

Direccionalidad del procesamiento de la información visual: Una revisión desde la perspectiva cognitiva

J. Arnau Gras (*Universidad de Barcelona*)
M. J. Blanca Mena^(*) (*Universidad de Málaga*)
J. Rosel Remírez (*Universidad de Castellón*)
F. Salvador Beltrán (*Universidad de Barcelona*)

Resumen: Navon (1977) encontró que los rasgos globales de una imagen eran analizados más rápidamente que los locales, lo que denominó "Hipótesis de la Precedencia Global". Durante la década de los 80, se ha desarrollado una línea de investigación centrada en probar la veracidad de esta hipótesis. En el presente trabajo se efectúa una revisión de la evidencia empírica existente en esta línea de investigación. Se ha visto que la precedencia global está en función del tamaño del estímulo, número de componentes locales, calidad de la información, tipo de juicio, tiempo de exposición, presencia de ruido y localización del estímulo en el campo visual. Asimismo, se han propuesto diferentes alternativas para explicar este fenómeno. La discusión se centra entre una explicación perceptual y una atencional.

Palabras clave: hipótesis de la precedencia global, procesamiento global, procesamiento local.

Abstract: Navon (1977) found that the global features of a visual form were analyzed more rapidly than the local ones. This was known as "global precedence hypothesis". An investigation line has been developed with the intention of finding out the veracity of the hypothesis. The aim of this paper is to realize a theoretical review of this investigation line. On the one hand, it has been suggested that global precedence depends on the stimulus size, number of local elements, quality of information, task, exposure time, presence of noise in the experimental session and localization of the stimulus in the visual field. On the other hand, it has been proposed different alternatives in order to explain this phenomenon: perceptual explanation and attentional explanation.

Key words: global precedence hypothesis, global processing, local processing.

1. Introducción

Es bien conocida la importancia de las representaciones mentales y el rol que juegan en el estudio de los procesos perceptuales. Algunos teóricos aceptan la existencia de un código proposicional, en el cual el conocimiento es representado como un conjunto discreto de símbolos o proposiciones

abstractas y semánticas que reflejan conceptos y relaciones (Anderson, 1980b; Norman y Rumelhart, 1975, 1981; Palmer, 1975a, 1977; Pylyshyn, 1978, 1983), que pueden adoptar diversas variaciones según su nivel de organización. Por ejemplo, la representación puede ser una enumeración de símbolos, o al contrario, encontrarse inmersa

(*) **Dirección:** Deptº de Psicología Básica, Metodología y Psicobiología. Campus "El Ejido". Edif. Rectorado. Universidad de Málaga. 29013 Málaga (Spain).

© Copyright 1992. Secr. de Public. e Interc. Cient. Universidad de Murcia. Murcia (Spain). ISSN: 0212-9728

en una configuración altamente estructurada que dispone de procesos para su interpretación.

Desde este último punto de vista, el modelo propuesto por Palmer (1977), establece que las entidades visuales pueden ser primitivas o de alto orden, dependiendo de su complejidad. Las proposiciones que se elaboran a partir de ellas están ordenadas siguiendo una estructura jerárquica, donde las de nivel alto pueden ser descompuestas en otras de más bajo nivel, hasta alcanzar proposiciones básicas o primitivas. Una de las asunciones del modelo es que la organización de la información entrante se realiza en términos de ordenación jerárquica a diferentes niveles, donde cada una tiene unas propiedades holísticas y una serie de componentes vinculados entre sí por relaciones espaciales que conciernen a la localización, forma, tamaño, color y textura.

Si la organización perceptual se puede descomponer en estructuras ordenadas jerárquicamente, es razonable preguntarse por el orden en el cual se procesan los diferentes niveles de una forma visual. Esta cuestión hace referencia a dos aspectos intrínsecamente relacionados: la determinación de la direccionalidad del procesamiento, y la determinación del papel que desempeñan las estructuras de conocimiento almacenadas en la memoria.

Respecto a la direccionalidad del procesamiento, se han propuesto dos estrategias de procesamiento: *bottom-up* y *top-down*. En la primera, el procesamiento de los niveles más bajos de la estructura propiedades locales es seguido progresivamente por el procesamiento de los niveles más altos propiedades globales. Esta postura recibió apoyo empírico a partir de la utilización de algoritmos de computación de procesos visuales, y por los estudios electrofisiológicos de los campos receptivos, los cuales apoyan la hipótesis de que en la periferia del sistema visual se detectan los rasgos simples, y en el córtex visual se detectan aspectos más complejos (Hubel y Wiesel, 1968; Livingstone y Hubel, 1983). La segunda estrategia, adopta la postura contraria: el análisis de los componentes de alto orden de la jerarquía es seguido progresivamente por la extracción de los componentes de bajo orden. La principal fuente de evidencia empírica proviene de los estudios en Psicología Cognitiva, tomando como variable depen-

diente el tiempo de reacción y como variable independiente los distintos niveles de las unidades perceptuales presentadas taquistoscópicamente (Miller, 1981a, 1981b; Navon, 1977, 1981a, 1981b, 1983).

Muchas de las teorías de reconocimiento de patrones incorporaron un procesamiento ascendente para denotar una secuencia que comienza con el análisis de los niveles más bajos de la forma visual y se construye hacia "arriba" gradualmente, para una "interpretación" basada en la comparación con el conocimiento almacenado. De esta forma, el almacenamiento o representación acerca de las propiedades del objeto no entra en juego hasta la última fase donde se realiza la interpretación. Este modelo de procesamiento es conocido como "procesamiento dirigido por los datos" (*data-driven processing*), ya que es conducido únicamente por los datos sensoriales.

Por otra parte, también se ha argumentado que la información en la imagen retiniana es ambigua y, por tanto, la actuación de las estructuras de conocimiento en un estado tardío del procesamiento es insuficiente para permitir la percepción del objeto (Roth y Frisby, 1986). De acuerdo con esta segunda postura, el procesamiento comenzaría por la utilización del conocimiento almacenado, incluso en las fases iniciales del procesamiento, proporcionando información que ayuda a resolver la ambigüedad. Consecuentemente, el procesamiento comienza por una exploración basada en las expectativas sobre la naturaleza del estímulo, que guiarían la exploración visual actuando como mapas en los que se va ubicando la información que proporciona cada fijación ocular. Esta secuencia de procesamiento es conocida como "procesamiento dirigido por el concepto" (*conceptually-driven processing*).

Sin embargo, otros autores han optado por una postura interactiva sugiriendo que, para la identificación del objeto, las características físicas del estímulo interactúan con las estructuras de conocimiento desde las primeras etapas del procesamiento. Así pues, se defiende una actuación simultánea de las dos estrategias: la dirigida por los datos y la dirigida por el concepto (Arnau, 1984; Arnau y Salvador, 1986; Arnau, Salvador y Pellegrina, 1988; Butler, McKelvie, 1985; Dixon, 1981; Palmer, 1975a, 1975b).

A partir de lo expuesto hasta ahora, es necesario efectuar unas aclaraciones terminológicas. La direccionalidad del procesamiento se refiere al rasgo por el cual se comienza el análisis visual de alto orden (características globales), o de bajo orden (características locales). El papel de las estructuras de conocimiento, por su parte, hace alusión a la actuación de las representaciones almacenadas en las estructuras de conocimiento (temprana o tardía). La revisión desarrollada en este trabajo se centrará en el primer aspecto.

2. Direccionalidad del procesamiento de la información visual según una perspectiva cognitiva.

Desde la pasada década, se ha venido desarrollando una polémica en el marco de la Psicología Cognitiva centrada en la forma en que se interpretan los datos sensoriales. Navon (1977), basándose en la evidencia proveniente del "efecto de superioridad de palabra", sugirió que el procesamiento perceptual procede temporalmente desde la estructura global hacia un análisis más fino y detallado de la estructura local, enfatizando una estrategia de procesamiento *topdown*, o un procesamiento globallocal.

Para evaluar la plausibilidad de esta hipótesis, ideó cuatro experimentos usando los estímulos empleados por Kinchla (1974), en los cuales se podían diferenciar claramente los rasgos globales y locales que constituían la configuración letras grandes (nivel global) compuestas por letras pequeñas (nivel local). En los dos primeros siguió un paradigma experimental de interferencia Stroop, con el objeto de examinar qué nivel de la forma visual producía interferencia con la identificación del nombre de una letra presentada auditivamente. Encontró que las respuestas a estos estímulos auditivos eran interferidas únicamente por el nivel global y no por el local, resultado que le llevó a concluir una precedencia global en el proceso de extracción de características de una forma visual.

En el tercer experimento, los resultados mostraron una interferencia asimétrica: la identidad de las letras grandes afectaban notablemente a la

identificación de las pequeñas, pero no a la inversa. Este hallazgo lo interpretó en términos de inevitabilidad del procesamiento global, defendiendo la posibilidad de dirigir la atención voluntariamente hacia el nivel global sin influir, en medida alguna, en el nivel local, y la imposibilidad de prestar atención a éstos sin ignorar los aspectos globales.

Finalmente, en su cuarto experimento, utilizó pares de figuras geométricas, presentadas durante un corto período de tiempo y de forma periférica, donde los individuos debían realizar un juicio sobre la igualdad o desigualdad de las mismas. Se encontró que las diferencias globales eran más frecuentemente detectadas que las locales. Los resultados apoyaron los descubrimientos anteriores, poniendo de manifiesto que el procesamiento global se realiza antes que el análisis local, lo que Navon (1977) denominó como "Hipótesis de la Precedencia Global".

Estos hallazgos provocaron numerosos estudios con un doble objetivo: determinar las limitaciones o generalizaciones de la hipótesis de la precedencia global, introduciendo nuevas variables experimentales, tanto del estímulo, de la tarea, como del procedimiento, y establecer el "locus" de la precedencia global dentro de las distintas secuencias del procesamiento de la información.

3. Efecto de la manipulación en los estímulos, tarea y procedimiento experimental en la precedencia global.

Kinchla y Wolfe (1979) utilizaron estímulos similares a los de Navon y evaluaron cómo el tamaño de la imagen podía determinar el orden en el cual se percibían los componentes de la estructura. Para ello variaron, en una tarea de búsqueda, el ángulo visual de presentación de los estímulos (4.8°, 6.7°, 8°, 10.3° y 22.1°). Observaron que el nivel global era procesado más rápidamente sólo cuando los estímulos se presentaban con un ángulo visual menor que 8°, mientras que el nivel local era respondido más rápidamente con un ángulo visual mayor que 8°. Este resultado demuestra que existe una relación entre tamaño óptimo y veloci-

dad de respuesta. Así, según Ward (1982), sería necesario recurrir al principio de precedencia del tamaño óptimo. Desde este punto de vista, el procesamiento no sigue una secuencia ni "bottomup" ni "topdown", sino más bien una secuencia "middleout". Esto no significa que el procesamiento se lleve a cabo en un nivel intermedio de la jerarquía, sino que las formas visuales que son presentadas en un ángulo visual óptimo son procesadas antes. No obstante, hay que señalar que estos datos no son inconsistentes con los expuestos por Navon (1977), puesto que empleó estímulos cuyas dimensiones se hallaban en el rango que maximizaba la precedencia global.

Resultados similares fueron obtenidos por Antes y Mann (1984) con estímulos que consistían en dibujos de escenas naturales. Para escenas pequeñas (4°) la forma global era procesada más rápidamente y no era afectada por la identidad de la figura local. Sin embargo, para escenas mayores (16°) el patrón global no producía interferencia en el procesamiento de los elementos locales cuando la atención se dirigía a los mismos.

No obstante, Navon y Norman (1983) sugirieron que Kinchla y Wolfe (1979) habían confundido el tamaño con excentricidad retiniana y que sus resultados podían ser explicados por la prioridad dada al procesamiento foveal. Así, los patrones de precedencia local encontrados pueden ser justificados en base a que su presentación era central, mientras que los globales se veían periféricamente. Esta explicación, como sostienen Antes y Mann (1984), no puede ser desechada aunque tampoco aceptada, ya que Goolkasian (1981) mostró que los sujetos podían ignorar imágenes presentadas en la fovea mientras que se procesaba información periféricamente, a una distancia de 15° .

Posteriormente, Lamb y Robertson (1989) en tareas de identificación siguiendo el paradigma de interferencia, demostraron que los rasgos locales eran más rápidamente identificados cuando el estímulo visual subtendía 6° , 9° ó 12° de ángulo visual, en tanto que no existían diferencias entre el procesamiento de la información global o local cuando los patrones estaban situados a 3° . En la misma línea Lamb y Robertson (1990), demostraron que el tamaño óptimo del estímulo está en función de los ángulos visuales del resto de los es-

tímulos presentados al sujeto. Por ejemplo, para los bloques de estímulos presentados a $1,5^\circ$, 3° , $4,5^\circ$ y 6° , la precedencia global aparecía únicamente en el ángulo visual de $1,5^\circ$. Contrariamente, para los bloques de patrones presentados a 3° , 6° , 9° y 12° , la precedencia global se presentaba sólo en los estímulos situados a 3° .

Por otra parte, Martin (1979) halló que el número de elementos locales que componían la letra global era un factor influyente en la direccionalidad del procesamiento. Empleó letras compuestas por matrices de 7×5 y de 5×3 letras, en las cuales el tamaño del carácter global y el espacio intercarácter local se mantuvieron iguales, siendo la única diferencia entre ambas el tamaño y número de la letra pequeña. La tarea del sujeto consistía en identificar una letraobjetivo cuando la atención se focalizaba en el nivel global o en el local, con un tiempo de exposición de 100 mseg. Encontró que la latencia de respuesta era menor para las características globales cuando éstas estaban compuestas de un mayor número de letras locales, mientras que el tiempo de reacción era menor para el nivel local cuando los estímulos lo constituían pocos elementos. Se sugiere, por tanto, que el número de componentes de la forma global contribuye en la determinación del tipo de procesamiento. Sin embargo, una cuestión derivada de la manipulación experimental realizada en este estudio es si realmente la densidad de la configuración global determina el orden del procesamiento, o si por el contrario, es el tamaño de la letra local el responsable del mismo.

Para resolver esta cuestión Arnau, Blanca y Salvador (en prensa), introdujeron estímulos compuestos por 7×6 y 5×4 letras donde se manipulaba únicamente el espacio intercarácter local manteniendo el mismo tamaño local y global en ambas condiciones. Los resultados apoyaron los encontrados por Martin (1979) y sugirieron que el número de elementos que compone el estímulo es un poderoso determinante de la precedencia global.

Más evidencia empírica de la influencia del tamaño y número de elementos viene ofrecida por Kimchi (1988). Con una tarea de juicio igualdiferente y con estímulos consistentes en combinaciones de dos tipos de forma global (cuadrados y rectángulos) y otras dos de forma local (cuadrados y

rectángulos) que variaban en tamaño y número relativo a los elementos locales, demostró que los sujetos atendían selectivamente a la dimensión global y local en función de estas variables. Con patrones compuestos por muchos elementos, se atendían a la dimensión global pero no a la local, encontrándose interferencia para las respuestas "igual" y "diferente". Con patrones de pocos elementos, los sujetos no eran capaces de atender selectivamente a ninguna dimensión, siendo este efecto más potente para la respuesta "igual".

Este autor sugirió, un modelo de procesodual de la tarea igualdiferente que asume que ambas respuestas están mediatizadas por diferentes modos de procesamiento. El juicio "igual" estaría basado en comparaciones holísticas, mientras que el "diferente" estaría fundamentado en comparaciones analíticas. La conclusión final a la que llega Kimchi (1988) es que el procesamiento de los niveles de un patrón visual jerárquico está en función de la estructura dimensional del estímulo y de la demanda de la tarea.

Hoffman (1980), por su parte, no encontró apoyo a la hipótesis de la precedencia global, dado que el tiempo de reacción era aproximadamente el mismo tanto para el análisis del nivel global como local. En condiciones de atención dirigida a un nivel específico, la menor latencia de respuesta aparecía cuando los estímulos contenían la misma letra en ambos niveles, y la magnitud de interferencia proporcionada por el nivel ignorado era aproximadamente la misma para el global y para el local. Cuando la letra objetivo era buscada en los dos niveles (atención dividida), el tiempo de reacción no difería en la detección de ambas formas.

Una diferencia importante entre este experimento y el de Navon (1977) que, según Grice, Canham y Boroughs (1983) puede explicar los resultados contradictorios, es el tiempo de exposición del estímulo. Navon (1977) presentó las imágenes visuales durante un breve período de tiempo, mientras que Hoffman (1980) las mantenía en el campo visual hasta la emisión de la respuesta por parte del individuo. En el primer caso, se degrada la información local, en tanto que en el segundo se igualan las condiciones de "visibilidad" de ambos niveles, lo cual viene a significar que la precedencia global puede estar delimitada por la

relativa claridad de las características locales que forman el objeto visual.

Hoffman (1980) también prestó atención a las variables del estímulo, analizando, en este caso, el efecto de la calidad de la información mediante la distorsión de los niveles independiente o conjuntamente. Concluyó que se puede producir tanto precedencia global como local, en función del nivel que sea distorsionado, por lo que sugirió, en concordancia con Kinchla y Wolfe (1979), que el nivel global de una forma no es invariablemente procesado antes que el nivel local.

Análoga postura fue adoptada por Palmer (1980), quien analizó la influencia de los rasgos globales y locales en la percepción de la orientación de "triángulos ambiguos" siguiendo el paradigma de Attneave (1968). En un primer experimento, observó que la orientación de los triángulos se hacía en base a las características de la configuración global. Sin embargo, si se incluyen elementos como cuadrados y círculos, configurándolos con los triángulos, la forma del nivel local produce diferencias en la actuación de los sujetos, mientras que la orientación del patrón global, en el cual las figuras estaban incluidas, afectaba a la dirección percibida. Los resultados rechazaron tanto un estricto procesamiento global como local y apoyaron la idea de que diferentes niveles dentro de una figura interactúan entre sí.

En respuesta a las serias dudas acerca de la primacía de los rasgos globales en el análisis perceptual expuestas por Hoffman (1980), Kinchla y Wolfe (1979), Martin (1979) y Palmer (1980). Navon (1981a) clarificó algunos puntos de su hipótesis, poniendo de relieve la diferencia aspectos del procesamiento: la fuente del procesamiento inicial y el nivel de análisis que se completa en primer lugar. El primero de ellos hace referencia a la utilización de las estructuras de conocimiento, es decir, si el procesamiento es dirigido por los datos (*datadriven processing*) o por el concepto (*conceptually driven processing*). Navon (1981a) afirmó que la fuente de procesamiento puede estar en función de la naturaleza de los estímulos: para estímulos no familiares, el procesamiento depende de la excitación sensorial, mientras que en una escena familiar, los constituyentes de la misma glo-

bales o locales pueden ser predichos utilizando las representaciones almacenadas.

Respecto al segundo aspecto, relativo al nivel en que se inicia el procesamiento visual, propone un modelo en el que se considera al sistema perceptual como un sistema en paralelo limitado en recursos. Los detectores de ambos niveles actúan simultáneamente, pero el procesamiento del nivel global se finaliza antes que el del local. No obstante, reconoce que puede haber factores cognitivos o sensoriales que afecten a la disponibilidad de los rasgos, y que determinen el orden del procesamiento (tamaño estímulo, atención, incertidumbre espacial, etc.).

Miller (1981a) realizó una réplica del tercer experimento de Navon (1977) instruyendo a los sujetos para atender sólo al nivel local, pero añadiendo en esta última dos variaciones: todas las letras pequeñas eran diferentes entre sí y todas las letras pequeñas se presentaban de forma invertida. Cuando la atención se dirigía al nivel local, se encontró un menor tiempo de reacción en aquellos ensayos en que coincidían ambos niveles en identidad, haciéndose visible que la extracción de características globales influía en el procesamiento de las locales. En condiciones de atención dirigida a la forma global, no se obtuvo influencia de la identidad de las letras locales. Así pues, el experimento replicó los hallazgos de Navon (1977, 1981a), aunque la interpretación elaborada difería sustancialmente como veremos posteriormente.

Grice, Canham y Boroughs (1983) demostraron el efecto de la variabilidad en la localización del estímulo, estableciendo dos condiciones, en las cuales, o bien se mantenía fija su presentación en el centro del campo visual, o bien se variaba de forma imprevisible. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: cuando el estímulo se presentaba de forma regular en el centro de la pantalla, no se producían diferencias en el tiempo de reacción con respecto a la detección de la letra global y local. Sin embargo, en los experimentos en los cuales la localización del estímulo era incierta, se obtuvo primacía global. Inferieron que ante condiciones que igualan la calidad de los rasgos globales y locales (presentación fija del estímulo en el centro del campo visual) no se produce diferencia en la velocidad de respuesta a ambos niveles, mientras que en condiciones donde se degrada la

información local (localización variable del estímulo) se origina una ventaja para las características globales.

A partir de estos datos empíricos, concluyeron que cualquier factor que redujera la calidad de la información local tendería a manifestar este efecto, incluyendo localización incierta, duración de exposición del estímulo, enmascaramiento y claridad de los mismos. Así, según los autores, no es sorprendente que Navon obtuviese el inevitable resultado de dominancia global, ya que los estímulos eran presentados impredeciblemente en uno de los cuatro cuadrantes del campo visual con respecto al punto de fijación, el tiempo de exposición era muy pequeño (40 msg.) y el estímulo era seguido por un enmascaramiento. Todos ellos son elementos que contribuyen a la degradación de la información local.

No obstante, Luna, Merino y MarcosRuiz (1990) también estudiaron el efecto de las características del estímulo y del procedimiento cuando éste era presentado de forma invariable en el campo visual. Específicamente, analizaron la similitud entre los patrones visuales presentados a través de dos tareas: clasificación e identificación. En primer lugar, encontraron dominancia global en la tarea de clasificación y con tiempo de exposición del estímulo ilimitado. En segundo lugar, el mismo resultado fue hallado cuando el sujeto debía identificar el estímulo presentado durante 140 msg. Por último, comprobaron que el grado de similitud entre las configuraciones visuales no afectaba al procesamiento de los rasgos globales y locales.

Otro factor procedimental que puede afectar al procesamiento globallocal es la presencia de ruido durante la sesión experimental. Smith (1985), evaluó este aspecto en una tarea de recuerdo de una serie de estímulos compuestos. Incitó a los sujetos a recordar las letras en diferente orden ("letra local" "letra global" versus "letra global" "letra local") después de observar el estímulo acompañado de ruido o sin él durante un segundo. Los resultados mostraron que los sujetos eran mejores en el recuerdo de las letras pequeñas que en el de las grandes cuando estaban sometidos a ruido. El patrón inverso se obtuvo para condiciones en las que éste no estaba presente con tanta intensidad. Sin embargo, en un segundo experimento, donde se

utilizaron estímulos más pequeños, sólo se advirtió que el ruido producía un leve incremento en el recuerdo de las letras pequeñas.

Como conclusión, una vez examinadas estas investigaciones, se deduce la existencia de numerosos factores que pueden delimitar el fenómeno

de la precedencia global, e incluso provocar la secuencia contraria. Las variables analizadas y posibles determinantes quedan resumidas en la Tabla 1.

Tabla 1: Esquema de las variables que pueden influir en la determinación del efecto de precedencia global, así como algunos autores que la han manipulado o incluido en sus experimentos.

PARAMETROS	VARIACIONES	AUTORES
Del estímulo	Tamaño	Antes y Mann, 1984 Kinchla y Wolfe, 1979 Navon y Norman, 1983 Kimchi, 1988 Lamb y Robertson, 1989 Lamb y Robertson, 1990
	Número de elementos	Martin, 1979 Navon, 1983 Kimchi, 1988 Araú, Blanca y Salvador (en prensa)
	Calidad	Grice, Canham y Boroughs, 1988 Hoffman, 1980 Miller, 1981a Ward, 1982
	Naturaleza	Antes y Mann, 1984 Johnson, Turner-Lyga y Pettegrew, 1986 Navon, 1977 Palmer, 1980
	Semejanza	Luna, Merino, Marcos-Ruiz, 1990
De la tarea	Tipo de juicio	Kimchi, 1988 Navon, 1977, 1983
	Identificación	Martin, 1979 Miller, 1981a Luna, Merino y Marcos-Ruiz, 1990
	Detección	Grice, Canham y Boroughs, 1980 Hoffman, 1980 Kinchla y Wolfe, 1979 Palmer, 1980
	Recuerdo	Smith, 1985
	Clasificación	Luna, Merino y Marcos-Ruiz, 1990
Del procedimiento	Tiempo de exposición	Hoffman, 1980 Navon, 1981a
	Localización	Grice, Canham y Boroughs, 1983 Navon, 1977
	Presencia de ruido	Smith, 1985

4. *Locus* de la precedencia global

Según hemos señalado, Navon (1977, 1981a) interpretó el fenómeno de precedencia global en términos de orden de la disponibilidad de los diferentes niveles estructurales de una forma y la sitúa en la primera etapa de percepción, donde la atención aún no se ha focalizado. No obstante, Hoffman (1980) demostró que las figuras a cualquier nivel de la forma eran procesadas más lentamente bajo condiciones de atención dividida (instruir a los sujetos para atender a ambos niveles) que bajo condiciones de atención selectiva o focalizada (atender a un solo nivel, global o local). Combinando estos datos con los provenientes de la modificación en la calidad estimular, propuso un modelo para el procesamiento de la información de los diferentes niveles de la estructura de la configuración visual: en primer lugar, ambos niveles son codificados en paralelo siendo la velocidad de codificación determinada por la "cantidad" de atención prestada a un nivel particular y por la relativa visibilidad o calidad de la información proporcionada por los mismos. Posteriormente, se efectúa un proceso exhaustivo de comparación serial, si el primer nivel codificado es reconocido, el proceso finaliza, en caso contrario se analiza el otro nivel.

También Miller (1981a) rechaza que la precedencia global pueda ser atribuida al orden de disponibilidad de información. En sus experimentos, encontró que se producía una menor latencia de respuesta para aquellos ensayos en los que la letra a detectar estaba presente tanto en el nivel local como en el global. A partir de ello, desarrolló una nueva explicación del fenómeno en términos de procesos de atención y decisión, es decir, una diferencia en la facilidad con que la atención puede ser dirigida a un nivel específico. Señaló, asimismo, la simultaneidad de disponibilidad de ambas fuentes de información aunque señaló que el nivel global parecía tener más "poder" para acaparar la atención que el local. Con este resultado, parece probable que el proceso de decisión esté combinando la información desde los dos niveles cuando éstos coinciden en su identidad física. Así

sica. Así pues, los recursos atencionales limitados pueden ser divididos a través de dos canales, tal que cada uno pueda ser monitorizado por la aparición de una letra a detectar. Cuando ésta sea reconocida en uno de los dos, se comienza a activar la decisión apropiada, donde el canal global puede actuar con mayor rapidez que el canal local. Cuando las letras aparecen en ambos niveles, los canales activan mutua y simultáneamente la decisión apropiada, de tal forma que será necesario un tiempo menor para su activación. En resumen, la presente teoría no pone en tela de juicio la hipótesis de la precedencia global, sino su interpretación en términos de procesos perceptuales, poniendo el énfasis en un estado postperceptual de atención y decisión.

Navon (1981b), reconoce que puede haber un solapamiento temporal en el procesamiento de los rasgos globales y locales, y que ambos pueden estar disponibles en el mismo periodo de tiempo. Sin embargo, muestra su desacuerdo en la interpretación en base a los procesos atencionales, desechando que los procesos de atención y decisión fuesen estados distintos o posteriores a los procesos perceptuales. Miller (1981b) intentó clarificar la terminología utilizada y ofrecer una distinción entre atención y percepción: considera los procesos perceptuales como aquellos que hacen la información disponible, mientras que los procesos de atención son los que determinan si éstos se usan o no. Por ello, se sugiere que la precedencia global se produce como consecuencia del modo en que se usa la información disponible y no en función de cuando llega a estarlo, es decir, como resultado de una asignación diferencial de atención a los dos niveles estímulares y de sus efectos sobre el proceso de decisión.

Navon y Norman (1983) alegan que la estructura global está disponible antes que la local en la percepción temprana, y señalan que esta disponibilidad diferencial puede venir mediada por mecanismos sensoriales (mejor visibilidad, mayor tamaño..) o por mecanismos atencionales. A la misma conclusión llegaron Hughes, Layton, Baird y Lester (1984) quienes observaron que a medida que la iluminación se reducía, la superioridad global aumentaba. Los resultados no podían ser

explicados desde un punto de vista postperceptual, sino indicaban que algún aspecto del procesamiento temprano actuaba para conferir una ventaja al procesamiento de los rasgos globales.

Contrariamente, Boer y Keuss (1982) obtuvieron el efecto típico de la precedencia global, pero sugirieron una base postperceptual de la misma y, en concordancia con Miller (1981a, 1981b), una disponibilidad en el mismo período de tiempo de los aspectos globales y locales. Wandmacher y Arend (1985) también rechazaron una explicación perceptual del fenómeno al encontrar que los rasgos locales podían ser mejor discriminados que los globales en tareas de clasificación y emparejamiento cuando los tiempos de exposición eran breves.

Por otro lado, según Pomerantz (1981, 1986) la superioridad global puede venir mediatizada por la organización del objeto en agrupamientos perceptuales, o conjunto de elementos que forman una unidad indivisible y que no pueden ser procesados independientemente. Si un conjunto de elementos tienden a un agrupamiento perceptual, los sujetos deberían realizar un procesamiento holístico o global, mientras que si el conjunto de elementos no tiende al agrupamiento debería ser más fácil responder a una unidad aislada, interviniendo un procesamiento analítico o local.

En la misma línea, Ward (1983) propone seguir el modelo de Treisman (1982), Treisman y Gelade (1980) y Treisman y Schmidt (1982) sobre la atención. En principio, todos los rasgos de una forma son extraídos en paralelo en el mismo período de tiempo y sin la necesidad de focalizar la atención. Posteriormente, las características extraídas son unidas o conjugadas en un objeto perceptual, a través de un mecanismo que focaliza la atención en un lugar espacial determinado, mediante un procesamiento serial. En el marco de esta teoría, Ward (1983) intenta explicar la precedencia global localizándola en el nivel de conjugación de características en objetos perceptuales y no en el nivel de extracción de rasgos. Para ello, se centró en la interpretación de tres efectos: la influencia del rasgo más conspicuo, la localización de atención y el efecto de interferencia.

En primer lugar, los rasgos más conspicuos (Ward, 1982), de tamaño óptimo (Kinchla y Wolfe, 1979) y con mejor forma (Hoffman 1980; Martin, 1979) son respondidos antes que sus dimensiones inferiores, ya que éstos son más rápidamente asociados en objetos perceptuales y, consecuentemente, su respuesta será evocada de forma más acelerada. De igual manera, la cantidad de atención diferencialmente localizada puede ser explicada también en el segundo nivel. Puesto que ésta es necesaria para la conjugación de rasgos, si se divide la atención entre los aspectos globales y locales de una forma, se debería aminorar el proceso de conjugación a ambos niveles, produciéndose respuestas más lentas, tal como encontró Hoffman (1980) y Ward (1982). Por otra parte, si se localiza más atención en un nivel particular, éste debería ser conjugado con mayor velocidad y facilidad, permitiendo una respuesta rápida, en la identificación de la forma de ese nivel. Por último, los efectos de interferencia encontrados también los sitúa en el estadio del procesamiento perceptivo. La interferencia refleja una incapacidad para seleccionar aspectos simples de una forma y para emitir una respuesta sin influencia del aspecto irrelevante, y puede venir causada por un poder discriminatorio diferencial. Los objetos más discriminables o más conspicuos serán conjugados antes en objetos perceptuales, y su identidad o variación podría interferir con una respuesta a las características más lentamente conjugadas, pero serían inmunes a la interferencia.

Los mismos argumentos se encuentran básicamente subsiguientes formulaciones de la teoría del procesamiento visual propuesta por Treisman (1987, 1988), aunque la actualiza en términos de módulos especializados. Asume, igualmente, que los rasgos básicos son codificados en paralelo y de forma automática, sin necesidad de focalizar la atención. En un estado posterior, estos rasgos son conjugados en objetos específicos mediante la actuación de la atención. Sin embargo, a diferencia de la primera versión de modelo, sugiere la posibilidad que diferentes dimensiones (color, orientación, etc.) estén inicialmente conjugados en una representación simple antes de ser analizadas por separado. Arnau, Blanca y Salvador (en prensa), basándose en esta teoría, proponen

que ciertas variables del estímulo como el tamaño o número de componentes locales son las que permiten que el sujeto centre la atención hacia los elementos constituyentes o hacia el agrupamiento de las partes.

Paquet y Merikle (1988) llegaron a situar la precedencia global en una fase atencional del procesamiento de la información. Introdujeron pares de figuras inmersos en un círculo o rectángulo (letras grandes compuestas de letras pequeñas) y donde el sujeto debía atender a uno de estos dos estímulos (objeto atendido vs objeto no atendido) y a un nivel específico dentro de ellos (nivel relevante vs nivel irrelevante). Dos de sus experimentos indicaron que los aspectos globales del objeto no atendido es categorizado independientemente tanto si la atención es dirigida hacia los aspectos globales como a los locales del objeto atendido, apoyando la interpretación del procesamiento global durante el análisis perceptual temprano. Los datos indican, sin embargo, que el análisis no necesariamente conduce a la identificación del aspecto global, sino solamente a una categorización general. Los resultados revelan, a su vez, que los patrones locales del objeto no atendido son también categorizados cuando la atención es dirigida hacia el aspecto local del objeto atendido. Por tanto, si la precedencia global se centrara en la percepción temprana, el análisis local del objeto noatendido no debería haber variado en función de las instrucciones atencionales. Similarmente, se encontró que el nivel global produce más interferencia que el nivel local en la emisión de la respuesta dentro del objeto atendido.

La discusión a los resultados anteriores se sitúa en la posibilidad de que la categorización global durante el procesamiento preatentivo contribuyese a una activación más rápida de la respuesta asociada con el nivel global en comparación con la respuesta asociada al local, explicación que estaría en consonancia con la interpretación atencional de Miller (1981a). Paquet y Merikle (1988) concluyeron que los resultados no pueden ser exclusivamente atribuidos ni a un procesamiento perceptual temprano ni a un proceso de selección de la respuesta posterior, sino más bien a la interacción entre ambos procesos.

Desde otra perspectiva, otros autores intentan explicar el fenómeno de la precedencia global desde un punto de vista más psicofísico. Así, se ha sugerido que las frecuencias espaciales altas que componen la imagen corresponden a los aspectos locales del patrón, en tanto que las bajas están incluidas en los aspectos globales. Diferentes investigaciones han apuntado hacia la idea de que el sistema visual responde más rápidamente a las frecuencias espaciales bajas y progresivamente más lentamente a las altas (Lupp, Hauske y Wolf, 1976). Recientemente ha habido nueva evidencia que apoya este argumento. Hughes, Fendrich y ReuterLorenz (1990) comprobaron que la precedencia global sólo aparecía cuando en el patrón visual estaban presente bajas frecuencias espaciales, mientras que precedencia local fue obtenida cuando éstas estaban ausentes. Similares conclusiones fueron elaboradas por Shulma, Sullivan, Gish y Sakoda (1986) y Shulma y Wilson (1987) quienes sugirieron una relación entre baja frecuencia espacial y precedencia global.

Resumiendo, según los resultados de estas investigaciones, se puede afirmar que la precedencia temporal no es la única explicación de la precedencia global, y que el aspecto atencional es un factor también relevante. Es más, la evidencia empírica al respecto hace probable una interacción entre los mecanismos **sensoriales** que hacen la información más visible y los mecanismos atencionales que la usan.

5. Conclusión

Desde la Psicología Cognitiva, y a partir de los estudios de Navon(1977, 1981a, 1983) se ha defendido un análisis inicial de la información visual en base a rasgos globales y un análisis más detallado según los rasgos locales. No obstante, han surgido dudas acerca de esta secuencialidad y no faltan datos que apuntan hacia la direccionalidad opuesta. Desde esta perspectiva se ha visto una posible influencia de variables moduladoras, centradas en el estímulo, procedimiento y tarea,

que condicionan la modalidad de extracción de la información.

Asimismo, Navon (1977, 1981a) propuso una explicación perceptual del fenómeno basada en una disponibilidad anterior de la información global. Contrariamente, otros autores han situado la precedencia global en una fase atencional, mediante el agrupamiento de los rasgos locales en objetos perceptuales. Nosotros proponemos un modelo, que explica los resultados obtenidos, en base a la Teoría de Integración de Rasgos de Treisman (1988). Desde este punto de vista, se sugiere que la información visual es analizada siguiendo una serie de etapas: la primera consiste en un procesamiento en paralelo de la información global y local, donde la atención aún no se ha focalizado. En esta primera fase, actúan los factores que permiten que la información se agrupe en totalidades o se analicen en base a sus componentes elementales, como son la proximidad entre los elementos o el tamaño del estímulo. En la etapa siguiente, se analiza la información proveniente de la fase anterior, centralizando la atención en uno u otro nivel, según la factibilidad del agrupamiento. Así, por ejemplo, la proximi-

dad entre los elementos permitiría agrupar la figura en la primera fase, y posibilitar un procesamiento holístico en la segunda. Por último, de esta fase atencional, dirigida por un procesamiento serial, se extraería la información que proporciona la toma de decisión y, posteriormente, la emisión de la respuesta (Arnau, Blanca y Salvador, en prensa). Así por tanto, es plausible suponer una interacción entre las características sensoriales del objeto perceptual y los mecanismos atencionales que las usan en la determinación de la secuencialidad del procesamiento de la información visual.

De lo señalado anteriormente se desprende la necesidad para futuras investigaciones de seleccionar cuidadosamente las variables a manipular y de tener en cuenta los factores mencionados mediante el control exhaustivo de las variables que pueden influir y llevar, en último término, a conclusiones erróneas. Asimismo, puesto que se ha demostrado que el procesamiento visual se encuentra afectado por diversos factores, se hace explícito que los futuros estudios en este campo deberían centrarse en la comprobación y análisis de hipótesis interactivas, más que en la búsqueda de efectos principales.

Referencias

- Anderson, J.R. (1980a). *Cognitive Psychology and its implications*. San Francisco: W.H. Freeman and Company.
- Anderson, J.R. (1980b). On the merits of ACT and information processing psychology: A response to Wexler's review. *Cognition*, 8, 73-88.
- Antes, J.R. y Mann, S.W. (1984). Globallocal precedence in picture processing. *Psychological Research*, 461, 247-259.
- Arnau, J. (1984). Cognitivism y percepción. *Comunicación presentada en la I Reunión Internacional de Psicología de Tráfico y Seguridad Vial*. Valencia.
- Arnau, J., Blanca, M.J. y Salvador, F. (En prensa). *Superioridad del procesamiento de los rasgos globales en función de la densidad estimular*. Manuscrito enviado para su publicación.
- Arnau, J. y Salvador, F. (1986). Efectos de tipicidad en la percepción visual de escenas naturales. *Anuario de Psicología*, 35, 75-87.
- 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.
- Ashcraft, M.H. (1989). *Human Memory and Cognition*. Glenview, IL: Scott, Foresman and Co.
- Attneave, F. (1968). Triangles as ambiguous figures. *American Journal of Psychology*, 81, 447-453.
- Blanca, M.J. (1990). *Variables influyentes en la direccionalidad del procesamiento de la información visual*. Tesis Doctoral no publicada. Universidad de Málaga.
- Boer, L.C. y Keuss, P.J.G. (1982). Global precedence as a postperceptual effect: an analysis of speedaccuracy tradeoff functions. *Perception & Psychophysics*, 31(4), 358-366.
- Butler, L.M., McKelvie, S. (1985). Processing of form: Further evidence for the necessity of attention. *Perceptual and Motor Skills*, 61, 215-221.
- Dixon, P. (1981). Algorithms and selective attention. *Memory & Cognition*, 9(2), 177-184.
- Fahle, M. y Westheimer, G. (1988). Local and global factors in disparity detection of rows of points. *Vision*, 28(1), 171-178.

- Goolkasian, P.(1981). Retinal location and its effect on the processing of target and distractor information. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 7, 1247-1257.
- Grice, R.G., Canham, L. y Borroughs, J.(1983). Forest before trees? It depends where you look. *Perception & Psychophysics*, 33(2), 121-128.
- Hoffman, J.E.(1980). Interaction between global and local levels of a form. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 6(2), 222-234.
- Hubel, D.H., Wiesel, T.N.(1968). Receptive field and functional architecture of monkey striate cortex. *Journal of Physiology*, 195, 215-243.
- Hughes, H.C., Fendrich, R. y ReuterLorenz, P.A. (1990). Global versus local processing in absence of low spatial frequencies. *Journal of Cognitive Neurosciences*, 2(3), 272-282.
- Hughes, H.C., Layton, W.M., Baird, J.C. y Lester, L.S.(1984). Global precedence in visual pattern recognition. *Perception & Psychophysics*, 35(4), 361-371.
- Humphreys, G.W., Bruce, V. (1989). *Visual Cognition*. London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Johnson, N.T., TurnerLyga M. y Pettegrew, B.(1986). Part-Whole relationships in the processing of small visual patterns. *Memory & Cognition*, 14(1), 516.
- Kimchi, R.(1988). Selective attention to global and local levels in the comparison of hierarchical patterns. *Perception & Psychophysics*, 43, 189198.
- Kinchla, R.A.(1974). Detecting target elements in multielement arrays: A confusability model. *Perception & Psychophysic*, 15, 149-158.
- Kinchla, R.A. y Wolfe, J.M.(1979). The order of visual processing: "Top-down", "Bottom-up" or "Middle-out". *Perception & Psychophysics*, 25, 225-231.
- Lamb, M.R. y Robertson, L.C. (1989). Do response time advantage and interference reflect the order of processing of global and local-level information?. *Perception & Psychophysics*, 46(3), 254-258.
- Lamb, M.R. y Robertson, L.C. (1990). The effects of visual angle on global and local reaction times depends on the set of visual angles presented. *Perception & Psychophysics* 47(5), 489-496.
- Livingstone, M.S. y Hubel, D.H.(1983). Specificity of corticocortical connections in monkey visual system. *Nature*, 304, 531-534.
- Luna, D., Merino, J.M. y MarcosRuiz, R. (1990). Processing dominance of global and local information in visual patterns. *Acta Psychologica*. 73(2), 131-143.
- Lupp, U., Hauske, G. y Wolf, W. (1976). Perceptual latencies to sinusoidal gratings. *Vision Research*, 16, 969-972.
- Paquet, L.M. y Merikle, P.M.(1988). Global precedence in attended and nonattended objects. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 14(1), 89-100.
- Pomerantz, J.R. (1981). Perceptual Organization in Information Processing. En M.P. Kubovy y J.R. Pomerantz (Eds.), *Perceptual Organization*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Pomerantz, J.R.(1983). Global and local precedence: Selective attention in form and motion perception. *Journal of Experimental Psychology: General*, 112(4), 516-540.
- Pomerantz, J.R. (1986). Visual form perception: an overview. En E.C., Nusbaum, H.C. Schwab (Eds.), *Visual Perception. Vol.2*. New York: Academic Press.
- Pylyshyn, Z.W. (1978). Imagery and artificial intelligence. En C. W. Savage (Ed.), *Perception and Cognition: Issues In the foundations of Psychology*. Minneapolis: Minnesota Studies in the Philosophy of Science, University of Minnesota Press.
- Pylyshyn, Z.W. (1983). La naturaleza simbólica de las representaciones mentales. En M.V. Sebastian, *Lecturas de Psicología de la memoria*. Madrid: Alianza Editorial.
- Quinlan, P.T. y Humphreys, G.W. (1987). Visual search for targets defined by combinations of colors, shape, and size: An examination of the task constraints on feature and conjunction searches. *Perception & Psychophysics*, 41(5), 455-472.
- Roth, I. y Frisby, J. (1986). *Perception and representation: A cognitive approach*. Milton Keynes, England: Open University Press.
- Shulman, G.L. y Wilson, J. (1987). Spatial frequency and selective attention to local and global information. *Perception*. 16(1), 89-101.
- Shulman, G.L., Sullivan, M.A., Gish, K. y Sadoka, W.J. (1986). The role of spatial-frequency channels in the perception of local and global structure. *Perception*, 15(3), 259-273.
- Smith, A.P.(1985). The effects of noise on the processing of global shape and local detail. *Psychological Research*, 47, 103-108.
- Treisman, A.(1982). Perceptual Grouping and Attention in Visual Search form Features and form objects. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8(2), 194-214.
- Treisman, A.(1987). Características y objetos del procesamiento visual. *Investigación y Ciencia*, 68-78.
- Treisman, A.(1988). Features and objects: The fourteenth Bartlett memorial lecture. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 40(2), 201-237.
- Treisman, A.G. (1990). Variations on the theme of feature integration: Reply to Navon(1990). *Psychological Review*. 97(3), 460-463.
- Treisman, A.G. y Gelade, G.(1980). A featureintegration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12, 97-136.
- Treisman, A.G. y Schmidt, H.(1982). Illusory conjunctions in the perception of objects. *Cognitive Psychology*, 14, 107-141.

Wandmacher, J. y Arend, U.(1985). Superiority of global features in classification and matching. *Psychological Research*, 47, 143-175.

(Original recibido: 8-7-1991)

Ward, L.M.(1982). Determinants of attention to local and global features of visual forms. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8(4), 562-581.

(Original aceptado: 26-11-1991)

