

Modelos de procesamiento de información en psicología

POR
MANUEL ATO GARCIA

I. EL ENFOQUE DE PROCESAMIENTO DE INFORMACION

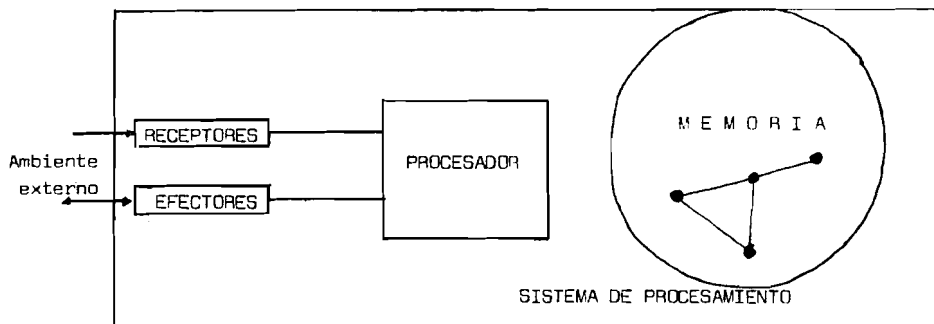
El denominado «enfoque de procesamiento de información» es un modo ordenado y coherente de estudiar experimentalmente las tareas cognitivas realizadas por el hombre, y cuya característica fundamental es la consideración del ser humano como un procesador de información.

Muchos autores suelen proponerlo como un nuevo paradigma (en el sentido de KUHN, 1970) de la psicología experimental; por ejemplo, ANDERSON Y BORKOWSKI, 1978; RUMELHART, 1977; MASSARO, 1975a, pero es más común la concepción de enfoque dominante dentro del espectro multiparadigmático de la psicología cognitiva (véase a este respecto la documentada exposición de MAYOR, 1980), entendida ésta como un modo de descripción alternativo a otros modos posibles dentro de la psicología científica, como en otro tiempo lo fuera el enfoque asociacionista dentro del conductismo.

Como ha apuntado ESTES (1978, pág. 2), ha surgido «...de la conjunción de un método con un conjunto de conceptos. El método tuvo su origen en los primeros laboratorios de psicología experimental y se refiere al uso de los tiempos de reacción para estudiar los procesos mentales; ... los conceptos proceden de la teoría de la información, que comenzaron a filtrarse en la psicología hacia la mitad del siglo... El cambio crítico en el marco de referencia asociado con este enfoque moderno

fue el cambio de los datos básicos obtenidos en forma de *descripciones de estímulos y respuestas* a datos básicos expresados en términos de *transformaciones de información*» (el subrayado es nuestro).

El argumento conceptual del enfoque de procesamiento de información se encuentra en lo que NEWELL y SIMON (1972, págs. 20 y ss.) han denominado *Sistema de procesamiento de información*, y que en su nivel básico consta de un sistema sensorial, un generador de respuesta, una memoria y un procesador central:



Newell y Simon, 1972

NEWELL y SIMON (1972, págs. 21 y ss.) han resumido la descripción de las capacidades de un sistema de procesamiento de información en los siguientes apartados:

1. Existe un conjunto de elementos denominados «símbolos».
2. Una «estructura simbólica» consta de un conjunto de ejemplos u ocurrencias («tokens») de símbolos conectados por un conjunto de relaciones.
3. Una «memoria» es un componente de un sistema de procesamiento capaz de almacenar y retener estructuras simbólicas.
5. Un «procesador» es un componente de un sistema de procesamiento, que consta de:
 - un conjunto (fijo) de «procesos de información elementales»;
 - una memoria a corto plazo que mantiene las estructuras simbólicas de entrada y salida de los procesos de información elementales;
 - un «intérprete» que determina la secuencia de procesos de información elementales a ejecutar por el sistema de procesa-

miento en función de las estructuras simbólicas de la memoria a corto plazo.

6. Una estructura simbólica designa (o equivalentemente, apunta o se refiere a) un objeto si existen procesos de información que admiten la estructura simbólica como entrada y:
 - o afecta al objeto;
 - o produce, como salida, estructuras simbólicas que dependen del objeto.
7. Una estructura simbólica es un «programa» si:
 - el objeto que designa es un proceso de información;
 - el intérprete, una vez enfrentado con el programa, puede ejecutar el proceso designado.
8. Un símbolo es «primitivo» si su designación (o su creación) viene fijada por los procesos de información elementales o por el ambiente exterior del sistema de procesamiento de información.
9. El término indefinido «objeto» se usa en las definiciones anteriores para abarcar al menos tres tipos de cosas:
 - a) Estructuras simbólicas almacenadas en una u otra de las memorias del sistema, que a menudo se clasifican en:
 - estructuras de datos;
 - programas (cf. definición 7).
 - b) Procesos que el sistema de procesamiento es capaz de ejecutar.
 - c) Un ambiente externo de estímulos *sensibles* (legibles). La «lectura» consiste en crear en la memoria estructuras simbólicas internas que designan estímulos externos; la «escritura» es la operación inversa de crear respuesta en el ambiente externo que son designadas por estructuras simbólicas internas.

Lo más destacado de esta descripción de un *Sistema de procesamiento de información* es la capacidad del sistema para representar los eventos y objetos ambientales por medio de símbolos y estructuras simbólicas y para manipular tales representaciones. Un *Sistema de procesamiento de información* sólo puede «reconocer» si dispone de una memoria; debe procesar también los símbolos, y, por ende, disponer de un conjunto de procesos de información elementales —p.i.e.— (lectura, codi-

ficación, reconocimiento, almacenamiento, etc.) susceptibles de concatenarse formando complejas rutinas a fin de lograr la mayor versatilidad del sistema. Pero lo más importante, desde nuestro punto de vista, es que tales procesos de información elementales pueden representarse, como los objetos y eventos ambientales, en forma simbólica. Esta importante característica, a saber, el procesamiento de sus propios procesos, es quizás el requisito esencial de lo que denominamos «conducta inteligente».

II. SUPUESTOS DEL ENFOQUE DE PROCESAMIENTO DE INFORMACION

En torno al argumento central del enfoque de procesamiento de información existe un conjunto de supuestos que caracterizan este revolucionario modo de pensar. Muchos autores (MASSARO, 1975 *b*); RUKELHART, 1977; LACHMAN, LACHMAN y BUTTERFIELD, 1979, HABER y HERSHENSON, 1980, MARC DE MEY, 1980; MOATES Y SCHUMACHER, 1980; CLAXTON, 1980) han presentado un detallado análisis de tales supuestos, entre los cuales cabría destacar los siguientes:

1. El supuesto fundamental es que *existe un número de operaciones mentales, denominadas Etapas de procesamiento (processing stages) que ocurren entre el estímulo y la respuesta*. Las operaciones de una etapa de procesamiento consumen una determinada cantidad de tiempo, usualmente medida en milisegundos, y suceden con tal rapidez que no somos conscientes de su ejecución y, por ende, no son accesibles a la introspección (POSNER, 1978).

Este supuesto implica que todo estímulo posee una información potencial (GARNER, 1970) que determina el inicio de una secuencia de etapas (que se corresponden con transformaciones de la información contenida en representaciones internas del estímulo), cada una de las cuales opera sobre la información recibida de una etapa anterior, transformándola de un modo característico para ponerla a disposición de la etapa siguiente del procesamiento (MASSARO, 1975 *a*), pp. 19-20).

La información se puede depositar y retener a lo largo de las diversas etapas que componen la secuencia (*almacenamiento o memoria*). El uso de la información por parte del sistema de procesamiento supone la aplicación de determinadas *operaciones* de transformación de tal información. La colocación de la información en

una memoria supone un «proceso de entrada» (read-in process) y un proceso de salida» ('read-out process'). Uno de los procesos de salida más importantes es el *proceso de exploración* ('scanning'), por el cual la información se procesa sistemáticamente en porciones. Cuando tales porciones se tratan sucesivamente, el procedimiento se denomina *procesamiento serial*; si se tratan simultáneamente, el procedimiento recibe el nombre de *procesamiento paralelo*.

La analogía con el computador es obvia. Para comprender el modo de funcionamiento de un computador bastaría con conocer la secuencia de transformaciones realizadas por el sistema sobre la información de entrada y las condiciones bajo las cuales se aplican tales transformaciones (RUMELHART, 1977, págs. 1-2). La comprensión de la mente humana se dirige al conocimiento de la secuencia de transformaciones realizada por el sistema de procesamiento sobre la información de entrada y las condiciones bajo las cuales ocurre tal secuencia.

Como han apuntado HABER y HERSHENSON (1980, pág. 294) es la identificación de los procesos, junto con la determinación de su posición e impacto en la secuencia, la tarea fundamental de los teóricos del enfoque de procesamiento de información.

2. Un segundo supuesto es que *el tiempo total* que transcurre desde la presentación de un estímulo a la ocurrencia de una respuesta *puede descomponerse en intervalos de tiempo* independientes de una duración definida, cada uno de los cuales se caracteriza por una operación distinta. Para facilitar su comprensión, tales operaciones suelen representarse por medio de un *diagrama de flujo* o modelo de procesamiento que describe gráficamente los dos componentes o constructos usualmente utilizados por tales modelos (MASSARO, 1975 a), pág. 19):

- un *componente estructural*, que describe la naturaleza de la información en una etapa particular d eprocesamiento;
- un *componente funcional*, que describe las operaciones de una etapa particular.

Un diagrama de flujo es un gráfico que presenta las etapas de procesamiento, ya sean internas al sistema o inherentes a la solución de algún problema. Suelen usar símbolos para representar las operaciones, el flujo de información, los procesos componentes y las transformaciones de la información. Su objetivo es el de especificar lo más perfectamente posible lo que sucede al estí-

mulo cuando ingresa en el sistema cognitivo, y, por ende, presentar la infraestructura conceptual de una teoría psicológica.

Aunque el enfoque considera el procesamiento de la información como una secuencia de etapas discretas, se asume que existe una continuidad entre la entrada (input) y la salida (output) del sistema de procesamiento. Es decir, las operaciones mentales básicas (sensación, percepción, atención, memoria y razonamiento fundamentalmente) son partes de un proceso continuo que descomponemos arbitrariamente a fin de someterlas a un análisis experimental, pero el flujo de información de una etapa a otra es continuo (HABER y FRIED, 1975, pág. 311).

Todo parecería abonar la idea de que cuando la información se presenta al sistema, entonces la secuencia de procesamiento queda determinada por la estructura del sistema. Nada más lejos de la verdad. UNDERWOOD (1978, pág. 2) nos ha recordado que una vez que los datos sensoriales han ingresado en el sistema de procesamiento, la respuesta no viene estructuralmente determinada, sino que resulta modulada por un conjunto de *estrategias* de que dispone todo individuo procesador de información.

La utilización de modelos de procesamiento, aunque no ausente de críticas (DREYFUS y HAYGELAND, 1974) se propone así una representación formal de los procesos psicológicos que intervienen en la realización de una determinada tarea, facilitándonos el estudio lógico, metodológico y teórico de tales procesos. Pero debe recordarse (RECHEA, 1980, pág. 110) que tales modelos no son sino un instrumento que usamos para describir los resultados experimentales («modelo como fuente conceptual del sujeto psicológico») y para concebir nuevas hipótesis susceptibles de abordaje experimental («modelo como método de investigación psicológica»), pero de ningún modo se pretende hacer corresponder con los fenómenos biunívocamente.

3. Otro importante supuesto concierne a la posibilidad de diseñar procedimientos experimentales para examinar los contenidos de nuestra representación interna de la información del estímulo en cualquier punto de la secuencia de procesos que ponemos en marcha al analizar una determinada tarea. Tales procesos no son directamente observables; debemos inferir su existencia mediante la ejecución de un buen número de tareas y mediante el uso de técnicas de «validación convergente» (GARNER, HAKE y ERICKSON, 1956; BROADBENT, 1958), por las cuales todo mecanismo, etapa,

proceso o modelo postulado para interpretar o explicar un determinado resultado empírico debe de acompañarse de alguna operación experimental patente en el experimento que diferencia tal mecanismo, etapa, modelo o proceso de otros posibles. HABER 1969, pág. 3) ha ilustrado esta técnica del siguiente modo:

«...Cuando se propone que ocurre un proceso entre el momento t_0 y el momento t_1 (o entre el lugar l_0 y el lugar l_1) no sólo se requiere que se haga una medida del contenido de información entre t_0 y t_1 , sino también que se tome alguna manipulación adicional o medida 'que converja' en los cambios observados entre t_0 y t_1 . Por ejemplo, el hallazgo de una pérdida de información entre t_0 y t_1 se presta a muchas interpretaciones tales como interferencia, debilitamiento de la huella, codificación selectiva y otras. Sin embargo, un indicio potestímulo elegido al azar introducido en varios intervalos de tiempo entre t_0 y t_1 podría proporcionar información sobre el curso temporal de la pérdida del contenido. De ahí que la selección de un postestímulo sea una operación convergente. La manipulación del contenido del estímulo es otra operación convergente. Por ejemplo, si dos series de estímulos se usan, la primera compuesta de items que se sabe que son propensos a la interferencia y la segunda resistentes a aquella, y no ocurre ninguna pérdida diferencial entre ambos conjuntos entre los momentos t_0 y t_1 , entonces tal operación convergente sugeriría que la interferencia no se encuentra probablemente implicada en el proceso que explica la pérdida. Sin esas dos operaciones convergentes, y otras, la descripción de la pérdida existente entre t_0 y t_1 indica muy poco respecto al proceso subyacente. Es por esta razón por la que los análisis de procesamiento de información no pueden aplicarse a datos no recientes. Si las operaciones convergentes no se aplican en el momento oportuno, es imposible diferenciar posibles interpretaciones o procesos rivales...»

La comparación de los contenidos de las varias etapas de procesamiento con la presentación original del estímulo proporciona al psicólogo experimental una base firme para realizar inferencias sobre las características y naturaleza de los procesos implicados (HABER y FRIED, 1975, pág. 309).

Las estrategias de investigación se dirigen fundamentalmente a posibilitar la descomposición analítica de los procesos mentales del sistema integrado en que operan. La mente se considera como un sistema cuyas partes funcionan de modo concertado (idea compartida por el *modus operandi* cerebral tal y como ha sido descrita por la neuropsicología contemporánea —LURIA, 1973—). De

ahí que las estrategias experimentales se diseñen de modo que exista la seguridad de que se estudian los efectos de aquella parte del sistema que nos interesa y no los productos de varias partes en interacción. No sorprende por ello la elevada sofisticación de los procedimientos experimentales habitualmente empleados por los psicólogos experimentales comprometidos con el enfoque. El más importante de tales procedimientos es el *tiempo de reacción*, que refleja la importancia que tiene el tiempo como variable dependiente en los estudios de procesamiento de la información. Existen otros procedimientos, denominados «conductuales» (PACHELLA, 1974, pág. 16) entre los que se cuentan los que analizan la *precisión de la ejecución* por parte de los sujetos y el *análisis de los errores*. Además, otros procedimientos más vinculados con la neurofisiología, como el análisis de los *potenciales evocados*, han llevado finalmente a desarrollar todo un inventario de *métodos cronométricos* (POSNER, 1978; POSNER y ROGERS, 1978), bajo la inferencia de que una tarea que requiere más tiempo supone un mayor esfuerzo cognitivo.

III. TIPOS DE MODELOS DE PROCESAMIENTO DE INFORMACION

La mayor parte de los modelos de procesamiento son representaciones similares a programas de computador en forma de diagramas de flujo. Aunque todo teórico presenta propiedades únicas para su modelo, sólo han aparecido varios estilos básicos de modelamiento, en función de aquella parte del continuo de procesamiento que ha acaparado la atención del investigador.

Sería una tarea larga y tediosa revisar uno a uno todos los modelos propuestos hasta la fecha, en primer lugar, porque son muy numerosos y por lo general apropiados para procesos específicos, y, en segundo lugar, porque es tan rápido el crecimiento en número y complejidad y la transformación de tales modelos por parte de los mismos investigadores que los idearon que quizá sea de escaso interés una revisión actualizada de los mismos.

SIMON (1979, pág. 311) y HABER (1974, págs. 329-30) han usado diferentes clases generales de modelos de procesamiento: el primero de ellos establece la categorización en base al análisis a nivel de procesos neurales, a nivel de procesos de información elementales y a nivel de procesos mentales superiores: el segundo ha distinguido tres clases ge-

nerales de modelos también, sugiriendo además algunas características salientes de tales clases, que difieren en qué aspecto del continuo de procesamiento resultado seleccionado. Seguiremos aquí esta última taxonomía, que propone las siguientes clases:

1. La primera clase de modelo se ha centrado fundamentalmente en la entrada de información, lo que tradicionalmente se ha denominado percepción. Destacan dentro de esta categoría el modelo de BROADBENT (1958, modificado en 1971) y el modelo inicial de SPERLING (1963) que él mismo ha reformulado en diversas ocasiones (SPERLING, 1967, propone una revisión de todos ellos). SPERLING analiza en ellos el modo como la información visual que alcanza la retina es transformada y mantenida en un breve amortiguador (buffer), que denomina VIS, aunque más comúnmente se conoce con el nombre de «memoria icónica» (NEISSER, 1967), para ser recodificado después en una representación acústica y mantenido y repetido en una memoria a corto plazo. El modelo de BROADBENT es un modelo paralelo que fue punto de partida de las formulaciones de SPERLING y que se centra en el proceso de filtraje por el que se selecciona la información que accede a los canales de estimulación.
2. La segunda clase de modelos ha sido construida por autores más interesados en el proceso de memoria que en el de percepción. Dentro de esta clase destaca con luz propia el modelo de ATKINSON Y SHIFFRIN (1968), posteriormente desarrollado y aplicado independientemente por cada uno de los autores, aunque después han aparecido una apreciable cantidad de modelos afines: el de BOWER (1977, el de MASSARO (1975) y el de HABER y HERSHENSON (1973, 1980), el de DODD y SHULTZ (1980) y el de MOATES y SCHUMACHER (1980). El rasgo más característico de todos ellos es la gran atención que se presta a las variables de entrada y el énfasis que se concede a la distinción estructura versus proceso. En general, denotan alguna forma de almacén previo a la percepción (icónico), pero centran el interés en las estructuras de procesamiento más profundas y los procesos de repetición (rehearsal), reconocimiento, olvido y recuperación (retrieval).
3. La tercera clase de modelos se centra en la conducta de solución de problemas y el aprendizaje verbal asociativo y apenas prestan atención a procesos perceptuales o a estructuras de memoria. Obedecen por lo general a la línea de los trabajos pioneros de

NEWELL y SIMON (1972) y los modelos de simulación de computador que hicieron su aparición desde 1950.

Pretendemos en este trabajo exponer brevemente tres de los modelos de procesamiento de información más importantes por la trascendencia que de ellos ha derivado para la investigación experimental. El primero de ellos es el modelo de BROADBENT (1958), que pertenece a la primera clase de la taxonomía propuesta por HABER; los otros son los modelos de ATKINSON y SHIFFRIN (1968), con las derivaciones y modificaciones propuestas independientemente por ATKINSON y JUOLA (1973; 1974) y SHIFFRIN-SCHNEIDER (1977a; 1977b) y el modelo de MASSARO (1975), de cuya trascendencia para la investigación experimental sobre las bases del procesamiento de información es imposible hacerse eco en estas páginas, y que pertenecen a la segunda clase de modelos de la taxonomía de HABER. No expondremos ningún modelo en la línea de la tercera clase fundamentalmente porque son más afines al campo de la inteligencia artificial y suelen venir formuladas en lenguaje de computador, altamente técnico. Una asequible presentación de los mismos podría consultarse en ANDERSON y BOWER (1973) o en SIMON (1979).

IV. EL MODELO DE BROADBENT

Hacia mediados del presente siglo se hizo evidente que el paradigma estímulo-respuesta no podía ofrecer una explicación coherente de algunos fenómenos importantes. CHASE (1978, págs. 23-24) ha citado entre tales fenómenos no fácilmente integrables los siguientes:

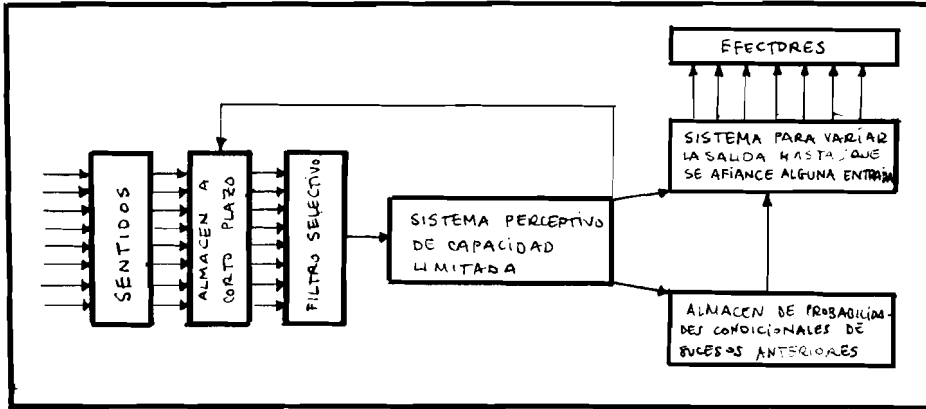
- a) *la atención selectiva*, referida a la imposibilidad de atender a varios estímulos a un mismo tiempo;
- b) *la disminución de la vigilancia*, que se refiere a la imposibilidad de mantener un estado constante de vigilancia durante más de unos pocos minutos sobre una determinada tarea;
- c) *la amplitud de la memoria inmediata* (primaria), referida a la limitación en el recuerdo de muchas cosas no relacionadas. El artículo de MILLER sobre «el número mágico 7 ± 2 » (MILLER, 1956) fue el primero en llamar la atención a esta limitación humana;
- d) *el período refractario psicológico*, que se refiere al hecho de que el procesamiento del primero de dos estímulos presentados en estrecha contigüidad temporal (500 msg. o menos) puede provocar una importante demora en el procesamiento del segundo.

El estudio de estas limitaciones llevó a BROADBENT (1958) a postular un modelo de procesamiento de información cuya estructura fundamental descansaba sobre un *canal de comunicación de capacidad limitada*, alimentado por medio de los diferentes sistemas sensoriales, cada uno de los cuales operaba como un canal de información diferente, y directamente conectado con los sistemas motores. Tal estructura era una obvia analogía del procesador central de un computador, y su funcionamiento constituye el proceso de *atención*: sólo la información que pasa a través del canal de comunicación se hace consciente.

Un *filtro selectivo* protegía el canal de cualquier saturación de información bloqueando la entrada sensorial no deseada. BROADBENT distinguió dos modos distintos de procesamiento en torno a esta estructura. El procesamiento de la información hasta el filtro selectivo tenía lugar en paralelo para los diferentes canales de información sensorial, lo cual implicaba que no existía ninguna limitación en la información procesada por el sistema y retenida en un amortiguador de información denominado *almacén a corto plazo* durante algunos segundos. Por el contrario, el papel del filtro consistía en permitir el acceso de solo un canal de información hacia el canal de capacidad limitada, lo cual supone un procesamiento serial de la información retenida por el almacén a corto plazo. El filtro selectivo resultaba además controlado por un *almacén de probabilidades condicionales de sucesos anteriores*, que contenía básicamente las expectativas, disposiciones y el contexto general de la información que se procesaba.

El filtro selectivo es una estructura flexible, íntimamente conectada con el almacén a corto plazo; cuando el procesador serial se encuentra ocupado con una información puede retroceder para procesar otra información retenida temporalmente en el almacén a corto plazo. El *bucle de repetición* (rehearsal loop), que acepta la información procedente del procesador serial central para realimentar el amortiguador temporal de información sensorial fluyendo de nuevo a través del filtro selectivo hasta llegar al procesador central, constituye, en este modelo, la amplitud de la memoria inmediata.

BROADBENT pasa por ser el primer psicólogo que describió el funcionamiento cognitivo en términos de un diagrama de flujo. El modelo propuesto en 1958, más comúnmente conocido como *Teoría del filtro* se ofrece a continuación.



(Broadbent, 1958)

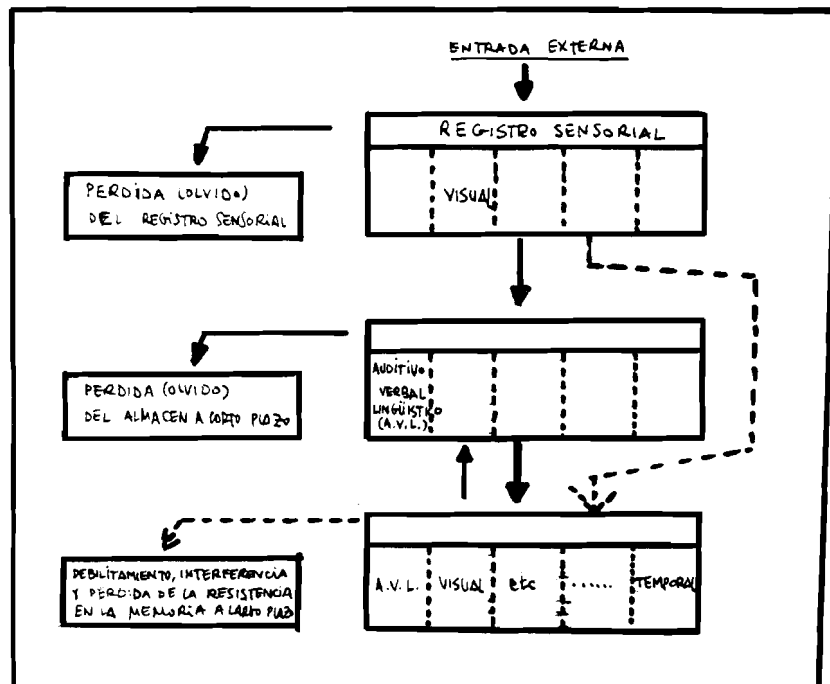
Este modelo obtuvo una gran resonancia en la entonces naciente psicología cognitiva. Sin embargo, las cosas han cambiado mucho después de 23 años de investigación experimental intensísima en este área. Más recientemente, BROADBENT (1971) ha resumido sus propias investigaciones, y como consecuencia ha realizado algunas modificaciones de su modelo original, en particular centradas en la consideración de un papel más activo del filtro selectivo, que trata cada estímulo como un haz de características (features), sin estructura interna alguna, y supone que la presencia o ausencia de una característica dicta si las otras deben o no ser analizadas. En un reciente trabajo, BROADBENT (1977, pág. 117) considera la existencia de al menos dos etapas de selección perceptual, a saber:

- una primera etapa, global o de baja frecuencia, que recoge la información del ambiente en diferentes segmentos, cada uno de los cuales puede ser atendido o rechazado, y actúa también de modo pasivo en base a la probabilidad de ocurrencia de determinadas características;
- una segunda fase, de verificación o de alta frecuencia, que funciona con la información más detallada procedente de los diferentes segmentos de la etapa anterior y por ello resulta más afectada por el contexto semántico.

V. EL MODELO DE ATKINSON Y SHIFFRIN

En 1968, ATKINSON y SHIFFRIN consideraron un modelo de procesamiento cuya característica fundamental residía en la distinción entre *rasgos estructurales* y *procesos de control*. Por «rasgos estructurales» entendían las secuencias relativamente estables de procesamiento sobre las cuales se podía ejercer un control voluntario y que todos usamos invariablemente en diversas situaciones independientemente del contenido de la información que poseemos. Por «procesos de control» entendían las rutinas de la memoria o las estrategias que se seleccionan, construyen y usan opcionalmente por cada uno de nosotros, dependiendo de las características de la situación en que nos encontramos, y, por ende, son sensibles al contenido de la información que poseemos.

Según la teoría ATKINSON-SHIFFRIN, los rasgos estructurales básicos son tres almacenes de memoria que denominaron *registro sensorial*, *almacén a corto plazo* y *almacén a largo plazo* y que consideraron estructuralmente diferentes porque preservaban la información en distintos formatos, con duraciones diferentes y diversos propósitos y el olvido tenía lugar para condiciones determinadas. El diagrama de la teoría inicial es el siguiente:



(Atkinson y Shiffrin, 1968)

Trataremos por separado cada uno de los rasgos estructurales básicos del modelo.

1. *Registro sensorial* (sensorial register).

Dependiendo de cada modalidad sensorial, la información se introduce en el sistema de memoria pasando, en primer lugar, a un registro sensorial. Aunque los autores postularon la necesidad de distintos registros, uno para cada modalidad sensorial, únicamente representaron el de la modalidad visual porque no se poseían datos experimentales relevantes que permitieran argumentar la existencia de otros registros (1).

La información visual se registra en forma de una «imagen» sensorial y no puede ser reconocida o identificada hasta una etapa posterior. Ello implica que la entrada de información en el registro es pasiva y los procesos de control son prácticamente inexistentes: *la entrada de información no puede ser evitada*, pero aunque el registro *acepta* toda la información sensorial de forma completa y sin procesar, no se mantiene en él más allá de un segundo, y se pierde mediante uno de dos modos posibles:

- o porque decae espontáneamente con el paso del tiempo;
- o bien porque la nueva información sensorial se sobrepone sobre la información registrada anteriormente borrándola.

La lectura de la información del registro sensorial y su transferencia al siguiente almacén implica un aspecto de selectividad que requiere un tiempo de procesamiento. Esta es precisamente la función primordial del registro sensorial, a saber, la de preservar la información sensorial el tiempo necesario para que sea selectivamente transmitida al sistema de memoria. En palabras de NEISSER (1976, pág. 74), el registro sensorial simplemente simula, para el resto del sistema nervioso, la información que se obtendría si la exposición o estimulación real se encontrara presente todavía.

2. *El almacén a corto plazo* (short term store).

La información del registro sensorial puede ser procesada y transferida o bien al almacén a corto plazo o al almacén a largo plazo. La

(1) Con posterioridad aparecieron algunos trabajos que validan en gran parte el supuesto de los autores. Así, DARWIN, CROWDER y BADDELEY (1972) y MASSARO (1970, 1972) demostraron la existencia de un registro sensorial similar al visual que denominaron «almacenamiento acústico precategórico» y «almacén auditivo pre-perceptivo» respectivamente. Lo mismo podría afirmarse para el caso de la modalidad táctil (MILLAR, 1974; SHIFFRIN, CRAIG y COHEN, 1973).

función del almacén a corto plazo es fundamentalmente la de concienciación de los procesos mentales, lo cual no puede ocurrir ni en el registro sensorial ni en el almacén a largo plazo que después trataremos. De ahí que, en el modelo, el almacén a corto plazo sea una especie de *memoria de trabajo* (working memory) con los contenidos procedentes del registro sensorial o del almacén a largo plazo, donde se mantienen por un tiempo indefinido si se les concede una atención constante, produciéndose su pérdida a los 15-30 segundos después de desviar la atención hacia otros contenidos.

ATKINSON y SHIFFRIN (1971) consideraron la existencia de varios tipos de información en este almacén, similarmente a lo que supusieron que existiría en el registro sensorial, aunque sólo analizaron un tipo de información, que denominaron auditivo-verbal-lingüístico, y supusieron que la información de las diferentes modalidades sensoriales se convertían en una modalidad verbal.

Dos características de este almacén, que guarda un paralelismo casi perfecto con el almacén del mismo nombre propuesto por BROADBENT, permite concebirlo como distinto de los otros dos almacenes del modelo ATKINSON-SHIFFRIN, a saber:

- en primer lugar, el registro sensorial y el almacén a largo plazo son memorias de gran capacidad, el primero manteniendo la información bruta no analizada y el segundo manteniendo la información completamente procesada, mientras que el almacén a corto plazo tiene una capacidad muy limitada, del orden de 7 ± 2 items según los estudios de MILLER (1956);
- en segundo lugar, el almacén a corto plazo permite un análisis consciente de la información mientras que el registro sensorial y el almacén a largo plazo no son conscientes. Ello implica el que para que seamos conscientes de la información existente tanto en uno como en otro almacén es estrictamente necesario efectuar una lectura de la información contenida en tales memorias para trasladarla al almacén a corto plazo.

3. *El almacén a largo plazo* (long term store).

Como se indica en el diagrama, la información puede llegar al almacén a largo plazo desde el almacén a corto plazo (bilateralmente) y quizás también desde el registro sensorial (unilateralmente); de ahí la línea punteada que une ambos registros. Del almacén a corto plazo, la transferencia de información puede realizarse o bien conscientemente, usando

determinados procesos de control, o bien inconscientemente. ATKINSON y SHIFFRIN postularon un mecanismo inconsciente de transferencia de la información del almacén a corto plazo al almacén a largo plazo pero no especificaron el carácter de tal mecanismo; en su lugar formularon en términos probabilísticos el proceso de transferencia: a mayor duración de la información en el almacén a corto plazo, más probable es su representación en la memoria a largo plazo.

La información del almacén a largo plazo puede encontrarse en forma diversa. Como se indica en el diagrama, puede ser de tipo auditivo-verbal-lingüístico, directamente vinculado con la información del almacén a corto plazo), visual o temporal, etc., aunque no presentaron pruebas experimentales de tales modos de información, con excepción de la realizada a nivel auditivo/verbal.

La función del almacén a largo plazo es obvia. Se trata de un reservorio pasivo de información que incluye las experiencias del individuo y todo un conjunto de reglas u operaciones que se activan cuando el individuo las necesita.

El modelo ATKINSON-SHIFFRIN fue formulado en términos de la teoría matemática del aprendizaje. El poder atractivo de la teoría residió principalmente en esa cualidad y de ahí el interés que despertó. Puede afirmarse sin ningún género de dudas que resultó ser la más poderosa teoría concebida durante la década de los 70, del mismo modo que la teoría de HULL lo fuera para la década de los años 55-65. Sin embargo, el interés que en un principio atrajo fue enfriándose poco a poco hasta pasar a ser considerada una teoría formalmente perfecta (una teoría de nivel superior —ANDERSON y BORKOWSKY, 1978—), pero de escasa vinculación con la realidad. Una abundante bibliografía ha aparecido posteriormente recordando las inconsistencias de la teoría, destacando sobre todo las revisiones de CRAIK-LOCKHART (1972) y POSTMAN (1975) (2).

(2) Sobre todo, la primera de ellas atrajo una inusitada atención, principalmente porque formularon un modelo alternativo centrado en el papel de los procesos de memoria en cierta contraposición al énfasis estructural del modelo ATKINSON-SHIFFRIN, según el cual la información no pasa a través de una serie de transformaciones de un almacén a otro almacén; por el contrario, la naturaleza de la información viene determinada directamente por las operaciones que se realizan sobre ella (análisis perceptivo-conceptual, que incluye desde los aspectos sensoriales a los aspectos semánticos de la información) conforme a las intenciones manifestadas por el individuo. La memoria depende por ello de la naturaleza del análisis y no de las propiedades de los almacenes. Cada código posee una permanencia distinta: los códigos sensoriales son de corta duración, mientras las conceptuales tiene una duración más larga. Paralelamente, se distingue entre *memoria primaria*, que no se considera como una *estación* de relevo por donde la información pasa en su trayectoria hacia la memoria a largo plazo, y de ahí su diferencia con el almacén a corto plazo postulado por modelos anteriores, y *memoria secundaria*, virtualmente similar al almacén a largo plazo, que con-

Con todo, aunque es ya prácticamente opinión general que el modelo de ATKINSON y SHIFFRIN no ha conseguido organizar y explicar la mayor parte de los datos experimentales de que hoy disponemos, hay muchos conceptos valiosos que todavía son útiles. Fue precisamente esta impresión la que probablemente dirigió los trabajos posteriores de ATKINSON y SHIFFRIN por separado, que matizaron determinados aspectos de la teoría del 68. Los trataremos brevemente a continuación.

A) LA TEORÍA ATKINSON-JUOLA

ATKINSON y uno de sus colaboradores, JUOLA (ATKINSON y JUOLA, 1973; 1974), han desarrollado una teoría que mantiene las características esenciales de la anterior pero han reducido drásticamente el énfasis que aquélla concedía a las propiedades invariantes de las estructuras de almacenamiento concediéndolo en su lugar a la flexibilidad de las estrategias de los sujetos, aunque mantienen el supuesto de los almacenes de memoria. Las modificaciones fundamentales se pueden centrar en tres, a saber:

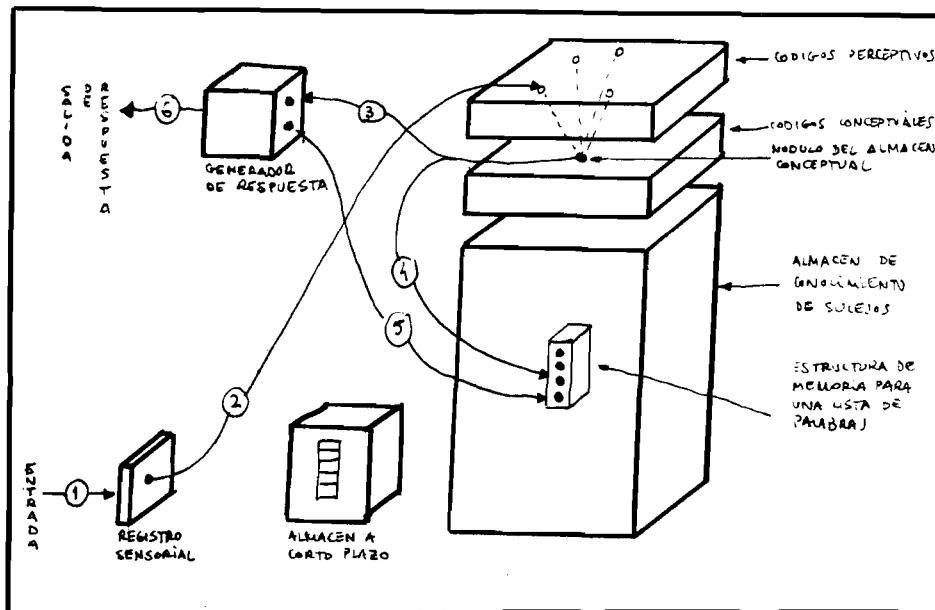
- en primer lugar, postularon dos tipos de codificación: perceptual y conceptual; los códigos perceptuales se componen de características primitivas (líneas, curvas, etc.) de los objetos y se vinculan estrechamente con los códigos conceptuales, que constan de atributos que se combinan para formalizar el significado de un concepto. Ambos códigos se adquieren mediante aprendizaje y se almacenan en la memoria a largo plazo;
- en segundo lugar, elaboraron el contenido del almacén a largo plazo dividiéndolo en dos sub-almacenes, en la línea de la distinción apuntada poco tiempo antes por TULVING (1972): un *almacén de conocimientos de sucesos* (event-knowledge store), que se corresponde con la memoria episódica de TULVING, y un *almacén conceptual* (conceptual store), en estrecho paralelismo con la memoria semántica de TULVING. El almacén conceptual contiene «nódulos» que corresponden a códigos conceptuales y perceptuales, y enlazan la información perceptual con la información conceptual permanentemente almacenada.

Además, postulan un almacén a corto plazo, que es una estructura de capacidad limitada similar al modelo original, pero sin características fijas de codificación.

tiene todos los conocimientos de que un individuo dispone en un momento determinado de su existencia.

- En tercer lugar, extendieron el dominio de aplicación de la teoría a tareas de exploración mnémica (memory-scanning tasks) inicialmente tratadas por STERNBERG (1967), pero modificadas para el estudio de la memoria a largo plazo. En el experimento típico, se da al sujeto una serie de items (por ejemplo, las letras B, F y K) y se le pide que indique tan rápidamente como le sea posible si un estímulo de comparación (por ejemplo, J) es un miembro de la serie.

Los detalles de la teoría y un ejemplo aparecen en la figura siguiente, que ilustra las etapas de procesamiento postuladas para determinar si un estímulo de comparación es un miembro de una serie de palabras almacenadas previamente en la memoria a largo plazo:



Atkinson y Juola (1974)

En el diagrama, los procesos componentes que se ponen en marcha para ejecutar correctamente la tarea son:

1. Entrada del estímulo de comparación al registro sensorial.

2. Proceso de reconocimiento de patrones que lleva a la transformación de un estímulo de comparación en un código perceptual y el acceso a un código conceptual.
3. Decisión inmediata para emitir una respuesta basada en la familiaridad.
4. Selección del código a explorar contra la estructura de memoria en el almacén de conocimientos de sucesos.
5. Decisión basada en la exploración de la estructura de memoria para la serie de palabras.
6. Salida de respuesta.

B) LA TEORÍA SHIFFRIN-SCHNEIDER

SHIFFRIN, por su parte, y en colaboración con SCHNEIDER, han roto más abiertamente con el modelo original enfatizando los aspectos dinámicos en menoscabo de los aspectos estructurales (SHIFFRIN y SCHNEIDER, 1977; SCHNEIDER y SHIFFRIN, 1977). Los supuestos fundamentales de su nueva concepción son la distinción entre la exploración mnémica controlada por el sujeto y la exploración automática durante la recuperación de la información, y la ampliación del modelo en un intento de abarcar un rango de fenómenos más amplio.

Según ambos autores (1977), la atención y la exploración mnémica reflejan dos importantes procesos: la *detección automática* y la *exploración controlada*; la primera es la aprehensión de estímulos mediante rutinas previamente aprendidas que se encuentran en el almacén a largo plazo y controlan automáticamente el flujo de información, el foco de la atención y la generación de respuestas, mientras la segunda es una secuencia nueva y deliberada de procesamiento no almacenado en la memoria a largo plazo, extremadamente flexible, y cuya puesta en marcha requiere un esfuerzo consciente. La primera es resistente a la alteración y muy difícil de suprimir una vez que se pone en movimiento, mientras la segunda puede ser iniciada o detenida en cualquier momento por el individuo.

Estas nociones se incorporan, además, en una teoría modal del procesamiento de información, pero difiere del modelo original del 1968 y del modelo ATKINSON-JUOLA, al menos en dos aspectos importantes:

- en primer lugar, su almacén a largo plazo es un conjunto elaborado de información en estrecha relación, normalmente en estado pasivo, que incluye también el almacén a corto plazo como sub-

- conjunto que usa la información utilizada en un determinado momento por el individuo;
- en segundo lugar, su almacén a corto plazo tiene dos funciones esenciales, a saber, el mantener la información vital para el organismo durante un breve intervalo temporal y el ser un registro activo de los procesos de decisión, pensamiento y otros procesos de control que sistema es capaz de poner en marcha.

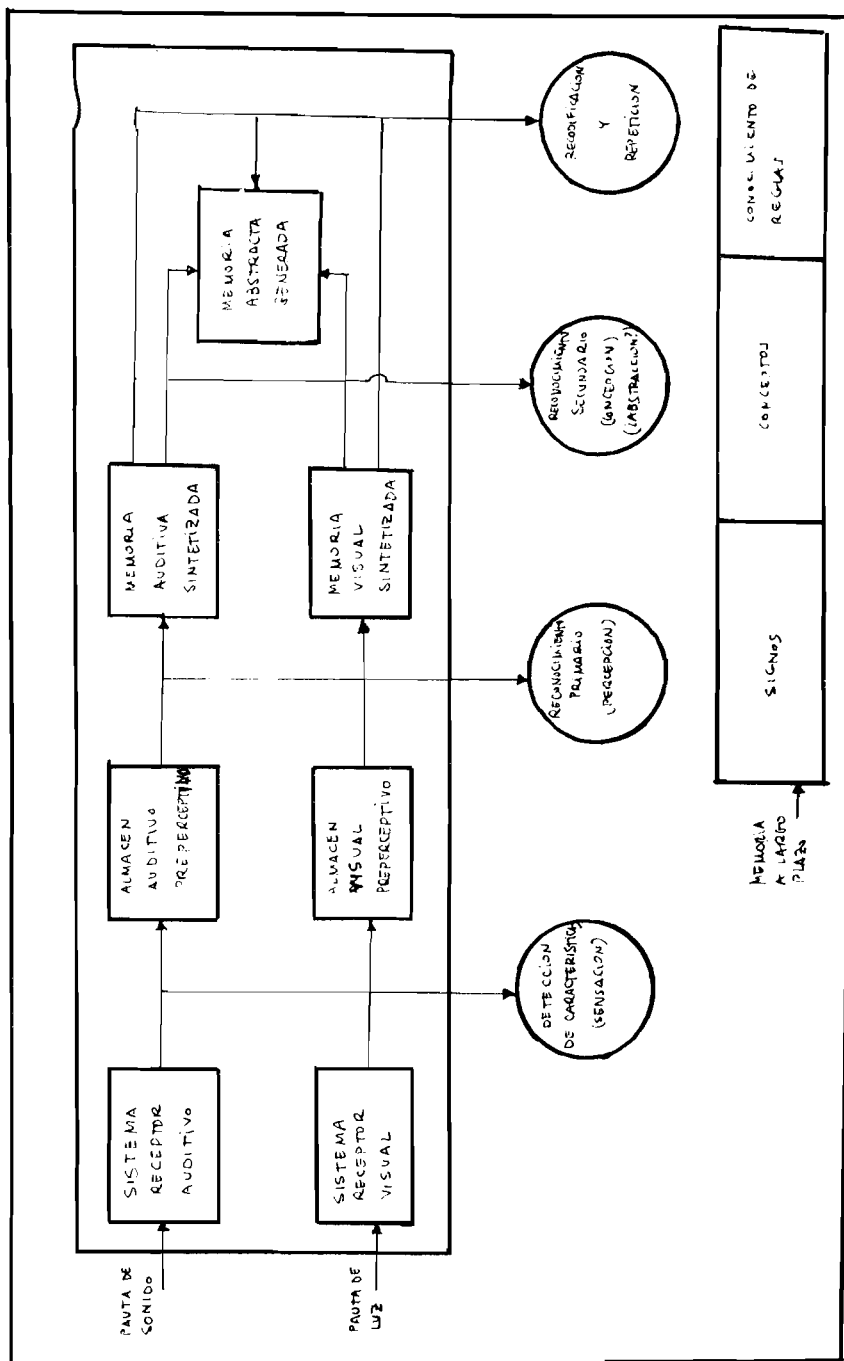
La teoría de SHIFFRIN y SCHNEIDER fue formulada en términos matemáticos y por esa razón susceptible de inducir hipótesis precisas. Quizás sea ésta la causa que permita explicar la gran popularidad de que actualmente goza (3).

VI. EL MODELO DE MASSARO

MASSARO y sus colaboradores de la Universidad de Wisconsin han elaborado un modelo comprehensivo que han utilizado primordialmente en el estudio de la percepción del habla, la lectura y la psicolingüística (MASSARO, 1975 *a*); MASSARO —ed.—, 1975 *b*); MASSARO, 1978; MASSARO, 1979; MASSARO y otros, 1980), con cierto éxito, y basado en la distinción entre constructos estructurales (que aparecen en el diagrama indicados por rectángulos) y constructos funcionales (que aparecen indicados por círculos).

El diagrama de flujo que MASSARO utiliza para representar su modelo presenta el curso temporal de la información en las modalidades visual y auditiva, y es el siguiente:

(3) Una de las cuestiones más debatidas de la literatura moderna se centra en la cuestión de si una representación estructural de la cognición en forma de almacenes estructurales fijos y distintos es el mejor medio de caracterizar el modo como la información es en realidad procesada en el sistema de las memorias (WINGFIELD y BYRNES, 1981, pág. 182). El modelo propuesto por SHIFFRIN y SCHNEIDER es una *teoría procesual*; la otra gran teoría procesual, la de CRAIK y LOCKHART (1972) atrajo en un principio a muchos investigadores interesados en el énfasis procesual en contraposición al estructural, pero las numerosas críticas recibidas, la ausencia de formalización matemática de la teoría y la dificultad de encontrar tareas experimentales que permitieran validar determinados supuestos derivados de la teoría, ha terminado por imponer en el primer plano la teoría de SHIFFRIN-SCHNEIDER. Una simple observación del índice de citas de las revistas experimentales al uso en psicología permitirán comprobar esta afirmación.



MASARO (1975 B)

El propósito del modelo, según su autor, que ha sido estructurado en función de una serie de experimentos guiados por una determinada metodología, es servir de heurística para incorporar de modo coherente datos procedentes de muy diferentes estudios, y servir de estructura organizada para condensar el estado actual de la psicología experimental cognitiva.

Los procesos básicos postulados por el autor son los siguientes:

1. DETECCIÓN DE CARACTERÍSTICAS

Los patrones de estimulación son registrados por los respectivos sistemas receptores y la información se introduce en el sistema. La *detección de características* es el procesamiento inicial del estímulo en las modalidades visual y auditiva (aunque no descarta otras modalidades posibles, no fácilmente integrables por falta de datos experimentales), cuya función es la transformación («transducción») pasiva de las señales físicas en códigos neurológicos que el proceso transfiere a un almacén en forma de características denominado *almacén preperceptual* (visual o auditivo), que se corresponde con el almacén icónico y ecoico, respectivamente propuestos por NEISSER (1967) y con el registro sensorial postulado por ATKINSON y SHIFFRIN (1968).

La característica principal del proceso reside en el hecho de realizar una transformación pasiva del estímulo físico, que contrasta con la transformación activa de los procesos ulteriores, y no utilizar la información almacenada en la memoria a largo plazo. El estímulo resulta descompuesto en un auténtico mosaico de minúsculos detalles que el proceso puede analizar y después sitúa conjuntos (listas) de detalles (características) en el almacén preperceptual, cuya duración no suele exceder de unos 250 msg.

Existe una correspondencia directa entre la señal física y la información del almacén preperceptual en forma de características. El proceso es, en esencia, el proceso de *sensación*. A este nivel, el sistema sólo puede saber si un estímulo se presentó o no se presentó (estas son las tareas utilizadas habitualmente en el laboratorio), pero no puede reconocerlo ni mucho menos identificarlo.

2. RECONOCIMIENTO PRIMARIO

Es la lectura de las características mantenidas en el almacén preperceptual durante un breve intervalo temporal y su transformación en un percepto en forma de una secuencia de características que sitúa en un

nuevo almacén estructural denominado *memoria sintetizada*, también dependiente de la modalidad. Para llevar a cabo esta función, el proceso tiene acceso a la información del almacén a largo plazo, o sea, al conocimiento construido mediante las experiencias del individuo. Los patrones de luz y/o sonido que pueden reconocerse a este nivel de procesamiento constituyen *unidades perceptivas de información*, y se corresponden con patrones representados en la memoria a largo plazo en forma de *signos* o *prototipos*.

La función básica del proceso de reconocimiento primario, que sin duda alguna el lector podrá comparar con el proceso de reconocimiento de patrones postulado por ATKINSON y JUOLA y otros muchos autores, consiste en hallar el signo de la memoria a largo plazo que se corresponda más precisamente con la lista de características extraídas del almacén preperceptual. Ello depende también de la información contextual o situacional que el individuo puede poseer en un determinado momento y tiene la misión de facilitar, reduciendo la incertidumbre, la comparación de la información del estímulo externo con la información interna que posea.

El resultado final del proceso de reconocimiento primario es la información proporcionada por el individuo de que el estímulo ha sido «reconocido», es decir, que resulta familiar para él y consecuentemente puede describirlo. Sin embargo, no es capaz de clasificarlo o incluirlo dentro de una categoría. Es por ello un proceso que MASSARO hace corresponder con lo que tradicionalmente se ha denominado *percepción*.

3. EL PROCESO DE RECONOCIMIENTO SECUNDARIO

Es la transformación de la información mantenida en la memoria sintetizada como resultado del proceso de reconocimiento primario en unidades significativas independientes de la modalidad que se transfieren a un nuevo almacén estructural denominado *memoria abstracta generada*, que no es sino la memoria de trabajo o memoria a corto plazo de los modelos anteriores. Este proceso implica un nivel de reconocimiento superior que otros autores suelen denominar más bien *identificación* (por ejemplo, SMITH, 1978, pág. 100), por el cual el sujeto es capaz de seleccionar, mediante un proceso de decisión, cuál de entre un conjunto de alternativas posibles, es la que corresponde al estímulo presentado. Para cumplir esta función, el proceso tiene acceso a una sección del almacén a largo plazo fundamentalmente ocupada por conceptos, y compara la información mantenida en la memoria sintetizada

en forma de un percepto sintetizado con la información mantenida en la memoria a largo plazo en forma conceptual.

MASSARO supone que el conocimiento responsable del proceso de reconocimiento secundario se almacena en la memoria a largo plazo en forma de códigos con atributos perceptivos y conceptuales. Ello permite que al encontrarse una representación perceptual se active paralelamente la representación conceptual cuya información traslada el proceso a la memoria abstracta generada. Es notable la analogía existente con la teoría de ATKINSON y JUOLA.

El resultado final del proceso de reconocimiento secundario es la información proporcionada por el individuo de que el estímulo ha sido *identificado*, es decir que puede darle un nombre y, por tanto, clasificarlo o categorizarlo. Es por ello que MASSARO rotula a este proceso con un neologismo, *concepción*, que refleja la aplicación de un significado concreto a la estimulación. En nuestra opinión, no había necesidad de un nuevo término; las investigaciones realizadas por POSNER (1973; 1978) han denominado este mismo proceso como *abstracción o clasificación*.

4. LOS PROCESOS DE RECODIFICACIÓN Y REPETICIÓN

Consisten en operar con los conceptos mantenidos en la memoria abstracta generada y la derivación de significados más precisos de la estimulación con que el individuo se enfrenta. La transformación del significado del concepto en forma más abstracta no cambia la naturaleza específica de la información, que no resulta transformada a una nueva estructura de almacenamiento, sino reciclada nuevamente a la memoria abstracta generada por medio del proceso de *repetición* (rehearsal). El otro proceso, la *recodificación* (recoding), tiene acceso a la información que el sistema cognitivo almacena en su memoria a largo plazo en forma de reglas, y puede operar en orden inverso, es decir, dado un concepto puede transformarlo en unidades más simples específicas de su modalidad y transferirlo así a la memoria sintetizada.

El resultado final del proceso es la elaboración más fina de la información que un sujeto puede necesitar para comportarse más adaptativamente y razonar y solucionar los problemas que su ambiente le plantea. El proceso de repetición es un simple reciclaje de la información, mientras que el de recodificación permite efectuar operaciones múltiples con la información haciendo uso de las reglas aprendidas por el individuo y que permite explicar el comportamiento inteligente.

El modelo de MASSARO resulta así uno de los modelos de procesa-

miento de información más comprensivos de que disponemos, porque integra en un marco teórico asombrosamente siempre una enorme masa de datos experimentales que no tienen fácil cabida en otros modelos. Sin embargo, el poder atractivo que tiene para otros investigadores es escaso, a juzgar por el bajo índice de citación que los trabajos de MASSARO alcanzan en la literatura psicológica experimental a uso. Quizás ello sea debido, en gran medida, a encontrarse parcialmente formulada en términos matemáticos (sólo algunos áreas muy delimitadas poseen una sistematización matemática).