

REPRESENTACIONES ANALOGICAS EN PERCEPCION Y MEMORIA: IMAGENES, TRANSFORMACIONES MENTALES Y REPRESENTACIONES ESTRUCTURALES

Soledad BALLESTEROS JIMENEZ

Dept. de Psicología Básica. Facultad de Psicología

U.N.E.D

El lenguaje universal del pensamiento defendido por las teorías proposicionales parece que en la actualidad no puede mantenerse. Tras revisar argumentos a favor y en contra de las representaciones analógicas, se señala la necesidad de admitir un código de representación analógico diferente del proposicional. Se presentan algunos resultados experimentales recientes sobre solución de problemas espaciales, percepción y memoria que parecen apuntar a la necesidad de postular la existencia de un sistema de representación estructural de naturaleza presemántica encargado de representar la forma global y la estructura de los objetos, invariante sobre el tamaño y la reflexión de los mismos, que apoya el priming visual observado. Investigación actualmente en marcha trata de determinar la existencia de un sistema de representación háptico y las posibles relaciones entre visión y tacto.

Palabras clave: Representaciones proposicionales y analógicas; Priming; Visión; Tacto; Descripciones estructurales.

Analogical representations in perception and memory: Images, mental transformations and structural representations. The idea of the propositional theories, aiming to prove the existence of an universal language of thought is not adequate. After considering arguments in favor and against, the existence of an analogical representational system, different from the propositional system, is proposed. The revision of recent experimental results in problem solving, perception and memory leads to support the idea that a presemantic structural representational system, invariant over size and reflection, mediates the observed visual priming. The main function of this system is to represent the global structure of visual objects. Ongoing research is directed towards the study of the characteristics of the haptic representational system and the relationships between vision and touch.

Key words: Propositional and analogical representations; Priming; Vision; Touch; Structural descriptions.

El problema de la representación del conocimiento constituye un tema básico para las teorías sobre la percepción, la memoria, y la cognición en general. Preguntas relativas a cómo se almacena, para utilizarse posteriormente, la información que nos llega a través de los sentidos de la vista, tacto, oído, etc., si se trata de una representación analógica o

proposicional, qué tipo de representaciones están a la base de los procesos de memoria implícita y explícita, etc., representan todas ellas, cuestiones básicas que cualquier teoría científica sobre el funcionamiento cognitivo tiene que responder explícitamente. Sin embargo, a pesar de su importancia para la Psicología Cognitiva actual, se trata de un tema objeto de debate (Ballesteros, 1992).

Uno de los presupuestos básicos comunes a los diferentes enfoques de la Psicología Cognitiva actual es el carácter representacional de las funciones psicológicas superiores, desde la percepción, a la comprensión, pasando por la memoria, el pensamiento y la solución de problemas. Recientemente, Cooper y Hochberg (en prensa) han ofrecido importantes argumentos a favor de la necesidad de admitir un nivel conceptual correspondiente a la representación mental de un objeto. Sin embargo, pese a la importancia del tema, no existe hasta el momento una fundamentación teórica clara al respecto. La diversidad de conceptos representacionales diferentes: códigos visuales, códigos espaciales, códigos verbales, isomorfismos de primer orden, isomorfismos de segundo orden, redes semánticas, representaciones proposicionales, rasgos, plantillas, etc, sólo contribuye a crear confusión en torno al tema.

En este trabajo vamos a tratar de justificar con algunos resultados experimentales la necesidad de postular la existencia de representaciones analógicas como una forma de explicar la actuación de los sujetos en una serie de tareas de percepción, memoria y solución de problemas. Primero, señalaremos brevemente las principales características de las representaciones proposicionales, defendidas por la mayoría de los científicos computacionales, para a continuación centrarnos en resultados clásicos y recientes que abogan por la necesidad de admitir un formato representacional de naturaleza analógica.

REPRESENTACIONES PROPOSICIONALES

El formato de *representación proposicional* ha sido el más utilizado por los modelos cognitivos computacionales actuales. A través del mismo se puede representar cualquier información que entre en el sistema cognitivo y que deba estar disponible

para su posterior y eficaz recuperación. El *concepto de proposición* nació dentro de la lógica simbólica y de allí pasó a la Psicología Cognitiva, siendo muy bien aceptado.

Las características definitorias de una proposición son: a) su carácter abstracto, b) su valor de verdad, c) poseer sus propias reglas de formación explícitas, y d) su carácter analítico. El *carácter abstracto de una proposición* indica que no puede identificarse sin más con lo verbal ya que una proposición es más abstracta que una frase. Parece ser que el sistema cognitivo almacena la información en un formato más abstracto que el de las representaciones analíticas propias del lenguaje, de carácter amodal. La idea de *valor de verdad* significa que una proposición puede ser verdadera o falsa, de forma que las proposiciones conllevan siempre un valor de verdad. Sin embargo, como ha señalado Anderson (1978), la utilización de teorías proposicionales no implica la existencia de una teoría psicológica del significado basada en el concepto de verdad. Las proposiciones están basadas en un *conjunto de reglas* que determinan cuando una proposición es buena o mala. Existe una clara diferencia entre la exigencia del modelo lógico y la del modelo psicológico. Mientras el lógico puede limitarse a la utilización de una gramática formal, el psicológico debe basarse en reglas de formación que se correspondan con los procesos psicológicos, siendo precisamente los pares representaciones-procesos los que sirven para predecir la conducta (Anderson, 1978).

La *representación proposicional* es neutra en lo referente a la forma como la información es procesada desde un punto de vista psicológico. Sin embargo, es necesario que los modelos de procesamiento de la información incluyan ciertas suposiciones sobre el procesamiento si se quiere que tengan algún valor explicativo (Paivio, 1986).

Según sus defensores, las proposiciones son los conceptos representacionales más versátiles ya que pueden utilizarse para expresar todo tipo de información. Se asume que todos los conceptos representacionales pueden traducirse al formato proposicional porque permite la obtención de representaciones *analíticas* y *discretas* de conocimiento capaces de ser computadas. No olvidemos que para el paradigma computacional el sistema cognitivo es un instrumento de computación que actúa mediante procesos discretos, independientes de su sustrato fisiológico. Sin embargo, como señalaron Kosslyn y Pomerantz (1977), el principal problema de estos modelos es que son demasiado poderosos debiendo el investigador añadir restricciones a su teoría para adaptar a ella sus datos experimentales. Esto ha llevado a la proliferación excesiva de teorías y modelos totalmente distintos que son capaces de predicciones similares.

REPRESENTACIONES ANALÓGICAS

Una representación es analógica cuando existe un *parecido intrínseco* entre el fenómeno que se quiere representar y la representación mental. Las representaciones analógicas más conocidas son las *imágenes mentales*. Sin embargo, su historia ha estado rodeada de continua controversia. Recordemos, por ejemplo, que el primer paradigma de la Psicología fue un paradigma mentalista, introspeccionista y defensor de la importancia de las imágenes mentales. Sin embargo, más tarde se plantea el problema de la posibilidad de la existencia del pensamiento sin imágenes durante el proceso de solución de problemas, promovido por Külpe, discípulo de Wundt y creador de la Escuela de Wuzburgo. Este desacuerdo provocó una controversia que supuso el comienzo de la caída del paradigma introspeccionista mentalista. Con la

llegada del conductismo, el tema de las imágenes mentales se eludió totalmente por tratarse, según el conductismo, de procesos internos, subjetivos y no observables, imposibles de tratar de una manera científica.

La década de los setenta contempló el resurgimiento de las imágenes mentales siendo la pregunta fundamental planteada si *las imágenes eran o no icónicas* (semejantes a dibujos), en el sentido de opuestas a lo simbólico o proposicional. Algunos laboratorios de Psicología comenzaron a investigar sobre las imágenes mentales porque se trataba de un fenómeno psicológico universal, importante para la Psicología por tratarse de una experiencia fenomenológica y un hecho de conciencia experimentado por gentes de todas las edades y culturas, relacionado con otros procesos psicológicos como la percepción, la memoria, o la solución de problemas. El problema radicaba en encontrar el modo de investigar experimentalmente las propiedades funcionales de las imágenes mentales dado que se trataba de un fenómeno subjetivo, no observable directamente, caracterizado por un decaimiento temporal rápido.

El trabajo pionero de Paivio (1971) sobre las imágenes mentales atrajo la atención hacia la importancia de éstas y contribuye a aumentar el interés por su investigación experimental. Estas investigaciones, junto con las de Shepard y colaboradores, sirvieron para despertar el interés hacia el estudio de las imágenes mentales en Psicología Experimental. Trabajos posteriores pusieron de manifiesto el *valor estructural* de las imágenes mentales intentando demostrar sobre todo sus propiedades analógicas (semejanza con la percepción).

El estudio de Shepard y Metzler (1971) sobre rotación mental de objetos tridimensionales presenta una información sorprendente sobre la función de las imágenes al demostrar que el tiempo de reacción correspondiente a una tarea en la que el su-

jeto tenía que comparar lo más rápidamente posible si dos objetos tridimensionales formados por una serie de cubos unidos entre sí correspondían a representaciones de un mismo objeto, estaba relacionado de *manera lineal* con la disparidad de la posición espacial de los dos objetos. Estos resultados parecían indicar que los sujetos rotaban mentalmente un objeto hasta hacerlo coincidir con la posición del otro, antes de dar la respuesta. Dicho de otro modo, a mayor rotación, el tiempo necesario para completar la tarea era más largo. Resultados similares se obtuvieron con figuras bidimensionales formadas por polígonos aleatorios (Cooper, 1975), caracteres alfanuméricos (Cooper y Shepard, 1973).

Estos resultados sorprendieron a la comunidad científica porque las pruebas que dieron sobre la manipulación mental de dibujos de objetos y caracteres bidimensionales fueron contundentes, a la vez modélicas como formas de investigación en Psicología Experimental. Su importancia radicaba en que parecían demostrar una capacidad básica del sistema cognitivo humano. Lo más destacado de este nuevo enfoque fue que permitió inferir la estructura funcional de los procesos internos de representación y transformación mental a partir de las propiedades temporales de las respuestas de los sujetos tomadas en relación con las propiedades espaciales de los estímulos utilizados en las investigaciones. Sin embargo, estos trabajos fueron posibles gracias al desarrollo experimentado en la metodología sobre *cronometría mental* de mano de psicólogos como Sternberg (1966; 1969) y Posner (Posner y Mitchell, 1967).

El aspecto teórico más importante relacionado con la representación interna de objetos y sus transformaciones hace referencia al grado de correspondencia, o *isomorfismo*, entre los procesos transformacionales y sus referentes externos (Shepard y Cooper, 1982). Los procesos de represen-

tación analógicos en los que se conserva la estructura relacional de las representaciones internas son procesos representacionales diferentes de los procesos simbólicos, en los que dicha relación no se conserva. Con el fin de comprender las relaciones que pueden establecerse entre la representación y lo representado, es importante distinguir entre el isomorfismo llamado "de primer orden" del "*isomorfismo de segundo orden*" (Shepard, 1978; 1981). Nótese que no es necesario que se de un "isomorfismo de primer orden" entre un objeto externo y su correspondiente proceso representacional interno. En palabras de Shepard, la representación de una cosa verde no tiene por qué ser ella misma verde. La relación entre percepción e imagen supone un "isomorfismo de segundo orden", más abstracto que el isomorfismo directo de primer orden.

Lo más importante de estos trabajos es que sirvieron para destacar la existencia de un tipo de representación analógica continua, frente a los intentos de los que defendían un formato representacional único y trataban de explicar las funciones cognitivas a través del mecanismo computacional de la máquina de Turing, la computadora digital serial que procesa los símbolos discretos contenidos en las proposiciones.

Actualmente el tema de las imágenes mentales sigue generando gran interés. De aquí que un buen número de trabajos recientes estén relacionados con la influencia de la orientación en el reconocimiento e identificación de objetos visuales (Corballis, 1988; Corballis y Cullen, 1986; Folk y Luce, 1987; Jolicoeur, 1985; Takano, 1989; Tarr y Pinker, 1989), la importancia del marco de referencia en la rotación mental de objetos (McMullen y Jolicoeur, 1989; Robertson, Palmer y Gómez, 1987), el principio del alineamiento hacia atrás (Koriat, Norman y Kimchi, 1991), por citar sólo algunos trabajos recientes.

Propiedades espaciales de las imágenes mentales.

Una segunda línea de investigación centrada en el estudio de las *propiedades espaciales de las imágenes mentales* ha sido desarrollada por Kosslyn y colaboradores utilizando la técnica de escrutinio de imágenes a partir del movimiento mental necesario para trasladarse desde una localización imaginada a otra. Su principal objetivo era intentar averiguar si los sujetos utilizaban imágenes o proposiciones para recuperar información sobre un objeto. Para conseguir este objetivo infirieron la forma de la representación en las imágenes mentales de localizaciones y distancias teniendo en cuenta el tiempo necesario para realizar este examen. Los resultados apuntaban a que *las imágenes mentales preservan las relaciones espaciales sobre superficies* bidimensionales (Kosslyn, Ball y Reiser, 1978) y tridimensionales (Pinker, 1980; Pinker y Kosslyn, 1978).

Estos trabajos sirvieron para formular un modelo computacional sobre cómo la información se despliega visualmente en un tubo de rayos catódicos y simula la generación de imágenes. El programa (Kosslyn, 1980, 1981) se basa en que las imágenes son una forma de representar información que sirven para transformar ésta de manera que imite aspectos del ambiente y consta de dos componentes. *El primero* consiste en la “*representación de superficie*” que es una representación casi pictórica que se produce en un medio espacial y proporciona la experiencia de la imagen aunque tiene un grado de resolución limitado y transitorio como corresponde a la memoria visual a corto plazo. *El segundo componente* corresponde a la “*representación profunda*” que está formada por la información contenida en la memoria a largo plazo y se utiliza para generar la representación de superficie.

Kosslyn propone dos tipos de representaciones en la memoria a largo plazo, una literal y otra proposicional. *La información literal* consiste en codificaciones de diferentes aspectos de un objeto, incluyendo información del objeto visto desde varios puntos de vista. *La información proposicional* describe un objeto o escena y puede usarse para unir representaciones que pueden aparecer en relaciones espaciales diferentes en el almacén visual.

El programa tiene la ventaja de permitir la simulación por ordenador de imágenes mentales evitando el problema del homúnculo (Pylyshyn, 1973), ya que funciona sin necesidad de que ningún “hombrecillo” tenga que leer las imágenes, a la vez que permite estudiar las interacciones entre los diversos componentes del programa. Su principal dificultad, como ocurre con otros programas basados en analogías computacionales de procesos cognitivos, es que gana poder explicativo mientras pierde poder predictivo. La forma en que los distintos componentes se coordinan en el modelo depende arbitrariamente de los resultados de los experimentos sobre imágenes y aunque los resultados hubiesen sido diferentes, el modelo habría sido capaz de explicarlos.

Estudios posteriores (Kosslyn, Reiser, Farah y Fliegel, 1983) han ampliado el trabajo anterior en un intento por comprender la naturaleza del sistema de procesamiento en el que surgen las imágenes mentales. En definitiva, los resultados experimentales confirmaron que: a) las imágenes podían almacenarse en unidades separadas, b) se podía usar información descriptiva para coordinar las unidades dentro de una escena imaginada, c) las imágenes compuestas de muchas partes se construyen mediante la inspección de las partes ya existentes en la imagen, y d) el tiempo necesario para imaginar una unidad no es constante.

Debate en torno al formato representacional

Debido a limitaciones de espacio, sólo vamos a hacer referencia a los principales argumentos esgrimidos en torno a este largo debate sobre el formato en que se construyen las representaciones mentales. Junto a las investigaciones citadas en el apartado anterior, surgieron otras que cuestionaban el formato representacional analógico. El más contundente detractor de las imágenes mentales ha sido Pylyshyn (1973, 1981, 1984), aunque también otros han criticado la representación por imágenes (véase Anderson y Bower, 1973; Anderson, 1978; Kintsch, 1974; Clark y Chase, 1972, entre otros).

Para Pylyshyn (1973) el concepto de representación analógica estaba basado en una noción equivocada que mantiene que representar es “como ver una fotografía”. Esta forma de interpretar la representación caracteriza la *metáfora de la imagen como una fotografía* existente dentro del cerebro que necesitar a de un “homúnculo” que la interpretara, por lo que deber a haber un segundo homúnculo que interpretara al primero, lo que llevar a una regresión infinita (Funcionalismo Homuncular). Esta metáfora sugiere que lo que se recupera mediante la imagen es una se al no estructurada que más tarde ser procesada por el sistema perceptivo. El almacenamiento de señales en bruto, ocupar a un gran espacio y consumir a gran cantidad de recursos cerebrales.

Ante esta crítica, Shepard (1978) y Kosslyn y Pomerantz (1977), se apresuraron a aclarar que la imagen mental compartía muchas características con un *percepto*, no con una fotografía (Fara, 1985, 1988; Finke y Shepard, 1986). Los experimentos sobre escudriñamiento visual han proporcionado un apoyo razonable al principio de *equivalencia espacial* y son generalmente

consistentes con la propuesta de Kosslyn y colaboradores de que las imágenes mentales preservan la estructura espacial de superficies físicas (Finke, 1989).

La postura computacional-proposicional de Pylyshyn (1984) le lleva a mantener que el conocimiento se representa de manera proposicional. Según Pylyshyn, la arquitectura funcional incluye las operaciones básicas del sistema fisiológico existiendo dos tipos diferentes de procesos, los *cognitivamente penetrables* y los *cognitivamente impenetrables*. Los primeros, pueden ser influidos por los procesos conscientes del sujeto mientras que los segundos forman parte de la arquitectura funcional del sistema y se ejecutan automáticamente. Según Pylyshyn, las imágenes mentales son cognitivamente penetrables porque el sujeto puede desplazar su atención de un lugar a otro de la imagen y puede variar la velocidad de escrutinio de la misma. Para Pylyshyn la matriz superficial de la teoría de Kosslyn es poco importante porque su interpretación depende del sujeto y no existen funciones intrínsecas sino que son interpretables y modificables. De aquí que las imágenes mentales no pertenezcan al soporte físico y sólo sean epifenómenos de los elementos simbólicos. Kosslyn respondía a la crítica sobre el *conocimiento tácito* que tienen los sujetos de cómo escudriñar distancias, lo que según Pylyshyn podía dar cuenta del aumento del tiempo de inspección sin que necesariamente reflejara las propiedades espaciales de las imágenes, señalando que la explicación del conocimiento *tácito* estaba basada en tres suposiciones que a n en el caso de que se dieran todas ellas, la explicación tendría poco poder explicativo. Estas tres suposiciones son: 1) que la propia tarea sugiera que debe realizarse una simulación mental del movimiento físico; 2) que el sujeto posea el conocimiento *tácito* de cómo deber a hacer el movimiento; y 3) que fuera capaz de aplicar este conocimiento para re-

alizar la simulación mental. Esto significa que si el conocimiento que se tiene carece de restricciones, todos los resultados sobre las imágenes podrían explicarse a través de este concepto.

En este debate, parece que Kosslyn ostenta una posición más segura que Pylyshyn ya que su teoría y su programa de simulación se encuentran apoyados por una gran cantidad de datos experimentales, cosa que falta a Pylyshyn, que se apoya únicamente en razones conceptuales y en una visión estrecha de computación, que está aferrada a la *visión fuerte de la metáfora* del ordenador en la que la noción de símbolo separado constituye la base de toda comprensión formal y de todos los sistemas de pensamiento.

REPRESENTACIONES ESTRUCTURALES EN LA MEMORIA Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Un número importante de resultados actuales parecen apoyar la existencia de representaciones estructurales, de naturaleza analógica, que estarían a la base de actuación en diferentes tareas cognitivas como solución de problemas, memoria y reconocimiento de objetos visuales.

Cooper (1989, 1990) ha mostrado que en una tarea de solución de problemas espaciales en la que se presentan dos vistas bidimensionales desconectadas de las superficies de un objeto, los sujetos construyen representaciones mentales en las que se preserva la información sobre la estructura tridimensional del objeto, aun cuando la información bidimensional sea suficiente para resolver el problema, y los sujetos no piensan que esta estrategia sea importante para el reconocimiento posterior de los mismos (reconocimiento incidental). De estos resultados parece desprenderse que los sujetos construyen modelos mentales que contienen información sobre la estructura tridimensional de los objetos. Estas *representaciones*

estructurales constituyen un modo útil de codificar la información sobre los objetos que favorece la actuación en la solución de problemas y el posterior reconocimiento visual de los mismos.

Otro fenómeno de considerable interés teórico que está siendo ampliamente investigado actualmente es el estudio de la naturaleza de las representaciones que están a la base de la actuación en dos tipos de tareas de memoria diferentes destinadas a evaluar la memoria implícita y explícita. La *Memoria implícita* supone la recuperación no intencional de experiencias previas, mientras que la *memoria explícita* hace referencia a la recuperación consciente de experiencias previas evaluadas generalmente a través de pruebas típicas de recuperación y reconocimiento. Aunque al principio la mayor parte de los estudios sobre priming (o memoria implícita) utilizaron como estímulos materiales verbales, algunos trabajos recientes han utilizado materiales no verbales familiares (Biederman & Cooper, 1991, 1992) y no familiares (Ballesteros y Cooper, 1992; Cooper, Schacter, Ballesteros y Moore, 1990, 1992; Musen & Treisman, 1990; Schacter, Cooper & Delaney, 1990; Schacter, Cooper, Delany, Peterson & Tharan, 1991).

Concretamente los trabajos de Schacter y asociados han utilizado dibujos lineales de objetos tridimensionales no familiares. La mitad de estos dibujos, que por ser no familiares carecían de representaciones previas en la memoria, representaban objetos posibles (que podían existir en el mundo tridimensional), mientras la otra mitad correspondían a objetos imposibles (cuyas superficies y bordes contenían violaciones que no permitían que existieran en el mundo tridimensional). Los resultados más importantes mostraron la existencia de priming en la tarea de decisión del objeto (en la que había que indicar si se trataba de un objeto posible o imposible) sólo cuando las

tareas de estudio utilizadas exigían la codificación de información de la estructura tridimensional de los objetos. En esta fase estudio los sujetos tenían que decidir si cada objeto miraba hacia la derecha o hacia la izquierda. Otras condiciones que exigían la codificación semántica o elaborativa de los objetos, o atender a los rasgos visuales locales de los mismos (n mero de l neas verticales y horizontales) no produjeron priming. Además, es importante se alar un resultados sistemático: sólo se produjo priming para los objetos posibles, nunca para los imposibles (carentes de una estructura tridimensional definida). Finalmente, se observó además una marcada disociación entre la actuación en pruebas de memoria implícita y explícita. Mientras ciertas manipulaciones experimentales que exigían la elaboración semántica de los objetos estudiados, o el n mero de presentaciones de la lista de objetos estudiados, produjo mejor actuación en tareas de memoria explícita, no produjeron priming.

A partir de estos resultados Schacter et al., (1990) concluyeron que el priming observado se debía a la construcción n de una representación mental de las relaciones tridimensionales que definen la estructura de los objetos. Este *sistema estructural* es distinto y separable funcionalmente del sistema episódico que sustenta la actuación en pruebas de memoria explícita. Mientras el sistema episódico incluye información semántica, asociativa y sobre los rasgos visuales locales de los objetos, *el sistema de descripción estructural*, es de naturaleza presemántica y está especializado en la representación de la forma global y la estructura de los objetos. Estos autores, lo mismo que otros investigadores, consideran que la computación de una representación sobre las relaciones estructurales entre los componentes de un objeto es la función principal de la visión de alto nivel (Biederman, 1987; Marr, 1982; Palmer, 1975).

En otro trabajo, Cooper, Schacter, Ballesteros y Moore (1990, 1992) estudiaron la naturaleza de la información contenida en las descripciones estructurales de los objetos tridimensionales no familiares. Partiendo de la hipótesis de que sólo se preservaban las relaciones entre las partes componentes de los objetos en las representaciones estructurales de los mismos, pensamos que otros aspectos irrelevantes para la codificación de estas relaciones globales no deberían estar contenidos en dichas representaciones mentales. El planteamiento experimental consistía en averiguar si la información sobre el tamaño (grande o pequeño) de los objetos y su orientación (normal o en espejo) se encontraba codificada en las representaciones estructurales que apoyan la existencia de priming. Nuestro razonamiento consistió en suponer que si las manipulaciones experimentales de estas variables de la fase-estudio a la fase-prueba, reducían o modificaban el priming obtenido, o la memoria explícita, habría que concluir que el sistema de representación que sustenta la actuación en estas tareas de memoria no preservaba la información que estábamos manipulando. Por el contrario, si el priming o los efectos de memoria explícita se mantenían a pesar de los cambios introducidos desde una fase experimental a otra, habría que concluir que el *sistema de representación estructural* no era sensible a esas dimensiones manipuladas en nuestros experimentos.

En el primer estudio manipulamos el tamaño de los objetos (el tamaño grande era 2,5 veces mayor que el pequeño) de la fase estudio a la fase-prueba, y en el segundo, la orientación (derecha o izquierda) de los mismos. En ambos casos, encontramos que existía priming en la tarea de decisión del objeto a pesar de las transformaciones en tamaño y orientación de la fase-estudio a la fase-prueba. Sin embargo, la memoria de reconocimiento (memoria explícita) fue sig-

nificativamente peor tras estas transformaciones, lo que supone una prueba más a favor de la existencia de dos sistemas diferentes de memoria.

En conjunto, los resultados obtenidos parecen apoyar la existencia de dos sistemas representacionales diferentes responsables del priming y del reconocimiento, respectivamente (Schacter *et al.*, 1990; Tulving & Schacter, 1990). Uno ser a un *sistema de representación estructural*, presemántico, que construye representaciones de los objetos que no varían cuando se modifica su tamaño o su orientación (derecha o izquierda); y un segundo *sistema episódico*, en el que parecen que están representadas estas transformaciones de los objetos como propiedades representacionales distintivas.

En otro estudio (Ballesteros y Cooper, 1992) hemos extendido el priming visual de patrones bidimensionales, no familiares, utilizando una tarea de memoria implícita de naturaleza perceptiva en la que los sujetos tenían que detectar si los patrones visuales eran simétricos o asimétricos en condiciones de codificación estructural. El efecto priming fue significativo tanto para patrones simétricos como asimétricos, siendo superior para los simétricos. Además, encontramos un priming importante para patrones con simetría oblicua frente a aquellos con simetría vertical. Mientras la actuación con los patrones estudiados fue semejante para ambos tipos de simetría, la actuación de línea base (patrones no estudiados) fue superior para aquellos con simetría vertical frente a los de simetría oblicua. Este resultado puede interpretarse como una confirmación de la facilidad para percibir patrones con simetría vertical comparado con aquellos con simetría oblicua. El reconocimiento explícito, sin embargo, fue mejor para patrones simétricos que para asimétricos. Estos resultados, junto a los obtenidos con los objetos tridimensionales, no familiares, sugieren que la interpretación clásica

del priming como resultado de la activación de representaciones previamente existentes en la memoria semántica no es adecuada, ya que un primer encuentro con el objeto visual parece suficiente para permitir la representación del objeto que supuestamente subyace al priming observado.

En este momento, una nueva línea de investigación que estamos realizando en nuestro laboratorio (Ballesteros, 1991; Ballesteros, en prensa) está dirigida a estudiar el tipo de representaciones mentales que subyacen a la codificación háptica de objetos comunes y patrones realizados bidimensionales no familiares, para los que no existen representaciones mentales previas en la memoria de los sujetos, con el fin de intentar averiguar las características del sistema háptico y las relaciones existentes entre los sistemas perceptivos visual y háptico.

CONCLUSIONES

A la vista de los argumentos presentados, parece poco sensato continuar con la búsqueda de un *lenguaje universal del pensamiento*. Las diversas formalizaciones difieren en su propósito fundamental, próximo en unos casos a la Inteligencia Artificial (Schank, 1973; Norman y Rumelhart, 1975), o a la Psicología, en otros (Anderson y Bower, 1973). Los modelos propuestos difieren en el tratamiento del *componente declarativo y procedimental*, representados en un mismo formato proposicional, en unos casos, y en formato diferente en otros; entienden de manera diferente la naturaleza de los predicados; emplean distintas notaciones y se refieren a distintos dominios explicativos. En definitiva, las diferencias no pueden ser mayores por lo que la idea que había guiado a las teorías proposicionales, basada en la posibilidad de descubrir el *lenguaje universal del pensamiento*, parece más lejana y difícil de conseguir que nunca. Una posición sensata ser a aceptar la exis-

tencia de varios lenguajes en lugar de uno único como habían defendido los psicólogos proposicionalistas (Fodor, 1975).

Los estudios sobre rotación de imágenes mentales apuntan a que se trata de un proceso análogo en el que los estadios intermedios de procesamiento tienen una correspondencia puntual con los estadios intermedios de rotación de un objeto externo. El fondo del debate radica en la necesidad de postular un tipo de *representación analógica* y continua, distinta de las representaciones y procesos proposicionales, abstractos y discretos, que habían sido los favorecidos por el modelo computacional dominante y habían servido para caracterizar la representación del conocimiento proveniente de la información verbal.

La necesidad de admitir un tipo de representación analógica parece necesaria. Basándonos en resultados experimentales recientes, surgidos en un área de investigación en la que confluyen percepción y reconocimiento de objetos espaciales y memoria, puede postularse la existencia de dos sistemas de representación: *un sistema de representación estructural*, muy relacionado con la percepción, de carácter abstracto, en el que estarían representadas la forma global y la estructura de los objetos, que construye representaciones invariantes sobre el tamaño y la reflexión, y un *sistema de representación episódico*, que codifica estas transformaciones en la memoria. In-

vestigación actualmente en marcha intenta aclarar si el sistema de codificación háptico construye el mismo tipo de representaciones mentales sobre la estructura de los objetos que las encontradas en la investigación sobre percepción y memoria visual, o si por el contrario dicho el sistema háptico dispone de unos sistemas representacionales propios.

Agradecimientos

Los estudios de la autora que se citan en este trabajo se realizaron en su mayor parte durante su estancia en Columbia University (Estados Unidos), curso 1989-90 con una Ayuda de Movilidad del Personal Investigador (DGICYT), y en 1990-91 con una Estancia de Año Sabático concedida por la UNED. Agradezco a ambas instituciones, Columbia University y Universidad Nacional de Educación a Distancia, y a la Dirección General de Investigación Científica y Técnica, los recursos que pusieron a mi alcance. Deseo finalmente expresar mi agradecimiento a la Dra. Lynn A. Cooper, Directora del Psychology Department, Columbia University, en cuyo laboratorio trabajé durante este período, por su colaboración y apoyo.

El trabajo sobre percepción y memoria háptica se está realizando en la UNED financiado con una Ayuda de la DGICYT, Proyecto PB90-0003, y dos ayudas de Infraestructura de Investigación concedidas por Vicerrectorado de Investigación de la UNED, en 1991 y 1992, respectivamente.

REFERENCIAS

- Anderson, J. R. (1978). Arguments concerning representations for mental imagery. *Psychological Review*, 85, 249-277.
- Anderson, J. R. y Bower, G. H. (1973). *Human associative memory*. Washington D. C.: W. H. Winston and Sons, Inc. Traducción española (1977) México: Limusa.
- Ballesteros, S. (November, 1991). *Haptic perception and forms of memory for three-dimensional objects and bidimensional patterns: A project*. Paper presented at the Annual Meeting of the Tactile Research Group, San Francisco, California.
- Ballesteros, S. (1992). La representación del conocimiento en los sistemas conexionistas. *Psicothema*, 4 (2).

- Ballesteros, S. (en prensa). Percepción háptica de objetos y patrones realizados. *Revista de Psicología General y Aplicada*.
- Ballesteros, S. y Cooper, L. A. (July, 1992). *Perceptual priming for two dimensional patterns following visual presentation*. Paper presented at the XXV International Congress of Psychology, Brussels, Belgium.
- Biederman, I. (1987). Recognition by components: A theory of human image understanding. *Psychological Review*, 94, 115-147.
- Biederman, I. y Cooper, E. E. (1991). Evidence for complete translational and reflectional invariance in visual object recognition. *Perception*, 20, 585-593.
- Biederman, I. y Cooper, E. E. (1992). Size invariance in visual object priming. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18, 121-133.
- Clark, H. H., y Chase, W. G. (1972). On the processing of comparing sentences against pictures. *Cognitive Psychology*, 3, 472-517.
- Cooper, L. A. (1975). Mental rotation of random two dimensional shapes. *Cognitive Psychology*, 7, 20-42.
- Cooper, L. A. (1989). Mental models of the structure of three-dimensional objects. En B.E. Shepp y S. Ballesteros (Eds.), *Object perception: Structure and process* (pp. 91-119). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cooper, L. A. (1990). Mental representation of three-dimensional objects in visual problem solving and recognition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16, 1097-1106.
- Cooper, L. A., y Hochberg, J. (en prensa). Objects of the mind: Mental representations in visual perception and cognition. En S. Ballesteros (Ed.), *Cognitive approaches to human perception*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cooper, L. A., Schacter, D. L., Ballesteros, S., y Moore, C. (November, 1990). *Priming of structural representations of three-dimensional objects*. Paper presented at the 31st Annual Meeting of the Psychonomic Society, New Orleans, Louisiana.
- Cooper, L. A., Schacter, D. L., Ballesteros, S., y Moore, C. (1992). Priming and recognition of transformed three-dimensional objects: Effects of size and reflection. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 18, 43-57.
- Cooper, L. A., y Shepard, R. N. (1973). Chronometric studies of the rotation of mental images. En W. G. Chase (Ed.), *Visual information processing*. New York: Academic Press.
- Corballis, M. C. (1988). Recognition of desoriented shapes. *Psychological Review*, 95, 115-123.
- Corballis M. C., y Cullen, S. (1986). Decisions about the axes of disoriented shapes. *Memory and Cognition*, 14, 27-38.
- Farah, M. J. (1985). Psychological evidence for a shared representational medium for mental images and percepts. *Journal of Experimental Psychology: General*, 114, 91-103.
- Farah, M. J. (1988). Is visual imagery really visual?. Overlooked evidence from neuropsychology. *Psychological Review*, 95, 307-317.
- Finke, R. A. (1989). Principles of mental imagery. Cambridge, MA: MIT Press.
- Finke, R. A., y Shepard, R. N. (1986). Visual functions of mental imagery, (pp. 37/1-37/55). En K.R. Boff, L.I. Kaufman y J.P. Thomas (Eds.), *Handbook of perception and human performance*, Vol. II. New York: John Wiley and Sons.
- Fodor, J. A. (1975). *The language of thought*. New York: Crowell.
- Folk, M. D., y Luce, R. D. (1987). Effects of stimulus complexity on mental rotation rate of polygons. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 13, 395-404.
- Jolicoeur, P. (1985). The time to name disoriented natural objects. *Memory and Cognition*, 13, 289-303.
- Kintsch, W. (1974). *The representation of meaning in memory*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Koriat, A., Norman, J., y Kimchi, R. (1991). The recognition of rotated letters: Extracting

- transformational invariance across successive and simultaneous stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 17, 444-457.
- Kosslyn, S. M. (1980). *Image and mind*. Cambridge: Harvard University Press.
- Kosslyn, S. M. (1981). The medium and the message in mental imagery: A theory. *Psychological Review*, 88, 46-66.
- Kosslyn, S. M., Ball, T., y Reiser, B. J. (1978). Visual images preserve metric spatial information: Evidence from studies of image scanning. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 4, 47-60.
- Kosslyn, S. M., y Pomerantz, J. R. (1977). Imagery, propositions, and the form of the internal representations. *Cognitive Psychology*, 9, 52-76.
- Kosslyn, S. M., Reiser, B. J., Farah, M. J., y Fliegel, S. L. (1983). Generating visual images: Units and relations. *Journal of Experimental Psychology: General*, 112, 2, 278-303.
- Kosslyn, S. M., y Schwartz, S. P. (1977). A data driven simulation of visual imagery. *Cognitive Science*, 9, 52-76.
- Marr, D. (1982). *Vision*. San Francisco: Freeman. Versión en español (1985), Madrid: Alianza Psicología.
- McMullen, P. A. y Jolicoeur, P. (1989). The spatial frame of reference in object naming and discriminations of left-right reflections. *Memory y Cognition*, 18, 87-121.
- Musen, G. (1991). Effects of Verbal labeling and exposure duration on implicit memory for visual patterns. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 17, 954-962.
- Musen, G., y Treisman, A. (1990). Implicit and explicit memory for visual patterns. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16, 127-137.
- Norman, D. A., y Rumelhart, D. E. (1975). *Explorations in cognition*. San Francisco: W. H. Freeman and Company.
- Paivio, A. (1971). *Imagery and verbal processes*. New York: Holt, Rinehart, and Wiston.
- Paivio, A. (1986). *Mental representations*. New York: Oxford University Press.
- Palmer, S. E. (1975). Visual perception and world knowledge: Notes on a model of sensory-cognitive interaction. En D. A. Norman y D. E. Rumelhart (Eds.), *Explorations in cognition*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Pinker, S. (1980). Mental imagery and the third dimension. *Journal of Experimental Psychology: General*, 109, 354-371.
- Pinker, S., y Kosslyn, S. M. (1978). The representation and manipulation of three-dimensional space in mental images. *Journal of Mental Imagery*, 2, 69-84.
- Posner, M. I., y Mitchell, R. F. (1967). Chronometric analysis of classification. *Psychological Review*, 74, 392-409.
- Pylyshyn, Z. W. (1973). What the mind's eye tells the mind's brain. *Psychological Bulletin*, 80, 1-24.
- Pylyshyn, Z. W. (1981). The imagery debate: Analogue media versus tacit knowledge. *Psychological Review*, 87, 16-45.
- Pylyshyn, Z. W. (1984). *Computation and cognition. Toward a foundation for cognitive science*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Robertson, L. C., Palmer, S. E., y Gomez, L. M. (1987). Reference frames on mental rotation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 13, 368-379.
- Schacter, D. L., Cooper, L. A., y Delaney, S. M. (1990). Implicit memory for visual objects depends on access to structural descriptions. *Journal of Experimental Psychology: General*, 119, 5-24.
- Schacter, D. L., Cooper, L. A., Delaney, S. M., Peterson, M. M. A., y Tharan, M. (1991). Implicit memory for possible and impossible objects: Constraints on the construction of structural descriptions. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 17, 3-19.
- Schank, R. C. (1973). Identification and conceptualization underlying natural language. En R. C. Schank y K. M. Colby (Eds.), *Computer models of thought and language*. San Francisco: Freeman.

- Shepard, R. N. (1978). The mental image. *American Psychologist*, February, 125-137.
- Shepard, R. N. (1981). Psychophysical complementarity. En M. Kubovy y J. R. Pomerantz (Eds.), *Perceptual organization*, (pp. 279-341). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Shepard, R. N. y Cooper, L. A. (1982). *Mental images and their transformations*. Cambridge: MIT Press.
- Shepard, R. N. y Metzler, J. (1971). Mental rotation of threedimensional objects. *Science*, 171, 701-703.
- Sternberg, S. (1966). Highspeed scanning in human memory. *Science*, 153, 652-654.
- Sternberg, S. (1969). The discovery of processing stages: Extension of Donders' method. *Acta Psychologica*, 30, 276-315.
- Takano, Y. (1989). Perception of rotated forms: A theory of information. *Cognitive Psychology*, 21, 159.
- Tarr, M. J., y Pinker, S. (1989). Mental rotation and orientation-dependence in shape recognition. *Cognitive Psychology*, 21, 233-282.
- Tulving, E., y Schacter, D. E. (1990). Priming and human memory systems. *Science*, 247, 901-396.