidad de los objetos. Pero en la teoría de

Treisman y Gelade (1980), la identificación exige atención, y la asignación de los valores por defecto también exige atención y he ahí la paradoja. Es decir, la asignación de los valores por defecto es un proceso posterior al de la identificación de características que necesita de un mínimo de focalización atencional y que, en todo caso, actuaría en el segundo estadio del modelo defendido por estos autores acelerando la integración de características.

Por otro lado, otros estudios ponen de relieve que el reconocimiento de objetos puede ocurrir en paralelo y, de ahí, su mayor rapidez en la percepción como consecuencia de la disminución del tiempo de procesamiento de la información visual presentada. Así, McLeod y cols. (1988) y Nakayama y Silverman (1986) sostienen que el reconocimiento de objetos en conjunto puede ocurrir en paralelo. A su vez, Wolfe y cols. (1989) defienden que el reconocimiento de conjunciones triples es mucho más rápido que el de conjunciones dobles y puede ser independiente del tamaño, proponiendo para estas diferencias el modelo de "Guía del Reconocimiento" en el que la información de las características simples se procesa en primer lugar, en paralelo y entonces se usa como guía de la atención en el reconocimiento de objetivos en conjunción.

Se puede apreciar cómo Cave y Wolfe (1990) diseñaron su modelo de guía de reconocimiento para tomar para sí las virtudes de la teoría de la integración de características. Este modelo únicamente añade una etapa serial en el estadio de reconocimiento en paralelo. Sin embargo, queda aún por examinar si la percepción y/o la integración de características tienen lugar con o sin focalización atencional. Así, los resultados encontrados por Treisman y Schmidt (1982) y Prinzmetal y cols. (1986) indican que las características de los objetos se perciben e integran correctamente, posiblemente porque tanto percepción como integración actúan de forma preatencional. Esta idea se encuentra fuertemente apoyada por Houck y Hoffman (1986), quienes han

defendido que la integración del color y la orientación se llevan a cabo sin atención, y por Navon (1989, 1990a, 1990b) que planteó la selección atencional como un proceso posterior a la identificación de los estímulos.

De esta forma, parece que la atención no es que agrupe las características dentro de objetos, sino que más bien los recursos atencionales pueden facilitar el proceso de agrupamiento, localizando dichas características. Es decir, que la atención es particularmente responsable, facilitadora de la integración de características dentro de objetos. Por tanto, sería preciso explicar el papel de la atención en cuanto a procesos que favorece. Así pues, ¿de qué forma la atención agrupa características dentro de objetos?. Se pueden considerar tres posibilidades:

1. **Integradora de características.** Es posible que las características sean percibidas y localizadas preatencionalmente, pero su integración exige la focalización atencional. Esta idea guarda relación con lo que pensaban Treisman y Souther (1985), asumiendo que la percepción de objetos se encuentra mediatizada por la integración de características en la base de sus localizaciones emparejadas. La atención dirigida a un objeto puede facilitar la percepción y localización de sus características, pero después de que las características del mismo hayan sido registradas y localizadas.
2. **Confirmadora de características.** La atención comprueba las localizaciones visuales, todas las características requieren la fijación de la atención (donde las características son percibidas simultáneamente mejor que las otras características en el campo) siendo integradas dentro del objeto percibido. Posteriormente, Prinzmetal y cols. (1986) han mostrado que la atención localiza varios items de una presentación (más que un simple item) reduciendo significativamente el nivel de las

conjunciones ilusorias. Esta postura es inconsistente con la evidencia porque la integración de características es facilitada igual si la atención no está localizada en el objeto individual en el campo.

3. **Facilitadora de la localización de características.** La atención puede facilitar, simplemente, la localización del objeto a percibir. Porque la localización de características puede ser un pre-requisito para su correcta integración, permite que la atención reduzca la magnitud de las conjunciones ilusorias. Butler (1980) sugirió que la atención facilita la localización más que la percepción de características.

Por todo lo expuesto, se puede demostrar que la localización de características es uno de los diversos factores responsables de su integración. Aunque la integración de características puede ser llevada a cabo de manera preatencional (Houck y Hoffman, 1986), la localización como resultado de la atención puede, posteriormente, facilitar la operación perceptual. Sin embargo, se debe hacer hincapié en que tanto los fundamentos teóricos como empíricos en la dicotomía preatencional-atencional no pueden ser aplicados de forma apropiada a la identificación e integración de características. Y ello por varias razones:

1. Son necesarios más estudios que planteen objetivos comunes en el principio de las conjunciones de características manifestando un fenómeno perceptual puro no contaminado por factores de memoria.
2. Contrariamente a las predicciones de la FIT, alguna evidencia sugiere que la integración de características puede llevarse a cabo de manera preatencional.

3. La mayoría de los estudios sufren dificultades metodológicas que dejan los datos abiertos a diversas interpretaciones alternativas. Así, sólo se puede apoyar la idea de que la atención facilita la integración de características (Prinzmetal y cols., 1986).
4. La teoría debe ser clarificada por investigaciones en donde la atención facilite la integración de características y su localización.

Diversos estudios han demostrado que la FIT tiene dificultad en explicar las variaciones en la eficiencia del reconocimiento a través de diferentes tareas de reconocimiento de letras, por lo que se ha propuesto un modelo alternativo en el que la dicotomía serial-paralelo en la FIT es abandonada para basarse en la eficiencia del reconocimiento (Duncan y Humphreys, 1989). En todos los casos, la eficiencia del reconocimiento se ve influida por la similaridad entre objetivos y no-objetivos. La dificultad del reconocimiento aumenta con el incremento de la similaridad entre objetivos y no-objetivos y decrece con la similaridad entre no-objetivos. El primer paso en el modelo de Duncan y Humphreys (1989) es el registro de todos los estímulos en paralelo. En este estadio del "input" se efectúa el agrupamiento perceptual. Los "inputs" similares tienen la tendencia a agruparse juntos, y la supresión o activación de un input puede propagar a otros y ser agrupados con ellos, siendo el grado de propagación entre inputs proporcional a la fortaleza del agrupamiento perceptual.

Por tanto, estos resultados exigen que la similaridad de características sea añadida a la lista de restricciones en el fenómeno de las conjunciones. Contrariamente a la formulación original de la teoría de la integración de características (Treisman y Gelade, 1980; Treisman y Schmidt, 1982) éstas no se encuentran en "libre-circulación", sino sujetas a una rica variedad de restricciones espaciales, atencionales y propiedades de las características, así

como la forma de efectuarse el agrupamiento de los elementos del estímulo presentado. Wolfe, Cave y Franzel (1989) arguyen que el reconocimiento visual incluye un proceso esencialmente paralelo en el que la característica candidata compete con la focalización atencional. De acuerdo con este modelo, la similitud incrementa la competición mediante el incremento del número de candidatos viables. A su vez, Duncan y Humphreys (1989) afirman que la detección de características refleja dos relaciones distintas en la similitud: primero, la similitud entre el/los objetivo/s y distractor/es y, segundo, la similitud entre diferentes distractores, y postulan que la similitud detectará un objetivo definido por elementos simples o conjunciones compuestas de dichos elementos.

En otras palabras, la similitud reduce la discriminación. Si bien, parece existir una cierta convergencia entre ambas teorías (Treisman, 1992a), es decir, entre la FIT y el modelo de la eficiencia del reconocimiento defendido por Duncan y Humphreys (1989), puesto que la conjunción de características posee un problema especial, y es que no se puede llegar a explicar, plenamente, mediante el agrupamiento y la similitud de características propuesta por estos autores.

Una explicación plausible al fenómeno de la similitud-discriminación puede ser por necesitar realizar un proceso más secuencial y menos paralelo. Y, puesto que el primer procesamiento que se realiza en la presentación de un estímulo es paralelo, el sujeto no discriminaría bien como para dar una respuesta correcta y seguiría buscando el objetivo en un procesamiento serial, posterior al paralelo, con mayor coste atencional. Así pues, se puede proponer que la teoría de la integración de características es demasiado vaga porque no explica los procesos de agrupamiento de características dentro de objetos y que cada uno de los estudios revisados (Treisman y Schmidt, 1982; Prinzmetal,

Presti y Posner, 1986; y Briand y Klein, 1987) presenta dificultades metodológicas dejando los datos abiertos a interpretaciones alternativas.

Sólo se ha encontrado una demostración sólida que muestra que la atención facilita la integración de características defendida por Prinzmetal y cols. (1986). Este hallazgo, sin embargo, es irrelevante para la cuestión de si la percepción de características y la integración pueden o no pueden presentarse de forma pre-atencional. Se puede sugerir, simplemente, que existe el efecto en la percepción de características, y que la atención puede también influir en la integración de las mismas, quedando sin explicar cómo se agrupan puesto que la atención facilita la integración, pero ¿cómo se integran?

Treisman y Gelade (1980) en su teoría de la integración de características de la atención afirmaban que una escena debía ser percibida serialmente antes que los objetos se percibieran con exactitud. Esa percepción serial, ¿es compatible con la rapidez del observador en la percepción del mundo real?. La mayoría de las escenas reales contienen diversas dimensiones -color, tamaño, formas, profundidad, etc.- más que las encontradas generalmente en el paradigma del reconocimiento. Posteriormente, los objetos reales difieren de los otros a través de esas dimensiones.

En resumen, el modelo más compatible con los datos generales es el modelo de los dos estadios en la línea del de Hoffman (1978, 1979). El primer estadio consiste en una preselección paralela de candidatos con un filtro de características simples. Todos los items seleccionados entran en el segundo estadio examinando serialmente la autodeterminación para emitir la respuesta. Durante el último estadio, cada item es comparado en el reconocimiento con el objetivo. La latencia en la comparación incrementa como una función del número de características formadas con el objetivo, pero podría también ser modulada por el número total de dimensiones usadas en la presentación. Tal

modelo, es consistente con la FIT de Treisman y Gelade (1980) porque postulan que sólo el reconocimiento de las características simples puede ser guiado en paralelo.

El modelo de los dos estadios de Hoffman (1978, 1979) ha recibido, recientemente, mayor apoyo desde los experimentos de Pashler (1987). Este autor demostró que el tiempo de reconocimiento incrementa cuando se añaden distractores confundiendo el objetivo, igual que cuando se mantienen constantes el número total de distractores.

Finalmente, ¿un modelo parcial de los dos estadios resuelve las dificultades mencionadas en la introducción, es decir, puede reconciliarse la predicción de un procesamiento lento para la comprobación serial con la extrema rapidez observada en el procesamiento de escenas del mundo real?, ¿se integran las dimensiones que la componen, o no?. Por ello, existe un interés considerable acerca de cómo se procesan los atributos de un estímulo, de forma serial o paralela. Tanto un modelo exclusivamente serial como uno paralelo son inadecuados. Así una alternativa plausible debe proponer que los objetos inicialmente son procesados de una manera holística. Entonces, y sólo si la tarea particular lo exige, los atributos del estímulo se analizan y se procesan, posteriormente, de forma serial.

Concluyendo, parece que existe acuerdo con respecto a la utilización de ambos procesos, paralelo y serial, si bien dichas modalidades de procesamiento se ven restringidas en su alcance, es decir, no todas las tareas perceptuales exigen los mismos procedimientos de actuación, no todos los estímulos poseen la misma estructuración jerárquica, no siempre se llevará a cabo la integración de los elementos que componen la figura estimular, etc. Así, en el siguiente apartado nos vamos a centrar en cómo influye en la estructuración global y/o local así como en el agrupamiento gestáltico, la

existencia de similitud y/o de contraste en los componentes estimulares. Por estas razones, y siguiendo en la línea del modelo defendido por Duncan y Humphreys (1989), consideramos necesaria la realización de futuras investigaciones con objeto de comprobar el alcance de las teorías mencionadas.

### **3. LA TEORÍA DE LOS CÓDIGOS SUPERORDENADOS: ASIMILACIÓN Y CONTRASTE**

La percepción del todo (Gestalt) está asociada con la asimilación -en cuanto es un incremento de la percepción de la similaridad- entre las partes de ese todo. Y dos todos están, frecuentemente, asociados con el contraste -en cuanto es un decremento en la percepción de la similaridad- entre las partes de los diferentes todos. Así, la asimilación -un incremento en la similaridad percibida- ocurre cuando la forma de un estímulo es percibida como un todo (Gestalt). Ahora bien, la transición de asimilación a contraste puede ocurrir con un decremento progresivo en la similaridad espacial y/o temporal, así como en la similaridad del color utilizado entre estímulos. Dicho decremento en similaridad es el resultado de una disminución gradual en la fuerza del todo percibido y el concomitante incremento en la fuerza de dos o un número pequeño de todos adicionales percibidos.

De esta forma, Kanizsa (1988) concuerda con el principio de que la percepción del todo está asociado con la asimilación y de que la de dos percepciones totales está asociada con el contraste. Sin embargo, concentró la asimilación en el color, olvidando considerar si estas asimilaciones y contrastes se mantenían para la percepción de la posición espacial y los atributos geométricos relacionados, por las ilusiones geométricas, por los cambios físicos en el color, o bien, por los postefectos. Así, este autor indica que una percepción del todo, que es determinada por un tipo de factor atencional está asociada con la asimilación entre sus partes. Sin embargo, no considera la generalización de los resultados: ¿es la atención un estímulo efectivo para otros tipos de estímulos, afecta también la atención a la percepción de la posición espacial?.

Por otro lado, Lockhead (1988) propuso que la asimilación y el contraste se debían al mismo proceso fundamental: la asimilación. Sin embargo, la asimilación podría ser la responsable del contraste, cuando en la percepción de dos todos se presenta un decremento de la similaridad y, por tanto, un incremento del contraste. Es decir, al no haber similaridad entre dos todos perceptuales surgiría el contraste.

Pues bien, dada la generalidad de la percepción de un todo -asimilación- y la percepción de dos totales y el evidente contraste, se puede llegar a plantear diversas propuestas. Y es que según King (1990) un evento interno (detectores neurales de características) puede ser la causa directa -inmediata- de una simple percepción del todo y la asimilación, y dos de tales eventos pueden ser la causa directa de dos percepciones totales y el contraste. Una segunda propuesta es que las salidas perceptuales son localizadas en un continuo de uno-a-dos-todos, desde un todo muy fuerte a dos todos independientes pasando por dos todos interactuando. Una tercera propuesta es que un todo más que dos todos ocurre simultáneamente (King, 1988a).

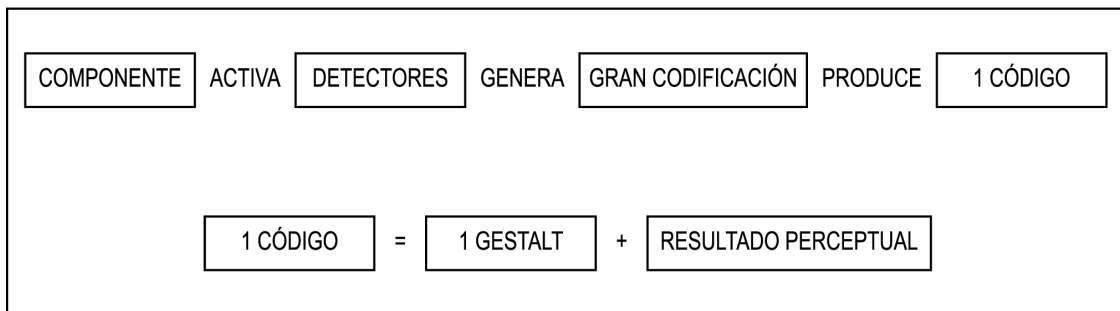
Así, se puede ver cómo estos dos procesos, asimilación y contraste, sostienen al menos dos postulados, a saber:

1. Un evento interno (neuronal) es el responsable de la percepción de un todo y de la asimilación subyacente,
2. dos eventos internos son los responsables de la percepción de dos todos y del contraste subyacente.

Por lo tanto, la presente teoría se asimilaría a la teoría de Lockhead (1972), en la cual la percepción de un todo corresponde a un estímulo íntegro, y la percepción de dos todos corresponden a dos estímulos no integrados.

Así, la información acerca de las características estimulares puede influir pero sólo por sus efectos en los todos, no siendo la causa del retraso existente en la percepción de figuras geométricas pequeñas frente a la misma figura geométrica pero de mayor tamaño. De esta forma, King (1990) llegó a afirmar que los estímulos visuales compuestos por rectángulos grandes retrasan la percepción de los estímulos formados por rectángulos pequeños. La codificación de las características no es la causa de este retraso.

De esta forma se planteó la teoría causal de los códigos superordenados (TCS) que defiende las posibles asociaciones entre Gestalts y otras salidas perceptuales como sigue. Un componente del estímulo -característica- activa un gran número de detectores neurales y así genera un gran número de códigos neurales, los cuales se combinan para producir una o dos o quizá un limitado número de códigos superordenados adicionales. Posteriormente, un código superordenado es la causa directa -inmediata- de una Gestalt y la salida perceptual asociada con esa Gestalt; similarmente, dos códigos superordenados son la causa directa de dos Gestalts y la salida perceptual asociada con estas Gestalts. Así, la teoría de los códigos superordenados, defendida por King (1990, 1991), atribuye la asimilación entre las partes de una Gestalt a la acción de los códigos superordenados que produce dicha Gestalt.



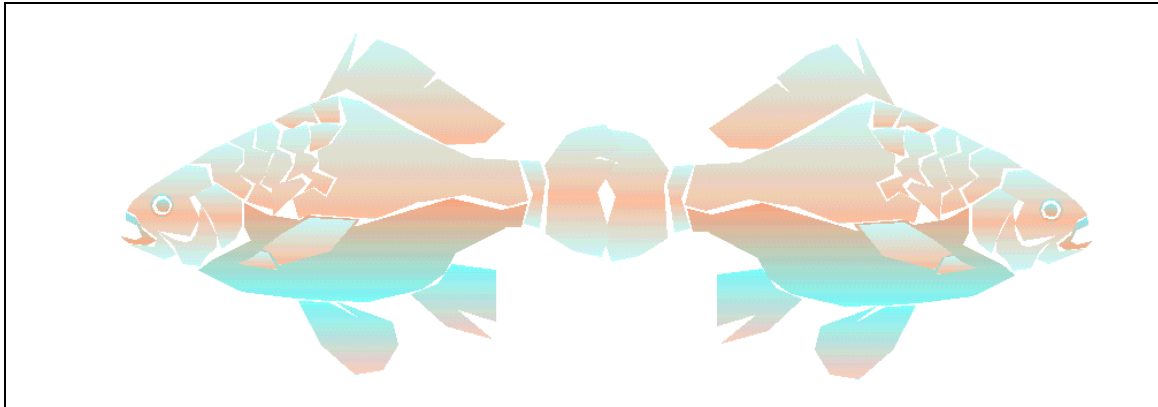
CUADRO 1. Proceso descriptivo de la formación de los códigos superordenados a partir de los componentes de un estímulo.

Y es que, realmente, cada rectángulo evoca su código superordenado, y así el código superordenado del rectángulo grande produce la Gestalt de un rectángulo grande y también inhibe el código superordenado del rectángulo pequeño, retrasando, por tanto, la percepción de la Gestalt del rectángulo pequeño. Por ello, los códigos superordenados pueden también ser la causa directa de otras Gestalts asociadas con las salidas perceptuales. Estos mismos resultados se encontraron en los estudios sobre la percepción de líneas continuas o discontinuas, situadas en la zona superior e inferior del campo visual. Así, una línea continua en la zona superior disminuía la visibilidad de una segunda línea discontinua situada en la zona inferior (King, 1995). Esta disminución en la visibilidad es consistente con la existencia del contraste entre dichas líneas, el cual no ocurría cuando los atributos eran perceptualmente iguales.

PRECEDENTES EN LA TEORÍA DE LOS CÓDIGOS SUPERORDENADOS	PROPUESTAS	AUTORES	DIVERGENCIAS CONVERGENCIAS
<i>Teoría de la integración de características</i>	Procesamiento secuencial en la identificación e integración que actúan de forma pre-atencional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Treisman (1988)</li> <li>• Treisman y Gormican (1988)</li> <li>• Treisman y Gelade (1980)</li> <li>• Treisman y Schmidt (1982)</li> <li>• Prinzmetal y col. (1986)</li> <li>• Houck y Hoffman (1986)</li> </ul>	Dificultad en explicar los procesos de agrupamiento dentro de características
<i>Modelo de la Guía del reconocimiento</i>	Procesamiento paralelo, la atención favorecería la integración de las características	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cave y Wolfe (1990)</li> </ul>	Este modelo tomó para sí las virtudes de la Teoría de la integración de características
<i>Modelo de la eficiencia del reconocimiento</i>	Influencia de la similitud entre objetivos y no-objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duncan y Humphreys (1989)</li> </ul>	La similitud retrasa el agrupamiento de características.
<i>Modelo de los dos estadios</i>	Identificación e integración puede ser mediante un proceso paralelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoffman (1978, 1979)</li> </ul>	Primer estadio paralelo, segundo estadio secuencial
<i>Hipótesis de la percepción del todo</i>	Asimilación y contraste entre elementos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kanizsa (1988)</li> <li>• Lockhead (1988, 1972)</li> </ul>	Asimilación concuerda con la percepción de un todo; contraste con dos todos. Lockhead plantea solo la asimilación
<i>Hipótesis de la dominancia-subordinación en la visibilidad del objeto</i>	Los objetos de mayor tamaño, intensidad, etc., dominan sobre los demás	<ul style="list-style-type: none"> <li>• King (1993)</li> </ul>	Reformulación de la teoría de los códigos superordenados

CUADRO 2. Tabla-resumen de las propuestas alternativas a la teoría de los códigos superordenados, así como algunos autores que las han incluido en sus experimentos.

Por esta razón, la identificación de múltiples objetivos se realiza mejor cuando pertenecen a la misma Gestalt que cuando pertenecen a diferentes Gestalts (Fryklund, 1975; Pollatsek y Digma, 1977). De igual forma, las conjunciones entre los componentes son más frecuentes cuando son miembros de una misma Gestalt (Prinzmetal, 1981; Prinzmetal y Keysar, 1989).



**FIGURA 9.** Percepción gestáltica por agrupamiento de los elementos que conforman la figura estimular basados en la similitud, tamaño, simetría y distancia. En esta figura ninguno de los elementos se procesa con dominio sobre los demás.

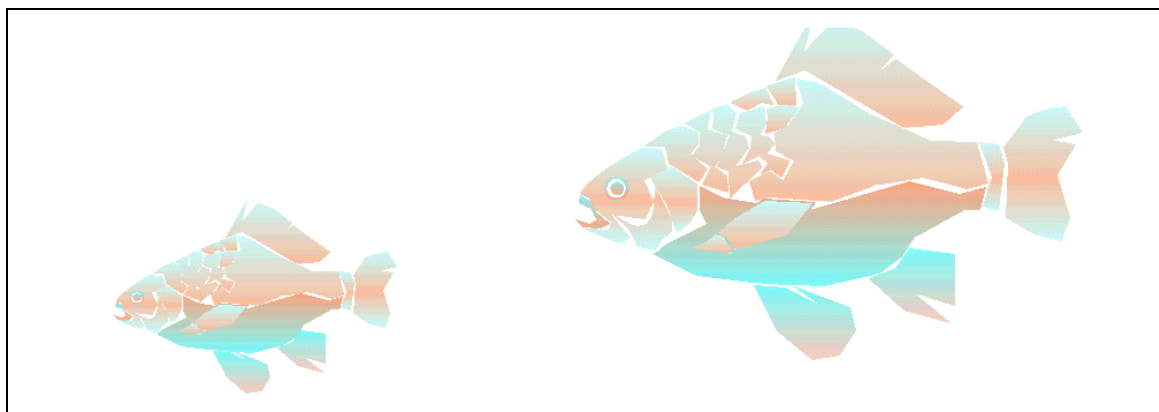
Por ello, se puede afirmar según King (1988b) que:

1. Una Gestalt es consistente con un incremento en la similitud percibida, asimilación, entre partes que pertenecen a dicha Gestalt y,
2. Dos Gestalts son asociadas, frecuentemente, con un decremento en la similitud percibida, contraste, entre las partes que pertenecen a diferentes Gestalts.

A pesar de esta primera aproximación explicativa acerca de los fenómenos gestálticos este mismo autor, King en el año 1993, reformula su teoría de los códigos superordenados eliminando el término neural puesto que, en la citada teoría no se llega a una relación de causa-efecto-neural entre el

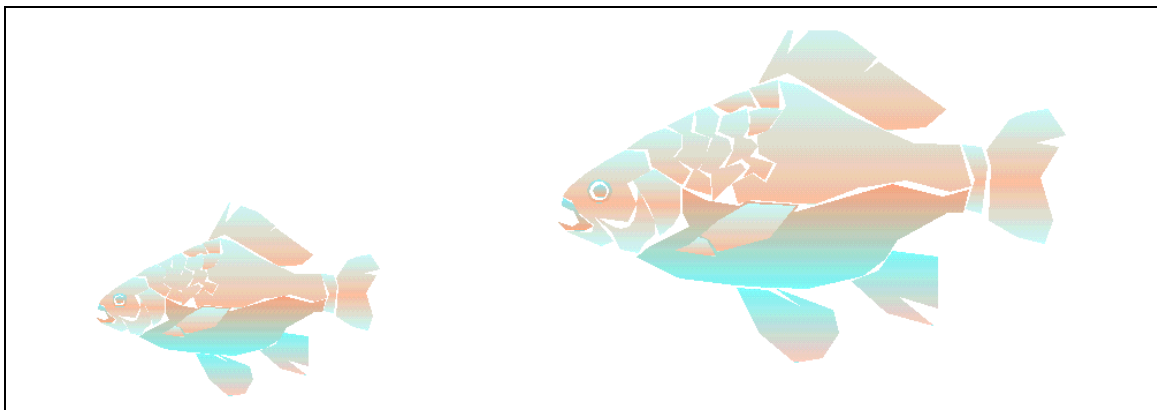
material visual presentado y el agrupamiento e integración de los elementos que originan la/s gestalt/s correspondiente/s. Así formuló la hipótesis de la "dominancia-subordinación en la visibilidad del objeto" en la cual se plantea que un objeto es más visible que otro cuando domina sobre este último, como por ejemplo diferentes objetos con diferentes niveles de intensidad en la imagen. De esta forma, cuando un objeto dominante y un objeto subordinado se presentan simultáneamente, el dominante inhibe la visibilidad del subordinado retrasando la percepción del mismo. Pero si los objetos son idénticos, es decir, ninguno domina sobre el otro, entonces se perciben mediante un procesamiento paralelo.

De acuerdo con esta hipótesis, factores tales como el tamaño, la distancia entre objetos, la intensidad, etc. motivarían procesos de carácter dominantes/subordinados, siendo estos procesos la causa directa e inmediata de la inhibición de la visibilidad de los estímulos, es decir, la intensidad, por ejemplo, originaría procesos dominantes y subordinados; el tamaño daría lugar a otros procesos dominantes y subordinados, etc., y así con los diferentes factores que pueda presentar la imagen.



**FIGURA 10.** Percepción de dos gestalts por separación de los elementos que conforman la figura estimular. En esta imagen, los elementos de la derecha se procesan con dominancia sobre los demás debido al tamaño y, por tanto, inhiben la percepción de los de la izquierda mediante un proceso de subordinación.

Ahora bien, un incremento en la distancia y un decremento en la similaridad entre objetos, generalmente, aumenta la facilidad para discriminar entre ellos (Eriksen y Hoffman, 1972). Sin embargo, la similaridad entre las características de dos objetos no predice, necesariamente, la discriminación (Lockhead, 1972; Lockhead y King, 1977; Pomerantz, Sager y Stoeber, 1977). Por lo tanto, deben considerarse ampliamente las relaciones de igualdad entre características, así como la semejanza en características individuales, puesto que un incremento en la distancia y un decremento en la similaridad también reduce, frecuentemente, la fuerza de una simple Gestalt más que la de los objetos que la forman. Por consiguiente, la distancia y la similaridad de los componentes del estímulo, por un lado, y la fuerza de la simple Gestalt, por el otro, son asociados con la actuación de la discriminación.



**FIGURA 11.** Percepción de dos gestalts por la separación de los elementos que conforman la figura estimular. En esta figura ninguno de los elementos se procesa con dominio sobre los demás, puesto que son similares, ahora bien la distancia favorece la percepción de un objeto en primer lugar y la del otro en segundo lugar, es decir, se da un procesamiento más serial.

Así, como señaló Lockhead (1994), las percepciones psicofísicas parecen ser muy simples pero, actualmente, en el reconocimiento de objetos se defiende la interacción de complejas combinaciones de procesos sensoriales, perceptuales, memorísticos y de selección.

¿Podrían los códigos superordenados ser la causa directa de numerosas Gestalts y de las salidas perceptuales asociadas?. Los humanos tendemos de forma espontánea o preatencionalmente a percibir varios tipos de estructuras globales en la fase inicial de la percepción visual; este proceso se denomina "organización perceptual". Hace cincuenta años, los psicólogos de la Gestalt formularon una serie de principios, o leyes, que describen cómo parte de la imagen tiende a agruparse dentro de estructuras globales. Estas incluyen las leyes de la similitud, proximidad, buena continuación, y cierre. La rápida detección de la estructura global en la imagen parece ser un componente esencial del tiempo real de percepción. Los humanos son capaces de reconocer objetos de una forma inesperada, de imágenes complejas en un segundo o menos, un periodo de tiempo durante el cual tienen lugar unos 100 pasos computacionales neurales (Rosenfeld, 1986).

La evidencia empírica nos demostrará el alcance de los códigos superordenados, pues es obvio que el sistema visual es altamente paralelo.

Por esta razón, en el siguiente apartado, nos vamos a centrar en la definición y búsqueda de modelos de procesamiento distribuido en paralelo que se ajusten, lo más fielmente posible, a los objetivos que se pretenden conseguir en el presente estudio. Es decir, conocer qué modelo puede llegar a explicar por qué y cómo se produce un determinado agrupamiento gestáltico en función de los elementos o unidades de información que contenga el estímulo visual, originando la salida perceptual más apropiada.



## **II. MODELOS DE PROCESAMIENTO DISTRIBUIDO EN PARALELO**



## INTRODUCCIÓN

Desde una perspectiva puramente neurológica hasta la concepción actual de "sistemas de procesamiento" podemos apreciar diversos estudios que, con sus aportaciones interdisciplinarias, contribuyeron al desarrollo de los modelos en cuestión, es decir, de los modelos de procesamiento distribuido en paralelo (PDP). Tales fueron los trabajos llevados a cabo por Jackson (1958) y Luria (1966) abogando por múltiples niveles en los sistemas de procesamiento de información, y postulando la noción de un sistema funcional dinámico en la que se expresa que cada conducta o proceso cognitivo resulta de la coordinación de un gran número de componentes diferentes, localizados en distintas regiones del cerebro, pero trabajando en conjunto, en interacción dinámica. Estas posturas, junto con las de Hebb (1949) y Lashley (1950) acerca de la regla de modificación sináptica, van plasmando la necesidad de explicar cómo se mantiene la información en lo que se denomina red neural.

A mediados de los años cincuenta se exponen una serie de estudios cuyo interés principal se centra en la búsqueda de una neurología contemplada desde una aproximación computacional. Autores como Rosenblatt (1959, 1962) y Selfridge (1955) dirigen la atención hacia una defensa del sistema de procesamiento de la información humano como un sistema dinámico, interactivo y auto-organizador. A partir de este momento, se desarrollaron de forma decisiva las llamadas "Ciencias de la información", reflejándose en la Psicología en el intento de establecer analogías mente-ordenador de tipo funcional. De aquí, y como consecuencia, se deriva el paralelismo existente entre Psicología e Inteligencia Artificial que aparece en la década de los años sesenta a setenta y posteriores, representados -entre otros- en la figura de

Anderson (1973, 1977) mostrando la relevancia de los modelos neurales para las teorías del concepto de aprendizaje, y Grossberg (1978) centrándose en el análisis matemático de las propiedades de las redes neurales, permitiéndonos apreciar la influencia de la experiencia pasada en la simulación del funcionamiento de algunas áreas como la percepción y la memoria.

Posteriormente, en los círculos computacionales y hacia mitad de los años setenta, renace la postura del procesamiento distribuido en paralelo (PDP) con el modelo de visión estereoscópica de Marr y Poggio (1979), en el que las unidades presentadas en el estereograma interactúan para dar lugar a la percepción tridimensional, entendiéndose como tal las propiedades emergentes de la interacción de las unidades de procesamiento.

En general, desde el punto de vista de los modelos PDP, los objetivos que hacen referencia a modelos macroestructurales, explicativos del funcionamiento global de todo el sistema cognitivo humano, se consideran como descripciones aproximadas de las propiedades emergentes de la microestructura. Estos modelos asumen que el procesamiento de la información tiene lugar por las interacciones de un gran número de procesamiento de elementos simples llamados "unidades" en donde, cada unidad excita e inhibe a otras con las que interacciona.

Es obvio, por tanto, el auge, cada vez mayor, de los modelos de procesamiento distribuido en paralelo, donde se plasma la necesidad de un procesamiento automático -preatencional-, pues existen unidades de información que se procesan independientemente de la focalización atencional, de forma inevitable y por supuesto de forma paralela, y se manifiestan por su gran rapidez en la respuesta dada por los sujetos ante un estímulo visual. Además, nos es muy útil para poder explicar el primer estadio del proceso perceptual como un procesamiento paralelo, y, más específicamente, como un

modelo interactivo de PDP en la elaboración de la red neural con procesos "top-down" y "bottom-up", en la cual un nivel inferior, en el sistema de procesamiento, puede verse influenciado por uno superior y viceversa, respectivamente.



## 1. CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DEL PROCESAMIENTO DISTRIBUIDO EN PARALELO

Los modelos PDP tratan de comprender la esencia de la cognición como una propiedad emergente desde las interacciones de unidades conectadas entre sí formando redes. Así pues, pasaremos a exponer brevemente en qué consisten dichas interacciones.

Podemos llegar a distinguir ocho aspectos básicos en los modelos de procesamiento distribuido en paralelo (Rumelhart, McClelland y Hinton, 1987):

- Unidades de procesamiento
- Estado de activación
- Función "output" para cada unidad
- Forma de conexión entre unidades
- Regla de propagación
- Regla de activación combinando los "inputs"
- Regla de aprendizaje (interviniendo las estructuras de conocimiento)
- El medio

Un modelo PDP comienza con una unidad de procesamiento, siendo ésta el primer estado especificado en el mismo. En algunos modelos estas unidades pueden representar objetos concretos tales como rasgos, letras, palabras o conceptos, en otros modelos, sin embargo, son elementos abstractos sobre los que se pueden definir los patrones significativos. Si bien, la representación distribuida hace referencia a aquella en la que las unidades representan pequeñas entidades a modo de rasgos.

Los aspectos básicos de los sistemas de procesamiento distribuido en paralelo son los que se exponen a continuación. En cada momento temporal,

cada unidad  $u_i$  tiene un valor de activación " $a_i(t)$ ", dicho valor de activación es pasado a través de una función " $f_i$ " para producir un valor de salida " $o_i(t)$ ". Este valor de salida puede atravesar un conjunto de conexiones unidireccionales hacia otras unidades en el sistema. Con cada conexión hay asociado un número, llamado normalmente "peso", "fuerza" o "intensidad" de la conexión " $w_{ij}$ ", el cual determina la cantidad del efecto que la primera unidad tiene sobre la segunda. Todas las entradas deben ser combinadas posteriormente por algún operador -normalmente la adición-, y las entradas coordinadas en una unidad, junto con su valor normal de activación, determinan, por medio de una función " $F$ ", su nuevo valor de activación. En estos sistemas de procesamiento, el patrón de interconexiones no es el mismo en todos los momentos, pudiendo experimentar modificaciones en los pesos como consecuencia de la experiencia, así el sistema llegaría a alcanzar su evolución.

De forma general, el trabajo de una unidad se centra en recibir la entrada de sus próximas y, en función de dichas entradas, computar un valor de salida, que envía a las unidades adyacentes. Así, el sistema de procesamiento es intrínsecamente paralelo, puesto que las unidades pueden desarrollar sus computaciones al mismo tiempo.

En cualquier sistema que se intente representar, debemos tener en cuenta tres tipos de unidades: de entrada ("input"), de salida ("output") y ocultas ("hidden"). Las unidades de entrada, reciben las entradas de fuentes externas al sistema que se intenta modelizar, pudiendo ser de tipo sensorial o bien entradas de otras partes del propio sistema de procesamiento. Las unidades de salida envían señales hacia fuera del sistema, y pueden afectar directamente a sistemas motores o influir a otros sistemas externos al que estemos diseñando. Por último, las unidades ocultas son aquellas cuyas entradas y salidas están dentro del sistema, por esta razón no son visibles a los sistemas externos.

En un modelo de procesamiento distribuido en paralelo, especificar el sistema de procesamiento y el conocimiento codificado en su interior supone la precisión del patrón de conexión entre las distintas unidades de procesamiento. En aquellos casos en los cuales se asume la adición de unidades, la entrada total para la unidad se corresponde con la mera suma ponderada de las diferentes entradas de cada una de las unidades, es decir, las entradas de unidades aferentes se multiplican por un peso y se suman para obtener la entrada total de dicha unidad. En tal caso, un peso positivo representa una entrada excitadora y, un peso negativo una entrada inhibitoria.

Sin embargo, habitualmente se requieren modelos de procesamiento más complejos. Así, una unidad puede recibir entradas de diferentes tipos cuyos efectos son sumados de forma separada. De esta forma, es común tener dos tipos de conexiones en un modelo: una excitadora y otra inhibitoria. Cuando los modelos asumen la simple adición de inhibición y excitación, éstas no constituyen tipos diferentes de conexiones.

Así, por ejemplo, supongamos la situación de "espera de un conocido". Si representamos la cara del sujeto que estamos esperando en unidades de información, como pueden ser los ojos, nariz, las cejas, los labios, etc., sólo sería necesario detectar una de esas posibles unidades entre un conjunto de personas para que nuestras expectativas de búsqueda activaran el resto de las unidades esperadas y no otras, dando lugar al reconocimiento del individuo que esperamos encontrar e inhibiendo otros tipos de rasgos del sujeto, es decir, otras unidades.

Así pues, muchas de las cuestiones concernientes a si el procesamiento "top-down" o "bottom-up" de un sistema son descripciones correctas, si el sistema es jerárquico, si es multinivel, etc., tienen que ver con la naturaleza de la matriz de conexión. De ahí, la gran importancia que debe concederse al

"abanico de entrada" y al "abanico de salida" de la red, puesto que puede determinar cuánta información puede ser almacenada y qué cantidad de procesamiento serial debe ejecutar la red. El abanico de entrada es el número de elementos que excitan o inhiben una unidad dada. El abanico de salida de una unidad es el número de unidades que son afectadas directamente por una unidad. Si bien, en algunos casos, se necesitarán patrones de conexión de carácter más general.

Cambiar la estructura de procesamiento en los modelos de procesamiento distribuido en paralelo conlleva modificar los patrones de interconexión. Ello es posible por tres tipos de modificaciones: La primera hace referencia al desarrollo de nuevas conexiones inter-unidades, la segunda, mediante la pérdida de la conexión existente y, la tercera, debida a la modificación de la fuerza de la conexión.

El último apartado a considerar en la exposición de los puntos fundamentales existentes en los modelos PDP es la representación del medio. En dichos modelos el medio se representa como una función estocástica que varía temporalmente sobre el espacio de patrones de entrada. Esta función probabilística puede depender, en general, de la historia de aprendizaje tanto de "inputs" del sistema como de los "outputs". Sin embargo, en la mayoría de los modelos PDP el medio se caracteriza por una distribución de probabilidad estable del "input" independientemente de los anteriores "inputs" y "outputs" del mismo.

Por todo lo expuesto anteriormente, es bastante razonable llegar a concluir, que en la determinación del estudio de un sistema específico se desee plantear cada uno de los aspectos fundamentales y diferenciadores en la modelización del procesamiento distribuido en paralelo. Por ello, la primera labor a realizar en el planteamiento de un trabajo de este tipo será conocer qué

apartados forman los componentes elementales del modelo de red neural al que deseamos adherirnos. Labor ésta a la que nos dedicaremos inmediatamente en las páginas siguientes.



## **2. ARQUITECTURAS DE LOS MODELOS PDP**

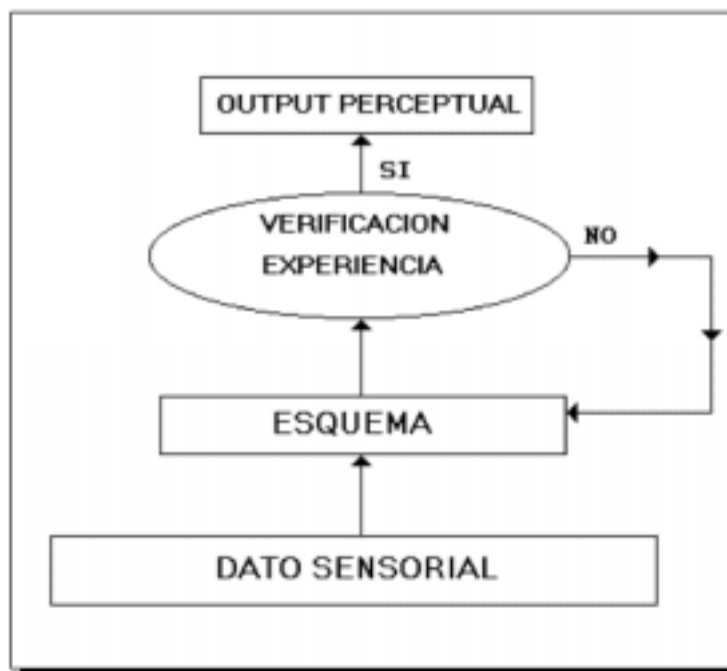
### **2.1. ORGANIZACIÓN JERÁRQUICA**

No existe una perspectiva unitaria en la psicología cognitiva actual sino más bien una gran variedad de enfoques y paradigmas, que sólo tienen en común el interés por estudiar los fenómenos mentales causantes del comportamiento y el paradigma dominante, el del procesamiento de la información.

Hasta los últimos veinte años, las investigaciones sobre los procesos perceptuales se centraron en especificar cómo se almacena la información visual en las estructuras de conocimiento y, a su vez, cómo actúan éstas en los datos presentados, es decir, por un lado la actuación de los datos en las estructuras y, por otro, la actuación de las estructuras en los datos. En consonancia con esta idea general, Palmer (1977) elaboró el modelo proposicional de red jerárquica con el objetivo de explicar cómo se lleva a cabo la representación y organización del "input visual". Este tipo de modelo, llega a afirmar que la identificación de un estímulo visual se realiza por la historia de aprendizajes almacenada en las estructuras de memoria, que el sujeto posea, acerca del objetivo percibido.

De esta forma, los inputs de información desencadenan la activación de esquemas posibles de interpretación. De todos los esquemas disponibles para efectuar la salida perceptual, sólo se selecciona aquél que mejor se ajuste al dato sensorial y, al mismo tiempo, el esquema seleccionado debe ser verificado por el conocimiento previo ante experiencias pasadas con un cierto carácter de similitud.

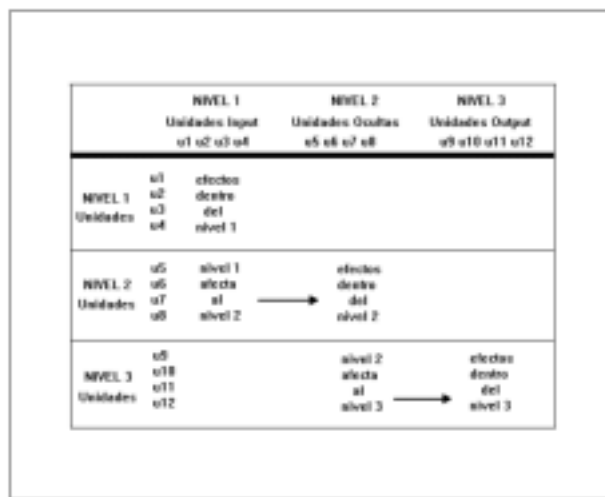
Un simple ejemplo bastará. Ante la siguiente noticia aparecida en los medios de información: "El gobierno ha determinado que los precios de los carburantes sufrirán un cambio en los próximos meses...", el primer esquema que se genera por las experiencias pasadas es "en breve periodo de tiempo, subirá el precio de la gasolina". En realidad, si nos atenemos a la estructura superficial del mensaje sólo nos está informando de un cambio, ascendente o descendente no lo sabemos, sin embargo, sí determinamos, por ese conjunto de expectativas confirmadas por la experiencia que genera el esquema activado por la información con toda seguridad, el incremento del importe actual del producto. El proceso a seguir consistiría en el dato sensorial, esquema, verificación experiencia (esquema no válido), esquema, nueva verificación (esquema válido), y por último el output perceptual.



**CUADRO 3.** Proceso seguido en la selección de alternativas a partir del dato sensorial o información básica.

El problema central para este tipo de modelos proposicionales se encontraba en determinar la direccionalidad del procesamiento de la información, es decir, si se encuentran, las estructuras de conocimiento, dirigidas por los datos o por el esquema. En definitiva, se está determinando los ya conocidos procesamientos "bottom-up" y "top-down", respectivamente.

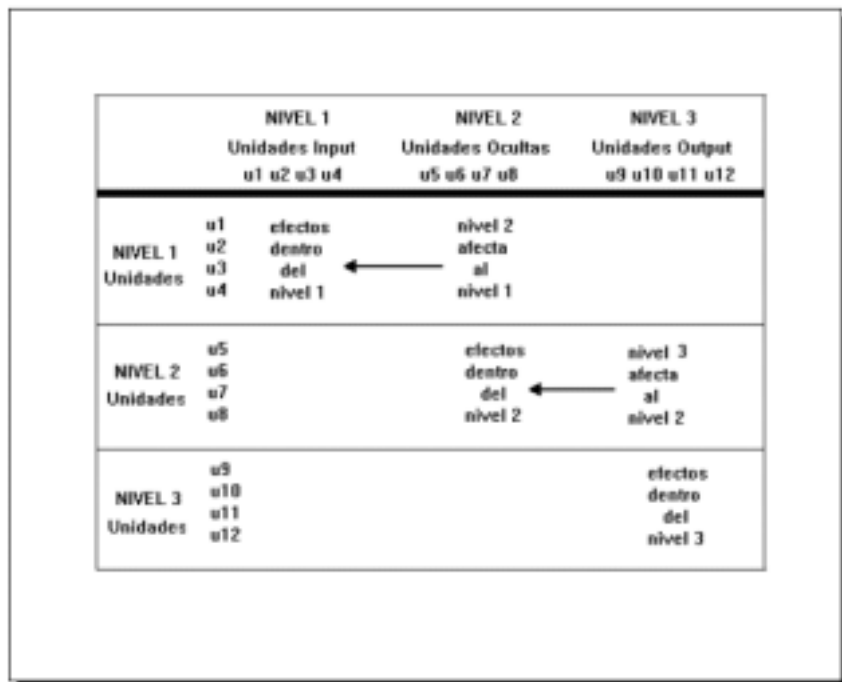
En el marco de los modelos de procesamiento de la información distribuido en paralelo, el factor fundamental en los sistemas de procesamiento "bottom-up" se centra en que las unidades de nivel "i" no pueden afectar a la actividad de unidades de niveles "i-1". Así, un sistema "bottom-up" asume que las unidades de más bajo nivel son las unidades de los inputs informativos y, las de más alto nivel las unidades de los outputs. Es decir, el nivel más bajo del sistema es el que recibe inputs perceptuales desde fuera del módulo y sólo el nivel más alto afecta a otras unidades fuera del módulo, como podemos apreciar en la siguiente figura:



**CUADRO 4.** Sistema de procesamiento "bottom-up" compuesto de tres niveles, en el cual las unidades del nivel i no afectan a la actividad de las unidades de niveles inferiores a i.

De esta forma, y siguiendo el modelo de procesamiento "bottom-up", cuando intentamos reconocer a una persona determinada, en primer lugar se percibirán las unidades físicas, es decir, forma de la cara, color del cabello, nariz, ojos, etc. y, posteriormente, se integrarán estas características para dar lugar al "output", es decir, a la percepción correcta.

Desde el procesamiento "top-down" las unidades de más bajo nivel no afectan a las unidades de más alto nivel. Se asume, por tanto, que un input o mensaje del tipo "top-down" se propaga desde los más altos niveles a los más bajos como se muestra en la figura siguiente:



**CUADRO 5.** Modelo de sistema de procesamiento "top-down" formado por tres niveles, en el cual las unidades de los niveles inferiores a i afectan a la actividad de las unidades de niveles superiores a i.

Según este modelo de procesamiento y, siguiendo con el ejemplo anterior de reconocimiento de una persona determinada, en primer lugar se compararían los procesos cognitivos personales con las características físicas del sujeto en cuestión y, posteriormente, se produciría el "output" perceptual tras la comparación de los datos cognitivos con los sensoriales.

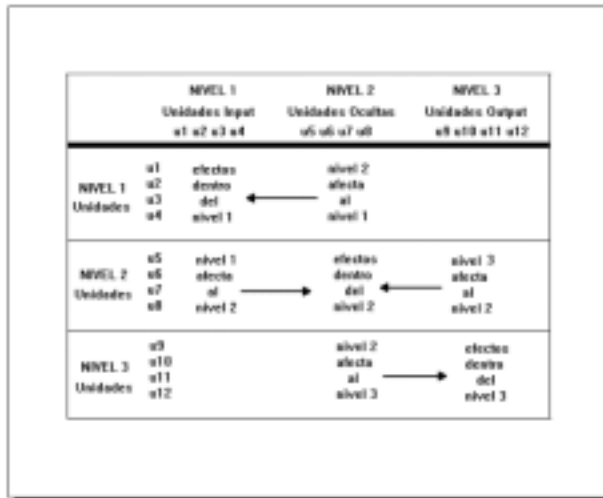
Estos modelos de organización jerárquica han sido criticados de restrictivos por poner trabas a la comunicación entre las diferentes unidades que componen un nivel, interniveles, ya que una unidad de más bajo nivel no podría interactuar con una unidad de nivel superior y, como consecuencia, estarían desechando la información que proporcionan las estructuras del conocimiento en la comprobación de la elección del esquema adecuado. De aquí, surgen los modelos de procesamiento interactivos, en los que se puede apreciar una comunicación intra e inter-niveles.

## **2.2 INTERACTIVOS**

Las dos posturas expuestas anteriormente quedan lejos, desde nuestro punto de vista, de explicar cuál es el proceso de reconocimiento del objeto perceptual. En la primera fase del proceso "bottom-up" parece evidente la existencia de un análisis del estímulo presente, y en la primera fase del proceso "top-down" resulta también evidente la actuación de la experiencia perceptual mediante procesos integrativos e interpretativos. De nuevo, nos encontramos como tantas otras veces en psicología con el conocimiento de los mecanismos actuantes en la etapa inicial del procesamiento y en la etapa final, pero ¿qué está ocurriendo en los procesos intermedios hasta llegar a configurar el agrupamiento perceptual?, ¿cómo se produce la síntesis, y en función de qué, entre la entrada sensorial y el conocimiento previo acumulado?, ¿acaso, el producto visual se encuentra, en función lineal, determinado por los datos de una forma invariante?.

Así, otros autores como Rumelhart, Hinton y McClelland (1987) se inclinan por un punto de vista o modelo interactivo, donde desde la primera etapa del procesamiento estarían actuando ambos procesos de lo cognitivo a lo sensorial y viceversa, es decir, donde las características físicas del estímulo interactuarían con las estructuras de conocimiento, para dar salida o "output" perceptual. Asimismo, existen investigaciones en nuestro país que defendieron en sus hipótesis de trabajo una postura interactiva en el procesamiento de la información (Arnau, 1984; Arnau, Salvador y Pelegrina, 1988).

Desde otra perspectiva, los modelos interactivos son modelos en los que se defienden ambos tipos de conexiones "arriba-abajo" y "abajo-arriba". Realmente, en ocasiones, se ha llegado a pensar que los sistemas con niveles simples y con estructuras no jerarquizadas poseían menor poder de comunicación entre las unidades de información que los sistemas con múltiples niveles y con estructuras jerarquizadas. Así es, un modelo jerarquizado multinivel mantiene la libre comunicación entre las distintas unidades, es decir, posee bastantes unidades escondidas o "hidden units", comunicación intra-nivel y comunicación inter-niveles. Este aspecto tan importante de los modelos interactivos se pone de manifiesto en la figura siguiente en la que se consideran, como en las figuras anteriores, tres niveles de procesamiento:



**CUADRO 6.** Modelo interactivo de tres niveles de unidades con conexiones "top-down" y "bottom-up".

Por tanto, a la hora de abordar el tema de la percepción visual no podemos apoyarnos con exclusividad en la teoría de la integración de características ya descrita en apartados anteriores, ya que dicha teoría no predice algunas de las propiedades emergentes particulares en la interacción de los componentes estimulares.

Así, por ejemplo, en el reconocimiento de un vehículo se percibirían no sólo los elementos que componen el estímulo, es decir, el volante, los asientos, las lunetas, etc., sino que al mismo tiempo se originaría la integración de los diferentes componentes. Ahora bien, de dicha integración se manifiesta una percepción que no obedece, en exclusividad, a la mera incorporación de las partes en el total. De ahí, que la percepción se presente, en ocasiones, de una forma muy rápida, es lo que se denomina "configuración holística".

Hasta ahora se ha puesto de manifiesto que el sistema visual procesa información, por un lado, identificando y/o integrando los componentes

estimulares según la exigencia de la tarea, por otro lado, agrupando los elementos del objeto visual presentado según los códigos superordenados que active dicho objeto y también en función del objetivo a detectar y, finalmente, hemos estudiado los modelos de procesamiento en paralelo poniéndose de manifiesto el carácter altamente paralelo del sistema visual. Ahora bien, ¿realmente se pueden integrar todas estas posturas en un intento por conseguir una explicación plausible del funcionamiento perceptual visual?, ¿o bien son totalmente divergentes en sus caminos explicativos?, es decir, ¿es posible una unificación de los modelos PDP y las leyes de la Gestalt?. Al menos, parecen tener puntos de conexión en cuanto al funcionamiento del proceso perceptual, pero ¿en función de qué se activan unos detectores de características y no otros?, ¿no estarán relacionados con la organización perceptual que posteriormente da lugar al fenómeno gestáltico?.

La percepción, como defienden los modelos PDP y la teoría de los códigos superordenados, se puede expresar en función de unidades de activación. De esta forma, la organización perceptual se puede intentar explicar usando técnicas de procesamiento en paralelo que guarden concordancia con los principios teóricos de la Gestalt.

Por todo lo expuesto, nos guiamos de forma natural hacia una computación del tipo de red paralela de procesamiento de unidades interconectadas. Así, los estados tempranos del sistema visual son, generalmente, paralelos, y las conexiones excitadoras e inhibitorias entre las simples unidades de procesamiento parecen ser un mecanismo básico en la visión temprana. Así, en el siguiente apartado nos dedicaremos al estudio de las redes neurales.

### 3. MODELOS DE RED NEURAL

En el intento de reproducir ciertos procesos y funciones cognitivas surgen los modelos de redes neurales, que pueden llegar a describir la actuación de la mente a partir de una cierta información difusa o incompleta. Las redes neurales artificiales están compuestas por numerosos elementos de proceso interconectados que operan en paralelo, siendo su funcionamiento similar al que, presumiblemente, siguen las neuronas del cerebro humano para codificar y procesar la información.

Quizá el modelo de activación paralela más simple que se conoce es el modelo lineal simple. En este modelo, los valores de activación vienen representados por números positivos o negativos. En general, este tipo de modelos se compone de dos conjuntos de unidades, uno de entrada y otro de salida, no necesitándose unidades ocultas puesto que, al tratarse de un sistema lineal multi-etapas, todas las computaciones pueden realizarse mediante un sistema lineal de una etapa única. Así, cualquier unidad en el estrato de entrada puede conectar con cualquier unidad en el estrato de salida, por tanto, sólo se requiere una única matriz de conexión.

Este tipo de modelos lineales presenta algunas restricciones. En concreto, es posible mostrar que lo que puede computarse en dos o más etapas, también puede hacerse en una. Es decir, que para cada modelo lineal con una determinada matriz de conexión que pueda alcanzar un estado particular en determinadas etapas, existe otro modelo lineal con otra matriz concreta que puede alcanzar el mismo estado en una sola etapa. Esto significa que nunca puede haber una ventaja computacional en un modelo lineal de sistemas multi-etapas, ni puede haber ventaja alguna por permitir la retroalimentación.

La regla de aprendizaje más común empleada en una estructura lineal es la regla hebbiana simple y la regla delta. Anderson (1970) y Kohonen (1977, 1984) utilizaron la regla hebbiana denominada "asociador lineal simple". En este caso, el sistema se comprueba presentando un patrón de entrada sin entrada enseñante y se observa, en qué medida encaja el patrón generado sobre el estrato de salida con la entrada enseñante original. Así, es posible construir asociaciones correctas entre patrones siempre que el conjunto de entradas sea linealmente independiente, y para lograrlo es necesario una regla de corrección de error, siendo la más común la denominada "regla delta". De esta forma lo que se enseña es, esencialmente, la diferencia entre la respuesta deseada y la lograda de hecho por la unidad determinada debida a la entrada.

Aunque un modelo de este tipo puede requerir muchas presentaciones del conjunto de patrón de entrada, si los patrones son linealmente independientes el sistema será finalmente capaz de producir las respuestas buscadas. Al mismo tiempo, también se obtendrán los mismos resultados para el modelo con la regla hebbiana denominada "auto-asociador", en donde los patrones de entrada y los enseñantes son el mismos, y el estrato de entrada y el de salida son también el mismo.

Las limitaciones que presentan los modelos lineales simples pueden subsanarse por medio de la adición de los modelos no-lineales. En general, el sistema no-lineal más simple consiste en una estructura de unidades de umbral lineales cuya activación toma los valores  $[0,1]$ . En este caso y al igual que en el sistema lineal, la matriz de conexión para una red de unidades de umbral no-lineales es una matriz compuesta de números positivos y negativos.

Sin embargo, con las redes de umbral lineales pueden computarse funciones que no pueden computarse con los modelos lineales simples. Tal es el caso de la función clásica "o excluyente" (XOR). La idea principal es

encontrar un sistema que responda [1] si recibe [0,1] o un [1,0], y responda [0] en cualquier otro caso. Aunque el sistema multiestrato de unidades lineales de umbral es muy potente, no se conoce un algoritmo de aprendizaje para el caso "XOR".

Uno de los modelos más simple que se conoce es el denominado perceptrón. Dicho modelo de red neural está formado por un solo estrato de unidades lineales umbral sin retroalimentación. La situación de aprendizaje coincide con la de los modelos lineales simples, es decir, se presenta un patrón de entrada junto a una entrada enseñante siguiendo, la regla de aprendizaje del perceptrón, la misma forma que la regla delta para la corrección de error en el modelo lineal.

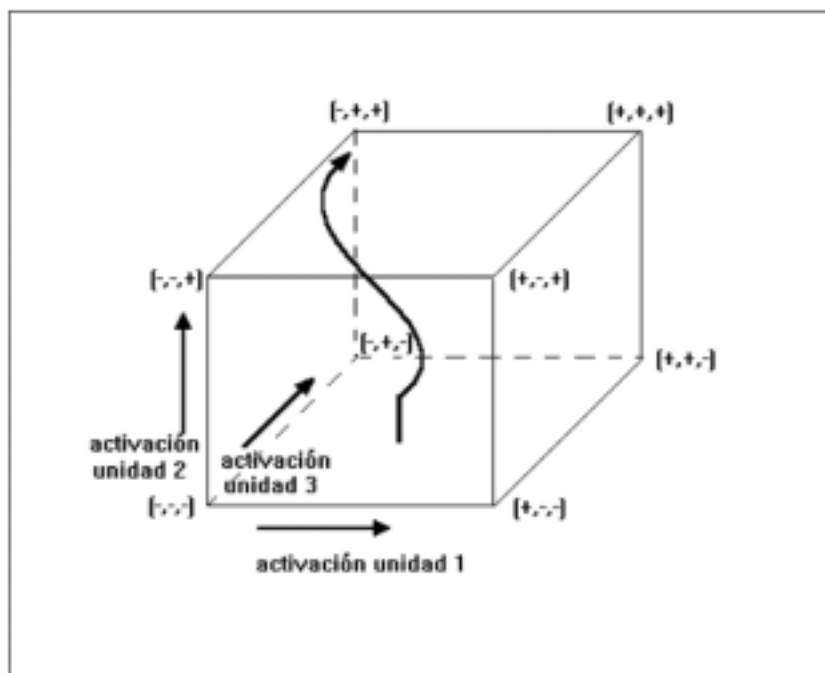
Si el conjunto de patrones es aprendido por el perceptrón, encontrará un conjunto de pesos que le permitirá responder correctamente a todos los patrones de entrada. Esta garantía se alcanza mediante el teorema denominado "convergencia del perceptrón". Sin embargo, el perceptrón no es capaz de aprender patrones que no puedan ser aprendidos por el asociador lineal simple. Dicha limitación fue lo que originó que autores como Minsky y Papert (1969) evaluaran de forma pesimista el alcance de este tipo de red conexionista.

El modelo perceptrón fue muy criticado por ser una red monocapa y, por consiguiente, se situó en un nivel de funcionamiento muy inferior al utilizado por los ordenadores digitales al ser incapaz de realizar un aprendizaje con relaciones lógicas de disyunción exclusiva "XOR".

Otro MRN que guarda un estrecho parecido con el asociador lineal simple es el desarrollado por Anderson (1977). Construyó una red neural de memoria asociativa cuyas conexiones tenían lugar dentro de una caja imaginaria

denominada "diseño de la caja del cerebro", en la que cada vértice de la caja representa las neuronas artificiales y se conectan con los otros vértices a través de la profundidad del cubo.

Los modelos de la caja del cerebro están organizados de modo que cada unidad puede, en general, conectarse con cualquier otra unidad y, de este modo, la activación (que normalmente las unidades toman valores de activación  $[-1,1]$ ) puede reciclarse en el sistema mediante un bucle de retroalimentación positiva. Además, el aprendizaje implica la auto-asociación utilizando la regla hebbiana simple (Anderson y Mozer, 1981).



**FIGURA 12.** Modelo de la "caja del cerebro". Cada activación de la caja representa los valores de activación de una unidad, encontrándose entre los límites  $[-1,1]$ .

Otros investigadores han empleado en sus estudios redes neurales artificiales, o bien como las denominan Johnson y Brown (1988) "cognizers", de capas múltiples. La idea básica de este tipo de redes neurales (RN) se centra en las conexiones de "retroalimentación", es decir, la red puede recibir información de los errores cometidos desde los niveles más altos a los más bajos, en un proceso esencialmente "top-down" al mismo tiempo que la RN aprende una tarea determinada. Este tipo de RN se comenzó a utilizar en problemas del mundo real así como, por ejemplo, en la lectura de documentos escritos a mano en diferentes países, a saber, en los EE.UU., Japón y algunos estados miembros de la Europa comunitaria.

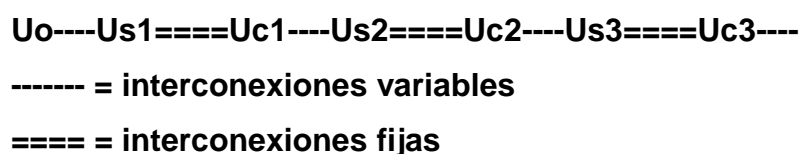
En la técnica de retropropagación los cambios en las conexiones neuronales del interior de la red -llamadas unidades ocultas-, se asignan de tal modo de reducir al mínimo la diferencia entre la reacción de la red y lo que se espera de ella. El algoritmo de "retropropagación", que informa a la red de los errores cometidos, fue una técnica muy utilizada y posteriormente depurada por el grupo de investigación en modelos PDP (Rumelhart y McClelland, 1986). Para estos autores, el principal problema de las RN de dos capas se centraba en la no-utilización de representaciones internas del conocimiento previo en la tarea en la cual se estuviese entrenando a la red, existiendo solamente conexiones hacia delante y hacia atrás inter-capas.

Mientras Rumelhart y McClelland (1986) empleaban técnicas determinísticas en los procesos implicados en la red, otros estudiosos del tema utilizaban métodos estocásticos. Así, Hinton, Sejnowski y Ackley (1984) aceptaban técnicas estadísticas empezando por un número de neuronas artificiales fijadas de antemano y, a partir de aquí incrementaban las diversas conexiones en el procedimiento de aprendizaje hasta que la red diese la respuesta adecuada al tipo de tarea exigida.

Sin embargo, y al mismo tiempo que los modelos conexionistas seguían desarrollando la retropropagación, otros proyectos centraban sus objetivos en los efectos del uso de conjuntos de neuronas centrales activadas y neuronas anexas, afirmando que cuando una neurona se excita las de alrededor tienden a inhibirse mediante los diferentes neurotransmisores químicos, coincidiendo con la postura mantenida por los "teóricos competitivos-cooperativos" y admitiendo una única representación interna del mundo externo.

Tal es el caso de los estudios realizados por Fukushima y Miyake (1982); Fukushima, Miyake y Takayuki (1983); Fukushima (1986, 1987, 1988, 1989); Fukushima y Wake (1990) que elaboraron un modelo de red neural al que denominaron "neocognitron" el cual reconoce estímulos correctamente sin verse afectado drásticamente por los cambios de forma y posición del patrón presentado. Este tipo de algoritmo se basa en el principio de que sólo se utilizan aquellas células que pueden conectarse de forma reforzante para dar lugar al "output" óptimo, sin necesidad de instrucciones ofrecidas mediante entrenamiento.

El "neocognitrón" consiste en una conexión en cascada de un número modular de estructuras precedidas en la capa "input" (U0). Cada estructura modular está compuesta por dos capas de células, una capa "input" de células simples (Us) consistente de células simples (Cs), y una capa "input" de células complejas (Uc), que detectan los elementos invariantes del objeto presente, consistente de células complejas (Cc). En el "neocognitrón", sólo se pueden variar y modificar las interconexiones de las Cs, mientras las interconexiones del "input" de otras células son fijas y no se pueden modificar:



Las Cs o las Cc de cualquier capa se clasifican en subgrupos de acuerdo con las características estimulares óptimas en sus campos receptivos denominándose a cada subgrupo "plano de células". Las interconexiones de las Cs y de las Cc son fijas y no se pueden modificar. Esto significa que todas las áreas conectadas de Cs y de Cc extraen la misma característica estimular pero desde posiciones ligeramente diferentes en la capa "input". En otras palabras, una Cc responde a la misma característica estimular que una Cs precedente, detectando los invariantes a los cambios posicionales de la característica estimular. Así, el modelo de RN "neocognitron" estaría formado por una serie de células simples y células complejas diferenciándose, éstas últimas, en la detección de los invariantes del patrón presentado. Cada conjunto de células conformaba una célula plana-simple o bien una célula plana-compleja que, a su vez, dan lugar a una capa siendo ésta un conjunto de células planas simples o complejas.

En un área más alta que el cortex visual, existen células que responden, de forma selectiva, a ciertas figuras como círculos, triángulos o cuadrados (Hubel y Wiesel, 1979). Así, el sistema visual parece ser una estructura jerárquica, donde las características simples -que quizá pueden coincidir con la buena forma gestáltica- se extraen a partir de una forma estimular integrándose, posteriormente, en otras más complejas.

Este proceso de paso de características simples a complejas puede estar relacionado con los detectores de características neurales empleados en la formación de los códigos superordenados que dan lugar a la salida perceptual y a la Gestalt asociada con dicha salida, en un proceso de activación de unidades, elementos estimulares, con la consiguiente identificación e integración del fenómeno perceptual.

De forma general y, a modo de resumen, la fase inicial de la red jerárquica es una capa de unidades de entrada, que consiste de dos dimensiones de células receptoras. Cada fase posterior posee una capa que contiene Cs, seguida por otra capa de Cc. Así, en toda la red, las capas de Cs y de Cc se van alternando, hemos de suponer que ocurre en función de la tarea, asimilando y/o acomodando. En la fase más alta, la capa de Cc es la capa del reconocimiento, salida perceptual: la respuesta de la célula en esta capa es el resultado final del reconocimiento de la forma llevado a cabo por el "neocognitron". Las conexiones entre las Cs, células de extracción de características, son variables y se pueden reforzar mediante un aprendizaje o entrenamiento. Después de un aprendizaje, las Cs se activan, solamente, cuando una característica particular se presenta en una determinada posición en la capa input.

En otras palabras, solo una Cc, que corresponde a la categoría del input se activa. Se utiliza un tiempo limitado mínimo, en cada fase, para tolerar los pequeños errores posicionales, desempeñando un papel muy importante en el desarrollo de la red, con la consiguiente habilidad para reconocer formas distorsionadas:

**Fase inicial (Cs) Capa "input"**

**Fases intermedias (Cs, Cc)**

**Fase final (Cc) Capa "output"**

¿Cuál puede ser el número de unidades idóneo en la red?. El número de unidades o, para ser más exactos, el número de células en un plano, en cada fase de la red se debe incrementar a medida que aumente el número de categorías del estímulo a reconocer. Sin embargo, el incremento no llega a ser totalmente lineal, ya que las características locales a ser extraídas en el nivel

más bajo se distribuyen, frecuentemente, en diversas formas de categorías diferentes.

Esta idea puede estar estrechamente relacionada con la teoría de los códigos superordenados, pues podemos decir que aumentará el número de -conexiones inter- unidades cuando aumente el número de elementos estímulos que pertenecen a una misma categoría -conexiones intra-, pero no ocurrirá así cuando aumente el número de elementos estímulos que pertenecen a distintas categorías; y, por tanto, se puede explicar la percepción de una Gestalt, de dos o más, por la codificación neural que se active perteneciente a una misma categoría.

De esta forma, y siguiendo con la afirmación anterior, cuantos más elementos pertenecientes a una misma categoría se presenten en una imagen visual mejor se llevará a cabo el agrupamiento de las unidades de información y se facilitará, como consecuencia, la formación de una sola gestalt. Por el contrario, cuando los elementos pertenecen a distintas categorías, en este caso se facilitará la formación de dos gestalts mediante el aumento de -conexiones intra- de las unidades pertenecientes a cada categoría y, la inhibición de las -conexiones intercategorías-.

Esta afirmación pone de relieve la influencia que puede tener el número de elementos que componen el objetivo visual en el reconocimiento del estímulo y, por tanto, en la formación de una o dos gestalts. Si bien también se ha de tener en cuenta que la densidad estimular favorece un procesamiento global o local dependiendo del número de elementos que constituyen el estímulo presentado y, como consecuencia de ello, del ángulo visual que subtiendan dichos elementos (Arnau, Salvador y Blanca, 1992).

Así, y de forma general, podemos afirmar que el aumento de -conexiones intra- unidades pertenecientes a una misma categoría se pueden originar por la similitud que muestran los elementos de esa unidad y esta sería la razón de la facilitación del agrupamiento perceptual, y, por consiguiente, de la configuración holística de la imagen visual. Por el contrario, si los elementos no presentan similitudes, se inhibirían las -conexiones inter- categorías posibilitando así dos o más salidas perceptuales, es decir, dos o más gestalts.

A pesar de todos los esfuerzos empleados en el entendimiento del funcionamiento cerebral seguimos teniendo un conocimiento muy limitado acerca del mismo pues, hasta el momento, no puede saberse con gran certeza qué está ocurriendo en esas unidades ocultas de conocimiento en cualquier proceso de ejecución o resolución de la tarea presentada, que acaso sea el lugar donde se lleva a cabo un tipo de agrupamiento perceptivo y no otro, de acuerdo con la organización perceptual que presente el objeto visual.

Actualmente, los grandes interrogantes hacen referencia al adiestramiento/aprendizaje de la red y al rendimiento, es decir, ¿cuál es el número adecuado de capas empleadas? y, lo más importante, ¿si una red obtiene una respuesta adecuada debe seguir buscando otra mejor?.

## A MODO DE CONCLUSIÓN

A modo de conclusión de esta exposición teórica, podemos decir que hemos intentado establecer la existencia de un grado de correspondencia entre las leyes de la organización perceptual y los modelos PDPs. En concreto, la percepción puede ser vista como la actividad de una coalición de unidades y las configuraciones de tales coaliciones determinan las posibles interpretaciones que pueda tener el sistema, dando lugar a un tipo de integración y agrupamiento perceptual.

Otra característica desarrollada ha sido la comprensión de las propiedades emergentes. Las propiedades en sí, no predicen el conocimiento de los elementos del sistema, el conocimiento se encuentra en las interacciones entre los elementos, siendo inherente a estas interacciones, es decir, las propiedades emergen de la colisión inter-elementos.

Hemos visto cómo el análisis de la cognición en función de unidades, activaciones de unidades, conexiones entre ellas, efectos de las propiedades emergentes a partir de un gran número de coaliciones inter-unidades, nos permite estudiar el sistema cognitivo como un sistema dinámico, constructivo, dentro de los modelos de procesamiento distribuido en paralelo.

En comparación con la postura defendida por la teoría de los sistemas dinámicos, hemos desarrollado la conceptualización del sistema perceptual en cuanto a redes neurales. Así, se estableció que las propiedades de las redes emergen a partir de las interacciones de los elementos, como en el modelo interactivo de organización jerárquica con los diferentes niveles de procesamiento de la información y, diferenciando tres tipos de unidades: input, output, y las unidades ocultas ("hidden units"). En general, hemos tratado los

fenómenos cognitivos como emergentes mediante la interacción de muchas unidades.

Ahora bien, necesitamos construir modelos de procesamiento para las tareas cognitivas que incluyan las estructuras de conocimiento del sujeto, considerando todas las posibles estrategias para realizar la tarea. De igual forma, deberíamos realizar grandes grupos de estudios experimentales muy integrados, grandes programas de investigación, centrados en una sola tarea compleja, y organizar esfuerzos cooperativos para alcanzar la comprensión de algunas áreas laboriosas del rendimiento cognitivo.

Desde este punto de vista, la simulación del funcionamiento del sistema cognitivo mediante ordenadores supone el mejor ejemplo disponible, actualmente, del progreso acumulativo y del avance genuino (Simons, 1987). Por tanto, en nuestra opinión creemos conveniente el apoyarnos en la teoría de los códigos superordenados, por intentar explicar el fenómeno perceptivo desde el punto de vista de codificación de unidades gestálticas y, como consecuencia de ello, servir de base para futuras investigaciones que se centren en la elaboración de redes de simulación de la emergencia perceptual. Sin duda, este será el primordial objetivo que focalice nuestros estudios empíricos, el intentar evidenciar e interpretar desde una perspectiva gestáltica qué ocurre, en el fenómeno perceptivo, cuando se integran diferentes propiedades holísticas en una misma imagen visual.

**PARTE SEGUNDA:  
ESTUDIO EMPÍRICO**



### **III. LA EMERGENCIA DE CARACTERÍSTICAS EN LA INTERACCIÓN PERCEPTUAL**



## INTRODUCCIÓN

En los apartados expuestos con anterioridad se han presentado y discutido las diferentes teorías que se han propuesto como posibles explicaciones plausibles del agrupamiento perceptivo. Así, y básicamente, se ha atendido a los procesos implicados en la percepción visual y en la codificación de características que tienen lugar durante la organización perceptual.

En recientes estudios se ha llegado a plantear que la evidencia neuropsicológica sugiere un sistema modular que sería el responsable de la organización del todo y las partes en el sistema visual. Así, Robertson y Lamb (1991) proponen que la organización jerárquica de los elementos dentro de los objetos necesita la coordinación de, al menos, cuatro subsistemas diferenciados cuyas funciones serían:

1. Enfatizar las propiedades globales de la figura, asociado con la región temporal-parietal superior posterior derecha
2. Enfatizar las propiedades locales del estímulo, asociado con la región temporal-parietal superior posterior izquierda
3. Controlar la distribución de los recursos atencionales de estos subsistemas, asociado con el lóbulo parietal lateral izquierdo-derecho y,
4. Interconexionar las propiedades globales y locales mediante la integridad temporal-temporal posterior derecha izquierda.

Estudios neuropsicológicos como los realizados por Bradshaw y Nettleton (1981) mostraron que los sujetos con el hemisferio izquierdo dañado procesaban peor las partes o detalles de la escena visual, mientras que los sujetos con el hemisferio derecho dañado perciben peor las propiedades holísticas, configurales o propiedades gestálticas. Sin embargo, estas investigaciones no especifican cómo el cerebro organiza o relaciona las partes y el todo.

En esta tercera parte trataremos de estudiar el efecto conjunto de algunas variables específicas que, de una forma aislada o a lo sumo dos a dos, se han manifestado relevantes en la bibliografía revisada en el procesamiento holístico. Así, el objetivo común de las investigaciones siguientes se ha centrado en someter a comprobación empírica la hipótesis de que las leyes perceptuales de la gestalt pueden explicarse mediante la teoría de los códigos superordenados demostrándose, de esta forma, la rapidez de determinadas salidas perceptuales -gestalts- y, por consiguiente, el retraso en la percepción de otras.

Más específicamente, creemos que la activación de tales códigos superordenados puede verse modulada por variables como las siguientes: la proximidad existente entre los elementos, el contraste de la figura-fondo del estímulo y, por último, la similaridad inter-elementos.

Así, se planteó el primer experimento con el fin de poder observar el agrupamiento de las unidades de información que configuran el código perceptivo superordenado más relevante en función del objetivo ("target") a detectar.

Con respecto al segundo y tercer experimento se parte de la idea de que la asimilación de los elementos del estímulo ocurre cuando la forma del mismo se percibe como un todo. Dicha asimilación puede ser debida a un evento interno, que según King (1988) se evidencia en tres conclusiones empíricas, como son:

1. La percepción de la forma de un estímulo como un todo unitario (Gestalt) ocurre mediante la asimilación, es decir, mediante un incremento en la similaridad percibida.
2. La transición de asimilación a contraste, - un decremento en la similaridad percibida-, puede ocurrir con un decremento progresivo en el espacio, color, y similaridad temporal inter-estimular.
3. El decremento también puede resultar de una disminución gradual en la constancia del todo percibido y, por tanto, originando un incremento concomitante en la constancia de dos o un número pequeño de todos percibidos.

Así, Kanizsa (1988) concuerda con el principio de que la percepción del todo está asociada con la asimilación y que dos percepciones totales están asociadas con el contraste. Sin embargo, focalizó la asimilación en el color, desconsiderando si estas asimilaciones y contrastes se mantenían por la percepción de la posición espacial y los atributos geométricos relacionados, por las ilusiones geométricas, por los cambios físicos en el color, o bien por los efectos posteriores a la exposición de la forma visual.

Por último, y en relación con el cuarto y el quinto experimento, se plantearon los dos estudios finales con objeto de comprobar la existencia de validez ecológica en los resultados obtenidos en los trabajos empíricos

anteriores. Así, se escogieron estímulos visuales que guardasen similitud con los utilizados en las tres primeras investigaciones, con la diferencia de que ahora se mostraron objetos reales.

Pues bien, dada la percepción de un todo y la evidente asimilación, y por otro lado la percepción de dos todos y el evidente contraste, se propone que un simple evento visual, -aquella estimulación que provoca una activación de los detectores neurales-, es la causa directa -inmediata- de una simple percepción del todo y de la asimilación, y que dos de los tales eventos son la causa directa de dos percepciones totales y del contraste.

De esta forma, parecen realmente importantes aquellos elementos que componen el estímulo visual y, como consecuencia, el tipo de configuración global que favorecen, es decir, uno o dos todos perceptuales. En función de ello se va a dar una asimilación o un contraste entre las partes estimulares, produciéndose así determinadas asociaciones gestálticas y configuraciones holísticas.

En suma, los cinco experimentos siguientes tratarán de constatar la existencia de determinadas variables que influyen, de manera conjunta, en la identificación e integración de los elementos que componen la imagen visual y en la formación del agrupamiento gestáltico y que, además, dichas variables se encuentran relacionadas con la teoría de los códigos superordenados quedando, así, evidencia empírica de la rapidez o lentitud de las gestalts resultantes.

## 1. EXPERIMENTO Nº 1: EL EFECTO DE LA CODIFICACIÓN NEURAL

### 1.1. HIPÓTESIS

El presente experimento intenta demostrar que determinadas variables perceptuales, -como la igualdad de formas, el contraste, etc.-, mediatizan el efecto gestáltico resultante por las razones expuestas con anterioridad en el apartado de la Teoría de los Codigos Superordenados (TCS). Por consiguiente, se establecerán las diferencias que se presenten en la medida de los tiempos de reacción y en la exactitud de las respuestas debidas a la disposición de los elementos estímulares que configuran la imagen visual y al nivel de aparición del objetivo a detectar.

**HIPÓTESIS 1.** Si existe igualdad entre las formas, los elementos y el objetivo a detectar en la figura estimular, es decir,  $F1=F2=E1=E2=objetivo$ , entonces se facilitará un correcto reconocimiento del estímulo presentado reflejándose en menores tiempos de reacción (TRs) y mayor exactitud de las respuestas (AC).

**HIPÓTESIS 2.** La coincidencia en forma de E1 y E2 aumentará la rapidez de la salida perceptual mediante el agrupamiento de las unidades de información, manifestándose en menores TRs y mayor proporción de respuestas correctas cuando el objetivo se presente en E1 y E2 que en E1 o en E2 solamente.

**HIPÓTESIS 3.** El contraste existente entre E1 y E2 junto con la aparición del objetivo en el elemento E1 aumentará el efecto "figura-fondo", mostrándose mayores TRs y menor exactitud de las respuestas en el reconocimiento de los elementos gestálticos -que formen la figura coincidente con el objetivo a detectar- con respecto a la condición de no-existencia de contraste.

## 1.2. MÉTODO

### 1.2.1. SUJETOS

En este estudio participaron 42 sujetos, voluntarios, de ambos sexos, con edades comprendidas entre 20 y 30 años, estudiantes de 4º curso de Psicología de la Universidad de Málaga. Todos ellos poseían visión normal o corregida mediante cristales graduados.

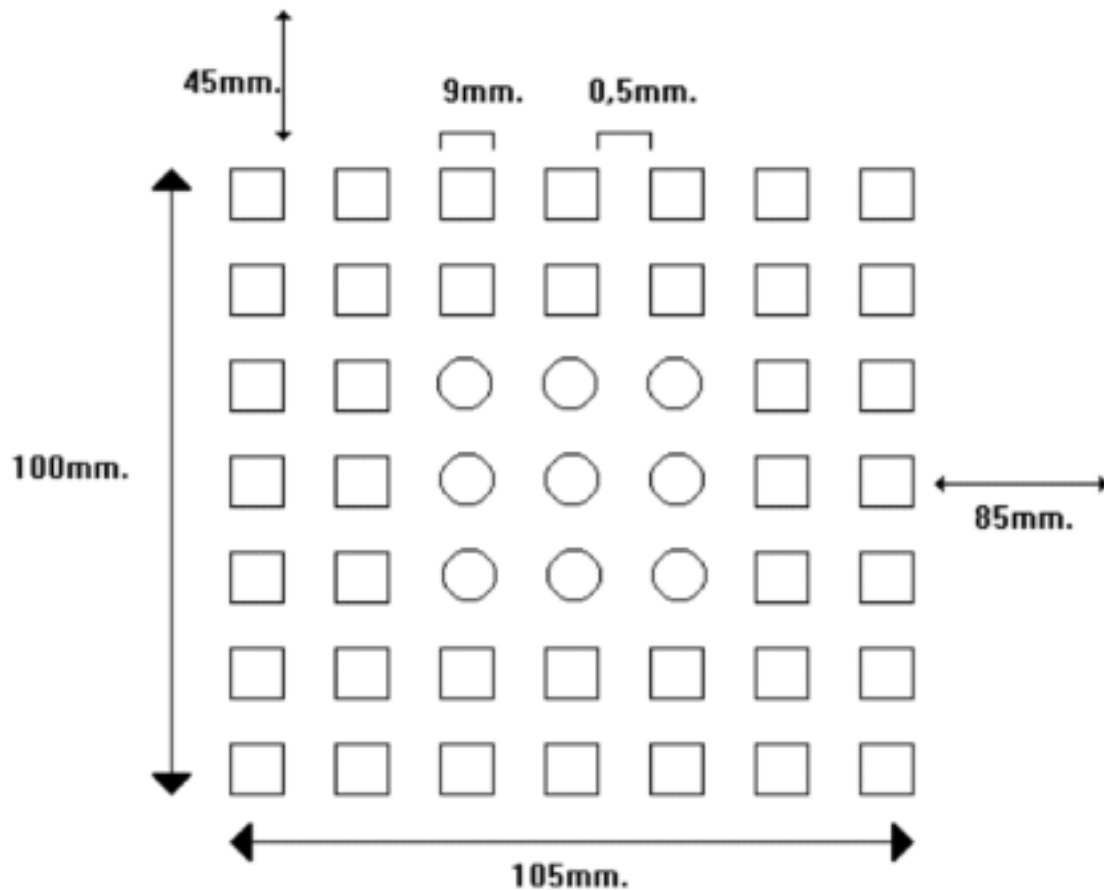
### 1.2.2. MATERIAL

Se utilizó el programa informático de diseños de experimentos denominado "Micro Experimental Laboratory" (M.E.L.) para la presentación de estímulos, y para el registro de los tiempos de reacción y de la exactitud de las respuestas un ordenador PC Olivetti-486.

Los estímulos consistían en figuras geométricas coincidentes (F1, F2) compuestos, a su vez, de figuras geométricas más pequeñas (E1, E2) pudiendo coincidir o no entre ellas con las primeras figuras. Todos los estímulos estaban compuestos en una matriz de 7 x 7 elementos, presentándose en el centro de la pantalla del monitor, cuyo tamaño era de 14". Se empleó el color blanco y el color azul para la manipulación del contraste entre las figuras geométricas pequeñas denominadas elementos.

Como se muestra en la figura siguiente, la dimensión de los estímulos era 100 mm. de alto por 105 mm. de ancho, subtendiendo un ángulo visual de  $9,27^\circ$  x  $9,55^\circ$ . El tamaño de los elementos que componían las figuras era de 9 x 9 mm. ( $0,51^\circ$  x  $0,51^\circ$ ). Entre los elementos existía una separación de 0,5 mm.. Entre la figura y los márgenes de la pantalla del monitor existía una separación de 45 mm.

con respecto a los límites superiores e inferiores, y de 85 mm. con respecto a los laterales de la izquierda y de la derecha.



**FIGURA 13.** Dimensiones de los estímulos utilizados en este experimentos, en donde la figura estimular es un cuadrado (F1) formada por elementos cuadrados (E1), por una figura interior cuadrada (F2) formada por elementos circulares (E2).

En esta figura estimular se pueden apreciar los diferentes niveles de elementos que se emplearon en los experimentos, así como las dimensiones de cada uno de los componentes. De esta forma, vemos que la variable denominada

F1 se corresponde con una figura cuadrada formada, a su vez, por otra figura central también cuadrada (F2), respetándose la condición de igualdad que se estableció entre F1 y F2 en cuanto a su forma geométrica. Los elementos E1 lo constituyen cada uno de los cuadrados que conforman el cuadrado grande (F1) y los elementos E2 cada uno de los círculos que forman el cuadrado pequeño de la figura central (F2).

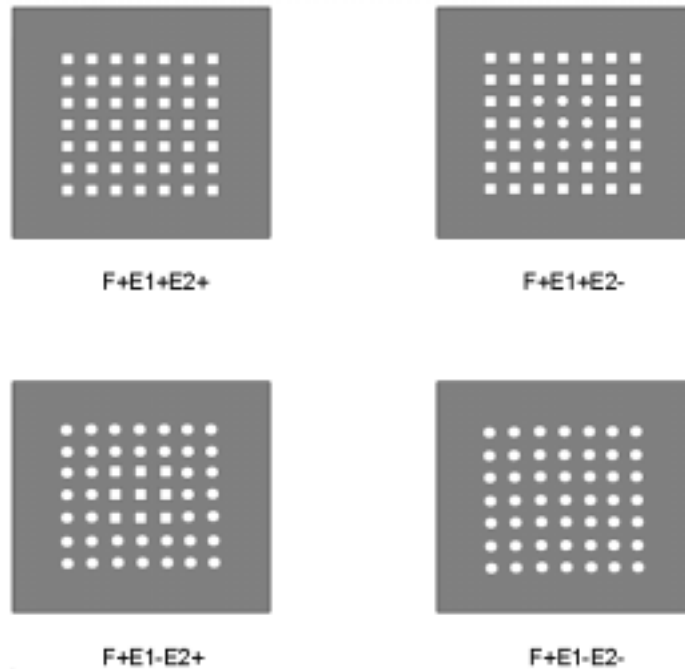
Los estímulos se construyeron a partir de círculos, triángulos y rectángulos elaborados con el programa gráfico Paintbrush de Windows y capturados por el programa M.E.L. sobre un fondo de color gris claro. De este conjunto de figuras se solicitaba la búsqueda de la figura círculo, triángulo, rectángulo que podía coincidir o no con la figura objetivo a detectar (véase cuadro 7).

En función de cada objetivo, se formaron dos grupos de estímulos F (F+, F-), los cuales a su vez se dividían en otros dos subgrupos E1 (E1+, E1-), y éstos en otros dos subgrupos , E2 (E2+, E2-), según la combinación factorial entre la presencia o no-presencia del objetivo en la figura, en el estímulo E1, y en el estímulo E2 (cuadro 7): en la primera condición coincidía el objetivo con la figura, el elemento 1 y el elemento 2 (F+, E1+, E2+); en la segunda coincidía el objetivo únicamente con la figura y el elemento 1 (F+, E1+, E2-); en la tercera condición aparecía el objetivo a detectar en la figura y en el elemento 2 (F+, E1-, E2+); en la cuarta condición sólo aparecía el objetivo en la figura (F+, E1-, E2-). De la misma manera, se repetía para las condiciones donde no aparecía el objetivo a detectar en la figura (Fig. 14, 15).

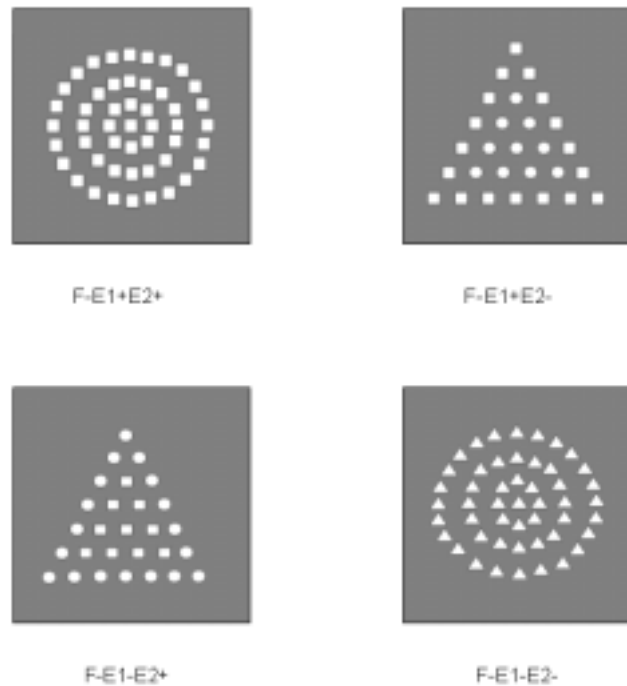
Se construyeron 144 estímulos y 10 estímulos de prueba para la fase del entrenamiento. Los 144 estímulos fueron repartidos en grupos de 16 para cada figura objetivo incluyendo 3 estímulos para cada condición experimental.

<b>FIGURA 1 Y 2</b>	<b>+</b>				<b>-</b>			
<b>ELEMENTO 1</b>	<b>+</b>		<b>-</b>		<b>+</b>		<b>-</b>	
<b>ELEMENTO 2</b>	<b>+</b>	<b>-</b>	<b>+</b>	<b>-</b>	<b>+</b>	<b>-</b>	<b>+</b>	<b>-</b>

**CUADRO 7.** Combinación factorial de la presencia del objetivo en la figura y la presencia del objetivo en los elementos.



**FIGURA 14.** Ejemplo de los estímulos empleados en este estudio cuyo objetivo a detectar es "cuadrado". "F+E1+E2+": La figura geométrica a detectar aparece en la figura estimular, en el elemento 1 y en el elemento 2. "F+E1+E2-": La figura objetivo no aparece en el elemento 2. "F+E1-E2+": El objetivo a detectar no aparece en el elemento 1. "F+E1-E2-": El objetivo no aparece ni en el elemento 1 ni en el 2.



**FIGURA 15.** Ejemplos de los estímulos utilizados en este experimento. "F-E1+E2+": El objetivo no aparece en la figura estimular. "F-E1+E2-": El objetivo sólo aparece en el elemento 1. "F-E1-E2+": El objetivo sólo aparece en el elemento 2. Y, por último "F-E1-E2-": El objetivo no está presente en ninguno de los elementos ni en la figura estimular.

### 1.2.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó un diseño factorial intrasujeto  $2 \times 2 \times 2 \times 2$ . Las variables manipuladas fueron las siguientes: "Aparición del objetivo en la figura estimular F" (F-sí, F-no), "Aparición del objetivo en el elemento E1" (E1-sí, E1-no), "Aparición del objetivo en el elemento E2" (E2-sí, E2-no), y, por último, "El contraste existente entre E1 y E2" (C1C2-sí, C1C2-no). Las variables medidas fueron el tiempo de reacción y la exactitud de la respuestas.

<b>OBJETIVO EN F</b>	<b>+</b>				<b>-</b>			
<b>EN E1</b>	<b>+</b>		<b>-</b>		<b>+</b>		<b>-</b>	
<b>EN E2</b>	<b>+</b>	<b>-</b>	<b>+</b>	<b>-</b>	<b>+</b>	<b>-</b>	<b>+</b>	<b>-</b>
<b>CONTRASTE</b>								

**CUADRO 8.** Diseño factorial intrasujeto 2x2x2x2 seguido en el primer experimento.

#### 1.2.4. PROCEDIMIENTO

La sesión experimental tenía una duración aproximada de 20 minutos. Los sujetos no necesitaban ninguna información adicional a la que ofrecía el propio experimento como se muestra en el anexo 1 para un objetivo "cuadrado".

Una vez que el sujeto había leído las instrucciones generales y se consideraba preparado daba comienzo el ensayo. Los ensayos se componían de 10 estímulos geométricos diferentes a los empleados en el experimento e inmediatamente a esta fase se le daba al sujeto las instrucciones correspondientes a la fase de registro.

Tras los ensayos de prueba se procedía a la presentación de los estímulos experimentales en bloques de 48 estímulos para cada objetivo a detectar: círculo, cuadrado, triángulo. El orden de aparición de los estímulos en el experimento se aleatorizó y el orden de aparición de cada condición experimental se contrabalanceó para cada sujeto.

Cada prueba consistía en la presentación del estímulo en el centro de la pantalla del monitor (prefijada de antemano y a una distancia de 60 cm) y, se mantenía en la misma hasta que el sujeto emitía la respuesta, registrándose el tiempo de reacción y la exactitud de la respuesta. Inmediatamente aparecía el siguiente estímulo y así sucesivamente hasta completar los 48 ensayos correspondientes a la detección de un objetivo. Una vez finalizaba este primer bloque de estímulos, aparecía en la pantalla unas instrucciones específicas para un nuevo objetivo y daba comienzo el siguiente bloque de 48 estímulos hasta finalizar las 144 figuras experimentales.

### **1.3. RESULTADOS**

Se realizó un análisis de la varianza con cuatro factores intrasujeto, mediante el paquete estadístico SPSS/PC+ (Norusis, 1984). Las medias y las desviaciones típicas para la variable dependiente tiempo de reacción, para cada factor y para cada condición experimental, se muestran en las tablas 1 a 7 para TRs menores a 1000 ms. El cuadro resumen del análisis realizado se muestra en la tabla 8, así como las gráficas correspondientes a cada interacción.

En el análisis de la varianza realizado para los TRs menores a 1000 ms. fue significativo el factor "aparición del objetivo en la figura estimular F" [ $F=57.66$ ,  $p=0.000$ ]. De igual forma, ha sido significativo el factor "aparición del objetivo en el elemento E1" mostrando la siguiente probabilidad [ $F=40.21$ ,  $p=0.000$ ]. El tercer factor "aparición del objetivo en el elemento E2" también ha resultado significativo con una [ $F=74.97$ ,  $p=0.000$ ]. Y, por último, el factor "contraste existente entre E1-E2" también ha resultado significativo con una [ $F=6.80$ ,  $p=0.009$ ].

Asimismo, y con respecto a las interacciones, ha resultado significativa la "aparición del objetivo en la figura estimular F" x "aparición del objetivo en el elemento E1" [ $F=8.37$ ,  $p=0.04$ ]; la "aparición del objetivo en la figura estimular F" x

"aparición del objetivo en el elemento E2" [F=4.31, p=0.03]. En cuanto a la interacción en los factores "aparición del objetivo en el elemento E1" x "aparición del objetivo en el elemento E2" se mostró una tendencia a la significación estadística [F=3.46, p=0.06]. Por último, la tercera interacción que mostró el análisis fue la "aparición del objetivo en el elemento E1" x "contraste existente entre E1-E2" [F=6.13, p=0.13].

Al mismo tiempo, se procedió a aplicar una prueba de comparaciones múltiples de Scheffé ( $\alpha = 0.01$ ) entre las condiciones resultantes de la combinación de los niveles de las variables utilizadas en el modelo (tabla 9). Los resultados mostraron diferencias significativas que se comentarán en el apartado de discusión.

El análisis de la segunda variable dependiente, exactitud de las respuestas, se llevó a cabo mediante una regresión logística que consideraba la naturaleza categórica de la variable criterio y de las predictoras. Se empleó en el análisis tanto un procedimiento "forward" como "backward" de estimación por máxima verosimilitud, obteniéndose en ambos casos los mismos resultados. El modelo de regresión presentaba los siguientes factores significativos: "aparición del objetivo en la figura estimular F" [Wald=30.10, p=0.0000], y "aparición del objetivo en el elemento E2" [Wald=10.78, p=0.0010].

Asimismo, y con respecto a las interacciones, resultó significativa la "aparición del objetivo en la figura estimular F" x "aparición del objetivo en el elemento E1" [Wald=5.72, p=0.0167]; la "aparición del objetivo en la figura estimular F" x "aparición del objetivo en el elemento E2" [Wald=59.34, p=0.0000]; "aparición del objetivo en el elemento E1" x "aparición del objetivo en el elemento E2" [Wald=10.39, p=0.013]; "aparición del objetivo en la figura estimular F" x "aparición del objetivo en el elemento E1" x "aparición del objetivo en el elemento E2" [Wald=9.86, p=0.0017] y, por último, la interacción que mostró el análisis fue la

"aparición del objetivo en la figura estimular F" x "aparición del objetivo en el elemento E2" x "contraste existente entre E1-E2" [Wald=5.40, p=0.201].

FACTOR	NIVEL	MEDIA	D. TIPICA
F	SI	594,84	152,29
	NO	635,81	156,61
E1	SI	596,21	157,94
	NO	633,71	154,07
E2	SI	584,95	149,38
	NO	639,59	156,55
C1C2	SI	625,94	159,51
	NO	617,11	153,06

**TABLA 1.** Medias y desviaciones típicas para la VD: "tiempo de reacción" para cada factor.

F+							
E1+				E1-			
E2+		E2-		E2+		E2-	
C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1
C2+	C2-	C2+	C2-	C2+	C2-	C2+	C2-
563,41	530,21	576,65	563,86	575,26	592,53	637,52	618,83
149,97	136,55	157,42	138,90	141,18	141,04	161,57	148,32

**TABLA 2.** Media y desviación típica para la VD: "tiempo de reacción" en las diferentes condiciones experimentales en donde el objetivo aparece en la figura estimular (F+).

F-							
E1+				E1-			
E2+		E2-		E2+		E2-	
C1 C2+	C1 C2-	C1 C2+	C1 C2-	C1 C2+	C1 C2-	C1 C2+	C1 C2-
605,67 159,49	572,78 157,95	648,60 163,01	622,85 153,43	598,85 150,07	597,63 145,42	662,23 155,79	662,16 150,32

**TABLA 3.** Media y desviación típica para la VD: "tiempo de reacción" en las diferentes condiciones experimentales en donde el objetivo no aparece en la figura estimular (F-).

F+		F-	
E1+	E1-	E1+	E1-
560,89 147,42	612,83 151,82	617,08 160,30	644,45 154,16

**TABLA 4.** Media y desviación típica para la VD: "tiempo de reacción" para la interacción de los factores "aparición del objetivo en la figura estimular" x "aparición del objetivo en el elemento E1".

F+		F-	
E2+	E2-	E2+	E2-
569,51	609,42	594,64	654,61
143,29	155,44	152,36	154,96

**TABLA 5.** Media y desviación típica para la VD: "tiempo de reacción" para la interacción de los factores "aparición del objetivo en la figura estimular" x "aparición del objetivo en el elemento E2".

E1+		E1-	
E2+	E2-	E2+	E2-
572,85	611,59	592,71	651,28
154,93	158,10	145,26	154,43

**TABLA 6.** Media y desviación típica para la VD: "tiempo de reacción" para la interacción de los factores "aparición del objetivo en el elemento E1" x "aparición del objetivo en el elemento E2".

E1+		E1-	
C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-
608,11	584,44	634,69	632,76
162,16	152,85	157,51	150,72

**TABLA 7.** Media y desviación típica para la VD: "tiempo de reacción" para la interacción de los factores "aparición del objetivo en el elemento E1" x "existencia de contraste entre E1-E2".

FUENTE DE VARIACION	G.L.	F	p
F	1, 41	57.66	.000
E1	1, 41	40.21	.000
E2	1, 41	74.97	.000
C1C2	1, 41	6.80	.009
F x E1	1, 41	8.37	.004
F x E2	1, 41	4.31	.038
F x C1C2	1, 41	.09	.761
E1 x E2	1, 41	3.46	.063
E1 x C1C2	1, 41	6.13	.013
E2 x C1C2	1, 41	.03	.860
F x E1 x E2	1, 41	.03	.870
F x E1 x C1C2	1, 41	.10	.756
F x E2 x C1C2	1, 41	.34	.562
E1 x E2 x C1C2	1, 41	2.30	.130
F x E1 x E2 x C1C2	1, 41	1.50	.221

**TABLA 8.** Resumen del análisis de significación 2x2x2x2 para el TR.

MEDIA	GRUPO	F+E1+E2+C1C2-
530.21	F+E1+E2+C1C2-	
662.16	F-E1-E2-C1C2-	*
662.23	F-E1-E2-C1C2+	*

**TABLA 9.** Resumen de la prueba de contraste a posteriori (Scheffé) para la VD: "tiempo de reacción" de este modelo. "\*" = pares de grupos cuyas medias son significativamente distintas ( $p < .001$ ).

F		E1		E2		C1C2	
SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
91,26	88,86	86,62	91,25	88,23	90,42	89,4	89,9

**TABLA 10.** Porcentaje de aciertos para la VD: "exactitud de las respuestas" para cada factor.

F+							
E1+				E1-			
E2+		E2-		E2+		E2-	
C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-
	-	+	-	+	-	+	
95.34	99.58	94.1	82.53	97.58	97.14	86.46	88.57

**TABLA 11.** Porcentaje de aciertos para la VD: "exactitud de las respuestas" en las diferentes condiciones experimentales en donde el objetivo aparece en la figura estimular (F+).

F-							
E1+				E1-			
E2+		E2-		E2+		E2-	
C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-
		+	-	+	-	+	
86.34	85.75	79.06	84.90	81.83	80.70	95.63	96.42

**TABLA 12.** Porcentaje de aciertos para la VD: "exactitud de las respuestas" en las diferentes condiciones experimentales en donde el objetivo no aparece en la figura estimular (F-).

F+		F-	
E1+	E1-	E1+	E1-
92.11	90.78	83.64	91.48

**TABLA 13.** Porcentaje de aciertos para la VD: "exactitud de las respuestas" para la interacción de los factores "aparición del objetivo en la figura estimular" x "aparición del objetivo en el elemento E1".

F+		F-	
E2+	E2-	E2+	E2-
97.63	87.92	83.17	91.7

**TABLA 14.** Porcentaje de aciertos para la VD: "exactitud de las respuestas" para la interacción de los factores "aparición del objetivo en la figura estimular" x "aparición del objetivo en el elemento E2".

E1+		E1-	
E2+	E2-	E2+	E2-
90.24	84.36	86.96	93.2

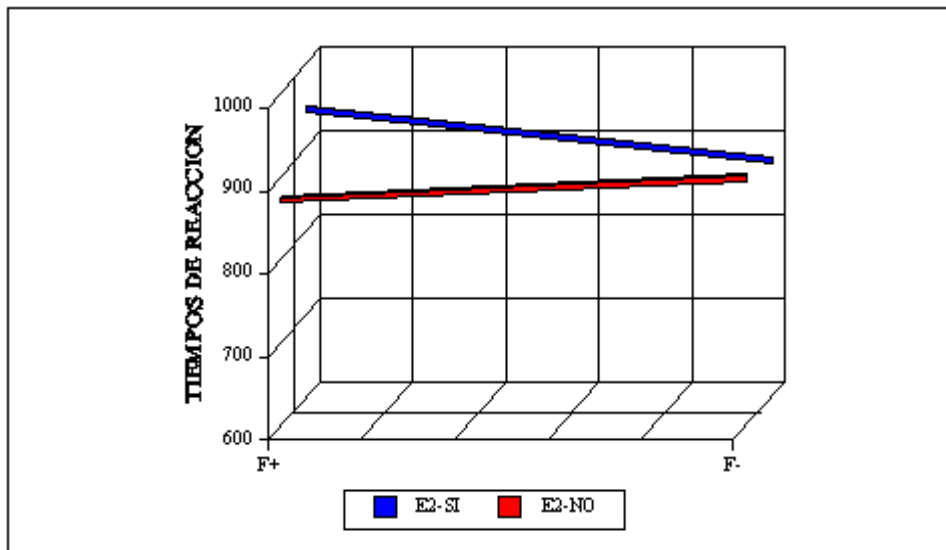
**TABLA 15.** Porcentaje de aciertos para la VD: "exactitud de las respuestas" para la interacción de los factores "aparición del objetivo en el elemento E1" x "aparición del objetivo en el elemento E2".

F+			
E1+		E1-	
E2+	E2-	E2+	E2-
98	88.5	97	87.5
F-			
E1+		E1-	
E2+	E2-	E2+	E2-
86	82	81	96

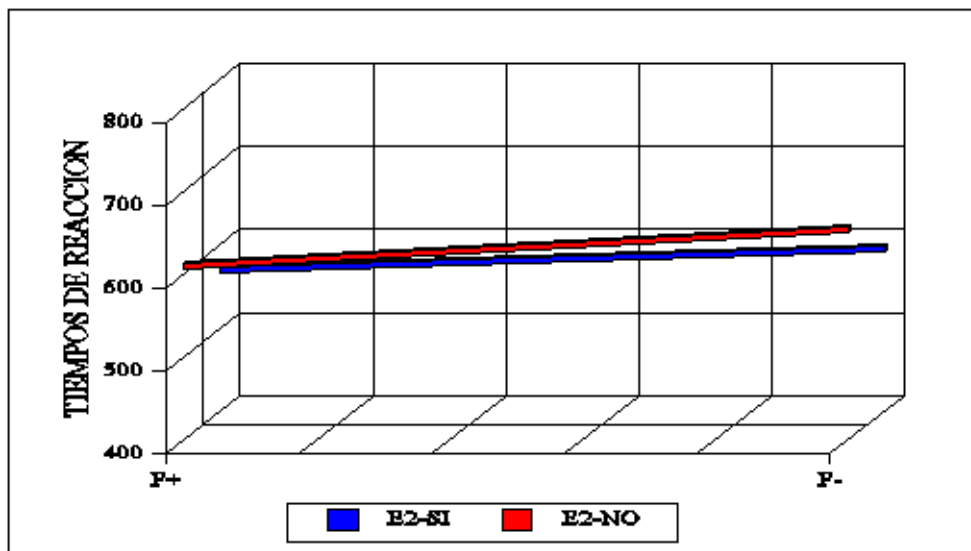
**TABLA 16.** Porcentaje de aciertos para la VD: "exactitud de las respuestas" para la interacción de los factores "aparición del objetivo en la figura estimular" x "aparición del objetivo en el elemento E1" x "aparición del objetivo en el elemento E2".

F+			
E1+		E1-	
E2+	E2-	E2+	E2-
96.8	98.2	89.0	86.7
F-			
E1+		E1-	
E2+	E2-	E2+	E2-
83.6	82.7	90.4	92.8

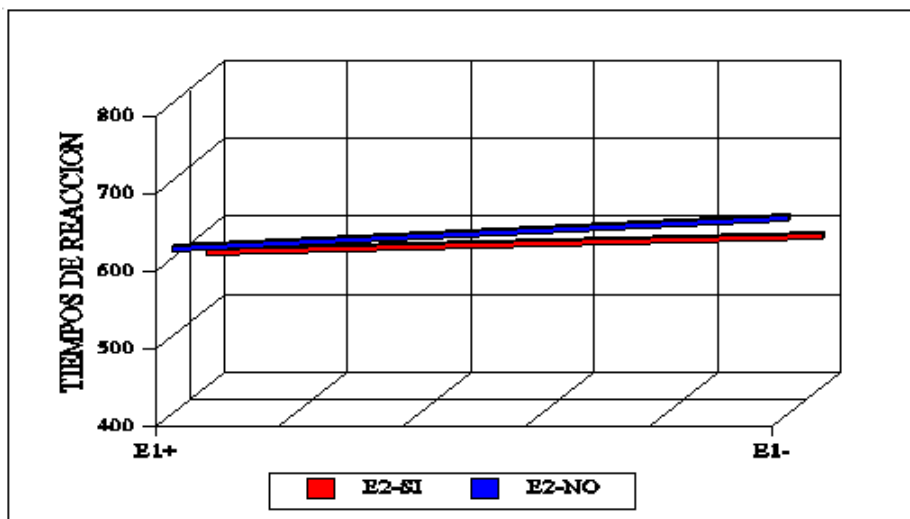
**TABLA 17.** Porcentaje de aciertos para la VD: "exactitud de las respuestas" para la interacción de los factores "aparición del objetivo en la figura estimular" x "aparición del objetivo en el elemento E2" x "existencia de contraste entre E1-E2".



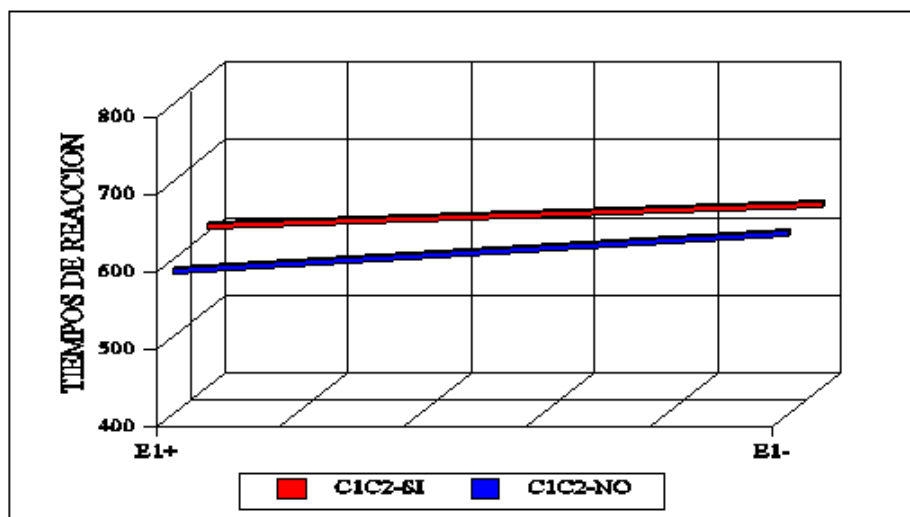
**GRÁFICA 1.** Resultados de la interacción de los factores "aparición del objetivo en la figura estimular" x "aparición del objetivo en el elemento E1" para los tiempos de reacción.



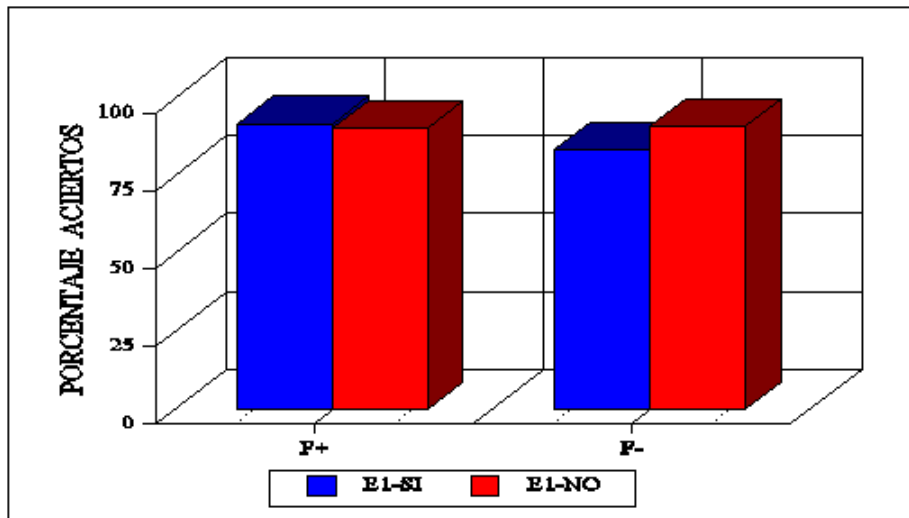
**GRÁFICA 2.** Resultados de la interacción de los factores "aparición del objetivo en la figura estimular" x "aparición del objetivo en el elemento E2" para los tiempos de reacción.



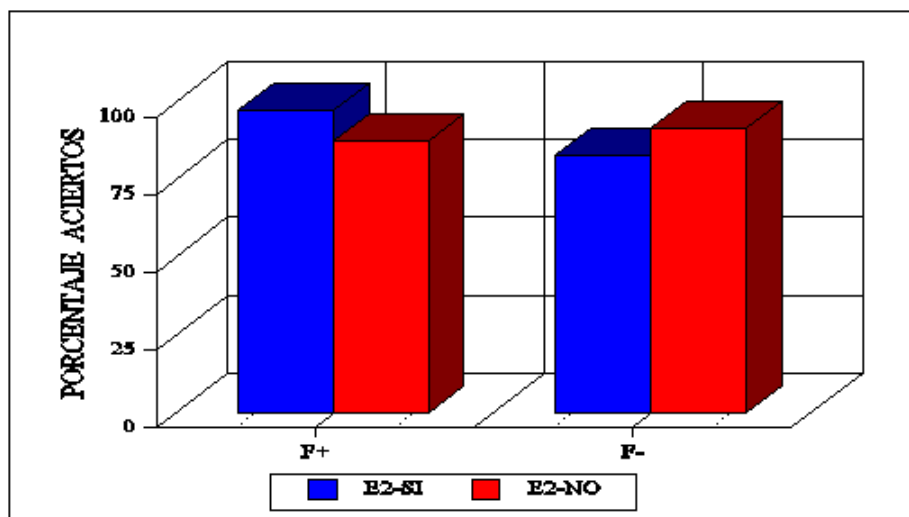
**GRÁFICA 3.** Resultados de la interacción de los factores "aparición del objetivo en elemento E1" x "aparición del objetivo en el elemento E2" para los tiempos de reacción.



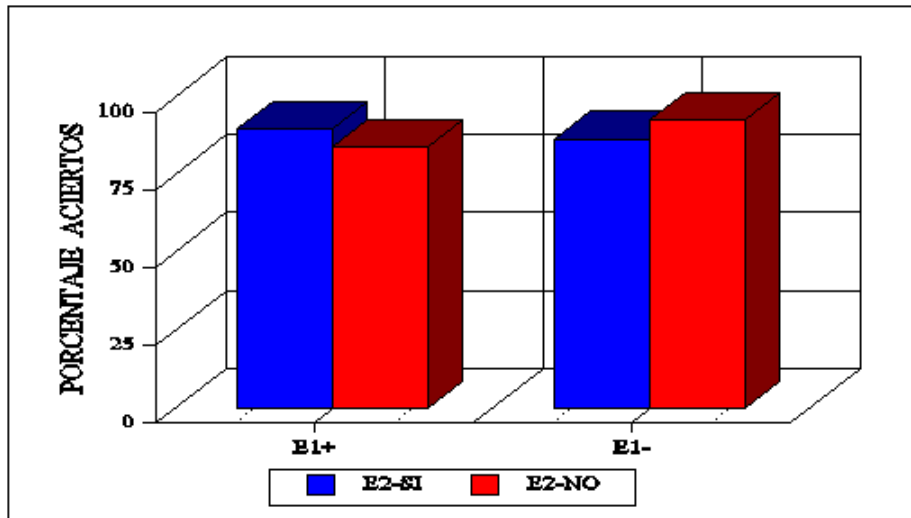
**GRÁFICA 4.** Resultados de la interacción de los factores "aparición del objetivo en elemento E1" x "aparición del objetivo en el elemento E2" para los tiempos de reacción.



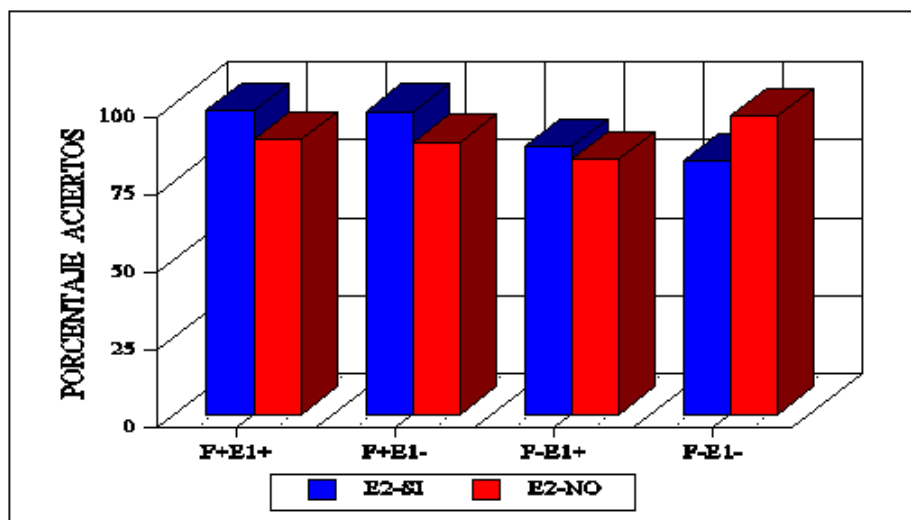
**GRÁFICA 5.** Porcentaje de aciertos para la interacción de los factores "aparición del objetivo en la figura estimular" x "aparición del objetivo en el elemento E1" .



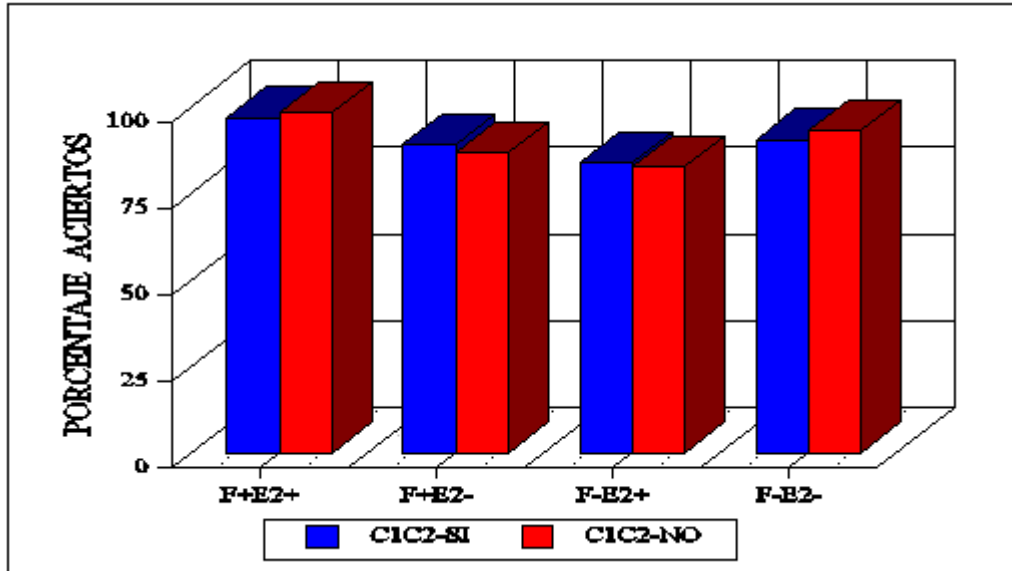
**GRÁFICA 6.** Porcentaje de aciertos para la interacción de los factores "aparición del objetivo en la figura estimular" x "aparición del objetivo en el elemento E2" .



**GRÁFICA 7.** Porcentaje de aciertos para la interacción de los factores "aparición del objetivo en el elemento E1" x "aparición del objetivo en el elemento E2" .



**GRÁFICA 8.** Porcentaje de aciertos para la interacción de los factores "aparición del objetivo en la figura estimular" x "aparición del objetivo en el elemento E1" x "aparición del objetivo en el elemento E2" .



**GRÁFICA 9.** Porcentaje de aciertos para la interacción de los factores "aparición del objetivo en la figura estimular" x "aparición del objetivo en el elemento E2" x "existencia de contraste entre E1-E2".

#### 1.4. DISCUSIÓN

Atendiendo a la condición experimental que hace referencia al cruzamiento de los siguientes factores: "aparición del objetivo en la figura estimular F" (F+), "aparición del objetivo en el elemento E1" (E1+) y, por último, "aparición del objetivo en el elemento E2" (E2+), podemos apreciar cómo los datos confirman la hipótesis primera planteada en este estudio.

Así, el menor TR se presentó en la condición F+E1+E2+C1C2- con una gran diferencia en comparación con la condición F-E1-E2-C1C2- y F-E1-E2-C1C2+ (tabla 9), es decir, donde el objetivo aparece en todos los factores y además no

existe contraste entre los elementos E1 y E2, tal y como se ha demostrado en la prueba de contrastes de comparaciones múltiples de Scheffé, manifestando diferencias significativas entre la primera condición y las dos últimas ( $\alpha=0,01$ ). Por ello, podemos decir que se perciben más rápidamente aquellos estímulos en los cuales el objetivo está presente en todos los factores que lo componen.

Con respecto a la aparición de los menores TRs en las condiciones de no-existencia de contraste pueden venir explicados por la condición de que el contraste siempre aparecía en los elementos E2 y nunca en los elementos E1. Por esta razón creemos que, el hecho de aparecer el objetivo en los elementos E1 y E2 y además existir contraste, puede retrasar la percepción del objetivo a detectar con respecto a la misma condición experimental pero sin la existencia de contraste. Es decir, el factor "existencia de contraste entre E1-E2" parece determinar un efecto "figura-fondo" mostrándose, en general, en el retraso de la percepción de las figuras con existencia de contraste. Estos resultados concuerdan con la hipótesis de la percepción del todo que formuló Kanizsa (1988) en donde el contraste favorecería la percepción de dos todos o gestalts retrasando, por tanto, el reconocimiento del objetivo a detectar.

El TR mayor se encontró en la condición F-E1-E2-C1C2+, donde el objetivo a detectar no aparece en ninguno de los factores estimulares. Es decir, cuando no aparece el objetivo en ninguno de los factores el sujeto realiza una tarea de búsqueda más serial hasta conseguir la respuesta que retrasaría su decisión. Además, como se ha explicado anteriormente, también daría un mayor TR en la condición C1C2+. Estos datos guardan cierta relación con la hipótesis defendida por Navon (1977) puesto que el nivel global interfiere en la detección del estímulo presentado al no coincidir con el "target". Asimismo, también se pueden interpretar estos resultados bajo la FIT (Treisman, 1988; Treisman y Gormican, 1988; Treisman y Gelade, 1980, Treisman y Schmidt, 1986) aunque, debemos decir que,

la no-aparición del objetivo en el estímulo presentado junto con el contraste serían limitaciones que dicha teoría puede presentar, es decir, no siempre el procesamiento se caracteriza por dos funciones independientes y etapas secuenciales en la indentificación e integración de características.

Por otro lado, si observamos las tablas 2 y 3, podemos apreciar cómo se invierte el efecto del retraso en la percepción del objetivo cuando existe contraste. Así pues, en la condición F+E1-E2+C1C2+ se percibe más rápidamente el objetivo que en la misma condición para el factor C1C2-. Este hecho puede explicarse por la no presencia del objetivo en el elemento E1, ya que el sujeto buscaría la respuesta en el elemento E2 por el efecto "figura-fondo" e inmediatamente emitiría la respuesta y, al no tener que seguir comparando el resto de los elementos, anticiparía la percepción de la figura a detectar.

Los resultados que se obtuvieron en la interacción de los factores F x E1 pusieron de manifiesto menores TRs cuando el objetivo a detectar se encontraba en ambos factores que cuando se presentaba solamente en alguno de ellos (tabla 4), y también se pudo apreciar un mayor TR cuando el objetivo a detectar no se encontraba en ninguno de los dos factores. De esta forma, al presentarse el objetivo en la figura estimular y en los elementos E1 no se llegaría a inhibir la percepción de ninguno de ellos, siendo la figura estimular el primer factor a la hora de decidir la presencia o ausencia del objetivo, puesto que la condición F-E1+ no disminuye el TR promedio en la detección de la figura geométrica. Similares resultados se encontraron para la interacción de los factores F x E2 (tabla 5). En esta condición experimental se obtuvieron los menores TRs cuando el objetivo aparecía en F y en E2 en comparación con su aparición, exclusivamente, en alguno de los dos factores. Así, parece ser que la coincidencia de formas estimulares y de elementos acelera la integración de las características del estímulo visual y, por tanto, los sujetos ofrecen una rápida respuesta.

Con respecto a la interacción de los factores E1 x E2 se ha confirmado la hipótesis nº 2 (tabla 6). Es decir, cuando coincide E1 y E2 con el objetivo a detectar se percibe más rápidamente, y por consiguiente con menores TRs, que cuando el objetivo se presenta sólo en E1 o en E2. Estos datos parecen apoyar la idea de King (1990) de que se agiliza la rapidez de la salida perceptual mediante el agrupamiento de las unidades de información, configurándose el código superordenado más relevante en función del objetivo a detectar.

En la tabla 7 se presentan los datos obtenidos en la interacción de los factores E1 x C1C2 apoyando la hipótesis nº 3 planteada en este primer estudio. Si comparamos los datos de las diversas condiciones podemos apreciar un menor TR en E1+C1C2- con respecto a E1+C1C2+, sin embargo, no se presentan diferencias significativas en la condición de no presencia del objetivo en el elemento E1. Como ya se ha expuesto con anterioridad, la percepción de la figura en el efecto "figura-fondo" retrasaría la percepción del objetivo que está en E1 por la actuación del contraste, mientras que el promedio de TR es el mismo cuando no se encuentra el objetivo en E1 e independientemente de la existencia o no-existencia de contraste.

En relación con los resultados obtenidos para la variable "exactitud de las respuestas" se obtuvieron interacciones de mayor orden que en la variable "tiempos de reacción". Así, aparecieron significativos los factores F y E2. En relación con la menor proporción de respuestas correctas se mostró en la condición F-E1+E2-C1C2+ (tabla 11 y 12), ello nos viene a confirmar la idea formulada en la tercera hipótesis, es decir, que la coincidencia del elemento estimular con el objetivo a detectar junto con la existencia de contraste retrasa la salida perceptual y favorece la emisión de respuestas incorrectas.

Cuando se presenta el objetivo en la figura estimular F es cuando aparecen mayores exactitudes en las respuestas (tabla 10). De nuevo podemos apreciar que

la configuración global del estímulo visual desempeña un papel muy importante en el procesamiento de la información visual. De esta forma, los sujetos no tendrían que buscar en otros niveles del estímulo para emitir sus respuestas.

En el análisis de regresión logística resultó significativa la interacción de los factores  $F \times E1$  presentando las mayores proporciones de aciertos en la condición  $F+E1+$  (tabla 13). De esta forma, y en relación con la idea propuesta por Kimchi (1994), los sujetos emitirían respuestas más exactas cuando el objetivo se encuentra en la figura estimular y en el elemento  $E1$ , es decir, cuando se favorece el procesamiento global en la estructura jerárquica del estímulo es justo la condición en la que menores fallos aparecen. De igual forma sucede para la interacción de los factores  $F \times E2$  (tabla 14), si bien en este caso aparecen aún mayores proporciones de respuestas en la condición  $F+E2+$ , ya que si recordamos era en el elemento  $E2$  donde se presentaba el contraste de la imagen visual, dando lugar al efecto "figura-fondo".

En relación con la interacción de los factores  $E1 \times E2$  no se ha confirmado la hipótesis nº 2 (tabla 15). Es decir, cuando el objetivo a detectar no se encuentra ni en el elemento  $E1$  ni en el elemento  $E2$  es cuando aparecen las mayores proporciones de respuestas correctas. Quizá se pueda llegar a explicar este resultado porque la integración global no es posible llevarla a cabo en la situación  $E1-E2-$ , con lo cual los sujetos deben basar sus decisiones en la búsqueda de otros niveles del estímulo visual y, por tanto, disponen de mayor TR para la emisión de sus respuestas con la consiguiente reflexión acerca de la tarea a resolver.

Por último, destacar que las mayores interacciones se mostraron en los factores  $F \times E1 \times E2$  y  $F \times E2 \times C1 \times C2$  (tablas 16 y 17, respectivamente), confirmándose la hipótesis nº 1, es decir, cuando coincide la figura estimular, el elemento  $E1$  y el elemento  $E2$  con el objetivo a detectar es la condición experimental en la cual se

presentan las mayores proporciones de respuestas correctas. Así, los sujetos llegarían al análisis de todos los niveles intervinientes en los factores citados, emitiendo respuestas precisas, pues se favorece la integración de los componentes del estímulo. La última interacción significativa ha sido  $F \times E_2 \times C_1 C_2$ . En esta situación, la condición en donde se producen menores respuestas incorrectas es  $F+E_2+C_1 C_2-$ , es decir, el procesamiento del contraste existente en la figura, una vez más, acelera la salida perceptual generando un número menor de errores en las respuestas.

## 1.5 CONCLUSIÓN

En este estudio se han podido confirmar las hipótesis planteadas acerca del agrupamiento de las unidades de la información visual. Así, y con respecto a las dos variables dependientes registradas "tiempo de reacción" y "exactitud de las respuestas", los datos apoyan la hipótesis de que las leyes perceptuales de la gestalt obedecen a la teoría de los códigos superordenados.

De esta forma, se ha comprobado la existencia de una serie de variables que actúan en el procesamiento del estímulo visual mediatizando el efecto de la percepción. Tal ha sido el caso de la variable "contraste" que mostraba el efecto perceptual "figura-fondo" para ambas VDs guiando la atención del sujeto en la detección del objetivo. Sin embargo, este efecto se invertía para el TR en la condición en la cual el objetivo no aparecía en el elemento E1, ya que el contraste solo se presentaba en los elementos E2. Por esta razón, la gestalt asociada con la salida perceptual pertinente se retrasaba provocando un mayor promedio de los TRs.

Al mismo tiempo, se ha encontrado evidencia empírica que apoya la idea de que el sistema visual humano analiza la información visual utilizando un procesamiento serial y paralelo. Así pues, parece ser que los sujetos realizan un procesamiento más serial, -teniendo que efectuar un reconocimiento elemento-a-elemento-, cuando las figuras geométricas que forman el estímulo no presentan similitud, reflejándose en un mayor TR y un retraso de la salida perceptual (Kanizsa,1988). De igual forma, la similitud de los elementos originaría un procesamiento paralelo de las unidades de información (elementos) que agilizaría la salida perceptual.

Así pues, los datos obtenidos en este estudio guardan relación con los encontrados por otros autores (Pollatsek y Digman, 1977; Prinzmetal, 1981; Prinzmetal y Keysar, 1989; Brigell y Uhlarik, 1979) y pueden ser explicados mediante la teoría de los códigos superordenados (King, 1990) y la teoría de la integración de características (Treisman y Gelade, 1980; Treisman y Gormican, 1988; Treisman y Souther, 1985). Al parecer, y de una forma desconocida como afirma el propio King (1990), la asimilación entre las partes que forman una gestalt es la causante de los códigos superordenados que producen dicha gestalt, así cuando coinciden todos los factores manipulados en este experimento con el objetivo a detectar es cuando mejor se llevaría a cabo la integración de los elementos que componen la figura estimular.

Dicha influencia de la asimilación entre las partes en la gestalt que se origine puede ser debida a la acción de las características emergentes, como plantearon Pomerantz y Pristach (1990) en el agrupamiento perceptual. Así, estos autores defendieron la idea de que el agrupamiento gestáltico resultaba de las características emergentes creadas por la configuración de los elementos en un orden. De esta forma, parecía que lo más adecuado era proponer un modelo híbrido de factores globales y locales en la jerarquización de la estructura del estímulo.

En conclusión, se puede admitir la existencia de variables, -el contraste, la similaridad, la disposición perceptual de los elementos que componen la figura estimular con respecto al objetivo a detectar-, que dan lugar a un tipo de procesamiento u otro, excitando o inhibiendo la codificación de las unidades de información y, por consiguiente, agilizando o retrasando el agrupamiento perceptual que suscita la gestalt correspondiente en tareas de reconocimiento.



## **2. EXPERIMENTO Nº 2. EL PRODUCTO DE LA SIMILARIDAD DE CARACTERÍSTICAS.**

### **2.1. HIPÓTESIS**

En este segundo experimento, y generalizando los estudios realizados por autores como King (1988a) y Kanizsa (1988), intentamos conocer si el efecto de la codificación visual encontrado en el primer estudio se produce, de forma primordial, por la similaridad de las características que componen la imagen visual. Así, y de acuerdo con los resultados obtenidos en el primer estudio, planteamos las siguientes hipótesis:

**HIPÓTESIS 1.** Se espera encontrar mayores TRs y menor proporción de respuestas correctas en la condición donde el elemento E1 presente similaridad con el elemento E2, es decir,  $E1=E2$ , como consecuencia de la no-discriminación de características.

**HIPÓTESIS 2.** Se mostrarán menores TRs y mayor proporción de las respuestas correctas en la condición donde la figura F no coincida con el elemento E2, es decir,  $F \neq E2$  formándose más rápidamente el agrupamiento de las unidades de información.

**HIPÓTESIS 3.** Cuando no exista contraste entre los elementos E1-E2 y, además, se presente similaridad entre la figura y el elemento E1, es decir,  $F=E1=C1C2$ -, se agilizará la salida perceptual, mostrándose menores TRs y mayor proporción de respuestas correctas, debido a la falta de influencia del efecto "figura-fondo".

## **2.2 MÉTODO**

### **2.2.1. SUJETOS**

En este segundo experimento la muestra estuvo formada por 42 sujetos, voluntarios, de ambos sexos, con edades comprendidas entre 20 y 30 años, estudiantes de 4º curso de Psicología de la Universidad de Málaga. Todos ellos poseían visión normal o corregida mediante cristales graduados.

### **2.2.2. MATERIAL**

Los instrumentos utilizados fueron los mismos que los empleados en el primer experimento.

Asimismo, los estímulos confeccionados, también, eran de características similares a los elaborados en el experimento anterior, salvo que debían cumplir unas condiciones particulares. Por tanto, los estímulos consistían en figuras geométricas coincidentes (F1, F2) compuestos, a su vez, de figuras geométricas más pequeñas (E1, E2) pudiendo coincidir o no con las primeras figuras. Todos los estímulos estaban compuestos en una matriz de 7 x 7 caracteres presentándose en el centro de la pantalla del monitor, cuyo tamaño era de 14".

En este caso, también se empleó el color blanco y el color azul para la manipulación del contraste entre las figuras geométricas pequeñas denominadas elementos.

En cuanto al tamaño de la figura estimular y de los elementos se mantuvo la misma que en el experimento anterior, siendo la dimensión de los estímulos igual a la utilizada en el primer experimento.

Los estímulos se construyeron a partir de las mismas figuras que en el primer estudio, es decir, a partir de círculos, triángulos y rectángulos. De este conjunto de figuras se exigía la búsqueda de la presencia o ausencia, en su caso, de similitud de formas en la figura presentada (véase cuadro 9).

Se construyeron 38 estímulos y 10 estímulos de prueba para la fase de entrenamiento. Los 38 estímulos fueron repartidos en grupos de 5 y de 6 de acuerdo con la condición de presencia o ausencia de similitud en la figura mostrada.

<b>F</b>	+		-	
<b>E1</b>	+		-	+
<b>E2</b>	+	-	+	+

**CUADRO 9.** Combinación factorial del objetivo: presencia o ausencia de similitud en la figura estimular.

### 2.2.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó un diseño factorial multivariante incompleto 2x2x2x2. Las variables manipuladas fueron las siguientes: "Presencia de similitud en la figura estimular F del estímulo presentado" (F-sí, F-no), "Presencia de similitud en el elemento E1 del estímulo presentado" (E1-sí, E1-no), "Presencia de similitud en el elemento E2 del estímulo presentado" (E2-sí, E2-no), y, por último, "El contraste existente entre E1 y E2" (C1C2-sí, C1C2-no). Las variables medidas han sido el tiempo de reacción y la exactitud de las respuestas.

<b>Similaridad en F</b>	+						-	
<b>En E1</b>	+			-			+	
<b>En E2</b>	+	-	+				+	
<b>Contraste</b>	+	-	+	-	+	-	+	-

**CUADRO 10.** Diseño factorial intrasujeto incompleto seguido en el segundo experimento.

#### 2.2.4. PROCEDIMIENTO

El procedimiento seguido en este segundo estudio era el mismo que el utilizado en el experimento anterior. Así, la sesión experimental tenía una duración aproximada de 10 minutos. Los sujetos no necesitaban ninguna información adicional a la que ofrecía el propio experimento mostrada en el anexo 2.

Una vez que el sujeto había leído las instrucciones generales y se consideraba preparado daba comienzo el ensayo. Los ensayos se componían de 10 estímulos geométricos diferentes a los empleados en el experimento e inmediatamente a esta fase se le daba al sujeto las instrucciones correspondientes a la fase de medición.

#### 2.3. RESULTADOS

Se aplicó un análisis de la varianza con cuatro factores intrasujeto, mediante el paquete estadístico SPSS/PC+ (Norusis, 1984). Los resultados obtenidos para cada factor y para cada condición experimental, se muestran en las tablas 18 a 23 para TRs menores a 1500 ms. El cuadro resumen del análisis realizado se

muestra en la tabla 22, así como la gráfica correspondiente a la interacción F x E2 (gráfica 10).

En el análisis de la varianza realizado para los tiempos de reacción se obtuvieron los siguientes efectos principales: "presencia de similaridad en el elemento E1 del estímulo presentado" [F=6.69, p=0.010], "presencia de similaridad en el elemento E2 del estímulo presentado" [F=4.02, p=0.045], "contraste existente entre E1-E2" [F=4.81, p=0.029], y tendiendo hacia la significación estadística el factor "presencia de similaridad en la figura estimular F del estímulo presentado" [F=3.40, p=0.065],

Con respecto a las interacciones, resultó significativa la "presencia de similaridad en la figura estimular del estímulo presentado" x "presencia de similaridad en el elemento E2 del estímulo presentado" [F=6.52, p=0.009].

En segundo lugar, se procedió a aplicar una prueba de comparaciones múltiples de Scheffé ( $\alpha = 0.05$ ) entre las condiciones resultantes de la combinación de los niveles de las variables utilizadas en el modelo (tabla 23). Los resultados mostraron diferencias significativas que se comentarán en el apartado de discusión.

El análisis de la segunda variable dependiente, exactitud de las respuestas, se llevó a cabo mediante una regresión logística que consideraba la naturaleza categórica de la variable criterio y de las predictoras. Se empleó en el análisis tanto un procedimiento "forward" como "backward" de estimación por máxima verosimilitud, obteniéndose en ambos casos los mismos resultados. El modelo de regresión no presentó ningún factor significativo. Este resultado puede deberse a los efectos de la tarea exigida al sujeto como se plantea en el apartado de discusión.

FACTOR	NIVEL	MEDIA	D. TIPICA
F	SI	908,36	261,59
	NO	891,04	248,35
E1	SI	896,29	259,64
	NO	924,71	253,53
E2	SI	929,02	259,75
	NO	879,08	254,51
C1C2	SI	902,64	265,30
	NO	904,85	252,59

**TABLA 18.** Medias y desviaciones típicas para la VD: "tiempo de reacción" para cada factor.

F+							
E1+				E1-			
E2+		E2-		E2+		E2-	
C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-
				+		+	
941,83	843,54	868,86			971,37		878,04
266,43	270,88	260,03			245,91		253,12

**TABLA 19.** Media y desviación típica para la VD: "tiempo de reacción" en las diferentes condiciones experimentales en donde el objetivo aparece en la figura estimular (F+).

F-			
E1+			
E2+		E2-	
C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-
	883,14		898,82
	251,32		245,86

**TABLA 20.** Media y desviación típica para la VD: "tiempo de reacción" en las diferentes condiciones experimentales en donde el objetivo no aparece en la figura estimular (F-).

F+		F-	
E2+	E2-	E2+	E2-
945,09	872,14	883,14	898,82
260,98	257,36	251,32	245,86

**TABLA 21.** Media y desviación típica para la VD: "tiempo de reacción" para la interacción de los factores "aparición del objetivo en la figura estimular" x "aparición del objetivo en el elemento E2".

FUENTE DE VARIACION	G.L.	F	p
F	1, 41	3.40	.065
E1	1, 41	6.69	.010
E2	1, 41	4.02	.045
C1C2	1, 41	4.81	.029
F x E2	1, 41	6.52	.011
E1 x E2	1, 41	.35	.554

**TABLA 22.** Resumen del análisis de significación del modelo para el TR.

MEDIA	GRUPO	F+E1+E2+C1C2-
843.54	F+E1+E2+C1C2-	
971.37	F+E1-E2+C1C2-	*

**TABLA 23.** Resumen de la prueba de contrastes a posteriori (Scheffé) para la VD: "tiempo de reacción" de este modelo. "\*" = pares de grupos cuyas medias son significativamente distintas ( $p < .05$ ).

F		E1		E2		C1C2	
SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
95.39	95.18	95.35	95.30	94.48	96.19	95.26	95.40

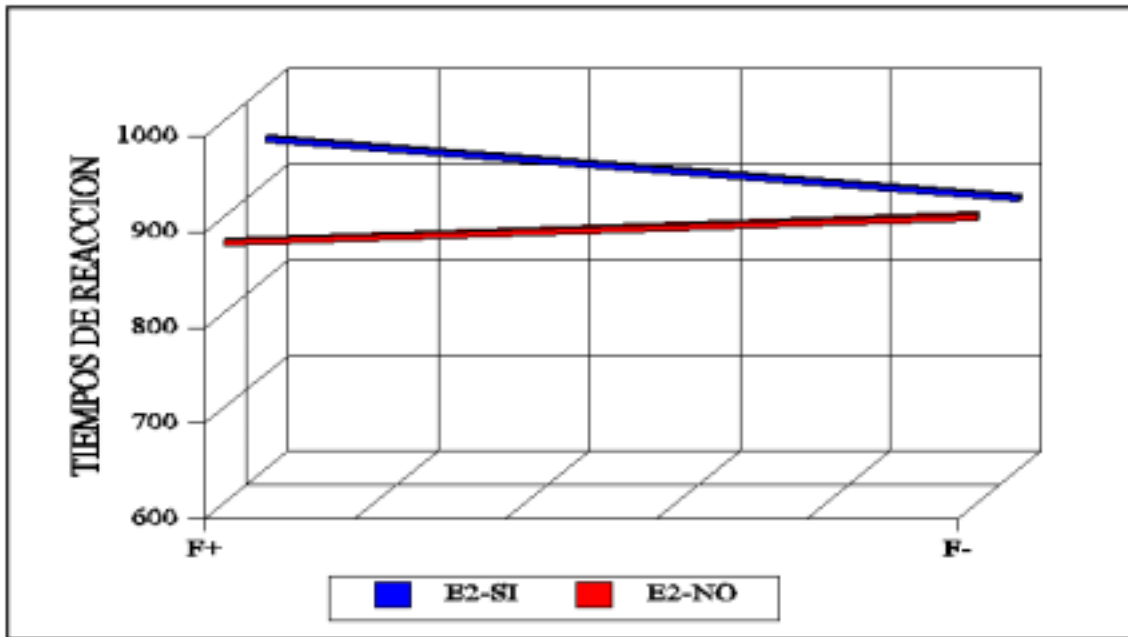
**TABLA 24.** Porcentaje de aciertos para la VD: "exactitud de las respuestas" para cada factor.

F+							
E1+				E1-			
E2+		E2-		E2+		E2-	
C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-
93.69	96.15	96.52			94.92		95.43

**TABLA 25.** Porcentaje de aciertos para la VD: "exactitud de las respuestas" en las diferentes condiciones experimentales en donde el objetivo aparece en la figura estimular (F+).

F-							
E1+				E1-			
E2+		E2-		E2+		E2-	
C1C2+	C1C2-	C1C2 +	C1C2-	C1C2 +	C1C2-	C1C2 +	C1C2 -
	94.23		95.88				

**TABLA 26.** Porcentaje de aciertos para la VD: "exactitud de las respuestas" en las diferentes condiciones experimentales en donde el objetivo no aparece en la figura estimular (F-).



**GRÁFICA 10.** Resultados de la interacción de los factores "aparición del objetivo en la figura estimular" x "aparición del objetivo en el elemento E2" para los tiempos de reacción.

## 2.4. DISCUSIÓN

En el análisis de la varianza únicamente se obtuvo una interacción significativa: "presencia de similaridad en la figura estimular F del estímulo presentado" x "presencia de similaridad en el elemento E2 del estímulo presentado" confirmándose la hipótesis nº 2 formulada. Si nos fijamos en la tabla nº 21 podemos observar que el menor TR se presentó en la condición F+E2- y el mayor en la condición F+E2+. Así, se puede llegar a afirmar que, para encontrar similitudes en un objeto visual, es mejor que no coincida el elemento E2 y la figura que coincidan. Estos resultados guardan relación con el efecto de la "figura-fondo" encontrado en el experimento primero, pero en este estudio y debido a la tarea exigida al sujeto se invierte dicho efecto, favoreciendo una rápida detección de las desigualdades. Así, el sujeto focalizaría la atención en el E2 y tardaría menos tiempo en encontrar las no-similaridades con la figura.

Al mismo tiempo, los resultados anteriores se pueden conectar con la postura defendida por Cave, Wolfe y Franzel (1989) planteando que la similitud incrementa la competición de los elementos mediante el aumento del número de candidatos viables a ser reconocidos. Sin embargo, la similitud reduce la discriminación dependiendo del nivel estructural del objeto visual en el cual se encuentre.

El menor TR del estudio apareció en la condición F+E1+E2+C1C2-, es decir, donde existen similitudes entre la figura y ambos elementos (tabla 19). Como afirmaba King (1990), y al igual que en el primer estudio, estos datos reflejan la fuerte influencia de la coincidencia del nivel global y local en el estímulo favoreciendo la formación de una sola gestalt. Dicha condición experimental se relaciona, en cierta forma, con la hipótesis ni 3 puesto que la figura F y el

elemento E1 coinciden al mismo tiempo que no se presenta contraste, F+E1+ y C1C2-, si bien no se han presentado interacciones significativas entre estos factores.

En contraposición, el mayor TR del estudio se encontró en la condición F+E1-E2+C1C2-. Entre esta condición y F+E1+E2+C1C2- (tabla 23) es justo donde se establecen las mayores diferencias significativas (Scheffé  $\alpha < 0,05$ ). En este caso, la no coincidencia de los elementos es dos a dos, y la tarea se complica más que cuando es uno a tres como sucede en la condición F+E1+E2+C1C2-. De esta forma, la similaridad de los elementos favorece la realización de la tarea cuando es uno a tres y no todos a todos, es decir, cuando  $(F=E2) \neq (E1 \text{ y } C1C2-)$  entonces se retrasa la detección de las no-similaridades, puesto que el nivel global difiere del local, agrupándose los elementos coincidentes entre sí y separándose, al mismo tiempo, de los que no lo son. Así, se originaría en la codificación del estímulo la formación dos gestalts como indica King (1988, 1990). Por esta razón, diremos que la similaridad uno a tres de los constituyentes del estímulo visual favorece la formación de la configuración holística.

Con respecto a las hipótesis nº 1 y nº 3 no se han podido confirmar, pues la significación de los elementos E1 y E2 se encontraba en función de la figura estimular. Quizá este resultado pueda deberse a que la similaridad y dis-similaridad se lleva a cabo entre la figura y los elementos pero no inter-elementos, es decir, entre elementos de diferentes niveles en la jerarquización estimular, al menos, es lo que se puede desprender de los resultados anteriores. Por tanto, las formas geométricas de los elementos, por sí mismas, no determinan el agrupamiento de las unidades de información, lo cual nos puede llevar a pensar que la similaridad no tiene un efecto aislado -como única variable- en la formación de los códigos superordenados causantes de las gestalts correspondientes.

Por último, y en relación con la segunda variable medida "exactitud de las respuesta" no se presentaron interacciones, con lo cual podemos afirmar que ningún factor, ni aisladamente ni en conjunto, determina las respuestas correctas de los sujetos. Sólo indicar que la falta de interacciones en la segunda variable dependiente, posiblemente se deba al efecto del tamaño utilizado en los estímulos y al de la tarea que se le pide al sujeto. En este segundo estudio, los sujetos buscan la existencia de similitudes en el mismo objeto que se les presenta y no se les exige el reconocimiento de la figura objetivo. En este sentido, se necesitaría proseguir en futuras investigaciones en la búsqueda de los efectos del tamaño y la tarea en la detección de similitudes.

## **2.5. CONCLUSIÓN**

Los resultados que se obtuvieron con respecto a la variable dependiente "tiempo de reacción" no mostraron el efecto buscado. Es decir, la similitud de los elementos no es una variable primordial -de forma independiente- en la formación de la codificación perceptual.

La similitud de características en un imagen visual, al parecer y según los resultados obtenidos, no siempre presenta los mismos efectos. De esta forma, cuando no existe contraste en la figura presentada y coinciden los componentes del estímulo, se integrarían todas las características dando lugar a la formación de una sola gestalt. Por tanto, se facilitaría la discriminación de la imagen visual (King, 1988, 1990).

Por otro lado, señalar que cuando la comparación de elementos es uno a tres (F+E1+E2+C1C2-) se retrasaría menos la detección de no-similaridades que cuando es dos a dos (F+E1-E2+C1C2-). Por tanto, tal y como plantean Pomerantz

y Pristach (1990), debemos tener en cuenta que para discriminar rápidamente un objeto visual es necesario que los factores globales coincidan con los locales, puesto que el agrupamiento perceptual resulta de las características emergentes creadas por la configuración de ambos niveles: global y local.

En contra de lo propuesto en la hipótesis 1, si existen similitudes inter-elementos no se producen interacciones significativas. Esto viene a corroborar los resultados anteriores ya demostrados siendo más aconsejable, para una rápida discriminación de similitudes, que todos los niveles en la estructuración jerárquica de la imagen visual coincidan que no coincidan.

Por último, resaltar que la discriminación de características tendría un mejor efecto cuando la figura y algún elemento no coinciden, sobre todo si el elemento es E2 como se comprobó -en concordancia con los hallazgos de Cave, Wolfe y Franzel (1989)- con la hipótesis nº 2 formulada en este estudio.

Aunque Kanizsa (1988) encontró que la percepción del todo está asociada con la asimilación -un incremento en la percepción de la similitud- es una afirmación que, al igual que King (1988a), no hemos podido generalizar, ya que Kanizsa centró su estudio en el color y no tuvo en cuenta si se podía mantener el efecto de la similitud para otras variables como la organización de los elementos en la estructuración jerárquica del objeto.

En conclusión, la búsqueda de la similitud se ve favorecida por la coincidencia de F+E1+E2+ y no existencia del contraste C1C2-, puesto que interaccionan los elementos dando lugar a la configuración holística mediante la precedencia de los componentes globales y, así, se facilitaría dicha búsqueda. Por ello, el sujeto detectaría más rápidamente la existencia de igualdades y emitiría su respuesta con más facilidad si, además, le añadimos la no existencia

de contraste, pues ya sabemos que cuando dicho factor, C1C2, se presenta retrasa la formación global como consecuencia del efecto "figura-fondo".

Sin embargo, y de acuerdo con la idea defendida por Lockhead (1972), Lockhead y King (1977) y Pomerantz, Sager y Stoever (1977), no siempre se producen estos resultados, dependiendo la discriminación de características de los niveles que coincidan o no en la imagen visual. De esta forma, deben considerarse ampliamente las relaciones de igualdades y semejanzas inter-elementos y figura-elemento.



### **3. EXPERIMENTO N° 3: EL AGRUPAMIENTO PERCEPTUAL DE CARACTERÍSTICAS VISUALES SIMILARES.**

#### **3.1. HIPÓTESIS**

Este experimento surge con la idea de intentar relacionar el reconocimiento de uno o dos objetos con la formación de una o dos gestalts. Así, este estudio se basa en las investigaciones realizadas por King (1988a,b) en donde este autor sugiere un principio, a saber: una gestalt se encuentra asociada con un incremento en la similaridad de los componentes del estímulo, y dos gestalts se encuentran asociadas con un decremento en la percepción de la similaridad de las partes que componen el estímulo.

De esta forma, conocidos los resultados obtenidos en el experimento anterior, el presente estudio intentará comprobar empíricamente la formación de uno o dos objetos, una o dos gestalts en función del reconocimiento de la similaridad de los elementos que conforman la imagen visual, planteándose las siguientes hipótesis:

**HIPÓTESIS 1:** Se reconocerá más rápidamente un único objeto cuando los elementos que se presenten muestren similaridad de figuras geométricas, es decir,  $F=E1=E2$ , se espera encontrar, por tanto, un menor tiempo de reacción y una mayor exactitud de las respuestas en la condición experimental donde se presente una única forma geométrica.

**HIPÓTESIS 2:** Se espera encontrar un menor tiempo de reacción y una mayor exactitud de las respuestas en aquellas condiciones estímulares donde se presenten diferentes formas geométricas en los elementos que conforman la

imagen visual, es decir,  $E1 \neq E2$ , y, por consiguiente, la percepción de dos objetos.

## **3.2. MÉTODO**

### **3.2.1. SUJETOS**

La muestra estuvo formada por 42 sujetos, voluntarios, de ambos sexos, con edades comprendidas entre 20 y 30 años, estudiantes de 4º curso de Psicología de la Universidad de Málaga. Todos ellos poseían una visión normal o corregida mediante cristales graduados.

### **3.2.2. MATERIAL**

Los instrumentos utilizados fueron los mismos que los empleados en los experimentos anteriores.

A su vez, los estímulos confeccionados eran los mismos elaborados en el experimento anterior. Por tanto, los estímulos consistían en figuras geométricas coincidentes (F1, F2) compuestos, a su vez, de figuras geométricas más pequeñas (E1, E2) pudiendo coincidir o no con las primeras figuras. Todos los estímulos estaban compuestos en una matriz de 7 x 7 caracteres presentándose en el centro de la pantalla del monitor, cuyo tamaño era de 14".

También se empleó el color blanco y el color azul para la manipulación del contraste entre las figuras geométricas pequeñas denominadas elementos.

Con relación al tamaño de la figura estimular y de los elementos se mantuvo la misma que en el experimento anterior. Así, la dimensión de los estímulos era 100

mm. de alto por 105 mm. de ancho. El tamaño de los elementos que componían las figuras era de 9 x 9 mm. Entre los elementos existía una separación de 0,5 mm. Entre la figura y los márgenes de la pantalla del monitor existía una separación de 45 mm. con respecto a los límites superiores e inferiores, y de 85 mm. con respecto a los laterales de la izquierda y la derecha.

Los estímulos se construyeron a partir de las mismas figuras que en el primer estudio, es decir, a partir de círculos, triángulos y rectángulos. De este conjunto de figuras se exigía la búsqueda de un único o diferentes objetos en la figura presentada (véase cuadro 11).

Se construyeron 38 estímulos y 10 estímulos de prueba para la fase de entrenamiento. Los 38 estímulos fueron repartidos en grupos de 5 y de 6 de acuerdo con la condición de una única o más de una figura geométrica en la figura mostrada.

<b>F</b>	<b>+</b>		<b>-</b>	
<b>E1</b>	<b>+</b>		<b>-</b>	<b>+</b>
<b>E2</b>	<b>+</b>	<b>-</b>	<b>+</b>	<b>+</b>

**CUADRO 11.** Combinación factorial del objetivo: único objeto o diferentes en la figura estimular.

### 3.2.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se ha realizado un diseño factorial multivariante incompleto 2x2x2. Las variables manipuladas han sido las siguientes: "Presencia de un único objeto en la

figura estimular F del estímulo presentado" (F-sí, F-no), "Presencia de un único objeto en el elemento E1 del estímulo presentado" (E1-sí, E1-no), "Presencia de un único objeto en el elemento E2 del estímulo presentado" (E2-sí, E2-no), y, por último, el "contraste existente entre E1 y E2" (C1C2-sí, C1-C2-no). Las variables medidas han sido el tiempo de reacción y la exactitud de las respuestas.

<b>Mismo objeto en F</b>	+				-			
<b>En E1</b>	+		-		+			
<b>En E2</b>	+	-	+		+			
<b>Contraste</b>	+	-	+	-	+	-	+	-

**CUADRO 12.** Diseño factorial intrasujeto incompleto seguido en el tercer experimento.

### 3.2.4. PROCEDIMIENTO

El procedimiento seguido ha sido el mismo que el utilizado en el experimento anterior. Así, la sesión experimental tenía una duración aproximada de 10 minutos. Los sujetos no necesitaban ninguna información adicional a la que ofrecía el propio experimento, como se muestra en el anexo 3.

Una vez que el sujeto había leído las instrucciones generales y se consideraba preparado daba comienzo el ensayo. Los ensayos se componían de 10 estímulos geométricos diferentes a los empleados en el experimento e inmediatamente a esta fase se le daba al sujeto las instrucciones correspondientes a la fase de medición.

### 3.3 RESULTADOS

Se aplicó un análisis de la varianza con cuatro factores intrasujeto, mediante el paquete estadístico SPSS/PC+ (Norusis, 1984). Los resultados obtenidos para cada factor y para cada condición experimental, se muestran en las tablas 27 a 29 para TRs menores a 1500 ms. El cuadro resumen del análisis realizado se muestra en la tabla 31, así como las gráficas correspondientes a ambas variables medidas para cada interacción (gráficas 1 y 5).

Resultaron significativos, con respecto a los efectos principales, los siguientes factores: "presencia de un único objeto en la figura estimular F del estímulo presentado" [ $F=5.57$ ,  $p=0.018$ ], "presencia de un único objeto en el elemento E1 del estímulo presentado" [ $F=7.84$ ,  $p=0.005$ ], "contraste existente entre E1 y E2" [ $F=3.93$ ,  $p=0.048$ ], y con tendencia estadística significativa el factor "presencia de un único objeto en el elemento E2 del estímulo presentado" [ $F=3.23$ ,  $p=0.072$ ],

Con relación a las interacciones de los factores manipulados se obtuvieron significativas las condiciones : "presencia de un único objeto en la figura estimular F del estímulo presentado" x "presencia de un único objeto en el elemento E2" x [ $F=3.84$ ,  $p=0.050$ ] para los registros del TR.

Asimismo, se procedió a aplicar una prueba de comparaciones múltiples de Scheffé ( $\alpha = 0.05$ ) entre las condiciones experimentales resultantes de la combinación de los diferentes niveles de las variables utilizadas en el modelo (tabla 32). Los resultados mostraron diferencias significativas que se comentarán en el apartado de discusión.

Al mismo tiempo, se analizó la segunda variable dependiente mediante una regresión logística considerando la naturaleza categórica de la variable criterio y de las variables predictoras. Se empleó en el análisis el mismo procedimiento que en los estudios anteriores. El modelo de regresión presentó los siguientes factores significativos: "presencia de un único objeto en el elemento E1 del estímulo presentado" x "presencia de un único objeto en el elemento E2 del estímulo presentado" [Wald=4.48, p=0.0343].

FACTOR	NIVEL	MEDIA	D. TIPICA
F	SI	880,08	262,01
	NO	888,35	256,94
E1	SI	872,53	262,00
	NO	909,74	255,03
E2	SI	904,50	258,48
	NO	860,21	261,03
C1C2	SI	866,85	265,58
	NO	894,87	255,96

**TABLA 27.** Medias y desviaciones típicas para la VD: "tiempo de reacción" para cada factor.

F+							
E1+				E1-			
E2+		E2-		E2+		E2-	
C1C2+	C1C2-	C1C2 +	C1C2-	C1C2 +	C1C2-	C1C2+	C1C2-
901,07	808,05	836,92			945,80		872,86
263,03	242,02	264,59			249,15		256,40

**TABLA 28.** Media y desviación típica para la VD: "tiempo de reacción" en las diferentes condiciones experimentales en donde el objetivo aparece en la figura estimular (F+).

F-			
E1+			
E2+		E2-	
C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-
	886,67		890,01
	258,06		256,53

**TABLA 29.** Media y desviación típica para la VD: "tiempo de reacción" en las diferentes condiciones experimentales en donde el objetivo no aparece en la figura estimular (F-).

F+		F-	
E2+	E2-	E2+	E2-
910,85	849,49	886,67	890,01
258,59	262,06	258,06	256,53

**TABLA 30.** Media y desviación típica para la VD: "tiempo de reacción" para la interacción de los factores "aparición del objetivo en la figura estimular" x "aparición del objetivo en el elemento E2".

FUENTE DE VARIACION	G.L.	F	p
F	1, 41	5.57	.018
E1	1, 41	7.84	.005
E2	1, 41	3.23	.072
C1C2	1, 41	3.93	.048
F x E2	1, 41	3.84	.050
E1 x E2	1, 41	.06	.799

**TABLA 31.** Resumen del análisis de significación del modelo para el TR.

MEDIA	GRUPO	F+E1+E2-C1C2+
836.92	F+E1+E2-C1C2+	
945.80	F+E1-E2+C1C2-	*

**TABLA 32.** Resumen de la prueba de contrastes a posteriori (Scheffé) para la VD: "tiempo de reacción" de este modelo. "\*" = pares de grupos cuyas medias son significativamente distintas ( $p < .05$ ).

F		E1		E2		C1C2	
SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
9548	9511	9531	9558	9476	9600	9571	9511

**TABLA 33.** Porcentaje de aciertos para la VD: "exactitud de las respuestas" para cada factor.

F+							
E1+				E1-			
E2+		E2-		E2+		E2-	
C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-
		+				+	
94.87	88.46	96.32			96.52		94.39

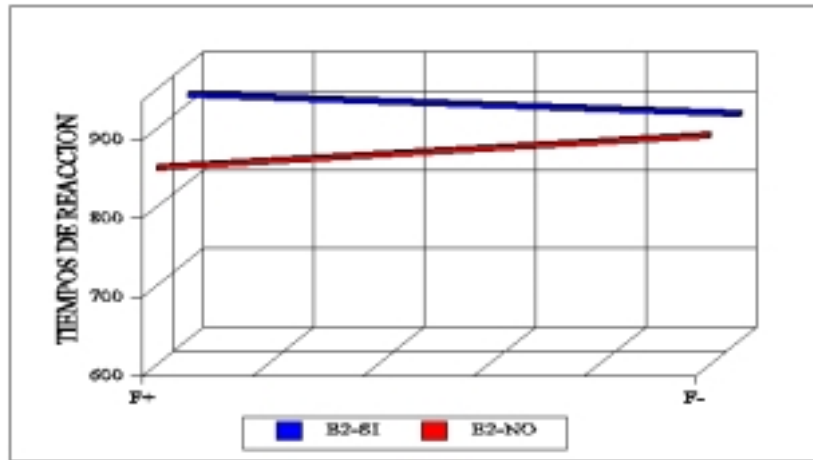
**TABLA 34.** Porcentaje de aciertos para la VD: "exactitud de las respuestas" en las diferentes condiciones experimentales en donde el objetivo aparece en la figura estimular (F+).

F-							
E1+				E1-			
E2+		E2-		E2+		E2-	
C1C2+	C1C2-	C1C2 +	C1C2-	C1C2 +	C1C2-	C1C2 +	C1C2-
	93.46		96.54				

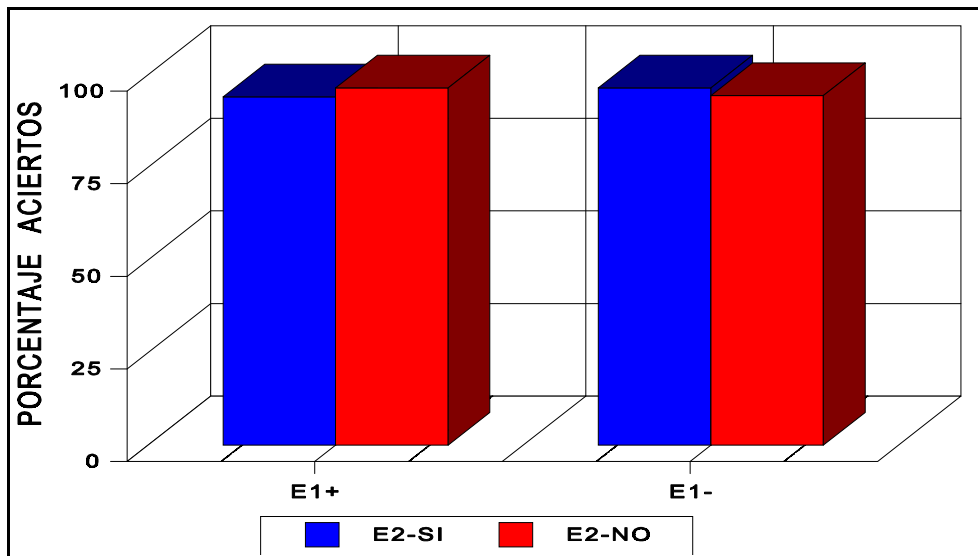
**TABLA 35.** Porcentaje de aciertos para la VD: "exactitud de las respuestas" en las diferentes condiciones experimentales en donde el objetivo no aparece en la figura estimular (F-).

E1+		E1-	
E2+	E2-	E2+	E2-
94.06	96.49	96.52	94.39

**TABLA 36.** Porcentaje de aciertos para la VD: "exactitud de las respuestas" para la interacción de los factores "aparición del objetivo en el elemento E1" x "aparición del objetivo en el elemento E2".



**GRÁFICA 11.** Resultados de la interacción de los factores "aparición del objetivo en la figura estimular" x "aparición del objetivo en el elemento E2" para los tiempos de reacción.



**GRÁFICA 12.** Porcentaje de aciertos para la interacción de los factores "aparición del objetivo en el elemento E1" x "aparición del objetivo en el elemento E2".

### 3.4. DISCUSIÓN

En la condición experimental  $F+E1+E2+$ , es decir, donde coincide la figura, y los elementos que la componen, se mostraron los menores TR confirmándose la hipótesis 1 formulada. Así, cuando coinciden todas las formas geométricas en una imagen visual los sujetos tienden a percibir una única gestalt. Estos resultados se encuentran relacionados con los obtenidos en los anteriores estudios y con la idea propuesta por King (1988a, 1988b, 1990) acerca de la integración de los elementos que presentan igualdades en un mismo código perceptivo originándose, de esta forma, la gestalt correspondiente.

Con respecto a la condición donde coinciden todos los factores manipulados en este experimento,  $F+E1+E2+C1C2+$  (tabla 28), se presentan los mayores TR en comparación con  $F1+E1+E2+C1C2-$ . De nuevo, y en concordancia con la propuesta de Pomerantz y Pristach (1990) y de Kimchi (1994), vemos que el contraste entorpece la integración de las características globales y locales, por tanto, no tendría lugar el agrupamiento perceptual que resultaría de las características emergentes, es decir, la formación de la configuración holística debido al efecto "figura-fondo".

Las mayores diferencias significativas se manifestaron entre las condiciones  $F+E1+E2-C1C2+$  y  $F+E1-E2+C1C2-$  como se muestra en la prueba de comparaciones múltiples de Scheffé ( $\alpha < 0,05$ ) (tabla 32), siendo en la condición  $F+E1-E2+C1C2-$  donde se muestran los mayores TRs de todo el diseño. Pues bien, tanto los elementos E1 y E2 como el contraste C1C2 parecen desempeñar un papel importante en la formación gestáltica (tabla 28 y 29). En este caso la no existencia del mismo objeto en E1 distorsiona la configuración del nivel global del estímulo visual e inhibe la interacción e integración de los elementos E1 y E2 puesto que no coinciden originando, en consecuencia, dos gestalts. Estos

resultados guardan relación con el modelo de la eficiencia del reconocimiento propuesto por Duncan y Humphreys (1989), en donde dicha eficiencia se ve influida por la similaridad entre objetivos y no-objetivos retrasando, por tanto, el agrupamiento perceptual y favoreciendo la formación de dos gestalts.

Con respecto a las hipótesis nº 2 no se ha podido confirmar pues, como se planteó en el estudio anterior, la significación de los elementos E1 y E2 para la detección de igualdades se encuentra en función de la figura estimular. Por tanto, la coincidencia en las formas geométricas de los elementos, por sí mismas, no determina el agrupamiento de las unidades de información, lo cual nos puede llevar a pensar que la coincidencia de formas inter-elementos al igual que la similaridad no tiene un efecto aislado -como única variable- en la formación de los códigos superordenados causantes de las gestalts correspondientes.

El menor TR se mostró en la condición donde se presentaban diferentes figuras geométricas en la figura F y en el elemento E2 (tabla 30), es decir, F+E2- manifestó el menor TR en comparación con las demás condiciones, que eran similares en TR. Así, el sujeto detectaría rápidamente que no coincide F+E2- ya que no aparecen similitudes entre ellos y genera las dos salidas perceptuales, una para F y otra para E2. Al no existir más factores no tiene que seguir buscando y da la respuesta. En la condición de coincidencia en las formas geométricas F+E2+ se presentó el mayor TR en comparación con F+E2- y, por último, F-E2+ el menor TR en comparación con F-E2-.

De acuerdo con estos resultados parece ser que la coincidencia de objetos en la misma figura estimular no favorece un reconocimiento rápido, mientras que la no coincidencia de F o de E2 acelera el reconocimiento de distintos objetos. Es decir, es más fácil detectar no-coincidencias de objetos que coincidencias para el caso de dos factores. Esta idea está muy relacionada con la expuesta por Cave,

Wolfe y Franzel (1989) en el segundo experimento, pues la similaridad reduce la discriminación, y con la de Lockhead (1972, 1988) donde la percepción de dos todos obedece a dos estímulos no-integrados, por haber aumentado las diferencias entre las formas geométricas en el objeto visual. Además, estos resultados también concuerdan con el principio defendido por Kanizsa (1988) pues la formación de dos gestalts se encuentra asociada con el contraste de formas en la imagen visual.

Por último, y con respecto a la segunda de las variables dependientes se confirma la hipótesis 2. Así, para la interacción de los elementos, es decir,  $E1 \times E2$ , ocurre igual que para el caso anterior con el TR, es decir, se presentan las mayores proporciones de aciertos en aquellas condiciones en las cuales no coinciden los elementos,  $E1+E2-$  y  $E1-E2+$ , mientras que las menores proporciones de aciertos se muestran en las condiciones donde coinciden ambos factores.

### **3.5. CONCLUSIÓN**

En este experimento se encontraron unos resultados satisfactorios con respecto a la posible relación existente entre el reconocimiento de las coincidencias o no-coincidencias de formas de la figura presentada y la formación de una o dos gestalts.

Los resultados que se obtuvieron con respecto a la variable dependiente "tiempo de reacción" no mostraron el efecto buscado de forma general. Es decir, la coincidencia de formas geométricas de los elementos no es una variable primordial -de forma autónoma- en la formación de la codificación perceptual.

La coincidencia de formas en una imagen visual, y según los resultados que se obtuvieron, no siempre presenta los mismos efectos, al igual que ocurría en los datos resultantes del segundo experimento. Por tanto, cuando no existe contraste C1C2- y coinciden todos los componentes del estímulo, F+E1+E2+C1C2-, se integrarían todas las características dando lugar a la formación de una sola gestalt. Por tanto, se facilitaría la discriminación de la imagen visual (King, 1988a, 1988b, 1990).

Similares resultados se encontraron tanto para el TR en la interacción F x E2 como para la exactitud en la interacción E1 x E2. Es decir, los sujetos tardan menos tiempo en responder a la detección de un único objeto en las condiciones donde no coinciden F y E2, es decir, F+E2- o bien F-E2+ generando rápidamente dos salidas perceptuales, y cometen menos errores en las condiciones donde no coinciden E1 y E2, es decir, E1+E2- o bien E1-E2+. Estos resultados muestran la influencia que puede tener el reconocimiento de un mismo objeto cuando los dos factores implicados no-coinciden en formas.

En conclusión, y al igual que en el segundo estudio, la búsqueda de un único objeto o de más se ve favorecida por la coincidencia de formas en la figura presentada, F+E1+E2+, y no existencia del contraste C1C2-, puesto que interaccionan los componentes favoreciendo la salida perceptual mediante la precedencia de los niveles globales y locales. Por ello, el sujeto detectaría más rápidamente la existencia de igualdades y emitiría su respuesta con más facilidad si, además, le añadimos la ausencia de existencia de contraste, pues ya sabemos que cuando dicho factor C1C2 se presenta retrasa la formación holística como consecuencia del efecto "figura-fondo".

Sin embargo, y al igual que en el segundo estudio, no siempre se producen estos resultados. De esta forma, deben considerarse ampliamente las relaciones

de coincidencias y no-coincidencias inter-elementos y figura-elemento (Lockhead 1972, Lockhead y King 1977 y Pomerantz, Sager y Stoever 1977).

En resumen, y de acuerdo con la teoría de los códigos superordenados (King, 1988a, 1988b, 1990, y la de la dominancia-subordinación en la visibilidad del objeto visual (King, 1993), podemos afirmar que cuando la interacción de factores es de mayor orden se mantiene la integración de características mediante la precedencia global, (Navon, 1977; Robertson y Lamb, 1990; Lasaga, 1989, entre otros), y la influencia del contraste como han manifestado los datos obtenidos en la condición de coincidencia de formas en la figura presentada y ausencia de existencia de contraste,  $F+E1+E2+C1C2-$ . Ahora bien, cuando la interacción es de primer orden entonces si coinciden los factores se retrasa la salida perceptual, mientras que cuando no coinciden se detecta más rápidamente. De esta forma, cuando interaccionan dos factores  $FxE2$  para los TRs y  $E1xE2$  para la exactitud de las respuestas, la gestalt resultante no se encuentra asociada con un incremento en la coincidencia de un único objeto en el estímulo presentado y, por ello, no se cumplirían las afirmaciones derivadas de la teoría propuesta por King (1990).

## **4. EXPERIMENTO Nº 4: LA SUPERIORIDAD CONFIGURACIONAL EN LA SEÑALIZACIÓN VERTICAL.**

### **4.1. HIPÓTESIS**

De acuerdo con las conclusiones planteadas hasta el momento, y con objeto de generalizar los resultados obtenidos en los tres experimentos anteriores, se planteó el presente estudio. Para ello, se escogieron figuras geométricas de características similares o lo más parecidas a las empleadas en las investigaciones de laboratorio realizadas en este trabajo. De esta forma, se establecieron las diferencias que se presentan en la medida de los tiempos de reacción y en la exactitud de las respuestas debidas a la disposición de los elementos que componen la figura estimular, en este caso señales de tráfico - señalización vertical-, con la consiguiente integración de los mismos y el adecuado agrupamiento perceptual.

**HIPÓTESIS 1.** Si existe igualdad entre la forma, el elemento, el contraste y el objetivo a detectar en la figura estimular, es decir,  $F=E1=C1C2=objetivo$ , en comparación con la ausencia de coincidencia del contraste, entonces se dificultará el reconocimiento correcto del estímulo presentado reflejándose en mayores tiempos de reacción y menor exactitud de las respuestas.

**HIPÓTESIS 2.** La coincidencia de la forma estimular, del elemento y del objetivo a detectar, es decir,  $F=E1=objetivo$ , facilitará la rapidez de la salida perceptual mediante el agrupamiento de los elementos y de la figura, reflejándose en menores TRs y mayor proporción de respuestas correctas.

**HIPÓTESIS 3.** La coincidencia de la forma estimular, del contraste y del objetivo a detectar, es decir,  $F=C1C2=objetivo$ , en comparación con la falta de

coincidencia del contraste, disminuirá la rapidez de la salida perceptual mediante la no discriminación de las unidades de información, manifestándose mayores TRs y menor proporción de respuestas correctas.

**HIPÓTESIS 4.** Si existe igualdad entre el elemento, el contraste, y el objetivo a detectar, es decir,  $E1=C1C2=objetivo$ , se dificultará la discriminación de las características, mostrándose mayores TRs y menor exactitud de las respuestas en el reconocimiento de los elementos gestálticos con respecto a la condición de no-coincidencia del contraste.

## **4.2. MÉTODO**

### **4.2.1. SUJETOS**

Participaron en el experimento 50 sujetos, voluntarios, de ambos sexos, con edades comprendidas entre 19-25 años, estudiantes de primer curso de Psicología de la Universidad de Málaga. Todos ellos poseían visión normal o corregida mediante cristales graduados.

### **4.2.2. MATERIAL**

Se utilizó un taquistoscopio marca Lafayette modelo 610 para la presentación de estímulos y un cronómetro digital Lafayette modelo 54045 para registrar los tiempos de reacción.

Los estímulos consistían en tarjetas blancas de 130 mm. de alto por 240 mm. de ancho, que llevaban adherida en la zona central una señal de tráfico, cuyo contorno lo formaba la figura estimular (F), el componente, el elemento estimular

(E1) y el contraste, la coincidencia o no del contraste estimular con el objetivo presentado (C1C2).

La dimensión de las señales de tráfico circulares, rectangulares y triangulares era de 48 x 48 mm. , subtendiendo un ángulo visual de  $4,34^\circ \times 4,34^\circ$ ; 64 x 48 mm. ( $6,5^\circ \times 4,34^\circ$ ) y de 70 x 70 mm. ( $6,39^\circ \times 6,39^\circ$ ), respectivamente, a escala 1:25 mm. , según el borrador de instrucción 8.1-IC/91 para autovías, emitido por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes para la Dirección General de Carreteras (1991), sobre tarjetas blancas de 240 x 130 mm. , presentándose en el centro del campo visual. Del conjunto de imágenes visuales se exigía la búsqueda de la señal círculo que podía coincidir o no con la figura objetivo a detectar (véase cuadro 13).

En función del objetivo, se formaron dos grupos de estímulos F (F+, F-), los cuales a su vez se dividían en otros dos subgrupos E1 (E1+, E1-), según la combinación factorial entre la presencia o no-presencia del objetivo en la figura, y en el estímulo E1 (cuadro 13): en la primera condición coincidía el objetivo con la figura y el elemento 1 (F+, E1+); en la segunda coincidía el objetivo únicamente con la figura (F+, E1-). De la misma manera, se repetía para las condiciones donde no aparecía el objetivo a detectar en la figura (Fig. 16, 17).

Se construyeron 62 estímulos y 12 estímulos de prueba para la fase de entrenamiento. Los 62 estímulos fueron repartidos en un grupo de 28 estímulos para la condición F+E1+C1C2+ y en grupos de 4 para cada una de las restantes condiciones experimentales, incluyendo 6 estímulos neutros.

FIGURA	+		-	
ELEMENTO 1	+	-	+	-

**CUADRO 13.** Combinación factorial de la presencia del objetivo en la figura y la presencia del objetivo en los elementos.



**FIGURA 16.** Ejemplo de los estímulos empleados en este estudio cuyo objetivo a detectar es la figura “círculo” y elemento “coche”. "F+E1+": La figura geométrica a detectar aparece en la figura estimular, y en el elemento E1. "F+E1-": la figura objetivo no aparece en el elemento 1.



**FIGURA 17.** Ejemplo de los estímulos empleados en este experimento. "F-E1+": El objetivo sólo aparece en el elemento E1. "F-E1-": El objetivo no está presente ni en la figura F ni en el elemento E1.

#### 4.2.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó un diseño factorial multivariante 2x2x2 con tres factores intrasujeto. Las variables manipuladas fueron las siguientes: "Aparición del objetivo en la figura estimular F" (F-sí, F-no), "Aparición del objetivo en el elemento E1" (E1-sí, E1-no), y, por último, "Aparición del contraste del objetivo en la señal" (C1C2-sí, C1C2-no). Las variables medidas fueron el tiempo de reacción y la exactitud de las respuestas.

<b>OBJETIVO EN F</b>	+				-			
<b>EN E1</b>	+		-		+		-	
<b>CONTRASTE</b>	+	-	+	-	+	-	+	-

**CUADRO 14.** Diseño factorial intrasujeto 2x2x2 planteado en el cuarto experimento.

#### 4.2.4. PROCEDIMIENTO

La sesión experimental tenía una duración de 20 minutos. Los sujetos no necesitaban ninguna información adicional a la que se ofrecía en el propio experimento como se muestra en el anexo 4.

Una vez que el sujeto había leído las instrucciones generales y se consideraba preparado daba comienzo el ensayo. Los ensayos se componían de 12 estímulos de señales de tráfico diferentes a las empleados en el experimento e inmediatamente a esta fase se le daba al sujeto las instrucciones correspondientes a la fase de registro.

Tras los ensayos de prueba se procedía a la presentación de los estímulos experimentales en dos bloques de 31 estímulos para el objetivo a detectar: figura estimular "círculo", con elemento E1 "coche" y contraste "blanco-azul". El orden de aparición de los estímulos en el experimento se aleatorizó y el orden de aparición de cada condición experimental se contrabalanceó para cada sujeto.

Cada prueba consistía en la presentación del estímulo en el centro de la pantalla del campo visual del taquistoscopio (a una distancia de 60 cm.) con un tiempo de exposición de 1000 milisegundos, y se les instruía a los sujetos, a menudo, para que no desviaran la mirada del punto central de la pantalla del taquistoscopio, registrándose el tiempo de reacción y la exactitud de la respuesta. Inmediatamente aparecía el siguiente estímulo y así sucesivamente hasta completar los 31 ensayos correspondientes a la mitad de los estímulos para la detección del objetivo. Una vez finalizaba este primer bloque de estímulos, se le permitía al sujeto un pequeño descanso de 1 minuto de duración, daba comienzo el segundo bloque de 31 estímulos hasta finalizar las 62 señales de tráfico experimentales.

### **4.3. RESULTADOS**

Se realizó un análisis de la varianza con tres factores intrasujeto, mediante el paquete estadístico SPSS/PC+ (Norusis, 1984). Las medias y las desviaciones típicas para la variable dependiente tiempo de reacción, para cada factor y para cada condición experimental, se muestran en las tablas 37 a 41 para TRs menores a 1000 ms. El cuadro resumen del análisis realizado se muestra en la tabla 42, así como las gráficas correspondientes a cada interacción.

En el análisis de la varianza realizado para los TRs menores a 1000 ms. fue significativo el factor "aparición del objetivo en la figura estimular F" [ $F=60.28$ ,  $p=0.000$ ]. De igual forma, ha sido significativo el factor "aparición del objetivo en el elemento E1" mostrando la siguiente probabilidad [ $F=35.25$ ,  $p=0.000$ ].

Asimismo, y con respecto a las interacciones, resultó significativa la "aparición del objetivo en la figura estimular F" x "aparición del objetivo en el elemento E1" [ $F=58.44$ ,  $p=0.000$ ], "aparición del objetivo en la figura estimular F" x "aparición del contraste del objetivo en la señal" [ $F=16.26$ ,  $p=0.000$ ]. Igualmente, se mostró interacción en los factores "aparición del objetivo en el elemento E1" x "aparición del contraste del objetivo en la señal" [ $F=27.86$ ,  $p=0.000$ ].

Posteriormente, se procedió a aplicar una prueba de comparaciones múltiples de Scheffé ( $\alpha = 0.01$ ) entre las condiciones experimentales resultantes de la combinación de los diferentes niveles de las variables utilizadas en el modelo (tabla 43). Los resultados mostraron diferencias significativas que se comentarán en el apartado de discusión.

Al mismo tiempo, se analizó la segunda variable dependiente mediante una regresión logística considerando la naturaleza categórica de la variable criterio y de las variables predictoras. Se empleó en el análisis el mismo procedimiento que en los estudios anteriores. El modelo de regresión presentó el siguiente factor significativo: "aparición del objetivo en el elemento E1" [Wald=10.34,  $p=0.0013$ ].

Con respecto a las interacciones, resultó significativa la "aparición del objetivo en la figura estimular F" x "aparición del objetivo en el elemento E1" [Wald=8.15,  $p=0.0043$ ] y, con cierta tendencia a la significación, los factores "aparición del objetivo en la figura estimular F" x "aparición del contraste del objetivo en la señal".

FACTOR	NIVEL	MEDIA	D. TIPICA
F	SI	440,25	129,14
	NO	465,08	144,19
E1	SI	446,90	134,22
	NO	448,06	133,79
C1C2	SI	451,10	132,76
	NO	438,10	136,76

**TABLA 37.** Medias y desviaciones típicas para la VD: "tiempo de reacción" para cada factor.

F+				F-			
E1+		E1-		E1+		E1-	
C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-
435,86	449,48	489,45	413,31	527,32		448,96	444,98
125,06	147,12	143,40	109,63	157,46		118,18	142,45

**TABLA 38.** Media y desviación típica para la VD: "tiempo de reacción" en las diferentes condiciones experimentales.

F+		F-	
E1+	E1-	E1+	E1-
437,61	450,67	527,32	446,34
128,13	132,74	157,46	134,56

**TABLA 39.** Media y desviación típica para la VD: "tiempo de reacción" para la interacción de los factores "aparición del objetivo en la figura estimular" x "aparición del objetivo en el elemento E1".

F+		F-	
C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-
442,55	431,35	485,67	444,98
128,66	130,78	143,24	142,45

**TABLA 40.** Media y desviación típica para la VD: "tiempo de reacción" para la interacción de los factores "aparición del objetivo en la figura estimular" x "existencia del contraste del objetivo en la figura estimular".

E1+		E1-	
C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-
446,54	449,48	468,67	434,27
132,51	147,12	132,45	133,02

**TABLA 41.** Media y desviación típica para la VD: "tiempo de reacción" para la interacción de los factores "aparición del objetivo en el elemento E1" x "existencia del contraste del objetivo en la figura estimular".

FUENTE DE VARIACION	G.L.	F	p
F	1, 49	60.28	.000
E1	1, 49	35.25	.000
C1C2	1, 49	0.39	.534
F x E1	1, 49	58.44	.000
F x C1C2	1, 49	16.26	.000
E1 x C1C2	1, 49	27.86	.000

**TABLA 42.** Resumen del análisis de significación del modelo para el TR.

MEDIA	GRUPO	F+E1-C1C2-	F+E1+C1C2+	F-E1-C1C2-
413,31	F+E1-C1C2-			
435,86	F+E1+C1C2+			
448,96	F-E1-C1C2-			
527,32	F-E1+C1C2+	*	*	*

**TABLA 43.** Resumen de la prueba de contraste a posteriori (Scheffé) para la VD: "tiempo de reacción" de este modelo. "\*" = pares de grupos cuyas medias son significativamente distintas ( $p < .001$ ).

F		E1		C1C2	
SI	NO	SI	NO	SI	NO
92.78	92.32	91.75	94.26	91.98	94.32

**TABLA 44.** Porcentaje de aciertos para la VD: "exactitud de las respuestas" para cada factor.

F+				F-			
E1+		E1-		E1+		E1-	
C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-
	-	+	-			+	
92.18	94.78	91.79	95.27	85.32		96.77	93.39

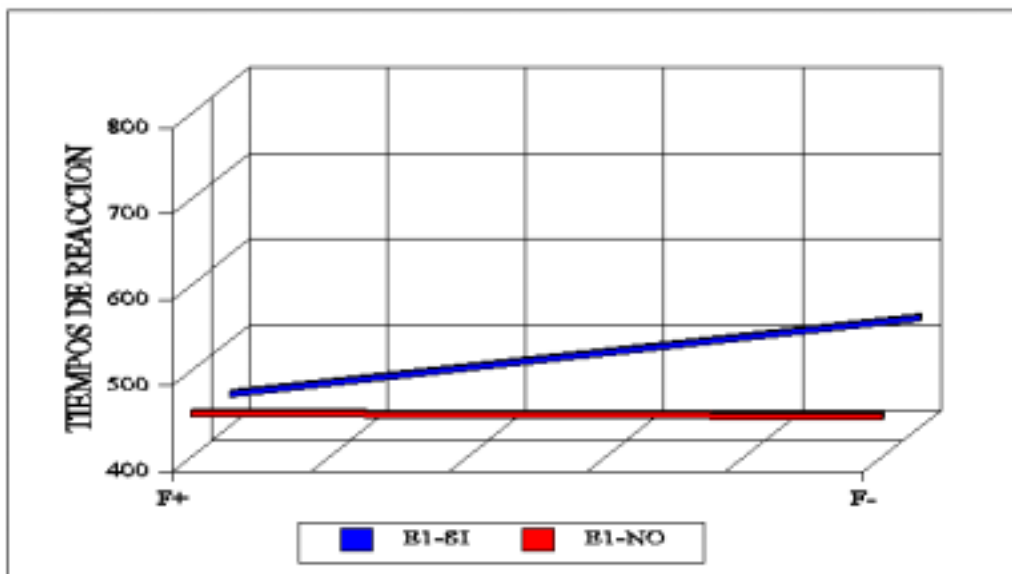
**TABLA 45.** Porcentaje de aciertos para la VD: "exactitud de las respuestas" en las diferentes condiciones experimentales.

F+		F-	
E1+	E1-	E1+	E1-
92.54	93.64	85.32	94.59

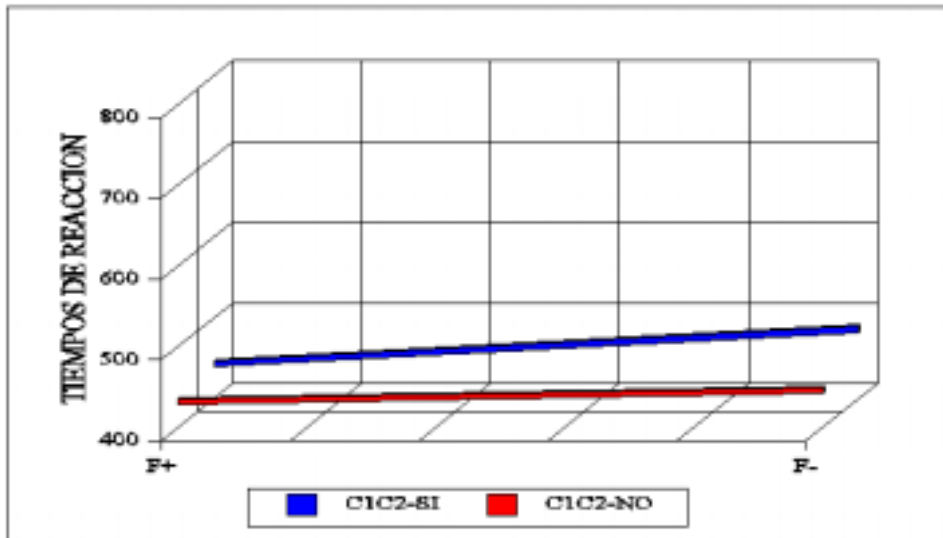
**TABLA 46.** Porcentaje de aciertos para la VD: "exactitud de las respuestas" para la interacción de los factores "aparición del objetivo en la figura estimular" x "aparición del objetivo en el elemento E1".

F+		F-	
C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-
92.16	95.14	91.15	93.39

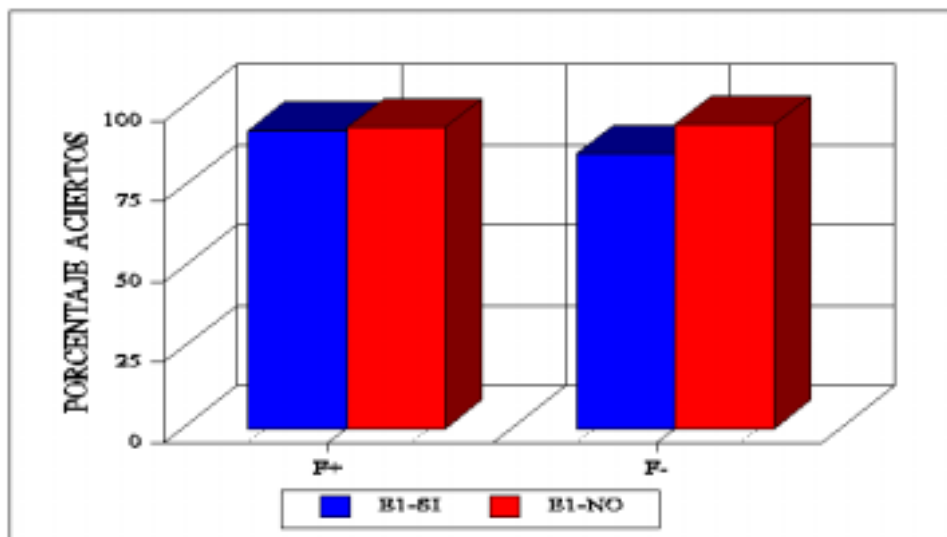
**TABLA 47.** Porcentaje de aciertos para la VD: "exactitud de las respuestas" para la interacción de los factores "aparición del objetivo en la figura estimular" x "existencia del contraste del objetivo en la figura estimular".



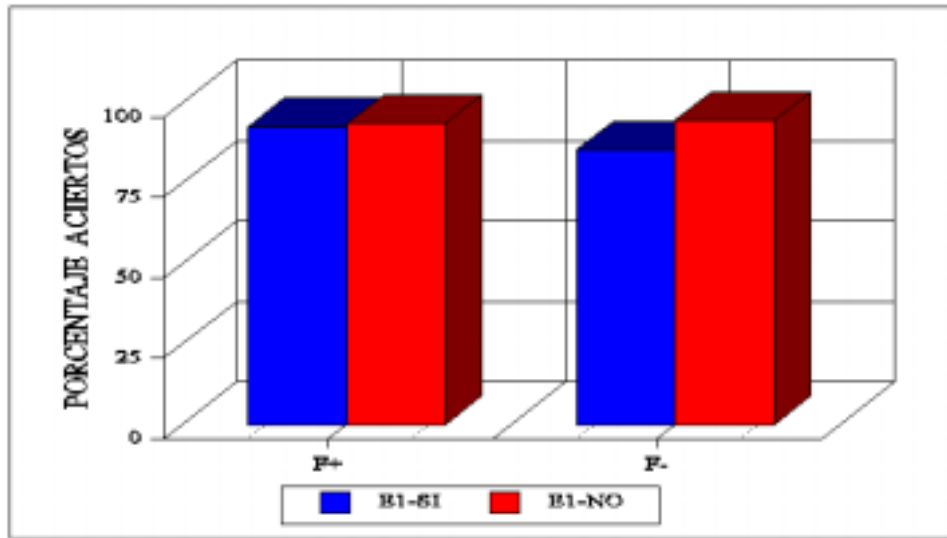
**GRÁFICA 13.** Resultados de la interacción de los factores "aparición del objetivo en la figura estimular" x "aparición del objetivo en el elemento E1" para los tiempos de reacción.



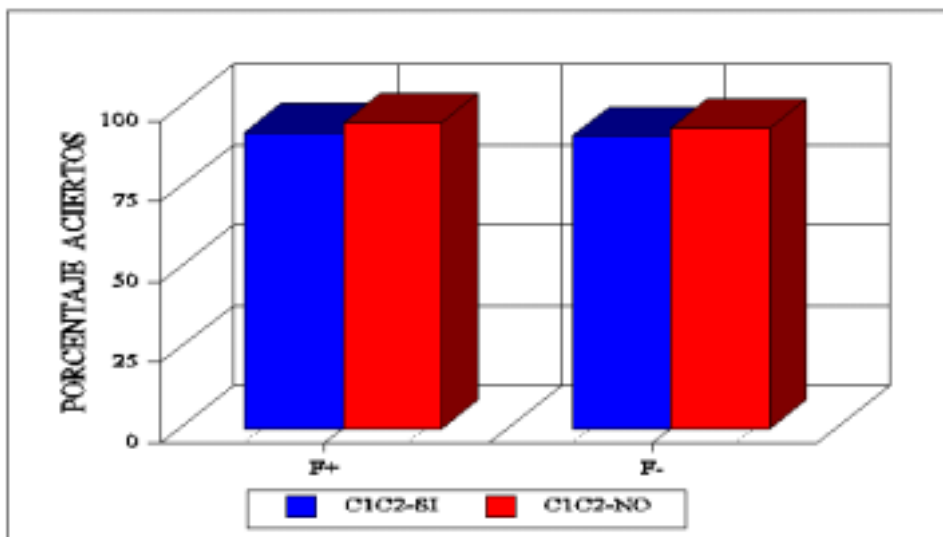
**GRÁFICA 14.** Resultados de la interacción de los factores "aparición del objetivo en la figura estimular" x "existencia del contraste del objetivo en la figura estimular" para los tiempos de reacción.



**GRÁFICA 15.** Resultados de la interacción de los factores "aparición del objetivo en el elemento E1" x "existencia del contraste del objetivo en la figura estimular" para los tiempos de reacción.



**GRÁFICA 16.** Porcentaje de aciertos para la interacción de los factores "aparición del objetivo en la figura estimular" x "aparición de objetivo en el elemento E1".



**GRÁFICA 17.** Porcentaje de aciertos para los factores "aparición del objetivo en la figura estimular" x "existencia del contraste del objetivo en la figura estimular".

#### 4.4. DISCUSIÓN

Atendiendo a la tabla 37, el menor TR se presenta en la condición donde coincide la figura con el objetivo F+ en comparación con F-, es decir, cuando aparece el "target" en la figura el sujeto efectúa un procesamiento más rápido que cuando no aparece, mediante un procesamiento del nivel global. Una vez más, y en relación con la hipótesis de la precedencia global defendida por Navon (1977) y Robertson y Lamb (1991), se manifiesta el efecto positivo que origina el nivel global en la emisión de la respuesta de los sujetos.

En la condición experimental F-E1+C1C2+ (tabla 38) fue donde se presentó el mayor TR con diferencias significativas con las condiciones siguientes:

1. F+E1-C1C2-, ya que cuando no se presenta el objetivo en F se muestran mayores TRs que cuando la figura coincide con el objetivo, a pesar de que no aparece ni en E1 ni en C1C2 (Tabla 43, Scheffé  $\alpha < 0,01$ ).
2. F+E1+C1C2+, pues si todos los factores del estímulo presentado coinciden con el objetivo se favorece el procesamiento en paralelo de los componentes estimulares y se agiliza la formación de la gestalt correspondiente, no teniendo el sujeto que examinar ningún aspecto más. Estos resultados concuerdan con los hallazgos obtenidos en los experimentos anteriores y conectan con la postura que defienden Cave, Wolfe y Franzel (1990) con respecto a la efectividad de las conjunciones de características de mayor orden favoreciendo un procesamiento en paralelo; con la de Pomerantz y Pristach (1990) que plantean la rapidez de las características que emergen ante la

coincidencia de todos los factores; y, por último, con la hipótesis de la dominancia-subordinación en la visibilidad del objeto defendida por King (1993) con relación a una rápida salida perceptual cuando todos los elementos que componen el estímulo coinciden. 3. F-E1-C1C2-, es decir, si no se presentan igualdades, el sujeto no tiene por qué detenerse en buscar en ningún nivel la existencia de coincidencias con el target, puesto que la no-similaridad también acelera la decisión en el reconocimiento de una imagen visual (Cave, Wolfe y Franzel, 1989).

Por tanto, podemos afirmar que tanto la coincidencia de todos los componentes estímulares con el "target" como la no-coincidencia de ninguno, presentan los mismos resultados, si bien cuando todos los componentes estímulares coinciden con el objetivo, F+E1+C1C2+, se presenta el menor TR que en F-E1-C1C2- aunque con poca diferencia (435,86 y 444,98 respectivamente). Ahora bien, si alguno de los factores no coincide con el "target" parece afectar de forma primordial al reconocimiento del objeto visual. Esto puede explicarse por la precedencia global que mantiene una fuerte influencia en el procesamiento de la información visual. Así, estos resultados pueden tener las siguientes explicaciones:

1. Cuando todos los factores coinciden, F+E1+C1C2+, aparece la máxima interacción de los elementos y mayor procesamiento en paralelo como Kanizsa (1988) y King (1988a, 1988b, 1990) defendían, es decir, a mayor asimilación entre las características estímulares mayor formación de una única gestalt
2. Cuando ningún factor coincide, F-E1-C1C2-, no se presenta interacción alguna de los elementos, perjudicando la integración de características y retrasando la salida perceptual y,

3. Cuando alguno de los factores no coincide con el "target", entonces los elementos que coinciden formarían una gestalt y los que no coinciden otra gestalt, realizando un procesamiento más serial en primer lugar y posteriormente paralelo, como indicó Cave, Wolfe y Franzel (1989) las no-similaridades favorecen la discriminación de los elementos gestálticos.

Así, y en contra de lo esperado, no se cumple la hipótesis 1, resulta más fácil la discriminación entre dis-similaridades que entre igualdades. Por tanto, cuando la figura y el elemento coinciden, F+E1+, se presenta menor TR que cuando no coinciden, F-E1+, mayor TR; ahora bien, si el objetivo únicamente aparece en la figura o en el elemento, es decir, F+E1- o F-E1+, entonces el reconocimiento depende del factor contraste C1C2, si es +, mayor TR, y si es -, menor TR. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en el primer experimento, es decir, el efecto del contraste en el reconocimiento de una imagen visual depende del nivel en el que aparezca el objetivo buscado. Por esta razón, podemos afirmar de nuevo que el contraste existente en el objeto visual no es una variable que actúe de forma independiente, sino que necesita de la conjunción con otros factores.

Si nos centramos en la interacción de la figura y el elemento, FxE1, (tabla 39), se confirma la hipótesis 2 formulada en este estudio. Así, cuando ambos factores coinciden, F+E1+, aparece el menor TR, pues ambos niveles coinciden en la estructuración jerárquica del estímulo y se presenta una mayor interacción de las características favoreciendo la configuración holística (Kimchi, 1994; Pomerantz y Pristach 1990; Navon, 1977). Ahora bien, cuando la figura no coincide con el objetivo, F-E1+, se muestra el mayor TR ya que al no estar en F se retrasa la percepción del estímulo y no se da la integración de las partes en el todo, favoreciendo la formación de dos gestalts (King, 1990).

Los resultados obtenidos en la interacción de los factores  $F \times C1C2$  confirman la hipótesis 3 y ponen de manifiesto mayores TRs cuando el objetivo a detectar se encuentra en ambos factores,  $F+C1C2+$ , o bien cuando no existe contraste,  $F+C1C2-$ , (tabla 40). Podemos, así, seguir afirmando que el nivel global predomina para un reconocimiento más rápido, pero ¿qué ocurre con el contraste?. Cuando no existe contraste se presenta el menor TR en comparación con la existencia del mismo. Es decir, el hecho de que no coincida el contraste con el "target" acelera el reconocimiento del objeto visual debido a que se detecta más rápidamente la no-aparición que la aparición. Todo ello guarda relación con los resultados encontrados en el primer estudio: cuando  $C1C2+$ , mayores TR, y cuando  $C1C2-$ , menores TR por el efecto "figura-fondo" que retrasa la interacción de los elementos que forman la imagen visual.

En la tabla 41 se presentan los datos obtenidos en la interacción de los factores  $E1 \times C1C2$  apoyando la hipótesis 3 en algunos casos. De esta forma, cuando ambos factores coinciden con el objetivo,  $E1+C1C2+$ , se muestran los menores TR en comparación con  $E1+C1C2-$ , en esta condición no se cumple la hipótesis formulada, aunque por poca diferencia, pero en comparación con  $E1-C1C2-$ , sí se cumple la hipótesis 3. Así, podemos decir que después de  $F$ , el elemento  $E1$  sería el factor determinante para el reconocimiento del estímulo visual. De nuevo cuando no aparece el target ni en  $E1$  ni en  $C1C2$  se muestran los menores TR en comparación con el resto de las condiciones del diseño, pues no se da ninguna interacción entre los factores y se realiza un procesamiento mayor en paralelo, debido al efecto de las dis-similaridades como señalan Eriksen y Hoffman (1972) defendiendo que la disminución de la similaridad entre elementos favorece la discriminación entre objetos. En este caso se trata del contraste que cuando existe retrasa la percepción visual por efecto "figura-fondo" excepto para la coincidencia del elemento y el contraste,  $E1+C1C2+$ . Puede

explicarse de la siguiente forma: cuando existe E1+ sería el factor predominante para el reconocimiento y cuando E1- es cuando C1C2 toma su importancia, es decir, C1C2 depende de E1+ o E1-: Si E1 y C1C2 coinciden, E+C1C2+, menor TR; Si E1+C1C2-, mayor TR; E1-C1C2+, mayor TR y si ninguno de los factores coinciden, E1-C1C2-, menor TR. Podemos afirmar que, al igual que ocurría en los experimentos anteriores, el elemento E1 parece tener mayor influencia de la que en principio se le ha dado, puesto que después de F, es el factor de mayor importancia para el reconocimiento.

Por último, y con respecto a la segunda de las variables dependientes, no se confirma la hipótesis 2. Así, para la interacción de la figura y el elemento, es decir, FxE1, se presentan las mayores proporciones de aciertos en aquellas condiciones en las cuales no coinciden los elementos con el objetivo, F+E1- y F-E1-. Así, como anteriormente se ha puesto de manifiesto, E1 parece tener mayor influencia de la que en principio se le ha supuesto. Quizá este efecto puede suceder porque E1 son los elementos que determinan el contraste entre la figura y el fondo y, ya conocemos la influencia del principio "figura-fondo" en el agrupamiento gestáltico.

Cuando se realiza un procesamiento más global da lugar a un menor porcentaje de respuestas correctas por la existencia del contraste que origina el efecto "figura-fondo", F+C1C2+, y el sujeto se detendría en los contrastes del estímulo "target" y del presentado. Este efecto se ha presentado en la tendencia significativa de los factores FxC1C2 confirmándose la hipótesis 3 (tabla 47).

#### **4.5 CONCLUSIÓN**

Tanto si coinciden todos los factores como si no coinciden ninguno se obtienen los mismos resultados para el TR. Y, si alguno de los factores no

coincide con el "target" parece afectar de forma primordial al reconocimiento del objeto (precedencia global, formación de una o dos gestalts). En cuanto a la exactitud de las respuestas no se puede decir igual, depende de los factores que interaccionen.

Así, y de forma general, como ha ocurrido en los experimentos anteriores, a mayor orden en la interacción mayor procesamiento en paralelo se realiza entre los factores intervinientes (Cave, Wolfe y Franzel, 1989) mediante la conjunción de procesos en paralelo que guían mejor la atención entre interacciones de mayor orden que entre interacciones de menor orden, validándose de esta forma los hallazgos encontrados en los tres primeros estudios.

Por otro lado, cuando solo intervienen dos factores en interacción, es la figura F la que determina la dirección del procesamiento, como señalaron Robertson y Lamb (1991) y Navon (1977) el procesamiento global precede al local. En cambio, cuando el objetivo no aparece en la figura F, en este caso el elemento E1 y el contraste C1C2 desempeñarían un papel muy importante en el reconocimiento de la imagen visual.

En relación con la hipótesis 3 añadir que se confirma para ambas variables dependientes, es decir, para el TR y para la exactitud de las respuestas. Estos datos son consistentes con los encontrados en el cuarto experimento y, así cuando la figura y el contraste coinciden se presentan los mayores TRs y las menores proporciones de respuestas correctas en comparación con la no-existencia del contraste del objetivo en el estímulo. Por tanto, una vez más, el contraste nos demuestra su influencia en la formación "figura-fondo" cuando permanece el objetivo en la figura, es decir, F+C1C2+ mayor TR y menor AC en comparación con F+C1C2-.

Por último, manifestar que la teoría de los códigos superordenados (King, 1990) es una teoría que presenta limitaciones y que no siempre se llega a cumplir, ya que existen factores como el contraste, la similaridad, el número de factores en interacción, la tarea que realiza el sujeto, etc. que influyen de una manera conjunta en la detección e integración de las características estímulares que poseen los objetos.

Por tanto, no siempre se puede llegar a mantener un tipo de procesamiento en la estructura jerárquica del estímulo, sino más bien un modelo híbrido de procesos globales y locales como indicó Pomerantz y Pristach (1990) y Sekuler (1994).



## 5. EXPERIMENTO Nº 5. LOS PROCESOS EMERGENTES EN LA SEÑALIZACIÓN VERTICAL.

### 5.1. HIPÓTESIS

En este quinto experimento, y generalizando las conclusiones planteadas hasta el momento, intentamos conocer si los procesos emergentes que aparecen en la interacción de los elementos que componen la imagen visual se presentan cuando reconocemos dos señales de tráfico situadas en un mismo poste vertical. Por esta razón, y con objeto de generalizar los resultados obtenidos en los tres primeros experimentos, se planteó el presente estudio.

**HIPÓTESIS 1.** Si existe igualdad entre las formas, los elementos, y el objetivo a detectar en la figura estimular, es decir,  $F1F2=E1E2=objetivo$ , entonces se facilitará un correcto reconocimiento del estímulo presentado reflejándose en menores tiempos de reacción y mayor exactitud de las respuestas.

**HIPÓTESIS 2.** La coincidencia de las formas estimulares, del contraste y del objetivo a detectar, es decir,  $F1F2=C1C2=objetivo$ , en comparación con la no-coincidencia del contraste del objetivo, retrasará la rapidez de la salida perceptual mediante la disminución de la discriminación de las diferentes unidades de información, manifestándose mayores TRs y menor proporción de respuestas correctas.

**HIPÓTESIS 3.** La coincidencia de las formas estimulares, de los elementos, del contraste y del objetivo a detectar, es decir,  $F1F2=E1E2=C1C2=objetivo$ , en comparación con la no-coincidencia del objetivo, dificultará la rapidez de la salida perceptual mediante la disminución de la discriminación de las diferentes unidades de información, manifestándose mayores TRs y menor proporción de respuestas correctas.

## 5.2. MÉTODO

### 5.2.1. SUJETOS

Participaron en el experimento 50 sujetos, voluntarios, de ambos sexos, con edades comprendidas entre 19-25 años, estudiantes de primer curso de Psicología de la Universidad de Málaga. Todos ellos poseían visión normal o corregida mediante cristales graduados.

### 5.2.2. MATERIAL

Se utilizó un taquistoscopio marca Lafayette modelo 610 para la presentación de estímulos y un cronómetro digital Lafayette modelo 54045 para registrar los tiempos de reacción.

Los estímulos consistían en tarjetas blancas de 130 mm. de alto por 240 mm. de ancho, que llevaban adherida en la zona central dos señales de tráfico, cuyo contorno lo formaban las figuras estimulares (F1F2), los componentes, los elementos estimulares (E1E2) y el contraste, la coincidencia o no del contraste estimular con el objetivo presentado (C1C2).

La dimensión de las señales de tráfico circulares, rectangulares y triangulares era de 40 x 40 mm. , subtendiendo un ángulo visual de  $3,48^\circ$  x  $3,48^\circ$ ; 60 x 40 mm. ( $5,42^\circ$  x  $3,48^\circ$ ) y de 60 x 60 ( $5,42^\circ$  x  $5,42^\circ$ ), respectivamente, a escala 1:22,5 mm. , según el borrador de instrucción 8.1-IC/91 para carreteras convencionales con arcén, emitido por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes para la Dirección General de Carreteras (1991), sobre tarjetas blancas de 240 x 130 mm., presentándose en el centro del campo visual. Del conjunto de imágenes visuales

se exigía la búsqueda de las señales triángulo-círculo que podían coincidir o no con la figura objetivo a detectar (véase cuadro 15).

En función del objetivo, se formaron dos grupos de estímulos F1F2 (F1F2+, F1F2-), los cuales a su vez se dividían en otros dos subgrupos E1E2 (E1E2+, E1E2-), según la combinación factorial entre la presencia o no-presencia del objetivo en la figura F1F2, y en el estímulo E1E2 (cuadro 15): en la primera condición coincidía el objetivo con la figura y los elementos 1-2 (F1F2+, E1E2+); en la segunda coincidía el objetivo únicamente con la figura (F1F2+, E1E2-). De la misma manera, se repetía para las condiciones donde no aparecía el objetivo a detectar en la figura (Fig. 18, 19).

Se construyeron 64 estímulos y 12 estímulos de prueba para la fase de entrenamiento. Los 64 estímulos fueron repartidos en un grupo de 28 estímulos para la condición F1F2+E1E2+C1C2+ y en grupos de 4 para cada una de las restantes condiciones experimentales, incluyendo 8 estímulos neutros.

<b>FIGURA</b>	+		-	
<b>ELEMENTOS</b>	+	-	+	-

**CUADRO 15.** Combinación factorial de la presencia del objetivo en la figura y la presencia del objetivo en los elementos.



**FIGURA 18.** Ejemplo de los estímulos empleados en este estudio cuyo objetivo a detectar es la figura "triángulo-círculo" y elementos "flecha-flecha". "F1F2+E1E2+": La figura geométrica a detectar aparece en la figura estimular, y en los elementos E1E2. "F1F2+E1E2-": la figura objetivo no aparece en los elementos E1E2.



**FIGURA 19.** Ejemplo de los estímulos empleados en este experimento. "F1F2-E1E2+": El objetivo sólo aparece en los elementos E1E2. "F1F2-E1E2-": El objetivo no está presente ni en la figura F1F2 ni en los elementos E1E2.

### 5.2.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó un diseño factorial multivariante 2x2x2 con tres factores intrasujeto. Las variables manipuladas fueron las siguientes: "Aparición del objetivo en la figura estimular F1F2" (F1F2-sí, F1F2-no), "Aparición del objetivo en los elementos E1E2" (E1E2-sí, E1E2-no), y, por último, "Aparición del contraste del objetivo en la figura estimular" (C1C2-sí, C1C2-no). Las variables medidas fueron el tiempo de reacción y la exactitud de las respuestas.

<b>OBJETIVO EN F1F2</b>	+				-			
<b>EN E1E2</b>	+		-		+		-	
<b>CONTRASTE</b>	+	-	+	-	+	-	+	-

**CUADRO 16.** Diseño factorial intrasujeto 2x2x2 planteado en el quinto experimento.

### 5.2.4. PROCEDIMIENTO

La sesión experimental tenía una duración de 20 minutos. Los sujetos no necesitaban ninguna información adicional a la que se ofrecía en el propio experimento, como se muestra en el anexo 5.

Una vez que el sujeto había leído las instrucciones generales y se consideraba preparado daba comienzo el ensayo. Los ensayos se componían de 12 estímulos de señales de tráfico diferentes a los empleados en el experimento e inmediatamente a esta fase se le daba al sujeto las instrucciones correspondientes a la fase de registro.

Tras los ensayos de prueba se procedía a la presentación de los estímulos experimentales en dos bloques de 32 estímulos para el objetivo a detectar: figura estimular "triángulo-círculo", con elementos E1E2 "flecha-flecha" y contraste "rojo-amarillo-negro". El orden de aparición de los estímulos en el experimento se aleatorizó y el orden de aparición de cada condición experimental se contrabalanceó para cada sujeto.

Cada prueba consistía en la presentación del estímulo en el centro de la pantalla del campo visual del taquistoscopio (a una distancia de 60 cm.) con un tiempo de exposición de 1000 milisegundos, y se les instruía a los sujetos, a menudo, para que no desviaran la mirada del punto central de la pantalla del taquistoscopio, registrándose el tiempo de reacción y la exactitud de la respuesta. Inmediatamente aparecía el siguiente estímulo y así sucesivamente hasta completar los 32 ensayos correspondientes a la mitad de los estímulos para la detección del objetivo. Una vez finalizaba este primer bloque de estímulos, se le permitía al sujeto un pequeño descanso de 1 minuto de duración, daba comienzo el segundo bloque de 32 estímulos hasta finalizar las 64 señales de tráfico experimentales.

### **5.3. RESULTADOS**

Se aplicó un análisis de la varianza con tres factores intrasujeto, mediante el paquete estadístico SPSS/PC+ (Norusis, 1984). Las medias así como las desviaciones típicas para la variable dependiente tiempo de reacción, para cada factor y para cada condición experimental, se muestran en las tablas 48 a 52 para TRs menores a 1000 ms. El cuadro resumen del análisis realizado se muestra en la tabla 53, así como las gráficas correspondientes a cada interacción.

En el análisis de la varianza realizado para los TRs menores a 1000 ms. fue significativo el factor "aparición del objetivo en el elemento E1E2" mostrando la siguiente probabilidad [F=48.09, p=0.000]. Asimismo fue significativo el factor "aparición del contraste del objetivo en la figura estimular" [F=54.22, p=0.000].

Con respecto a las interacciones, resultó significativa la "aparición del objetivo en la figura estimular F1F2" x "aparición del objetivo en el elemento E1E2" [F=3.93, p=0.047]. Igualmente, se mostró interacción en los factores "aparición del objetivo en la figura estimular F1F2" x "aparición del contraste del objetivo en la figura estimular" [F=4.27, p=0.039]. Y, por último, la tercera interacción que mostró el análisis fue la "aparición del objetivo en la figura estimular F1F2" x "aparición del objetivo en el elemento E1E2" x "aparición del contraste del objetivo en la figura estimular" [F=11.24, p=0.001].

Posteriormente, se procedió a aplicar una prueba de comparaciones múltiples de Scheffé ( $\alpha = 0.01$ ) entre las condiciones experimentales resultantes de la combinación de los diferentes niveles de las variables utilizadas en el modelo (tabla 54). Los resultados mostraron diferencias significativas que se comentarán en el apartado de discusión.

Al mismo tiempo, se analizó la segunda variable dependiente mediante una regresión logística considerando la naturaleza categórica de la variable criterio y de las variables predictoras. Se empleó en el análisis el mismo procedimiento que en los estudios anteriores. El modelo de regresión presentó los siguientes factores significativos: "aparición del objetivo en el elemento E1E2" [Wald=51.61, p=0.0000], y "aparición del contraste del objetivo en la figura estimular" [Wald=20.66, p=0.0000].

Con respecto a las interacciones, resultó significativa la "aparición del objetivo en la figura estimular F1F2" x "aparición del objetivo en el elemento E1E2" [Wald=22.09, p=0.0000], "aparición del objetivo en el elemento E1E2" x "aparición del contraste del objetivo en la figura estimular" [Wald=18.34, p=0.0000], y "aparición del objetivo en la figura estimular F1F2" x "aparición del objetivo en el elemento E1E2" x "aparición del contraste del objetivo en la figura estimular" [Wald=27.64, p=0.0000].

FACTOR	NIVEL	MEDIA	D. TIPICA
F1F2	SI	598,61	179,28
	NO	566,10	182,79
E1E2	SI	609,66	187,14
	NO	546,27	157,91
C1C2	SI	610,65	182,40
	NO	543,61	168,45

**TABLA 48.** Medias y desviaciones típicas para la VD: "tiempo de reacción" para cada factor.

F1F2+				F1F2-			
E1E2+		E1E2-		E1E2+		E1E2-	
C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-
611,29	592,65	595,81	517,76	678,52	560,98	565,65	511,08
184,22	187,48	156,76	139,77	221,83	176,95	161,40	156,81

**TABLA 49.** Media y desviación típica para la VD: "tiempo de reacción" en las diferentes condiciones experimentales.

F1F2+		F1F2-	
E1E2+	E1E2-	E1E2+	E1E2-
610,71	554,71	604,59	538,01
183,88	153,90	202,51	161,51

**TABLA 50.** Media y desviación típica para la VD: "tiempo de reacción" para la interacción de los factores "aparición del objetivo en la figura estimular" x "aparición del objetivo en los elementos E1E2".

F1F2+		F1F2-	
C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-
611,50	552,45	606,66	534,63
179,90	169,38	193,94	167,25

**TABLA 51.** Media y desviación típica para la VD: "tiempo de reacción" para la interacción de los factores "aparición del objetivo en la figura estimular" x "aparición del contraste del objetivo en la figura estimular".

F1F2+				F1F2-			
E1E2+		E1E2-		E1E2+		E1E2-	
C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-
611,29	592,65	595,81	517,76	678,52	560,98	565,65	511,08
184,22	187,48	156,76	139,77	221,83	176,95	161,40	156,81

**TABLA 52.** Media y desviación típica para la VD: "tiempo de reacción" para la interacción de los factores "aparición del objetivo en la figura estimular" x "aparición del objetivo en los elementos E1E2" x "aparición del contraste del objetivo en la figura estimular".

FUENTE DE VARIACION	G.L.	F	p
F1F2	1, 49	.00	.972
E1E2	1, 49	48.09	.000
C1C2	1, 49	54.22	.000
F1F2 x E1E2	1, 49	3.93	.047
F1F2 x C1C2	1, 49	4.27	.039
E1E2 x C1C2	1, 49	.01	.922
F1F2 x E1E2 x C1C2	1,49	11.24	.001

**TABLA 53.** Resumen del análisis de significación del modelo para el TR.

MEDIA	GRUPO	F1F2- E1E2- C1C2-	F1F2+ E1E2- C1C2-	F1F2- E1E2+ C1C2-	F1F2- E1E2- C1C2+
511,14	F1F2-E1E2-C1C2-				
514,61	F1F2+E1E2-C1C2-				
558,75	F1F2-E1E2+C1C2-				
564,18	F1F2-E1E2-C1C2+				
613,71	F1F2+E1E2+C1C2+	*	*		
692,93	F1F2-E1E2+C1C2+	*	*	*	*

**TABLA 54.** Resumen de la prueba de contraste a posteriori (Scheffé) para la VD: "tiempo de reacción" de este modelo. "\*" = pares de grupos cuyas medias son significativamente distintas ( $p < .01$ ).

F1F2		E1E2		C1C2	
SI	NO	SI	NO	SI	NO
87.23	83.21	82.43	95.19	82.73	94.44

**TABLA 55.** Porcentaje de aciertos para la VD: "exactitud de las respuestas" para cada factor.

F1F2+				F1F2-			
E1E2+		E1E2-		E1E2+		E1E2-	
C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-
84.33	93.28	91.29	96.77	48.01	92.29	97.26	94.78

**TABLA 56.** Porcentaje de aciertos para la VD: "exactitud de las respuestas" en las diferentes condiciones experimentales.

F1F2+		F1F2-	
E1E2+	E1E2-	E1E2+	E1E2-
85.48	94.14	70.20	96.13

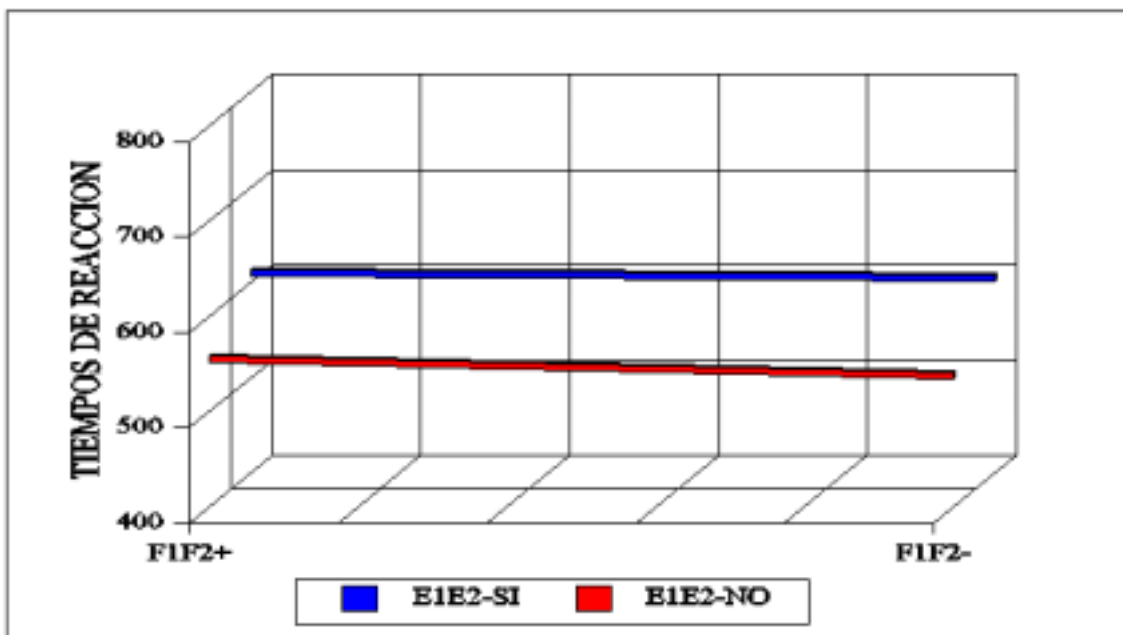
**TABLA 57.** Porcentaje de aciertos para la VD: "exactitud de las respuestas" para la interacción de los factores "aparición del objetivo en la figura estimular" x "aparición del objetivo en los elementos E1E2".

E1E2+		E1E2-	
C1C2+	C1C2-	C1C2+	C1C2-
79.79	92.89	94.39	95.89

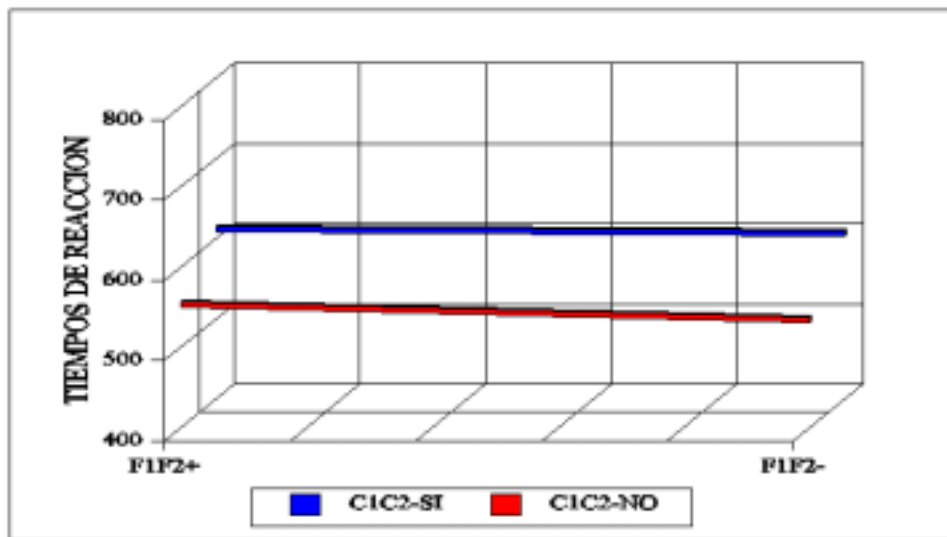
**TABLA 58.** Porcentaje de aciertos para la VD: "exactitud de las respuestas" para la interacción de los factores "aparición del objetivo en los elementos E1E2" x "aparición del contraste del objetivo en la figura estimular".

F1F2+				F1F2-			
E1E2+		E1E2-		E1E2+		E1E2-	
C1C2 +	C1C2 -	C1C2 +	C1C2-	C1C2 +	C1C2-	C1C2 +	C1C2-
84.33	93.28	91.29	96.77	93.01	92.29	97.26	94.78

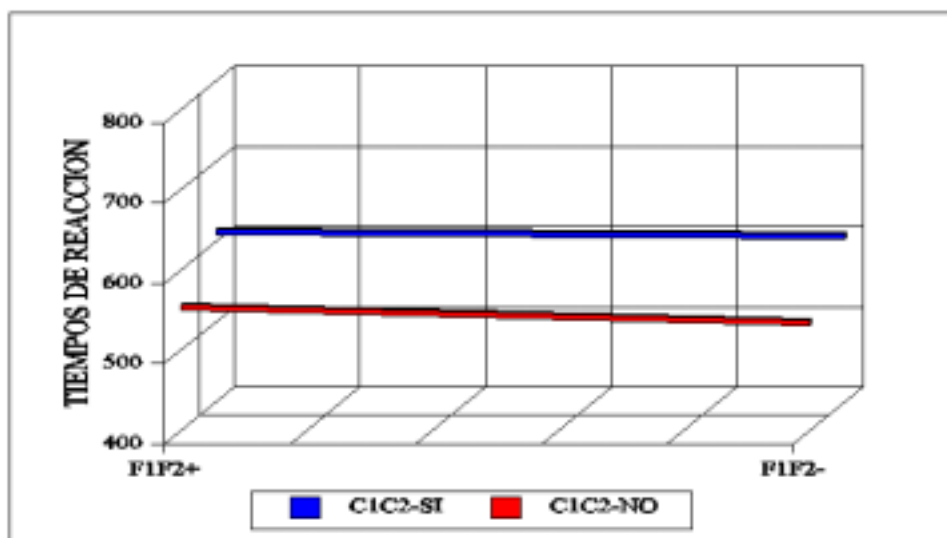
**TABLA 59.** Porcentaje de aciertos para la VD: "exactitud de las respuestas" para la interacción de los factores "aparición del objetivo en la figura estimular" x "aparición del objetivo en los elementos E1E2" x "aparición del contraste del objetivo en la figura estimular".



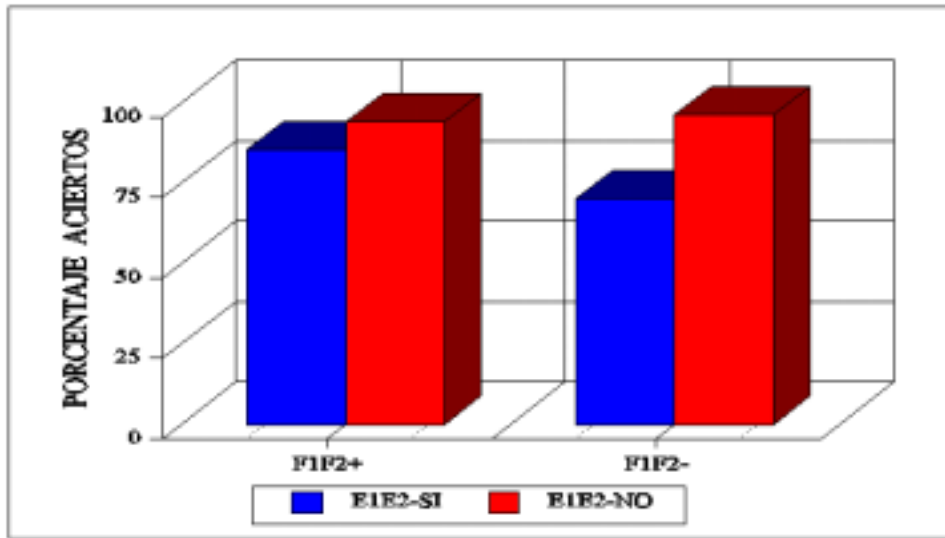
**GRÁFICA 18.** Resultados de la interacción de los factores "aparición del objetivo en la figura estimular" x "aparición del objetivo en los elementos E1E2" para los tiempos de reacción.



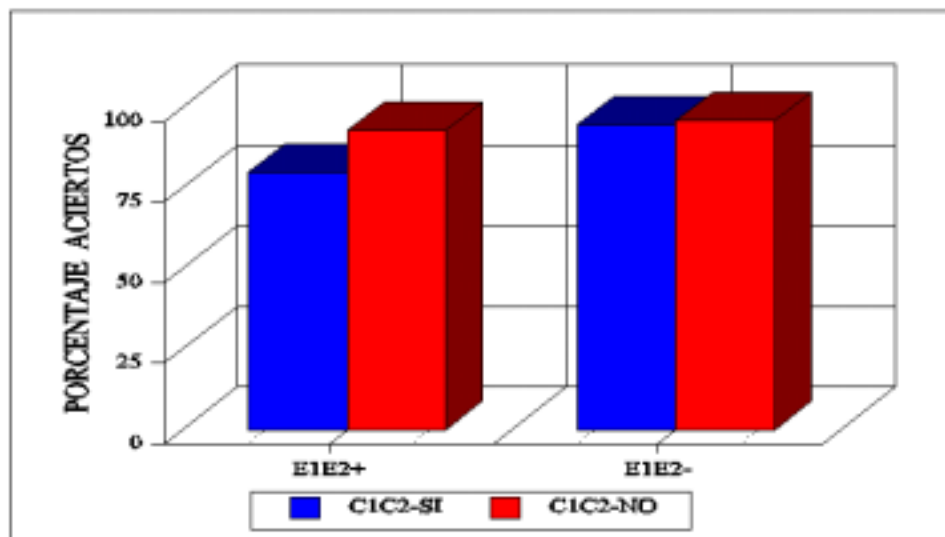
**GRÁFICA 19.** Resultados de la interacción de los factores "aparición del objetivo en la figura estimular" x "aparición del contraste del objetivo en la figura estimular" para los tiempos de reacción.



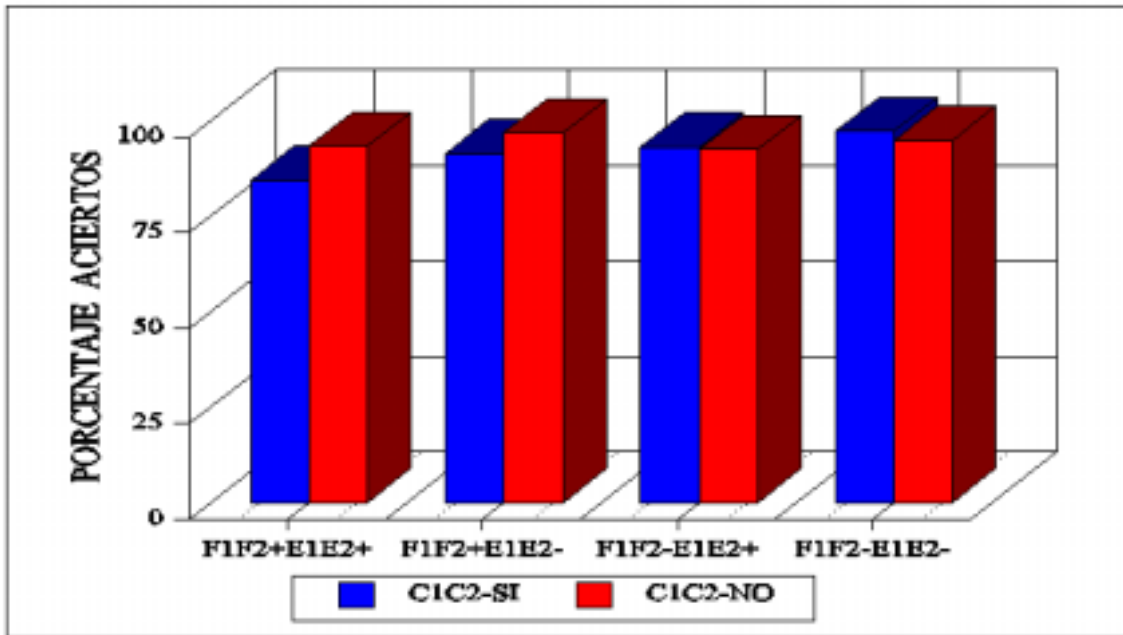
**GRÁFICA 20.** Resultados de la interacción de los factores "aparición del objetivo en la figura estimular" x "aparición del objetivo en los elementos E1E2" x "aparición del contraste del objetivo en la figura estimular" para los tiempos de reacción.



**GRÁFICA 21.** Porcentaje de aciertos para la interacción de los factores "aparición del objetivo en la figura estimular" x "aparición del objetivo en los elementos E1E2".



**GRÁFICA 22.** Porcentaje de aciertos para la interacción de los factores "aparición del objetivo en los elementos E1E2" x "aparición del contraste del objetivo en la figura estimular".



**GRÁFICA 23.** Porcentaje de aciertos para la interacción de los factores "aparición del objetivo en la figura estimular" x "aparición del objetivo en los elementos E1E2" x "aparición del contraste del objetivo en la figura estimular".

#### 5.4. DISCUSIÓN

Con respecto a la interacción "aparición del objetivo en la figura estimular F1F2" x "aparición del objetivo en el elemento E1E2" x "aparición del contraste del objetivo en la figura estimular", (tabla 52), se observa que el mayor TR se presenta en la condición F1F2+E1E2+C1C2+ en comparación con F1F2+E1E2+C1C2- menor TR confirmándose la hipótesis 1 formulada en este estudio (Scheffé  $\alpha < 0,01$ , tabla 54), resultado consistente con los encontrados en el primer experimento en relación con la existencia del contraste del objetivo en el estímulo presentado. Así, como manifestaron Cave, Wolfe y Franzel (1989) en relación con los efectos negativos de la existencia de similitudes en el reconocimiento de un

objeto visual, podemos evidenciar el hecho de que existiendo dos estímulos contiguos de distintas características se favorece la discriminación de las mismas, y por ello cuando no coinciden las señales es la condición donde se acelera la detección de las mismas. Estos resultados no concuerdan con los obtenidos en el cuarto estudio en la condición F1F2-E1E2-C1C2-, donde se presentan mayores TRs. De esta forma, podemos afirmar que cuando se aumenta el número de factores en la imagen visual, como sucedía en este último estudio, se origina un mayor procesamiento en paralelo en la discriminación de las dis-similaridades.

Si observamos las tablas 49 y 54 el mayor TR se presenta en la condición donde coinciden todos los factores con el objetivo estimular, es decir, F1F2+E1E2+C1C2+, en comparación con F1F2+E1E2+C1C2- resultado consistente con los encontrados en el primer experimento. De esta forma, el factor contraste retrasa la percepción global en la estructura jerárquica del estímulo, puesto que favorece que el sujeto separe la figura del fondo en la imagen visual.

De igual forma, el mayor TR de todo el modelo se muestra en la condición donde coinciden con el "target" los elementos y el contraste, es decir, F1F2-E1E2+C1C2+ (Scheffé  $\alpha < 0,01$ , tabla 54). Aquí, como en todas las condiciones cuando aparece el contraste del objetivo en la figura estimular, C1C2+, se desfavorece la interacción de elementos con el consiguiente retraso en el reconocimiento.

Al mismo tiempo, también podemos afirmar que la presencia del objetivo buscado en la figura, F1F2, no parece influir de forma significativa en el TR puesto que ya esté, F1F2+, o no, F1F2-, el TR varía en función de que aparezca o no el contraste del objetivo en el estímulo: F1F2+E1E2+C1C2+ mayor TR, y C1C2- menor TR; F1F2+E1E2-C1C2+ mayor TR, y C1C2- menor TR; F1F2-E1E2+C1C2+ mayor TR, y C1C2- menor TR; F1F2-E1E2-C1C2+ mayor TR, y

C1C2-menor TR. Por tanto, y en relación con los hallazgos encontrados por Kanizsa (1988), Lockhead (1972, 1988) y King (1988a, 1988b, 1990, 1993), queda demostrada la fuerte influencia del contraste en el reconocimiento del objetivo a detectar, favoreciendo o perjudicando la integración de las características del estímulo visual presentado originando, como consecuencia, la formación de una o dos gestalt.

Por último, en relación con las desigualdades encontradas entre las diferentes condiciones experimentales, añadir que permaneciendo todos los factores iguales, en F1F2-E1E2+C1C2+ se muestra el mayor TR a diferencia de F1F2-E1E2-C1C2+ en donde aparece el menor TR, siendo los elementos E1E2 los que determinan el mayor TR. Así, cuando no aparece el objetivo en la figura, F1F2-, el sujeto continúa buscando en los otros niveles de la imagen visual presentada, basando su respuesta en los elementos, E1E2+ o en E1E2-. De esta forma, y en relación con los resultados mostrados en el segundo estudio, después de la figura, los elementos son los que dirigen la atención del sujeto en el reconocimiento del objeto visual de la siguiente forma: cuando los elementos coinciden el sujeto debe asegurarse y quizá pueda ser esto lo que aumenta el TR, puesto que si no coinciden los elementos, E1E2-, serán muy dispares y fáciles de detectar mediante las dis-similaridades que se presenten, agilizando la salida perceptual correspondiente (Cave, Wolfe y Franzel, 1989).

En contra de lo esperado, no se confirma la hipótesis 2 (tabla 50). Así, y al contrario que en el cuarto estudio, el mayor TR se presenta en la condición donde los elementos y la figura coinciden, es decir, F1F2+E1E2+, y el menor TR en donde los elementos no coinciden con el objetivo a detectar, E1E2-. De esta forma, tanto si el objetivo aparece en la figura, F1F2+, como si no, F1F2-, es en la interacción con los elementos E1E2+ cuando aumenta el TR en comparación con la no aparición del objetivo en los elementos E1E2-. Estos resultados ponen de manifiesto que cuando no coinciden la figura y los elementos que componen una

imagen visual no se agrupan las características del estímulo favoreciéndose un mayor procesamiento en paralelo y, por tanto, un rápido reconocimiento de las dis-similaridades. Por esta razón, es conveniente tener en cuenta que para que se realice un rápido reconocimiento de un objeto visual, es más favorable que no presente similitudes que las presente.

Los resultados obtenidos en la interacción de los factores "aparición del objetivo en la figura estimular F1F2" x "aparición del contraste del objetivo en la figura estimular" confirman la hipótesis 3 (tabla 51). De nuevo podemos observar cómo el factor contraste cada vez que aparece aumenta el TR por el efecto "figura-fondo" ya esté en la figura, F1F2+, como no, F1F2-. Así, cuando coincide el objetivo en ambos factores, F1F2+C1C2+, se evidencian mayores TRs, y cuando el contraste no se presenta, F1F2+C1C2-, aparecen menores TR. El menor TR de la interacción se muestra cuando no coincide ni la figura ni el contraste, F1F2-C1C2-, resultado que también se presentó en este mismo estudio por el efecto positivo de las dis-similaridades de una imagen en el reconocimiento de un objeto visual con relación a la interacción de los tres factores, "aparición del objetivo en la figura estimular F1F2" x "aparición del objetivo en los elementos E1E2" x "aparición del contraste del objetivo en la figura estimular", F1F2-E1E2-C1C2-.

Pasemos a examinar cuál ha sido el resultado en la segunda variable medida. De esta forma en la exactitud de las respuestas, al igual que en el TR, se presentó también el mayor orden de interacción, es decir, los tres factores manipulados manifestaron diferencias significativas, confirmándose la hipótesis 1 formulada en este estudio (tabla 59). Por ello, cuando se presenta el objetivo en todos los componentes del estímulo, F1F2+E1E2+C1C2+, aparecen menores proporciones de aciertos que cuando no coincide el contraste, F1F2-E1E2-C1C2-, mostrándose la mayor exactitud de las respuestas. Una vez más, el contraste existente entre los constituyentes del objeto visual no facilita la discriminación ni el correcto reconocimiento del estímulo visual presentado.

## 5.5 CONCLUSIÓN

En este estudio se ha podido comprobar la interacción de los tres factores manipulados para ambas variables dependientes, es decir, "aparición del objetivo en la figura estimular F1F2" x "aparición del objetivo en los elementos E1E2" x "aparición del contraste del objetivo en la figura estimular" en los tiempos de reacción y en la proporción de respuestas correctas, confirmándose de esta forma la primera hipótesis formulada.

De esta forma, dos señales verticales que coinciden parece que no deberían colocarse en el mismo poste F1F2+E1E2+C1C2+. Ahora bien, si el contraste del objetivo no se presenta en la señal vertical, C1C2-, entonces parece no existir inconveniente alguno en colocarlas en el mismo poste, así como si difieren en su totalidad, es decir, F1F2-E1E2-C1C2-. Por tanto, es mejor discriminar señales verticales que no coinciden en sus componentes que aquellas que coinciden, debido a la integración de características que debe llevarse a cabo en esta última situación, pues al no presentarse el objetivo en ninguno de los factores se favorece un mayor procesamiento en paralelo de los mismos (Duncan y Humphreys, 1989), y no tendrían que formar ningún tipo de agrupamiento perceptual. Estos datos concuerdan, como los planteados al respecto en los experimentos anteriores, con la propuesta defendida por Cave, Wolfe y Franzel (1989) en la que afirman que la similaridad incrementa la competición entre características mediante el aumento de candidatos viables a ser reconocidos. Así, se evidencia el efecto positivo de las no-similaridades en el estímulo presentado.

Pues bien, teniendo en cuenta los resultados obtenidos, y de forma general, podemos afirmar que el correcto reconocimiento de un objeto visual se realizaría más rápidamente cuando no existen similaridades en la imagen visual. Así, no se detendría el sujeto en realizar ningún tipo de agrupamiento de características y se

originaría la salida perceptual correspondiente al estímulo presentado en menor tiempo. Estos datos, en principio, pueden parecer que concuerdan con la teoría de los códigos superordenados propuesta por King (1990), pero no deja de ser en principio. De esta forma se propone la posibilidad de que, dicha teoría presenta limitaciones en su afirmación, pues no siempre que existen similitudes entre los componentes de un estímulo visual se favorece la salida perceptual de una única gestalt. Así, se han manifestado factores que, en interacción y dependiendo del nivel en el que se presenten en la estructura jerárquica del estímulo, ayudan a disminuir o incrementar los procesos emergentes que originan la configuración holística (Pomerantz y Pristach, 1990), debidos a la interacción de dichos factores en el procesamiento de la información visual, tales como el contraste, la similitud, la tarea que realiza el sujeto, el número de elementos que posee el estímulo, etc. Sin embargo, esta afirmación necesitaría apoyarse en futuras investigaciones que confirmen el alcance de los efectos de los factores en interacción.



#### **IV. DISCUSIÓN GENERAL.**

En este apartado, comentaremos los aspectos más importantes que se han derivado de las diferentes investigaciones sobre el estudio de las características emergentes del agrupamiento perceptual el cual, a su vez, se origina por la configuración de determinados elementos gestálticos en interacción.

Así, centraremos nuestra atención, en primer lugar, en los factores en interacción de mayor orden, es decir, aquellos que muestran el menor o mayor TR y proporción de respuestas correctas en el reconocimiento del estímulo a través de las distintas condiciones experimentales, resultantes del cruzamiento de la figura, los elementos, y el contraste; en segundo lugar, se analizarán las interacciones de segundo orden, es decir, las manifestadas en la interacción de la figura y el elemento y, la de los elementos entre sí. Por último, expondremos la gran influencia del contraste en ambas variables dependientes en función de los niveles en los cuales se presenta el objetivo a detectar, en relación con una tarea de reconocimiento o bien en relación con una tarea de búsqueda de similitudes y de la existencia de un mismo objeto o diferentes en la imagen visual.

Pues bien, atendiendo a la condición experimental originada por la figura, los elementos y el contraste en interacción observamos que el menor TR se presenta en F+E1+E2+C1C2- (experimentos 1, 2 y 5), es decir, donde el objetivo aparece en todos los factores y, además, no existe contraste entre los elementos E1 y E2. Por ello, podemos afirmar que se perciben más rápidamente aquellos estímulos en los cuales el objetivo está presente en todos los factores que lo componen. Así, en el segundo estudio los menores

TRs aparecen en la condición que tiene en común la presencia de similitudes en todos los niveles excepto en el contraste, F+E1+E2+C1C2-, es decir, donde existen similitudes entre la figura y ambos elementos.

Estos resultados son consistentes con los encontrados por King (1988a, 1988b, 1990, 1993), Navon (1977), Robertson y Lamb (1991), y pueden ser explicados considerando la noción de agrupamiento y configuración holística (Pomerantz y Pristach, 1990) mediante la teoría de los códigos superordenados (King, 1990) y la teoría de la integración de características (Treisman, 1988). Para estos autores, los elementos similares facilitarían el agrupamiento perceptual y, por consiguiente, la configuración holística del objeto visual. Contrariamente, la no existencia de similitudes entre los componentes del estímulo, proporcionaría la posibilidad de codificar los componentes en "maps" separados y hacer más viable la salida perceptual de dos gestalts.

Extrapolando estas afirmaciones a situaciones cotidianas podemos decir que, quizá, la situación de reconocimiento de una foto de un familiar "figura" en un contexto determinado, puede depender del "fondo" que aparezca en la imagen, es decir, será mejor cuanto más habitual y menor número de elementos desconocidos contenga la situación ambiental que rodea a la "figura".

Con respecto a la aparición de los menores TRs en las condiciones de no-existencia de contraste (experimentos 1, 2 y 5) puede venir explicada por la condición de que el contraste siempre aparecía en los elementos E2 y nunca en los elementos E1. Estos resultados concuerdan con la hipótesis de la percepción del todo que formuló Kanizsa (1988) en la cual el contraste favorecería la percepción de dos todos o gestalts retrasando, por tanto, el reconocimiento del objetivo a detectar. Por esta razón creemos que, el hecho de aparecer el objetivo en los elementos E1 y E2 y, además, existir contraste,

puede retrasar la percepción del objetivo a detectar con respecto a la misma condición experimental pero sin la existencia de contraste. Es decir, el factor "existencia de contraste" parece determinar un efecto "figura-fondo" mostrándose, en general, en el retraso de la percepción de las figuras con existencia del mismo.

De igual forma, cuando no aparece el objetivo en ninguno de los factores el sujeto realiza una tarea de búsqueda más serial hasta conseguir la respuesta que retrasaría su decisión. Estos datos guardan cierta relación con la hipótesis defendida por Navon (1977) y con el modelo de los dos estadios de Hoffman (1978, 1979), puesto que el nivel global interfiere en la detección del estímulo presentado al no coincidir con el "target". Asimismo, también se pueden interpretar estos resultados bajo la teoría de la integración de características (Treisman, 1988; Treisman y Gormican, 1988; Treisman y Gelade, 1980; Treisman y Schmidt, 1986), aunque debemos decir que la no-aparición del objetivo en el estímulo presentado junto con el contraste serían limitaciones que dicha teoría puede presentar, es decir, no siempre el procesamiento se caracteriza por dos funciones independientes y etapas secuenciales en la identificación e integración de características.

Estos efectos pueden llegar a evidenciarse en la audición de conciertos musicales. Así, si los instrumentos pertenecen a la misma familia, se hace muy difícil distinguirlos y separarlos en sus sonidos, sobre todo para los que somos profanos en la materia, mientras que si reconocemos con perfección los diferentes sonidos, cada uno formará su gestalt particular y, a su vez, se integrará en los restantes instrumentos originando la emergencia de características musicales, es decir, la propia melodía.

Asimismo, también se muestra la influencia del contraste en la formación gestáltica en el reconocimiento de mensajes de prohibiciones en determinados

lugares, como pueden ser los colocados en ciertos establecimientos comerciales, aeropuertos, aviones, parques, etc. En este caso, el hecho de que aparezca una franja de color atravesando la imagen visual dificulta la percepción del mensaje, pues lo primero que se percibe es la negación y, posteriormente, el qué de la negación.

En el segundo estudio, las respuestas menos veloces se han encontrado en la condición donde no se presentan similitudes ni en el elemento E1 ni en el contraste,  $F+E1-E2+C1C2-$ , encontrándose las mayores diferencias entre ésta y la condición donde aparecen similitudes en todos los niveles excepto en el contraste,  $F+E1+E2+C1C2-$ . En el primer caso, la no coincidencia de los elementos es dos a dos, y la tarea se complica más que cuando es uno a tres como sucede en la condición  $F+E1+E2+C1C2-$ . Así, se originaría en la codificación del estímulo la formación de dos gestalts como indica King (1990), y se retrasaría la detección de las no-similitudes agrupándose los elementos coincidentes entre sí y separándose, al mismo tiempo, de los que no lo son. Por esta razón, diremos que la similitud uno a tres de los constituyentes del estímulo visual favorece la formación de la configuración holística mejor que la similitud dos a dos.

En relación con los resultados obtenidos en el quinto estudio señalar que son consistentes con los encontrados en el primer experimento con relación a la existencia del contraste del objetivo en el estímulo presentado y, así el factor contraste retrasa la percepción global en la estructura jerárquica del estímulo, puesto que favorece que el sujeto separe la figura del fondo en la imagen visual.

Al mismo tiempo, como manifestaron Cave, Wolfe y Franzel (1989) con relación a los efectos negativos de la existencia de similitudes en el reconocimiento de un objeto visual (experimento 5), podemos evidenciar el

hecho de que dos estímulos contiguos de distintas características favorecen la discriminación de las mismas, y por ello cuando no coinciden los estímulos es la condición donde se agiliza la detección correcta de los mismos para ambas variables dependientes.

Estos resultados no concuerdan con los obtenidos en el cuarto estudio ni en el primero en la condición F1F2-E1E2-C1C2-, donde se presentan mayores TRs. De esta forma, y puesto que los estímulos no presentan el mismo número de elementos, podemos afirmar que cuando se aumenta el número de componentes en la imagen visual, como sucedía en el quinto experimento, se origina un mayor procesamiento en paralelo en la discriminación de las disimilaridades.

También podemos afirmar que la presencia del objetivo buscado en la figura no parece influir de forma significativa en las respuestas más rápidas de los sujetos puesto que, esté o no presente el objetivo en la figura, el TR aumenta o disminuye en función de que aparezca o no el contraste del objetivo en el estímulo (experimentos 1, 3 y 5). Por tanto, y en relación con los hallazgos encontrados por Kanizsa (1988), Lockhead (1972, 1988) y King (1988a, 1988b, 1990, 1993), queda demostrada la fuerte influencia del contraste en el reconocimiento del objetivo a detectar, favoreciendo o perjudicando la integración de las características del estímulo visual presentado originando, como consecuencia, la formación de una o dos gestalts.

Con relación a las desigualdades encontradas entre las diferentes condiciones experimentales (experimentos 2 y 5), cuando no aparece el objetivo en la figura, F- y F1F2-, respectivamente, el sujeto continúa buscando en los otros niveles de la imagen visual presentada, basando su respuesta en los elementos. Así, y después de la figura, los elementos son los que dirigen la atención del sujeto en el reconocimiento del objeto visual: cuando los

elementos coinciden el sujeto debe asegurarse y quizá pueda ser esto lo que aumenta el TR, puesto que si no coinciden los elementos (E1E2-) serán muy dispares por el efecto del contraste y fáciles de detectar mediante las disimilaridades que se presenten, agilizando la salida perceptual correspondiente (Cave, Wolfe y Franzel, 1989).

Por otro lado, podemos apreciar cómo, a veces, se invierte el efecto del retraso en la percepción del objetivo cuando existe contraste (experimentos 1 y 4). Este hecho puede explicarse por la no presencia del objetivo en el elemento E1 (experimento 1), ya que el sujeto buscaría la respuesta en el elemento E2 por el efecto "figura-fondo" e inmediatamente emitiría la respuesta y, puesto que no tendría que seguir comparando el resto de los elementos, anticiparía la percepción de la figura a detectar.

En conclusión, se ha demostrado la existencia de variables que favorecen el agrupamiento perceptual mediante la interacción de los elementos en la imagen visual originando la formación de una o dos gestalts.

El segundo aspecto importante a comentar derivado de los estudios realizados es la relación entre la figura y el elemento así como, entre los elementos que componen el estímulo visual.

Los resultados obtenidos en los experimentos 1 y 4 ponen de manifiesto que cuando coinciden la figura y los elementos E1 se procesa la información con mayor exactitud (experimento 1) y con mayor velocidad (experimentos 1 y 4). Así, cuando ambos factores coinciden, F+E1+ (experimentos 1 y 4), aparece el menor TR, pues ambos niveles coinciden en la estructuración jerárquica del estímulo y se presenta una mayor interacción de las características favoreciendo la configuración holística (Kimchi, 1994; Pomerantz y Pristach 1990; Navon, 1977). Ahora bien, cuando la figura no

coincide con el objetivo, F-E1+, se muestra el mayor TR en ambos experimentos, ya que al no estar en F se retrasa la percepción del estímulo y no se da la integración de las partes en el todo, favoreciendo la formación de dos gestalts (King, 1990).

Si bien, en el experimento 4, donde el objetivo aparece únicamente en uno de los dos factores o bien no aparece en ninguno es la condición que muestra las mayores proporciones de respuestas correctas. Así, se puede concluir que los patrones compuestos por un número elevado de elementos (experimento 1) tienden a procesarse en función de sus rasgos globales, mientras que los que poseen un menor número de componentes (experimento 4) tienden a analizarse en función de los locales. En otras palabras, la precedencia global y la similaridad no siempre favorecen la integración de los constituyentes.

Similares resultados se han encontrado para la interacción de los factores F x E2 (experimentos 2 y 3). En esta condición experimental se han obtenido los menores TRs cuando el objetivo aparece en F y no en E2, contrariamente a lo que sucede en el experimento 1 (F+E2+, menores TRs). Podemos observar que en los experimentos dos y tres el menor TR se ha presentado en la condición F+E2- y el mayor en la condición F+E2+. Así, se puede llegar a afirmar que, para encontrar similitudes en un objeto visual, es mejor que no coincida el elemento E2 y la figura, que coincidan. Estos resultados guardan relación con el efecto de la "figura-fondo" encontrado en el experimento primero, pero en estos estudios y debido a la tarea exigida al sujeto se invierte dicho efecto, favoreciendo una rápida detección de las desigualdades. Así, el sujeto focalizaría la atención en el E2 y tardaría menos tiempo en encontrar las no-similaridades con la figura.

Al mismo tiempo, los resultados anteriores se pueden conectar con la postura defendida por Cave, Wolfe y Franzel (1989) planteando que la similitud incrementa la competición de los elementos mediante el aumento del número de candidatos viables a ser reconocidos. Sin embargo, la similitud reduce la discriminación dependiendo del nivel estructural del objeto visual en el cual se encuentre.

En resumen, la importancia de estos dos factores, figura y elemento E2 (experimentos 2 y 3) radica en resaltar la relación entre el nivel en el cual se presenta el objetivo y la tarea exigida al sujeto, que al ser de tipo comparativa intra-estímulo, es decir, búsqueda de similitudes y de un mismo objeto o diferente, se disminuye el tiempo que tarda el sujeto en detectarlas cuando no se encuentra en los elementos E2, puesto que bastaría para procesar la información con el primer estadio de la teoría de la integración de características de Treisman (1988), es decir, con la identificación de las formas, color, tamaño, etc., que al no existir similitud entre ellas, no se llegarían a integrar, emitiendo el sujeto respuestas más rápidas.

Con respecto a la interacción de los factores E1 x E2, cuando coinciden con el objetivo a detectar (experimento 1), se percibe más rápidamente y, por consiguiente, con menores TRs, que cuando el objetivo se presenta sólo en E1 o en E2. Estos datos parecen apoyar la idea de King (1990) de que se agiliza la rapidez de la salida perceptual mediante el agrupamiento de las unidades de información, configurándose el código superordenado más relevante en función del objetivo a detectar. En relación cuando el objetivo a detectar no se encuentra ni en el elemento E1 ni en el elemento E2 es cuando aparecen las mayores proporciones de respuestas correctas (experimento 1). Quizá se pueda llegar a explicar este resultado porque la integración global no es posible llevarla a cabo en la situación E1-E2-, con lo cual los sujetos deben basar sus decisiones en la búsqueda de otros niveles del estímulo visual y, por tanto,

disponer de mayor tiempo para la emisión de sus respuestas con la consiguiente reflexión acerca de la tarea a resolver.

En el experimento 2 no se han podido confirmar las interacciones anteriores, pues la significación de los elementos E1 y E2 se encuentra en función de la figura estimular. Quizá este resultado pueda deberse a que la similaridad y disimilaridad se lleva a cabo entre la figura y los elementos pero no inter-elementos, es decir, entre elementos de diferentes niveles en la jerarquización estimular, al menos, es lo que se puede desprender de estos resultados.

Por tanto, las formas geométricas de los elementos, por sí mismas, no determinan el agrupamiento de las unidades de información, sino que interaccionan con la tarea de búsqueda de similaridades exigida al sujeto, lo cual nos puede llevar a pensar que la similaridad no tiene un efecto aislado - como única variable- en la formación de los códigos superordenados causantes de las gestalts correspondientes.

En relación con la segunda variable medida "exactitud de la respuesta" no se presentan interacciones (experimento 2), con lo cual podemos afirmar que ningún factor, ni aisladamente ni en conjunto, determina las respuestas correctas de los sujetos. Sólo indicar que la falta de interacciones en la segunda variable dependiente posiblemente se deba al efecto del tamaño utilizado en los estímulos y al de la tarea que se le pide al sujeto. En este sentido, se necesitaría proseguir en futuras investigaciones en la búsqueda de los efectos del tamaño y la tarea en la detección de similaridades.

Y, por último, vamos a evaluar la tercera gran evidencia que han mostrado los diferentes análisis de los experimentos realizados, nos referimos al efecto del contraste utilizado en los estímulos elaborados en todos los estudios.

Los datos obtenidos en relación con la interacción de los elementos y el contraste C1C2 (experimentos 1 y 4) son aparentemente contradictorios. Si comparamos los datos de las diversas condiciones podemos apreciar un menor TR cuando no aparece el contraste que cuando aparece, es decir, E1+C1C2- con respecto a E1+C1C2+ (experimento 1), como ya se ha expuesto con anterioridad, la percepción de la figura en el efecto "figura-fondo" retrasaría la percepción del objetivo que está en E1 por la actuación del contraste.

Sin embargo, este resultado no se presenta en el cuarto experimento. En este caso, la presencia del contraste en el estímulo disminuye el tiempo que los sujetos tardan en detectar el reconocimiento del objetivo en la imagen visual. De esta forma, cuando ambos factores coinciden con el objetivo, E1+C1C2+, se muestran los menores TRs en comparación con E1+C1C2-. Estos resultados pueden deberse a la influencia del número de elementos que configuran el objeto visual. Así, al parecer, un mayor número de elementos (experimento 1) favorece el efecto "figura-fondo" mostrándose respuestas más veloces cuando no aparece el contraste que cuando aparece, mientras que cuando disminuye el número de elementos (experimento 4) el efecto "figura-fondo" se invertiría, presentándose las respuestas más rápidas cuando ambos factores coinciden con el objetivo, es decir, E1+C1C2+. Estos resultados pueden llevarnos a conclusiones equívocas puesto que no fueron elaborados los experimentos con este fin. No obstante ponen de manifiesto la posible influencia del tamaño de los elementos en el reconocimiento del estímulo visual y la necesidad de diversas investigaciones, como las realizadas por Kimchi y Palmer (1985) y Arnau, Salvador y Blanca (1992), que apoyen dicha afirmación.

Los datos muestran mayores TRs cuando el objetivo a detectar se encuentra en la figura y el contraste, o bien cuando no existe contraste,

F+C1C2-, con relación a los resultados obtenidos en la interacción de dichos factores en los experimentos 4 y 5. Podemos, así, seguir afirmando que el nivel global predomina para un reconocimiento más rápido, pero ¿qué ocurre con el contraste?. Cuando no existe contraste se presenta el menor TR en comparación con la existencia del mismo, entonces se muestran los mayores TRs (experimentos 1 y 4) y las menores proporciones de respuestas correctas (experimento 4). Es decir, el hecho de que no coincida el contraste con el "target" acelera el reconocimiento del objeto visual debido a que se detecta más rápidamente la no-aparición que la aparición.

En resumen, el contraste parece influir de forma directa en la formación del principio gestáltico "figura-fondo", aunque se ha demostrado que es una variable que no actúa de forma autónoma. Así dependerá, el efecto positivo o negativo del contraste sobre la formación "figura-fondo", del nivel donde aparezca el objetivo en la imagen visual a detectar y del número de elementos que conformen el objeto perceptual.

Por último, y en relación con los resultados obtenidos en este trabajo, manifestar que el modelo que se puede sugerir en el reconocimiento de un objeto visual consistiría en un modelo híbrido de factores globales y locales junto con las estructuras de conocimiento del sujeto, es decir, un modelo jerárquico interactivo (Rumelhart, Hinton y McClelland, 1987; Arnau, Salvador y Pelegrina, 1988) en donde se integran las características físicas del estímulo y las expectativas de los sujetos a la hora de realizar la tarea exigida. Y ello por varias razones. Sobre todo, porque no siempre se puede mantener el efecto de la asimilación de características originando la formación de una o dos gestalts, como defendía King (1988a, 1988b, 1990) y, además, porque se ha demostrado la influencia conjunta de los diferentes niveles que componen el estímulo visual, con el nivel de aparición del objetivo y con la tarea exigida al sujeto.



## V. CONCLUSIÓN

Considerando los resultados encontrados en los estudios realizados, podemos concluir que el agrupamiento gestáltico que se origina a partir de las características emergentes creadas por la disposición de los elementos perceptuales en un orden está sujeto a una serie de variables.

En primer lugar, se ha comprobado la existencia de un conjunto de factores que actúan en el procesamiento del estímulo visual mediatizando el proceso de la percepción. Tal ha sido el caso de la variable "contraste" que mostraba el efecto perceptual "figura-fondo" para ambas VDs guiando la atención del sujeto en la detección del objetivo. Sin embargo, este efecto se invertía para el TR en la condición en la cual el objetivo no aparecía en el elemento E1, ya que el contraste solo se presentaba en los elementos E2. Por esta razón, la gestalt asociada con la salida perceptual pertinente se retrasaba provocando un mayor promedio de los tiempos de reacción, explicándose mediante la teoría de los códigos superordenados (King, 1990) y la teoría de la integración de características (Treisman y Gelade, 1980; Treisman y Gormican, 1988; Treisman y Souther, 1985) con respecto a la codificación e integración de características similares en la formación gestáltica.

De acuerdo con la teoría de los códigos superordenados (King, 1988a, 1988b, 1990, y la de la dominancia-subordinación en la visibilidad del objeto visual (King, 1993), podemos afirmar que cuando la interacción de factores es de mayor orden se mantiene la integración de características mediante la precedencia global, (Navon, 1977; Robertson y Lamb, 1990; Lasaga, 1989, entre otros), y la influencia del contraste como han manifestado los datos

obtenidos en la condición de coincidencia de formas en la figura presentada y no existencia de contraste, F+E1+E2+C1C2-.

Se ha demostrado, en segundo lugar, la existencia de factores que favorecen el agrupamiento perceptual mediante la interacción de los componentes en la imagen visual originando la formación de una o dos gestalts correspondientes, como es la aparición del objetivo en figura y en el elemento E2 en relación con el nivel en el cual se presenta el objetivo y la tarea exigida al sujeto, (experimentos 2 y 3). Así, para procesar la información únicamente se haría necesario el primer estadio de la teoría de la integración de características de Treisman (1988), es decir, la identificación de las formas, color, tamaño, etc., que al no existir similitud entre ellas, no se llegarían a integrar, emitiendo el sujeto respuestas más rápidas. Resultado que nos puede llevar a pensar que la similitud no tiene un efecto aislado -como única variable- en la formación de los códigos superordenados causantes de las gestalts correspondientes.

En relación con la segunda variable medida "exactitud de las respuesta" no se presentan interacciones (experimento 2), con lo cual podemos afirmar que ningún factor, ni aisladamente ni en conjunto, determina las respuestas correctas de los sujetos. Sólo indicar que la falta de interacciones en la segunda variable dependiente, posiblemente se deba al efecto de la tarea que se le pide al sujeto. En este sentido, se necesitaría proseguir en futuras investigaciones en la búsqueda de los efectos del número de elementos y la tarea en la detección de similitudes.

En tercer lugar, y al igual que plantean Pomerantz y Pristach (1990), señalar que cuando, en una tarea de búsqueda de similitudes, la comparación de elementos es uno a tres (F+E1+E2+C1C2-) se retrasaría menos la detección de no-similitudes que cuando es dos a dos (F+E1-

E2+C1C2-). Por tanto, debemos tener en cuenta que para discriminar rápidamente un objeto visual es necesario que los factores globales coincidan con los locales, puesto que el agrupamiento perceptual resulta de las características emergentes creadas por la configuración de ambos niveles: global y local.

Sin embargo, y de acuerdo con la idea defendida por Lockhead (1972), Lockhead y King (1977) y Pomerantz, Sager y Stoeber (1977), no siempre se producen estos resultados, dependiendo la discriminación de características de los niveles que coincidan o no en la imagen visual, es decir, la propuesta de que la percepción del todo está asociada con la asimilación -un incremento en la percepción de la similaridad- (Kanizsa, 1988), es una afirmación que, no hemos podido generalizar. De esta forma, deben considerarse ampliamente las relaciones de igualdades y semejanzas inter-elementos y figura-elemento en la realización de futuras investigaciones que determine cuál es el alcance y el efecto conjunto de las mismas.

En conclusión, se puede admitir la existencia de variables, -el contraste, la similaridad, la disposición perceptual de los elementos que componen la figura estimular con respecto al objetivo a detectar-, la tarea que se le exige al sujeto, que da lugar a un tipo de procesamiento u otro, excitando o inhibiendo la codificación de las unidades de información y, por consiguiente, agilizando o retrasando el agrupamiento perceptual que suscita la gestalt correspondiente en tareas de reconocimiento y similaridad de estímulos visuales.

Así, la teoría de los códigos superordenados (King, 1990) es una teoría que presenta limitaciones y que no siempre se llega a cumplir, ya que existen factores como el contraste, la similaridad, el número de factores en interacción, la tarea que realiza el sujeto, etc. que influyen de una manera conjunta en la

detección e integración de las características estímulares que posean los objetos.

La posible importancia de este estudio radica en la relevancia de la percepción en el tráfico: Casi la mitad de los accidentes cuya causa se ha considerado fallo humano ocurrieron debido a errores perceptivos, según investigaciones llevadas a cabo por la Dirección General de Carreteras en los últimos cinco años. Así, el objeto de estas investigaciones es poder aportar algunas conclusiones al estudio de la modificación de la percepción, desde el punto de vista del conductor, en curvas catalogadas de "puntos negros" con el fin de realzar la peligrosidad de las mismas mediante la señalización vertical, que indica verbalmente que se trata de una curva "engañosa", y provocar una respuesta más prudente por parte de los conductores.

En resumen, el tema de la percepción se encuentra muy relacionado con el estudio de los problemas en el tráfico. Así, se puede aplicar el conocimiento sobre la percepción humana para modificar el ambiente, mejorando el diseño de los sistemas informativos, de las señales, de los paneles de instrumentación de los vehículos, de los sistemas de alumbrado y de las condiciones de la visibilidad.

Los vehículos del futuro intercambiarán cada vez más información con el entorno, y parte de esa información la intercambiarán con los conductores. Para que esa información pueda ser aprovechada con utilidad es muy importante saber descifrar qué información es relevante para el usuario en cada momento, y saber presentarla de forma que no genere confusión.

También en el campo de la formación es posible encontrar aplicaciones análogas, ya que se sabe que de la manera de presentar una información depende el que ésta sea interpretada adecuadamente. Así, nos encontramos

con nuevas tecnologías tales como aplicaciones audiovisuales e informáticas en la señalización vertical que mejoran la calidad de la información, haciéndola más clara y atractiva. De aquí la importancia, para futuras investigaciones que deberían considerar y controlar variables como las mencionadas anteriormente que, de forma conjunta, puede ejercer una fuerte influencia en la emergencia de la configuración holística.



## REFERENCIAS



## REFERENCIAS

- Anderson, J.A. (1970). Two models for memory organization using interacting traces. *Mathematical Biosciences*, 8, 137-160.
- Anderson, J.A. (1973). A theory for the recognition of items from short memorized lists. *Psychological Review*, 80, 417- 438.
- Anderson, J.A. (1977). Neural models with cognitive implications. En D. LaBerge y S.J. Samuels (Eds.). *Basic Processes in Reading Perception and Comprehension*, 27-90. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Anderson, J.A. y Mozer, M.C. (1981). Categorization and selective neurons. En G.E. Hinton y J.A. Anderson (Comps.): *Paralell models of associative memory*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Arnau, J. (1984). *Cognitivismo y percepción*. Comunicación Presentada en la I Reunión Internacional de Psicología de Tráfico y Seguridad Vial, Valencia.
- Arnau, J., Salvador, F., y Blanca, M.J. (1992). Efecto de la dimensión estimular en el procesamiento global-local. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 45, 13-21.
- Arnau, J., Salvador, F., y Pelegrina, M. (1988). Procesos de atención selectiva para la identificación de objetos en escenas contextuales. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 42, 119-123.

- Bartlett, F.C. (1932). *Remembering*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Beck, J. (1966 a). Effect of orientation and of shape similarity on perceptual grouping. *Perception and Psychophysics*, 1, 300-302.
- Beck, J. (1966 b). Perceptual grouping produced by changes in orientation and shape. *Science*, 154, 538-540.
- Beck, J. (1967). Perceptual grouping produced by line figures. *Perception and Psychophysics*, 2, 491-495.
- Beck, J. (1972). Similarity grouping and peripheral discriminability under uncertainty. *American Journal of Psychology*, 85, 1-19.
- Boselie, F. (1994). Local and global factors in visual occlusion. *Perception*, 23, 517-528.
- Bradshaw, J.L. y Nettleton, N.E. (1981). The nature of hemispheric specialization in man. *Behavior and Brain Sciences*, 4, 51-91.
- Briand, K. A., y Klein, R. M. (1987). Is Posner's "beam" the same as Treisman's "glue"? On the relation 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.

- Broadbent, D. (1982). Task combination and selective intake of information. *Acta Psychologica*, 50, 253-290.
- Brown, D.R. y Brumaghim, S.H. (1968). Perceptual equivalence, pattern perception, and multidimensional methods. *Perception and Psychophysics*, 4, 253-256.
- Brigell, M. y Uhlarik, J. (1979). The relational determination of length illusions and aftereffects. *Perception*, 8, 187-197.
- Brumaghim, S.H. y Brown, D.R. (1968). Perceptual equivalence between visual and tactual pattern perception: An anchoring study. *Perception and Psychophysics*, 4, 175-179.
- Bruner, J. S. (1957). On perceptual readiness. *Psychological Review*, 64, 123-152.
- Butler, B. (1980). Selective attention and stimulus localization in visual perception. *Canadian Journal of Psychology*, 34, 119-133.
- Cave, K. R., y Wolfe, J. M. (1990). Modelling the role of parallel processing in visual search. *Cognitive Psychology*, 22, 225-271.
- Coren, S. y Porac, C. (1983). The creation and reversal of the Müller-Lyer illusion through attentional manipulation. *Perception*, 12, 49-54.
- Downing, C.J. y Pinker, S. (1985). The spatial structure of visual attention. En M.I. Posner y O. Marin (Eds.): *Attention and Performance*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

- Duncan, J., y Humphreys, G. W. (1989). Visual search and stimulus similarity. *Psychological Review*, 96, 433-458.
- Duncan, J. (1984). Selective attention and the organizing of visual information. *Journal of Experimental Psychology: General*, 113, 501-513.
- Epstein, W. y Broota, K.D. (1986). Automatic and attentional components in perception of size-at-aslant. *Perception and Psychophysics*, 40, 256-262.
- Eriksen, B.A. y Eriksen, C.W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception and Psychophysics*, 16, 143-149.
- Eriksen, C. W., y Hoffman, J. E. (1972). Temporal and spatial characteristics of selective encoding from visual displays. *Perception and Psychophysics*, 12, 201-204.
- Eriksen, C.W. y St. James, J.D. (1986). Visual attention within and around the field of local attention: A zoom lens model. *Perception and Psychophysics*, 40, 225-240.
- Escher, M. C. (1991). Estampas y Dibujos. Berlín: Benedikt Taschen.
- Fryklund, I. (1975). Effects of cued-set spatial arrangement and target-background similarity in the partial-report paradigm. *Perception and Psychophysics*, 17, 375-386.

- Fukushima, K. (1986). A neural network model for selective attention in visual pattern recognition. *Biological Cybernetics*, 55, 5-15.
- Fukushima, K. (1987). Neural network model for selective attention in visual pattern recognition and associative recall. *Optical Society*, 26, 23.
- Fukushima, K. (1988). Neocognitron: a hierarchical neural network capable of visual pattern recognition. *Neural Networks*, 1, 119-130.
- Fukushima, K. (1989). Analysis of the process of visual pattern recognition by the neocognitron. *Neural Networks*, 2, 413-420.
- Fukushima, K., y Miyake, S. (1982). Neocognitron: A new algorithm for pattern recognition tolerant of deformstions and shifts in position. *Pattern Recognition*, 1, 455-469.
- Fukushima, K., Miyake, S., y Takayuki, I. (1983). Neocognitron: a neural network model for a mechanism of visual pattern recognition. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics* ,526-534.
- Fukushima, K., y Wake, N. (1990). Alphanumeric character recognition by the neocognitron. *Advanced Neural Computers*, 260- 270.
- Garner, W.R. (1962). *Uncertainty and structure as psychological concepts*. Nueva York: Wiley.
- Garner, W.R. (1966). To perceive is to know. *American Psychologist*, 21, 11-19.

- Garner, W.R. (1970). Good patterns have few alternatives. *American Scientist*, 58, 34-42.
- Gibson, J.J. (1950). The perception of the visual surfaces. *American Journal of Psychology*, 63,367-384.
- Gogel, W. y Tietz, J. (1976). Adjacency and attention as determiners of perceived motion. *Vision Research*, 16, 839-845.
- Grossberg, S. (1978). A theory of visual coding, memory and development. En E.L.J. Leeuwenberg y H.F.J.M. Buffart (Eds.):. *Formal Theories of Visual Perception*. New York: Wiley.
- Handel, S. y Garner, W.R. (1966). The structure of visual pattern associates and pattern goodness. *Perception and Psychophysics*, 1, 33-38.
- Hebb, D. O. (1949). *The Organization of Behaviour*. New York: Wiley.
- Helmholtz, H. (1924). Helmholtz's physiological optics. En J.P. Southwell (Ed.):. *Optical Society of America*. New York: Rochester.
- Helmholtz, H. (1925). Helmholtz's physiological optics. En J.P. Southwell (Ed.):. *Optical Society of America*. New York: Rochester.
- Hinton, G. E., Sejnowski, T. J., y Ackley, D. H. (1984). *Boltzmann machines: Constraint Satisfaction Networks that Learn*. Pittsburg, P.A.: Carnegie-Mellon University, Department of Computer Science.

- Hochberg, J.E. (1971). Perception: I. Color and shape. En J.W. Kling y L.A. Riggs (Eds.): *Woodworth and Schlosberg's experimental psychology*, Nueva York: Holt, Rinehart and Winston.
- Hochberg, J., y Peterson, M. A. (1987). Piecemeal organization and cognitive components in object perception: perceptually coupled responses to moving objects. *Journal Experimental Psychology: General*, 116, 370-380.
- Hoffman, J. E. (1978). Search through a sequentially presented visual display. *Perception and Psychophysics*, 23, 1-11.
- Hoffman, J. E. (1979). A two-stage model of visual search. *Perception and Psychophysics*, 25,319-327.
- Houck, M. R., y Hoffman, J. E. (1986). Conjunction of color and form without attention: evidence from an orientation- contingent color aftereffect. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 12, 186-199.
- Hubel, D. H., y Wiesel, T. N. (1979). Brain mechanisms of vision. *Scientific American*, 241, 150-62.
- Jackson, J. H. (1958). *On localization in selection writings*. New York: Basic Books.
- Johnson, R. C., y Brown, C. (1988). *Cognizers: Neural Networks and Machines that Think*. New York: Wiley Science Editions.

- Jonides, J. (1983). Further toward a model of the mind's eye's movement. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 21, 247-250.
- Kahneman, D, y Henik, A. (1977). Effects of visual grouping on immediate recall and selective attention. En S. Dornic (Ed.): *Attention and Performance VII*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Kanizsa, G. (1988). Colour and organization. *News Ideas in Psychology*, 6, 289-291.
- Kanizsa, G. (1994). Gestalt theory has been misinterpreted, but has also had some real conceptual difficulties. *Philosophical Psychology*, 7, 149-162.
- Kimchi, R. (1983). Perceptual organization of visual patterns. Doctoral Dissertation, University of California, Berkeley, CA, 1982. *Dissertation Abstracts International*, 44.
- Kimchi, R. (1992). Primacy of wholistic processing and global/local paradigm: A critical review. *Psychological Bulletin*, 112, 24-38.
- Kimchi, R. (1994). The role of wholistic/configural properties versus global properties in visual form perception. *Perception*, 23, 489-504.
- Kimchi, R. y Palmer, S.E. (1985). Separability and integrality of global and local levels of hierarchical patterns. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 11, 673-688.

- King, D. (1988A). Assimilation is due to one perceived whole and contrast is due to two perceived wholes. *News Ideas in Psychology*, 6, 277-288.
- King, D. (1988B). Similar as well as dissimilar contextual stimuli increase rated similarity. *Memory and Cognition*, 16, 71-78.
- King, D. (1990). A large rectangle delays the perception of a separate small rectangle. *Perception & Psychophysics*, 47, 369-378.
- King, D. (1993). A dominant-subordinate unit-against-unit theory of decreases in visibility. *Perceptual and Motor Skills*, 76, 667-673.
- King, D., Mose, J.F., y Nixon, N.S. (1995). One line decreases the visibility of a simultaneous identical distant second line. *Perception and Psychophysics*, 57, 393-401.
- King, D., Sneed, D.C., y Schwab, R.N. (1991). The effect of the size of one and two traffic signs on two measures of perceptual performance. *Ergonomics*, 34, 1289-1300.
- Koffka, K. (1935). *Principles of Gestalt Psychology*. New York: Harcourt, Brace and World.
- Köhler, W. (1929). *Gestalt Psychology*. New York: Liveright.
- Kohonen, T. (1974). An adaptive associative memory principle. *IEEE Transactions*, 23, 444-445.

- Kohonen, T. (1977). *Associative Memory: A System Theoretical Approach*. Nueva York: Springer.
- Kohonen, T. (1984). *Self-organization and Associative Memory*. Berlín: Springer-Verlag.
- Kolinsky, R. y Morais, J. (1986). Evidence for early extraction of emergent properties in visual perception: A replication. *Perceptual and Motor Skills*, 63, 171-174.
- Kramer, A.F. y Jacobson, A. (1991). Perceptual organization and focused attention: The role of objects and proximity in visual processing. *Perception and Psychophysics*, 50, 267-284.
- Kramer, A.F., Wickens, C.D. y Donchin, E. (1985). Processing of stimulus properties: Evidence for dual-task integrality. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 11, 393-408.
- Krech, D., Crutchfield, R.S., y Livson, N. (1969). *Elements of Psychology*. Nueva York: Knopf.
- Külpe, O. (1904). Versuche uber abstraktion. *Berlín International Congress of Experimental Psychology*, 56-68.
- Lasaga, M.I. (1989). Gestalts and their components: Nature of information-precedence. En B. Shepp, S. Ballesteros (Eds.): *Object Perception: Structure and Process*, Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.

- Lashley, K. S. (1950). In search of the engram. *Symposium of the Society of Experimental Biology*, 4, 454-482.
- Lockhead, G. R. (1972). Processing dimensional stimuli: A note. *Psychological Review*, 79, 410-419.
- Lockhead, G. R. (1988). Assimilation and contrast: two processes or one?. *News Ideas in Psychology*, 6, 293-299.
- Lockhead, G. R. (1994). Psychophysical measures of objects and their features: It is time for a change. *Behavioral and Brain Sciences*, 17, 766-772.
- Lockhead, G. R., y King, M. (1977). Classifying integral stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 3, 436-443.
- Luria, A. R. (1966). *Higher Cortical Functions in Man*. New York: Basic Books.
- Marr, D. (1982). *Vision. A Computational Investigation into the Human Representation and Processing of Visual Information*. New York: Freeman and Company.
- Marr, D., y Poggio, T. (1979). Cooperative Computation of Stereo Disparity. *Science*, 203, 283-287.
- McLeod, P., Driver, J., y Crisp, J. (1988). Visual search for a conjunction of movement and form is parallel. *Nature*, 332, 154-155.

- Michels, K.M. y Zusne, L. (1965). Metrics of visual form. *Psychological Bulletin*, 63, 74-86.
- Minsky, M., y Papert, S. (1969). *Perceptrons*. Cambridge, M.A.: MIT Press.
- M.O.P.T. (1991). *Borrador de Instrucción 8.1-IC/91 "Señalización Vertical"*. Secretaría General para las Infraestructuras del Transporte. Dirección General de Carreteras. Madrid.
- Musen, G. y Treisman, A. (1990). Implicit and explicit memory for visual patterns. *Journal of Experimental Psychology Learning, Memory and Cognition*, 16, 127-137.
- Nakayama, K., y Silverman, G. H. (1986). Serial 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. (1981). The forest revisited: More on global precedence. *Psychological Research*, 43, 1-32.
- Navon, D. (1989). Attentional selection: Early, late, or neither?. *European Journal of Cognitive Psychology*, 1, 47-68.
- Navon, D. (1990a). Does attention serve to integrate features?. *Psychological Review*, 97, 453-459.

- Navon, D. (1990b). Treisman's search model does not require feature integration: Rejoinder to Treisman. *Psychological Review*, 97, 464-465.
- Neisser, U. (1967). *Cognitive Psychology*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Nicoletti, R., Rumiati, R., Peressotti, F. y Job., R. (1993). Sulla precedenza del livello globale nella percezione e nell'elaborazione di stimoli visivi complessi. *Ricerche di Psicologia*, 17, 37-56.
- Norusis, M. J. (1984). *SPSS/PC+. Advanced Statistics. V2.0*. Chicago: Ill.
- Olson, R.K. y Attneave, F. (1970). What variables produce similarity grouping?. *American Journal of Psychology*, 53, 1-21.
- Owen, D.H. y Brown, D.R. (1966). Physical correlates of pattern perception for the visual and tactual modalities. *Proceedings of the American Psychological Association*, 71-72.
- Palmer, S. E. (1977). Hierarchical structure in perceptual representation. *Cognitive Psychology*, 9, 441-474.
- Pashler, H. (1987). Detecting conjunctions of color and form: Reassessing the serial search hypothesis. *Perception and Psychophysics*, 41, 191-201.

- Peterson, M. A. (1986). Illusory concomitant motion in ambiguous stereograms: evidence for nonstimulus contributions to perceptual organization. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 12, 50-60.
- Peterson, M. A., y Hochberg, J. (1983). Opposed-set measurement procedure: a quantitative analysis of the role of local cues and intention in form perception. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 9, 183-193.
- Peterson, M. A., y Hochberg, J. (1989). Necessary considerations for a theory of form perception: a theoretical and empirical reply to Boselie and Leeuwenberg. *Perception*, 18, 105-119.
- Pollatsek, A., y Digman, L. (1977). Dependent spatial channels in visual processing. *Cognitive Psychology*, 9, 326-352.
- Pomerantz, J.R. y Garner, W.R. (1973). Stimulus configuration in selective attention tasks. *Perception and Psychophysics*, 14, 565-569.
- Pomerantz, J.R. y Pristach, E.A. (1989). Emergent features, attention, and perceptual glue in visual form perception. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15, 635-649.
- Pomerantz, J.R., y Pristach, E. A. (1990). Emergent feature, attention and perceptual glue in visual form perception. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15, 635-649.

- Pomerantz, J. R., Sager, L. C., y Stoeber, R. J. (1977). Perception of wholes and of their component parts: some configurational superiority effects. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 3, 422-435.
- Posner, M.I., 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 and Psychophysics*, 30, 330- 340.
- Prinzmetal, W., y Keysar, B. (1989). Functional theory of illusory conjunctions and neon colors. *Journal of Experimental Psychology: General*, 118, 165-190.
- Prinzmetal, W., Presti, D. E., y Posner, M. (1986). Does attention affect visual feature integration?. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 12, 361-369.
- Robertson, L. y Lamb, M. (1991). Neuropsychological contributions to theories of part/whole organization. *Cognitive Psychology*, 23, 299-330.
- Rock, I. y Brosgole, L. (1964). Grouping based on phenomenal proximity. *Journal of Experimental Psychology*, 67, 531-538.

- Rosenblatt, F. (1959). Two theorems of statistical separability in the perceptron. En *Mechanisation of Thought Processes: Proceedings of a Symposium Held at the National Physical Laboratory*, 1, 421-456. London.
- Rosenblatt, F. (1962). *Principles of Neurodynamics*. New York: Spartan.
- Rosenfeld, A. (1986). Pyramid algorithms for perceptual organization. *Behavior Research Methods, Instruments, and Computers*, 18, 595-600.
- Royer, F.L. y Garner, W.R. (1966). Response uncertainty and perceptual difficulty of auditory temporal patterns. *Perception and Psychophysics*, 1, 41-47.
- Rubin, E. (1921). *Visuelle Wahrgenommene Figuren*. Copenhage: Gyldendalske.
- Rumelhart, D. E., Hinton, G. E., y McClelland, J. L. (1987). A general framework for parallel distributed processing. En Rumelhart, D.E., McClelland, J.L. and the PDP Research Group (1986): *Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition*.
- Rumelhart, D.E., McClelland, J.L. y P.R.G. (1986). *Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition*. Cambridge, The MIT Press, London.

- Sanford, R.H. (1936). The effects of abstinence from food upon imaginal processes: a preliminary experiment. *Journal of Psychology*, 2, 129-136.
- Schneider, W. (1990). *Micro Experimental Laboratory (M.E.L.)*. Psychology software tools. inc. University of Pittsburgh. Pittsburgh:USA.
- Sekuler, A. (1994). Local and global minima in visual completion: effects of symmetry and orientation. *Perception*, 23, 529-545.
- Selfridge, O. G. (1955). Pattern recognition in modern computers. *Proceedings of the Western Joint Computer Conference*.
- Simons, G. L. (1987). *Introducción a la Inteligencia Artificial*. Madrid: Díaz Santos.
- Treisman, A. (1986). Properties, parts, and objects. En K.R. Boff, L. Kauffman, J.P. Thomas (Eds): *Handbook of Perception and Human Performance*. New York; Wiley.
- Treisman, A.(1988). Preattentive processing in vision. En Z.W. Pylyshyn (Ed.): *Computational Processes in Human Vision: An Interdisciplinary Perspective*, 341-369. New Yersey.
- Treisman, A. (1990). Variations on the theme of feature integration: Reply to Navon. *Psychological Review*, 97, 460-463.

- Treisman, A. (1991). Search, similarity, and integration of features between and within dimensions. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 17, 652-676.
- Treisman, A. (1992a). Spreading suppression or feature integration?. A reply to Duncan and Humphreys. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18, 589-593.
- Treisman, A. (1992b). Perceiving and re-perceiving objects. *American Psychologist*, 47, 862- 875.
- Treisman, A., y Gelade, G. (1980). A feature integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12, 97-136.
- Treisman, A., y Gormican, S. (1988). Feature analysis in early vision: Evidence from search asymmetries. *Psychological Review*, 95, 15-48.
- Treisman, A. y Paterson, R. (1984). Emergent features, attention, and object perception. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10, 12-31.
- 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., y Souther, J. (1985). Search asymmetry: A diagnostic for preattentive processing of separable features. *Journal of Experimental Psychology: General*, 114, 285-310.
- Treisman, A., Kahneman, D. y Burkell, J. (1983). Perceptual objects and the cost of filtering. *Perception and Psychophysics*, 33, 527-532.
- Treisman, A., Vieira, A. y Hayes, A. (1992). Automaticity and preattentive processing. *American Journal of Psychology*, 105, 341-362.
- Tsal, Y. (1994). Effects of attention on perception of features and figural organization. *Perception*, 23, 441-452.
- Uttal, W.R. (1988). *On Seeing Forms*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ward, L.M. (1982). Determinants of attention to local and global features of visual forms. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8, 562-581.
- Wertheimer, M. (1912). Experimental studies on the seeing of motion. En T. Shipley (1961). *Classics in Psychology*. New York: Philosophical Library.
- 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, 419-432.

- Wouterlood, D. y Boselie, F. (1992). A good-continuation model of some occlusion phenomena. *Psychological Research*, 54, 267-277.
- Zusne, L. (1970). *Visual Perception of form*. Nueva York: Academic Press.

## **ANEXOS**



## ANEXO 1

Fase de ensayo:

"A continuación se le mostrarán una serie de estímulos formados por figuras geométricas. En el centro de la pantalla y con anterioridad a cada estímulo aparecerá el siguiente mensaje: PREPARADO. Después de un tiempo limitado se mostrará el estímulo. La tarea consistirá en detectar la aparición de una determinada figura. Pues bien, aquellas que aparezcan con CUADRADOS, ya sean CUADRADOS PEQUEÑOS, o bien un conjunto de figuras geométricas que formen un CUADRADO GRANDE, deberán ser aceptadas mediante la presión de la TECLA 1 con el dedo índice de la mano derecha tan exacta y rápidamente como le sea posible. En cualquier otro caso, se rechazarán mediante la presión de la TECLA 3 con el dedo corazón de la mano derecha. Después de cada respuesta comprobará, sólo en esta fase de ensayo y con el fin de que aprenda la tarea, si ha respondido correcta o incorrectamente, mediante la presentación del siguiente aviso en inglés:

CORRECT RESPONSE = indicándole que la RESPUESTA es CORRECTA

WRONG RESPONSE = indicándole que la RESPUESTA es INCORRECTA

Cada vez que aparezca el mensaje HIT ANY KEY deberá pulsar la TECLA ROJA para continuar con la presentación de figuras.

RECUERDE: SI RECONOCE la figura CUADRADO pulse la TECLA 1

SI NO RECONOCE la figura CUADRADO pulse la TECLA 3

HIT ANY KEY pulse la TECLA ROJA

Cuando se considere preparado, presione la BARRA ESPACIADORA para comenzar.

En caso de duda avise al experimentador".

Fase de registro:

"Bien, ya conoce como realizar este tipo de pruebas. Ahora su objetivo a detectar es CIRCULO. Recuerde, tan pronto como lo reconozca con exactitud debe pulsar la TECLA 1, en caso contrario la TECLA 3. Cada vez que aparezca el mensaje HIT ANY KEY deberá pulsar la TECLA ROJA para continuar con la presentación de figuras. A partir de ahora no aparecerá el mensaje que hace referencia a la respuesta correcta/incorrecta.

RECUERDE: SI RECONOCE la figura CIRCULO pulse la TECLA 1  
SI NO RECONOCE la figura CIRCULO pulse la TECLA 3  
HIT ANY KEY pulse la TECLA ROJA

Cuando se considere preparado presione la BARRA ESPACIADORA y comenzará la presentación de figuras".

## ANEXO 2

Fase de ensayo:

"A continuación se le mostrarán una serie de estímulos formados por figuras geométricas. En el centro de la pantalla y con anterioridad a cada estímulo aparecerá el siguiente mensaje: PREPARADO. Después de un tiempo limitado se mostrará el estímulo. La tarea consistirá en detectar la posible similitud existente entre las figuras que forman el estímulo. Pues bien, cuando dichas figuras sean SIMILARES deberán ser aceptadas mediante la presión de la TECLA 1 con el dedo índice de la mano derecha tan exacta y rápidamente como le sea posible. En cualquier otro caso, se rechazarán mediante la presión de la TECLA 3 con el dedo corazón de la mano derecha. Después de cada respuesta comprobará, sólo en esta fase de ensayo y con el fin de que aprenda la tarea, si ha respondido correcta o incorrectamente, mediante la presentación del siguiente aviso en inglés:

CORRECT RESPONSE = indicándole que la RESPUESTA es CORRECTA

WRONG RESPONSE = indicándole que la RESPUESTA es INCORRECTA

Cada vez que aparezca el mensaje HIT ANY KEY deberá pulsar la TECLA ROJA para continuar con la presentación de figuras.

RECUERDE: SI existe SIMILARIDAD FIGURAS pulse la TECLA 1

SI NO existe SIMILARIDAD FIGURAS pulse la TECLA 3

HIT ANY KEY pulse la TECLA ROJA

Cuando se considere preparado, presione la BARRA ESPACIADORA para comenzar.

En caso de duda avise al experimentador".

Fase de registro:

"Bien, ya conoce como realizar este tipo de pruebas. A partir de ahora no aparecerá el mensaje que hace referencia a la respuesta correcta/incorrecta.

RECUERDE: SI existe SIMILARIDAD FIGURAS pulse la TECLA 1  
SI NO existe SIMILARIDAD FIGURAS pulse la TECLA 3  
HIT ANY KEY pulse la TECLA ROJA

Cuando se considere preparado presione la BARRA ESPACIADORA y comenzará la presentación de figuras".

### ANEXO 3

Fase de ensayo:

"A continuación se le mostrarán una serie de estímulos formados por figuras geométricas. En el centro de la pantalla y con anterioridad a cada estímulo aparecerá el siguiente mensaje: PREPARADO. Después de un tiempo limitado se mostrará el estímulo. La tarea consistirá en detectar la presencia de un único objeto entre las figuras que forman el estímulo. Pues bien, cuando dichas figuras coincidan, es decir, que se presente el mismo objeto repetidas veces, deberán ser aceptadas mediante la presión de la TECLA 1 tan exacta y rápidamente como le sea posible. En cualquier otro caso, se rechazarán mediante la presión de la TECLA 3. Después de cada respuesta comprobará, sólo en esta fase de ensayo y con el fin de que aprenda la tarea, si ha respondido correcta o incorrectamente, mediante la presentación del siguiente aviso en inglés:

CORRECT RESPONSE = indicándole que la RESPUESTA es CORRECTA

WRONG RESPONSE = indicándole que la RESPUESTA es INCORRECTA

Cada vez que aparezca el mensaje HIT ANY KEY deberá pulsar la TECLA ROJA para continuar con la presentación de figuras.

RECUERDE: SI existe UN UNICO OBJETO pulse la TECLA 1

SI NO existe UN UNICO OBJETO pulse la TECLA 3

ÉXITO AN LEY pulse la TECLA ROJA

Cuando se considere preparado, presione la BARRA ESPACIADORA para comenzar.

En caso de duda avise al experimentador".

Fase de registro:

"Bien, ya conoce como realizar este tipo de pruebas. A partir de ahora no aparecerá el mensaje que hace referencia a la respuesta correcta/incorrecta.

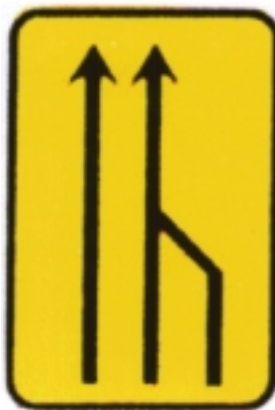
RECUERDE: SI existe UN UNICO OBJETO pulse la TECLA 1  
SI NO existe UN UNICO OBJETO pulse la TECLA 3  
HIT ANY KEY pulse la TECLA ROJA

Cuando se considere preparado presione la BARRA ESPACIADORA y comenzará la presentación de figuras".

## ANEXO 4

### INSTRUCCIONES

"A continuación se le mostrarán una serie de estímulos formados por señales de tráfico. En el centro de la pantalla y con anterioridad a cada estímulo aparecerá el siguiente signo: "+". Después de un tiempo limitado se mostrará el estímulo. La tarea consistirá en detectar la señal de tráfico que se presente. Pues bien, cuando dicha señal SE RECONOZCA deberá ser aceptada mediante la presión del pulsador de color ROJO con el dedo corazón de la mano derecha tan exacta y rápidamente como le sea posible. En cualquier otro caso, SE RECHAZARA mediante la presión del pulsador de color AMARILLO con el dedo índice de la mano derecha. Por ejemplo, si se le pide que busque la siguiente señal, deberá pulsar el color rojo cada vez que se reconozca:



**RECUERDE: SI RECONOCE señal de tráfico pulse color ROJO  
SI NO RECONOCE pulse color AMARILLO**

Quando se considere preparado, y después de una fase de ensayo, comenzará la presentación de estímulos.

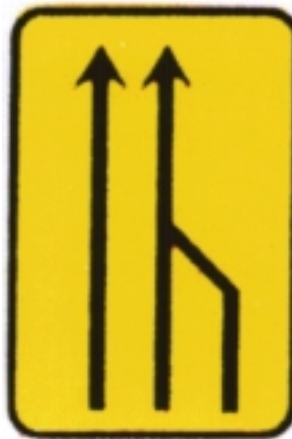
En caso de duda avise al experimentador".



## ANEXO 5

### INSTRUCCIONES

"A continuación se le mostrarán una serie de estímulos formados por señales de tráfico. En el centro de la pantalla y con anterioridad a cada estímulo aparecerá el siguiente signo: "+". Después de un tiempo limitado se mostrará el estímulo. La tarea consistirá en detectar la señal de tráfico que se presente. Pues bien, cuando dicha señal SE RECONOZCA deberá ser aceptada mediante la presión del pulsador de color ROJO con el dedo corazón de la mano derecha tan exacta y rápidamente como le sea posible. En cualquier otro caso, SE RECHAZARA mediante la presión del pulsador de color AMARILLO con el dedo índice de la mano derecha. Por ejemplo, si se le pide que busque la siguiente señal, deberá pulsar el color rojo cada vez que se reconozca:



**RECUERDE: SI RECONOCE señal de tráfico pulse color ROJO  
SI NO RECONOCE pulse color AMARILLO**

Quando se considere preparado, y después de una fase de ensayo, comenzará la presentación de estímulos.

En caso de duda avise al experimentador".

