

ANUARIO DE PSICOLOGÍA
Núm. 35 - 1986 (2)

**PSICOLOGÍA EXPERIMENTAL
COGNITIVA: MODELOS BÁSICOS DE
PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

JAUME ARNAU i GRAS
Departamento de Metodología
de las Ciencias del Comportamiento
Universidad de Barcelona

Jaume Arnau
Departamento de Metodología
Facultad de Psicología
Avda. de Chile, s/n
08028 Barcelona

El enfoque del "procesamiento de la información", tanto en relación a la temática de la percepción como a la de la cognición en general, aparece, como es sabido, en torno a los años cincuenta como una alternativa paradigmática a las teorías y conceptualizaciones previas (Arnau, 1986; Haber, 1974). En efecto, a lo largo de estos últimos años se han suscitado una serie de problemas centrados, fundamentalmente, en torno a los temas perceptivos, atencionales, sistemas de memoria (en un sentido amplio), estructuras de conocimiento, procesamiento de prosa, etc., que han configurado, paulatinamente, lo que ha venido a llamarse "psicología experimental cognitiva" (Arnau, 1986).

No es, pues, nada extraño que los temas psicológicos clásicos hayan sido abordados con "paradigmas experimentales" nuevos y con esquemas teóricos procedentes del procesamiento de la información. A partir de un conjunto de trabajos llevados a cabo por Broadbent (1958), Peterson y Peterson (1959), Posner (1967), Sperling (1960), Sternberg (1966), etc., se estandarizan unos planes experimentales específicos que han permitido conocer, desde una perspectiva cognitiva, los mecanismos subyacentes responsables del procesamiento de la información. Todo esto ha desembocado en la formulación de unos modelos integrativos, abarcadores de los resultados experimentales y, que al mismo tiempo, han potenciado el rápido desarrollo de las temáticas cognitivas.

Donald A. Norman, uno de los más importantes impulsores de la actual psicología cognitiva, ha sintetizado, en un reciente trabajo publicado en 1984, los tres modelos básicos que se han propuesto, en la reciente historia de la psicología cognitiva.

En primer lugar, podemos destacar los modelos conocidos como "Modelos de estadios" y que han constituido uno de los primeros intentos de sistematizar, teóricamente, los resultados iniciales obtenidos a partir de las investigaciones cognitivo-experimentales (Atkinson y Shiffrin, 1968; Shiffrin y Atkinson, 1969). Estos modelos, de carácter lineal y descriptivo, intercalan una serie de etapas o fases de procesamiento entre la entrada del estímulo físico y la correspondiente respuesta. Desde la perspectiva cognitiva, los modelos de estadios pueden ser considerados sistemas de procesamiento que analizan, elaboran y transforman la información. Así, en un primer estadio, el sistema analiza y extrae las características físicas del estímulo. A este primer nivel, el modelo requiere la presencia de unas memorias, conocidas como registros sensoriales, capaces de almacenar dichas características de acuerdo con unos códigos que le son específicos. De otra parte, en los estadios finales, se ponen en marcha una serie de mecanismos de toma de decisiones, de comparación y extracción de significados, en conexión directa con el resto de procesos del sistema global. Debido a las características limi-

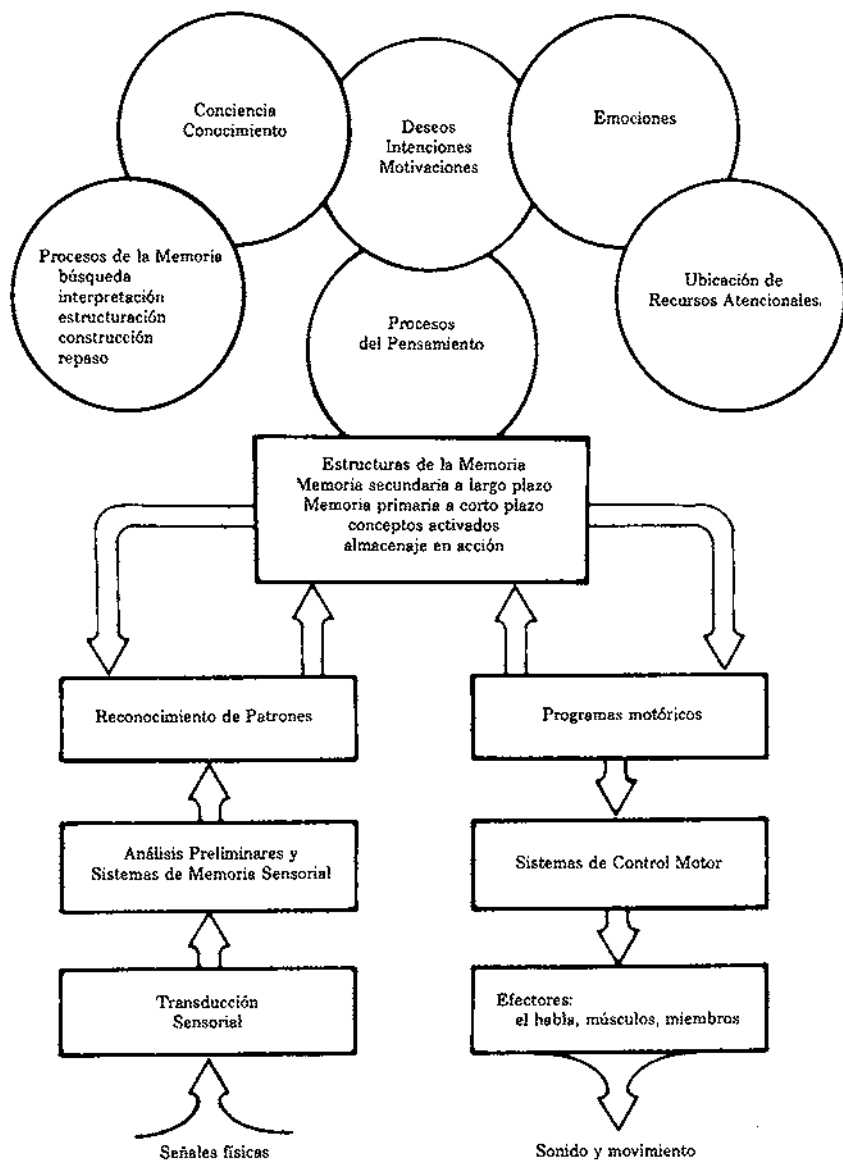


Figura 1. Modelo de estadios del procesamiento de la información. (Norman, 1981).

tativas del sistema y a los escasos recursos atencionales, no todo lo que ingresa en el modelo puede ser procesado y elaborado.

Como señala Norman (1984), este conjunto de modelos, de estructura simple, pero eminentemente descriptivos, suelen caracterizarse por la presencia de unos mecanismos comunes tales como los analizadores de característica, mecanismos de memoria a corto plazo, procesamientos ulteriores y, finalmente, subsistemas de toma de decisión y generación de respuestas (Massaro, 1975).

Una representación esquemática, de esta clase de modelo, la tenemos en la fig. nº 1, que como puede observarse, recoge los principales mecanismos de procesamiento, conocidos también como subsistemas modulares o estadios.

Según esta representación esquemática, los estímulos o señales físicas cuando entran en el sistema, son sometidos a una transducción sensorial, para ser luego almacenados en unos registros sensoriales. A continuación, toda esta información es ubicada (transferida), en un almacén de memoria a corto plazo. En el almacén a corto plazo, la información es ya reconocida e identificada, lo cual implica que deben darse una serie de estadios previos responsables del reconocimiento de patrones. Todos estos procesos suelen actuar de forma automática, de forma que el control consciente parece incidir en las estructuras de memoria a corto plazo, lo que permite al sujeto la utilización de estrategias para interpretar y atender al material (Baddeley, 1976).

Como se ha dicho anteriormente, los modelos de estadios se caracterizan por su simplicidad y son incapaces de resolver una serie de problemas que plantea el procesamiento real de las señales físicas. En efecto, todo reconocimiento requiere la utilización de una información que se ha adquirido en el pasado, por cuya razón el flujo de la información dentro del sistema no puede ser, simplemente, unidireccional. Se requiere, por tanto, introducir bucles e interconexiones entre los diferentes estadios, que como es obvio van más allá de la simple concatenación de estadios. Si han de tenerse en cuenta los más recientes resultados experimentales, es necesario que se introduzcan en el modelo alteraciones sustanciales, como el cambio de la dirección de los estadios, la adición de nuevas conexiones; en suma, un conjunto de elementos que van a romper la simplicidad del modelo, alterando, sustantivamente, su estructura.

Un segundo grupo de modelos, mucho más elaborados, aparecen como consecuencia de las investigaciones llevadas a cabo sobre el procesamiento del lenguaje, así como, sobre el procesamiento de patrones visuales. Consideremos, a modo de ejemplo, una modificación del experimento de Steve Palmer (1975), en que es presentado, al sujeto, un conjunto componencial de las partes de la cara. En este experimento se comprobó, que es necesario un previo reconocimiento de la figura, (A), para identificar las partes. Sólo, pues, en la medida que las partes, (B), se hallan integradas dentro de una figura, éstas pueden ser identificadas. En consecuencia, sólo son reconocibles las partes, si se ha identificado previamente la cara, así como también es cierto lo contrario. Es decir, se reconoce la figura, porque han sido reconocidas las partes. Estos dos procesos parece que actúen de forma simultánea y, no se puede considerar el uno sin el otro.

(A) En contexto

(B) Fuera de contexto



Figura 2. Las partes, (B) son reconocibles si se hallan integradas en la cara, (A). (Palmer, 1975).

Todo esto nos lleva, sin duda alguna, al planteo de un modelo alternativo, para el procesamiento de las señales físicas. Según este modelo, una vez las señales físicas han sido analizadas por los receptores sensoriales, se ubican en un depósito de datos. En un momento posterior, los esquemas conceptuales van examinando continuamente los datos al tiempo que exploran la información relevante. De esta forma, cada esquema busca la configuración de datos pertinentes, tanto para sí mismo como para otros esquemas. Se da, por tanto, una constante intercomunicación de esquemas, así como, al mismo tiempo, pueden darse interconexiones entre los esquemas y las estructuras de toma de decisiones.

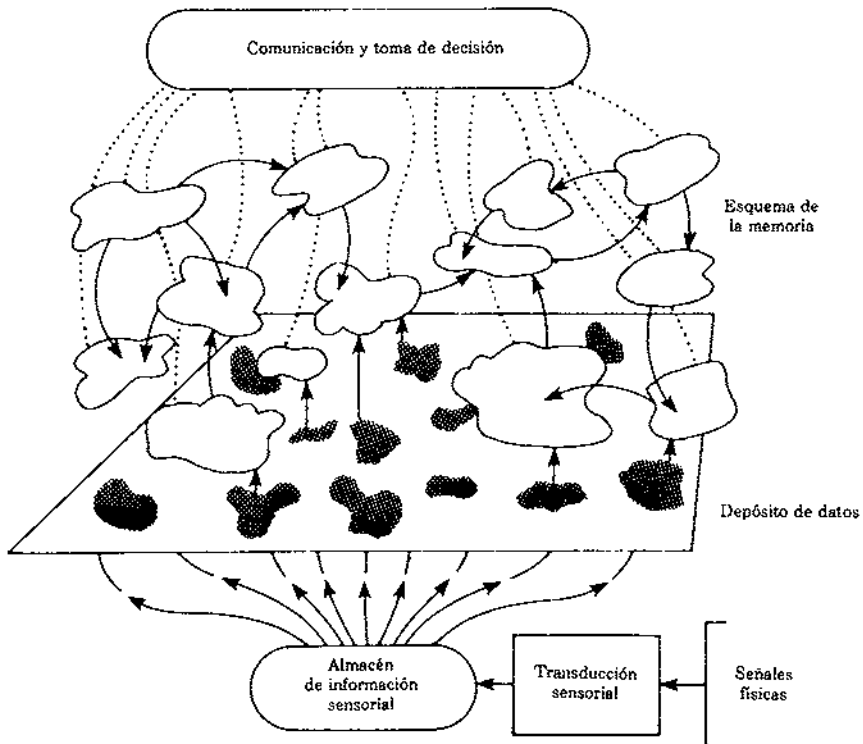


Figura 3. Modelo de esquemas. Los esquemas, una vez activados cuando están presentes datos relevantes a los mismos, son los encargados de examinar el conjunto de datos (Norman y Bobrow, 1976).

Obsérvese que esta clase de modelo, como alternativo a los modelos de estadios, incorpora unas estructuras de carácter cognitivo, los esquemas, que son las que, en definitiva, van a posibilitar el conocimiento de la realidad. Estas estructuras, activadas por la presencia de datos pertinentes, se encuentran interconectadas entre sí, y facilitan la identificación de las señales así como su comprensión última.

Este modelo de esquemas, propuesto por Norman y Bobrow (1976), puede ser considerado como prototípico, y actúa de la siguiente forma. Cuando, por ejemplo, una cara es reconocida, las características sensoriales de la cara son ubicadas en un depósito o almacén de datos. Inmediatamente después, el conjunto de esquemas asociados a los objetos perceptuales (téngase en cuenta, que se trata de esquemas muy específicos), pasan a reconocer aquellos elementos que son más pertinentes a su propia estructura y que, de alguna forma, justifican su presencia activa. Ha de tenerse en cuenta, de otra parte, que ante unos mismos datos pueden activarse esquemas rivales, como posibles candidatos para su interpretación. Esto implica que, entre los esquemas puede producirse una competición así como una selección, de forma que el esquema más potente, desde el punto de vista interpretativo,

es el que se impone frente a los más débiles. Es así como los esquemas más potentes son los que prevalecen, para una adecuada comprensión de la realidad. Como afirma Norman (1984), el aspecto más característico de estos modelos, es el hecho que la información discurre en todas las direcciones y los esquemas son probados a modo de hipótesis tentativas, de forma que sólo prevalecerán los que permitan una mejor interpretación de los datos. Por tanto, aquéllos que expliquen mejor la realidad.

Por último, se dan los modelos interactivos que son los de más reciente incorporación a la literatura psicológica. Todos estos modelos parten del supuesto de un doble mecanismo para la comprensión de la realidad. Un primer mecanismo, dirigido por los datos (*data-driven*) y un segundo mecanismo, dirigido conceptualmente (*conceptually-driven*). El mecanismo dirigido por los datos (conocido también por *bottom-up* o "de abajo arriba") actúa directamente tras el ingreso, en el sistema, de las señales físicas. Estas señales o datos, son luego analizados en sus características físicas de acuerdo con sus características semánticas superiores (por ejemplo, letras, palabras, frases, etc.) (Graesser, 1981).

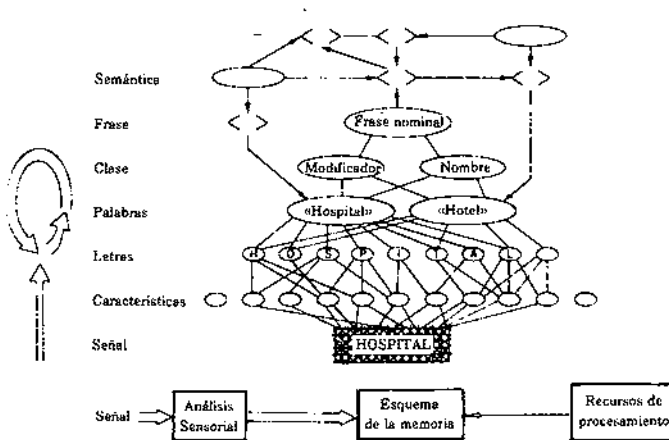


Figura 4. Modelo interactivo de procesamiento de la información. (Norman, 1979).

Si, como es obvio, esta clase de procesos o mecanismos son necesarios, no por ello son suficientes. Supongamos que se trata de reconocer una tira de letras, como por ejemplo, O S T H A L I P. De acuerdo con el mecanismo dirigido por los datos, lo único que se puede hacer es reconocer individualmente cada uno de estos elementos. No cabe, pues, esperar que, una vez llegada la señal, puede operarse más allá de la simple identificación de las letras de la tira propuesta anteriormente.

Ahora bien, hemos de tener en cuenta que, en la vida real, las señales no se presentan a los receptores como unidades aisladas de información,

sino dentro de un contexto. Al mismo tiempo, las señales o datos suelen ir acompañados por una gran cantidad de ruido, dado que muchas veces no son nítidamente perceptibles, por cuya razón, gran parte de la información debe proceder del contexto. Este tipo de análisis es conocido como "análisis dirigido conceptualmente" o "de arriba abajo" (*top-down*). Si, por ejemplo, la tarea consiste en interpretar la frase en la que se dice que "la ambulancia trasladó al accidentado al ~~XXXXXX~~ más cercano", entonces, empiezan a actuar los mecanismos de análisis semántico, en el sentido que los esquemas conceptuales pueden sugerir términos que sean candidatos para dar coherencia a la frase anterior. Es obvio que las ambulancias suelen trasladar a accidentados, que la acción de traslado se produce hacia lugares determinados, que el traslado implica el cambio de cosas de un lugar a otro, que los traslados de accidentados suelen dirigirse a hospitales, clínicas, centros médicos, ambulatorios, etc. Se constata, por tanto, que a este primer nivel de análisis de la estructura de la frase, los esquemas sugieren, desde una perspectiva semántica, qué posibles palabras pueden encajar adecuadamente con la frase, y en consecuencia, qué clase de letras. De esta forma, si en la frase anterior se ha presentado una palabra con una gran cantidad de ruido, o sea hospital enmascarada con una tira de ocho "x", el análisis conceptual nos sugiere qué palabras son candidatas para una correcta interpretación de la misma. Si a esto, añadimos un mecanismo concurrente de abajo arriba, gracias al cual se pretende identificar cada una de las ocho letras de la tira, tendremos una idea de cómo pueden funcionar simultáneamente ambos mecanismos. Si, por ejemplo, las letras de "hospital" en lugar de estar enmascaradas, se presentaran de forma incorrecta, como por ejemplo, "osthalip", éstas serán analizadas individualmente y en virtud de ambos mecanismos, se intentaría averiguar qué posibles palabras encajan mejor con la frase, como "hostal", "hotel", "hospedaje", "hospital", etc. De esto se concluye, que el análisis de arriba abajo es también necesario, pero no suficiente. De ahí el sentido básico de los modelos interactivos, donde ambos mecanismos operan conjuntamente, siendo a la vez necesarios pero insuficientes si actúan por separado.

Como señala Arnau (1985), el procesamiento guiado conceptualmente tiene su origen en los esquemas conceptuales de más alto nivel y extiende su activación a través de toda la configuración de subesquemas y análisis inferiores. Tyler (1978), por su parte, ha afirmado que esta clase de análisis posee un carácter consciente e intencional y, al mismo tiempo, está dirigido por los objetivos y planes de más alto nivel. De otro lado, el procesamiento "guiado por los datos", posee un carácter no intencional, es automático, siendo, en definitiva, los datos quienes dirigen el análisis.

Sin pretender entrar en la polémica entre los modelos autonómicos e interactivos de los sistemas de procesamiento (Marslen-Wilson y Tyler, 1980; Tyler y Marslen-Wilson, 1982), es suficiente destacar que estos dos mecanismos deben requerirse mutuamente. A pesar de ello, no cabe duda, que los modelos interactivos constituyen el centro de la actividad investigadora en ciencia cognitiva (McClelland y Rumelhart, 1981) y son los que mejor explican los resultados de los diferentes trabajos experimentales.

Como es obvio, siempre nos deberemos mover dentro de las naturales limitaciones de los trabajos experimentales, por cuya razón, sólo podremos verificar, en algunos casos, algún determinado aspecto o mecanismo de los modelos cognitivos.

Nuestra pretensión ha sido, pues, la de presentar de forma sucinta y a grandes rasgos, los modelos que se han ido desarrollando, históricamente, en el corto lapsus de la psicología cognitiva. Todos estos modelos incluyen estudios de procesamiento, a diferentes niveles de profundidad, sin que por ello se trate de modelos idénticos. La gran diferencia entre los modelos que hemos presentado, estriba en la particular concepción de los mecanismos que actúan sobre los datos. O bien, estos mecanismos funcionan de forma independiente y de acuerdo con su propia naturaleza (como sería el caso de los modelos de estadios), o bien, funcionan de forma continuada y en constante interacción con el resto de mecanismos del sistema. En todo caso, el problema queda ahí planteado y va a ser la propia actividad investigadora la única capaz de aportar datos concluyentes para una mejor configuración de los sistemas de procesamiento como unidades globales.

A lo largo de las páginas de este número monográfico, dedicado a la Psicología Experimental Cognitiva, se recogen un conjunto de trabajos que tienen como denominador común el enfoque cognitivo a nuestra ciencia. No todas las investigaciones se centran en unos mismos tópicos, ni parten de unos mismos modelos. Esto es, en definitiva, lo que justifica la presencia de modelos múltiples que son, en determinada medida, los responsables de que se utilicen determinados paradigmas experimentales que van a permitir su supervivencia dentro del marco de la ciencia cognitiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arnaú, J. (1985). Procesamiento de prosa y estructuras cognitivas. En J. Mayor (Ed.), *Actividad humana y procesos cognitivos*. Madrid: Alhambra, p. 215-231.
- Arnaú, J. (1986). Activación de "scripts" y recuerdo de prosa. Actas del Simposium Internacional sobre *Fracaso escolar y aprendizaje verbal y memoria*. Tarragona.
- Atkinson, R.C., y Shiffrin, R.M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. En K.W. Spence y J.T. Spence (Eds.), *The psychology of learning and motivation*. New York: Academic Press, vol. 2.
- Buddeley, A.D. (1976). *The psychology of memory*. New York: Harper and Row.
- Broadbent, D.E. (1958). *Perception and communication*. London and New York: Pergamon.
- Graesser, A.C. (1981). *Prose comprehension beyond the word*. New York: Springer-Verlag.
- Haber, R.N. (1974). Information processing. En E.C. Carterette y M.P. Friedman (Eds.), *Handbook of perception*. New York: Academic Press.
- Marslen-Wilson, W.D., y Tyler, L.K. (1980). The temporal structure of spoken language understanding. *Cognition*, 8, 1-71.
- Massaro, D.W. (1975). *Experimental psychology and information processing*. Chicago: Rand McNally.
- McClelland, J.L., y Rumelhart, G.L. (1981). An interactive model of the effect of context in perception: Part I. *Psychological Review*, 30, 373-407.
- Norman, D.A. (1979). Perception, memory, and mental processes. En L.G. Nilsson (Ed.), *Perspectives on memory research*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Norman, D.A. (1981). *Perspectives in cognitive science*. Norwood, N.J.: Ablex y Hillsdale, N.J.: Erlbaum (publicado conjuntamente).
- Norman, D.A. (1984). Theories and models in cognitive psychology. En E. Donchin (Ed.), *Cognitive psychophysiology*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

- Norman, D.A., y Bobrow, D.G. (1976). On the role of active memory processes in perception and cognition. En C.N. Cofer (Ed.), *The structure of human memory*. San Francisco: Freeman.
- Palmer, S.E. (1975). Visual perception and world knowledge: Notes on model of sensory-cognitive interaction. En D.A. Norman, D.E. Rumelhart y el LNR Research Group (Eds.), *Explorations in cognition*. San Francisco: Freeman.
- Peterson, L.R., y Peterson, M.J. (1959). Short-term retention of individual items. *Journal of Experimental Psychology*, 58, 193-198.
- Posner, M.I. (1967). Short-term memory systems in human information processing. *Acta Psychologica*, 27, 267-284.
- Shiffrin, R.M., y Atkinson, R.C. (1969). Storage and retrieval processes in long-term memory. *Psychological Review*, 76, 179-193.
- Sperling, G. (1960). The information available in brief visual presentations. *Psychological Monographs*, 74, n° 11.
- Sternberg, S. (1966). High-speed scanning in human memory. *Science*, 153, 652-654.
- Tyler, S.A. (1978). *The said and the unsaid: Mind, meaning, and culture*. New York: Academic Press.
- Tyler, L.K., y Marslen-Wilson, W.D. (1982). Speech comprehension processes. En J. Mehler, E.C.T. Walker, y M. Garret (Eds.), *Perspectives on mental representation. Experimental and theoretical studies of cognitive processes and capacities*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

