

De Vega, Manuel: **Introducción a la Psicología Cognitiva**  
Alianza Editorial, Madrid, 1984

## Capítulo 1 INTRODUCCIÓN

El interés por desentrañar y comprender la *mente* humana no es nuevo. Baste mencionar las aportaciones clásicas de Aristóteles, Hume, Locke, Descartes o Kant, cuyas nociones mentalistas aún perviven en nuestra cultura, y en la propia psicología. En un sentido muy veraz la actual psicología cognitiva es una prolongación continuista de aquellos esfuerzos. Pero también hay diferencias sustanciales. En primer lugar, la psicología cognitiva utiliza un lenguaje nuevo —el del procesamiento de información— que ha proporcionado perspectivas y soluciones nuevas a los viejos problemas. En segundo lugar, el estudio actual de la mente tiene una fundamentación empírica, ausente en la filosofía clásica. Los resultados alcanzados son extraordinarios; nunca se había dispuesto de tal cantidad de datos relevantes sobre los procesos mentales ni se había progresado tanto en su comprensión teórica.

No obstante, el trabajo aún es inconcluso, tal como se verá en este libro. El estudio científico de la mente humana es una tarea tan difícil como interesante. La dificultad se deriva de algunas peculiaridades del objeto de estudio. En primer lugar, los fenómenos mentales son *inaccesibles* a la observación pública. Podemos observar directamente los productos externos del lenguaje, la memoria o el razonamiento, pero no los procesos mentales subyacentes. El psicólogo cognitivo debe basarse en los datos escasamente fiables de la observación introspectiva, o, lo que es más frecuente, en datos conductuales de los que extrae inferencias sobre los procesos mentales.

En segundo lugar, para agravar la situación, los fenómenos mentales pueden ser muy *veloces*, produciendo una impresión engañosa de simplicidad. Por ejemplo, la percepción visual ocurre en «tiempo real» de modo aparentemente simple e instantáneo. Pero la eficacia y relativo automatismo de nuestra visión no supone en modo alguno *simplicidad*. Hoy sabemos la enorme cantidad de operaciones de cómputo que realiza un sistema visual, ya sea humano o artificial.

En tercer lugar, el sistema cognitivo es *interactivo*, de modo que existe una interdependencia funcional de todos los componentes del sistema. Esto tiene consecuencias engorrosas para el investigador, ya que la estrategia —típica de la ciencia— de fraccionamiento de un dominio complejo en parcelas de especialización, tiene una eficacia limitada en psicología cognitiva. Tal como asegura Kosslyn (1978,a):

El psicólogo cognitivo a menudo tratará de estudiar algún aspecto particular de la cognición, tal como la naturaleza de las representaciones internas. Desgraciadamente cada aspecto está engranado en un sistema total de mecanismos. Para examinar cualquier componente, necesariamente incluiremos la codificación, la representación, la computación y los procesos de repuesta, todos los cuales se reflejan en nuestros datos. Antes de que podamos conocer cómo debemos utilizar los datos para caracterizar los fenómenos subyacentes de interés, debemos conocer cómo «corregir» los efectos de otros componentes del sistema cognitivo; pero antes de que podamos conocer el funcionamiento de cualquiera de estos componentes, debemos primero conocer todos los otros, incluido el que hemos aislado para estudiar (pág. 218).

Las dificultades son reales, pero no insalvables. El crecimiento explosivo de la psicología cognitiva en los últimos 25 años, se justifica por la viabilidad del estudio psicológico de la mente.

### 1.1. PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

No existe una perspectiva unitaria en la psicología cognitiva actual. Sino más bien una gran variedad de enfoques o «paradigmas» (Mayor, 1980), que apenas tienen en común su énfasis en los fenómenos mentales como agentes causales del comportamiento. Algunos de estos enfoques cognitivos tienen un bien ganado prestigio. Así, la psicología evolutiva de Jean Piaget, la psicolingüística de Chomsky o los nuevos análisis cognitivos del aprendizaje animal y humano.

Sin embargo, a lo largo de este libro estos enfoques cognitivos recibirán un tratamiento marginal. En su lugar, utilizaremos preferentemente (no siempre) la perspectiva del procesamiento de información, sin duda el paradigma cognitivo dominante. En este apartado trataremos sus orígenes y presupuestos básicos.

#### A. Origen del paradigma cognitivo

Las primeras décadas de nuestro siglo habían estado dominadas, al menos en los ámbitos académicos, por el conductismo y el neoconductismo. Estos postulaban análisis asociacionistas más o menos sofisticados de la conducta, y negaban o minimizaban el valor funcional de los procesos mentales. Hacia mediados de la década de los 50, se observa un abandono progresivo de los presupuestos asociacionistas, y una aceptación creciente de los procesos mentales como objeto legítimo de estudio. Inicialmente son unos pocos psicólogos jóvenes los que muestran esta actitud aperturista (Millar, 1956; Bruner *et al.*, 1956; Broadbent, 1958), pero al final de la década, ya se puede afirmar que un nuevo paradigma ha cristalizado. Especial influencia tuvo la obra de Millar, Galanter y Pribram (1960), *Plans and the Structure of Behavior*, que constituyó un auténtico manifiesto fun-

dacional de la nueva psicología, equivalente a lo que había representado *Behaviorism* de Watson (1925) para el paradigma conductista. Millar y sus colaboradores elaboran ampliamente la analogía mente-ordenador, y ofrecen un programa para la nueva psicología, en el que se manejan conceptos mentalistas como «imagen mental», «planes», «estrategias», etc.

El nuevo paradigma supone un giro copernicano. ¿Cómo deciden los psicólogos librarse de las actitudes antimentalistas, hasta el punto de situar justamente el énfasis en los procesos mentales? El cambio tiene raíces muy diversas que vamos a considerar brevemente.

#### A- EL CAMBIO DE PARADIGMAS

##### Paradigmas

El filósofo Kuhn (1962) desarrolló un controvertido análisis, cuyo influjo excedió el marco de la comunidad de especialistas en filosofía de la ciencia, y ha llegado a la propia psicología. Las nociones centrales de Kuhn son la de paradigma y la concepción discontinua del progreso de la ciencia.

Los *paradigmas* fueron descritos inicialmente en forma un tanto laxa, de modo que se mencionan más de 20 acepciones diferentes en la obra de Kuhn (Masterman, 1970). *Grosso modo* un paradigma es una «matriz disciplinaria» (esta es la denominación tardía adoptada por Kuhn), que incluye desde creencias y preconcepciones, hasta prescripciones aceptadas por la comunidad científica (tipos de problemas que se deben plantear, instrumentación, modelos teóricos, aplicaciones). Ejemplos de paradigmas son la física de Newton, o la teoría evolucionista de Darwin.

La noción de paradigma no es tan novedosa como las ideas de Kuhn sobre el desarrollo científico. La ciencia no progresa de modo continuo y acumulativo, como defendía la concepción racionalista tradicional, sino que es una evolución discontinua jalonada por crisis y revoluciones. Para ser más exactos existen periodos de *ciencia normal* caracterizados por la presencia de un paradigma dominante. Durante estos periodos los científicos se acogen a una matriz disciplinar, y realizan una labor verdaderamente acumulativa, resolviendo los «puzzles» que el propio paradigma considera relevantes, e integrando los resultados –que no deben ser muy novedosos o imprevistos- al conjunto del paradigma.

Durante los periodos de ciencia normal tienen lugar ocasionalmente hallazgos novedosos o *anomalías* difíciles de interpretar por el paradigma dominante. Estas anomalías son superadas e incorporadas habitualmente, pues el paradigma tiene cierta plasticidad, y puede elaborar modelos *ad hoc*, o modificar las teorías existentes. Pero otras veces, la acumulación de anomalías es muy acelerada, o las

anomalías se resisten a una interpretación produciéndose una *crisis*. A la crisis le sucede eventualmente un periodo de *ciencia revolucionaria*, durante el cual uno o varios individuos gestan las bases de un nuevo paradigma, que irá cobrando adeptos gradualmente hasta desembocar en un nuevo periodo de ciencia normal. La transición de un paradigma a otro no implica generalmente una evaluación racional de ambos. Los partidarios de los paradigmas competidores permanecen alejados sin llegar a plantearse un debate. Las diferencias en vocabulario teórico, y hasta las observaciones –«cargadas» de teoría según Kuhn- impiden el más mínimo entendimiento.

La concepción de Kuhn ha sido ampliamente contestada entre los actuales filósofos de la ciencia, aunque estos debates no nos interesan en nuestro contexto. En cualquier caso la noción de cambio científico propuesta por Kuhn puede utilizarse como un heurístico provisional para interpretar la evolución reciente de la ciencia psicológica, sin que ello represente ninguna adhesión doctrinal por nuestra parte.

##### «Crisis» y «revoluciones» en psicología

Algunos psicólogos consideran que la transición de conductismo al cognitivismo se puede interpretar en el marco de la concepción kuhniana (Weimer y Palermo, 1973; Segal y Lachman, 1972; Lachman *et al.*, 1979). Más explícitamente, creen ver en el *conductismo* un auténtico paradigma dominante que sirvió de base a un largo periodo de ciencia normal. En cierto momento sobreviene una crisis del conductismo, seguida de un periodo en el que emerge el *paradigma cognitivo*.

La interpretación paradigmática es intuitivamente acertada. En efecto, el conductismo domina el panorama de la psicología académica durante varias décadas (aunque su dominio no es ni mucho menos generalizado, como ocurre con los paradigmas de las ciencias físicas). Durante este tiempo, muchos psicólogos se acogen a la matriz disciplinar conductista que prescribe cuáles son los problemas o *puzzles* relevantes, y cómo deben investigarse. Por ejemplo, es lícito investigar las leyes de la conducta, utilizando ratas como sujetos experimentales, en una tarea de aprendizaje de laberinto. En cambio queda al margen de los afanes conductistas el estudio de los procesos mentales.

La crisis del conductismo es un hecho que nadie pone en duda, y sobre la cual se han realizado exhaustivos análisis (Koch, 1959; Bever *et al.*, 1968; Mackenzie, 1977; Pinillos, 1980; Yela, 1980). Los presupuestos fundamentales del conductismo son cuestionados desde dentro y fuera de la propia comunidad conductista. Comentemos brevemente tres de ellos: las críticas a la insuficiencia del asocia-

cionismo, la interpretación inadecuada del evolucionismo, y la crisis de la noción de ciencia asumida por los conductistas.

El conductismo fue una variante contemporánea del asociacionismo histórico, emparentado con Aristóteles o los empiristas ingleses. Al igual que éstos, los conductistas son *reduccionistas* (toda la vida mental se reduce a elementos más básicos), *conexionistas* (los principios asociativos conectan ciertas respuestas a ciertos estímulos), *sensorialistas* (los términos de la teoría son entidades físicas externas –estímulos- y movimientos motrices o glandulares –respuestas-). En los años 50, se observa una insuficiencia generalizada del conductismo para interpretar el comportamiento humano más complejo. Por ejemplo, Chomsky (1959) en su famosa revisión de *Verbal Behavior* de Skinner (1957), concluye que la extrapolación de los términos skinnerianos (condicionamiento operante, control del estímulo, etc.) desde el marco de la experimentación animal, en que fueron concebidos, a la explicación del lenguaje humano, proporciona a dichos términos el valor de simples metáforas (sin duda, lo peor que se le puede decir a Skinner). Algunos, como Bever, Fodor y Garret (1968) realizan una crítica formal aplicable a cualquier teoría asociacionista, incluido el conductismo.

El conductismo asume, como toda la psicología científica, los principios evolucionistas de Darwin. Sin embargo, a partir de Thorndike, se realiza una lectura particular del evolucionismo, que podríamos denominar *fixista* (De Vega, 1981). Dado el parentesco o tronco común entre la especie, Thorndike y los conductistas aseguran que las leyes de la conducta son universales y compartidas por todas las especies incluido el hombre. Esto no implica naturalmente que los repertorios conductuales sean los mismos en todas las especies; pero las diferencias serían meramente cuantitativas, mientras que los principios conductuales serían comunes. Este presupuesto *fixista* permite comprender que durante décadas los psicólogos experimentales investigasen el aprendizaje de ratas, gatos, perros o palomas, con la pretensión de generalizar los resultados y modelos al comportamiento humano (Pelechado, 1980). También explica por qué la psicología comparada (el estudio diferencial del comportamiento entre las especies) sufrió una parálisis a partir de Thorndike.

La hipótesis *fixista* fue un heurístico que indudablemente impulsó la investigación de la conducta, pero también sirvió de disculpa para aplazar por largo tiempo el estudio de los parámetros más complejos y relevantes de la conducta humana. A mediados de siglo, varios autores de renombre denuncian la interpretación tendenciosa de la filogénesis que hace el conductismo (Hebb, 1949; Schneirla, 1952; Lashley, 1949; Lorenz, 1950), y plantean la necesidad de que la psicología animal se reoriente a estudios comparados. La negligencia del conductismo en este tema es tal que fue la *etología*, una disciplina que nace como una rama de la zoología, la que asumirá una perspectiva comparada, describiendo

sobre todo los comportamientos innatos (otro tema prohibido por el conductismo).

El tercer factor que contribuye a la crisis del conductismo, es la crisis de la concepción epistemológica de la ciencia en que se apoyaba. Los conductistas habían acogido con entusiasmo el *positivismo lógico* del círculo de Viena, que postulaba por ejemplo un lenguaje fisicalista para las teorías, el *operacionismo* (los términos teóricos deben definirse como operaciones cuantitativas), o la *axiomatización* de la teoría (descripción de ésta mediante un lenguaje formal lógico-matemático). Los grandes teóricos del conductismo se adscribieron a una o varias de estas prescripciones (vg: Skinner, Tolman, Hull, etc.). Sin embargo, la mayoría de los postulados del positivismo lógico han sido rechazados por la siguiente generación de filósofos de la ciencia (Suppe, 1977; Seoane, 1980) de modo que el conductismo perdió también su apoyo epistemológico.

Además de los motivos profundos de la crisis del conductismo que acabamos de mencionar, también se puede hablar de motivos internos. En la época tardía de las grandes teorías, el paradigma se disgrega en varias subescuelas neoconductistas, que sustentan posiciones teóricas muy heterogéneas y con fuertes debates entre ellas.

En opinión de Lachman et al. (1979), esta situación de crisis desemboca en un período revolucionario, en que algunos individuos aislados publican obras que buscan un nuevo lenguaje y se dirigen abiertamente hacia el estudio de los procesos mentales (Millar, 1956; Millar, Galanter y Pribram, 1960; Broadbent, 1958). El paradigma cognitivo emergente en la década de los 50 pronto se estabiliza y actualmente domina un nuevo período de ciencia normal. Tal como predice Kuhn, el viejo paradigma –en este caso el conductismo- pervive cierto tiempo, pero sus relaciones con el nuevo son escasas y poco cordiales, a causa de las dificultades de comunicación entre científicos de diferentes matrices disciplinares.

#### B- FACTORES AJENOS A LA PSICOLOGÍA

La concepción de Kuhn postula ciertos principios dinámicos en la evolución de la ciencia que se acomodan aproximadamente a lo acaecido en la transición teórica del conductismo al cognitivismo. No obstante, Kuhn ofrece una idea parcial y descontextualizada del cambio científico, como si éste se debiese únicamente a la dinámica interna de la propia ciencia. En el caso que nos ocupa, la emergencia del cognitivismo se debe no sólo a la crisis del conductismo sino a ciertos factores sociales, históricos o al influjo de otras disciplinas científicas. Entre los factores que inciden en la configuración del cognitivismo están: la teoría de la comunicación, el desarrollo de las ciencias del ordenador, ciertos problemas prácticos y la psicolingüística. Veamos cada uno de ellos.

### *La teoría de la comunicación*

En 1948, Shannon formuló la teoría de la comunicación, que establecía una serie de leyes matemáticas para explicar el flujo de información a través de un canal. Un *canal* es un dispositivo que recibe una entrada (*input*) de información externa y genera una salida (*output*). A la correspondencia entre la información de entrada y la de salida se la denomina *información transmitida*. Esta no suele ser perfecta, pues hay una porción de información del input que se pierde (equivocación) y hay información añadida por el propio canal (ruido). La naturaleza física del canal es indiferente, puede ser un receptor de radio, un televisor, un teléfono... Esto resultó muy sugestivo para algunos psicólogos de la época, que extendieron por analogía la noción de canal a la descripción de la mente humana. En efecto, el sistema nervioso puede considerarse como un canal biológico que transmite información.

De hecho las aportaciones pioneras del incipiente paradigma cognitivo utilizaron de modo casi literal los conceptos y ecuaciones matemáticas de Shannon para describir la mente (Millar, 1956; Attneave, 1959; Broadbent, 1958). Muchos se aplicaron afanosamente a medir la información en *bits* (la medida probabilística postulada por Shannon), lo cual es una tarea ardua y penosa.

La analogía *mente-canal de información* es muy imperfecta y pronto fue abandonada. La medición en bits es a veces impracticable (¿Cuál es la probabilidad de pronunciar una determinada frase?) y lo que es peor, psicológicamente irrelevante. Por otra parte, un canal de información es un dispositivo pasivo que sirve de simple sustrato físico a la información. La mente humana es un sistema extraordinariamente activo, que no se limita a transmitir información, sino que la codifica, almacena, transforma o recombina; en suma, *procesa* información. Estas diferencias, sin embargo, no deben hacernos olvidar el papel histórico que tuvo la teoría de la comunicación en el origen de la Psicología Cognitiva. Los psicólogos más inquietos hallaron en la formulación de Shannon un lenguaje matemático respetable para enfrentarse de modo rudimentario pero eficaz al estudio de la mente.

### *Las ciencias del ordenador*

A finales de la 2ª guerra mundial tuvo lugar una revolución en la tecnología electrónica con especiales repercusiones en la nueva psicología cognitiva. Los ingenieros y matemáticos se enfrentaron a la posibilidad de construir máquinas de acuerdo con principios nuevos, ajenos a las máquinas de Newton (máquinas que transforman energía en movimiento o viceversa). Por ejemplo, Wiener

(1948), al enfrentarse al problema práctico de diseñar un proyectil capaz de auto-corriger su trayectoria en función de la posición cambiante del blanco, desarrolló la noción de retroalimentación (*feed back*) que describe un proceso de autorregulación y control; además acuñó el término *cibernética* para la nueva disciplina que trataría de los sistemas de control.

Más tarde se construyen los primeros ordenadores digitales, que son sistemas de procesamiento de información. La evolución tecnológica de los ordenadores ha sido acelerada e ininterrumpida en los últimos 30 años. No obstante, cualquiera que sea su grado de sofisticación, en un ordenador se suele diferenciar entre el soporte físico o *hardware* y el soporte lógico o *software*.

El *hardware* incluye los componentes físicos de la máquina (memoria, Unidad Central de Proceso y equipos periféricos, así como los elementos microestructurales; vg: circuitos impresos). El *software* abarca los aspectos funcionales del sistema, tales como lenguajes de programación, elaboración de algoritmos y programas, etc.

El desarrollo del ordenador proporciona a la psicología una analogía mucho más poderosa que la teoría de la comunicación. La similitud funcional entre mente-ordenador, tal como se verá en un próximo apartado fue el factor más determinante del desarrollo de la psicología cognitiva actual.

### *La psicolingüística*

La psicolingüística tiene un origen relativamente reciente, que puede situarse cronológicamente en el verano de 1951, cuando el *Social Science Research Council* realizó un seminario interdisciplinar sobre lenguaje en la Universidad de Cornell en el que participaron varios psicólogos y lingüistas (Rieber y Vetter, 1979). Sin embargo, fue a partir de la publicación de *Syntactic Structures* (Chomsky, 1957), cuando la interacción entre psicólogos y lingüistas cobró especial importancia.

La obra de Chomsky constituyó un hito en el campo de la lingüística y un revulsivo en el estudio psicológico del lenguaje. Chomsky realizó una crítica demoladora de los modelos del lenguaje de su época. Por una parte, rechaza las concepciones asociativas de la escuela de aprendizaje verbal y del conductismo. Además argumenta en contra de las «gramáticas de estado finito» que estaban en boga entre los lingüistas. En opinión de Chomsky las expresiones gramaticales no se generan como cadenas asociativas lineales (vg: un símbolo da lugar a otro símbolo, asociado con cierta probabilidad). En lugar de ello, propone su *gramática transformacional* que comprende una serie de reglas generativas y reglas de transformación. El lenguaje se puede estudiar como un dispositivo de *competen-*

*cia*, que incluye un conjunto de reglas de reescritura de símbolos, capaz de generar todas las frases gramaticales del lenguaje natural.

En la versión estándar de su teoría (Chomsky, 1965), se introducen algunas nociones nuevas. Por ejemplo, la distinción entre estructura *profunda* (descripción sintáctica en términos de reglas), y la estructura *superficial* (la materialización física del lenguaje).

Asimismo estableció una importante distinción entre *competencia* y *actuación* lingüística. La principal labor de lingüista es elaborar un modelo de competencia gramatical, es decir, de las reglas que permiten generar todas las frases gramaticales de un idioma y ninguna de las no gramaticales. La competencia es un dispositivo idealizado, que se puede estudiar de modo formal, al margen de cualquier pretensión psicológica. Pero cuando dirigimos nuestra atención a los usuarios particulares de un idioma, observamos que su producción y comprensión de frases no depende exclusivamente de la competencia –si así fuese nos limitaríamos a construir frases gramaticalmente correctas pero aleatorias-. El hablante, está constreñido por sus intenciones, su conocimiento del mundo y del interlocutor, sus estados mentales, sus limitaciones atencionales y de memoria, el contexto, etc. Es decir, que la *actuación* verbal depende tanto de la competencia como de un conjunto de variables psicológicas.

La teoría chomskyana fue aceptada inmediatamente por la nascente psicología cognitiva, que compartió la crítica de Chomsky a las concepciones asociativas y lineales, y aceptó gustosamente la noción de reglas generativas y transformacionales (Miller *et al.*, 1960). Actualmente existen estrechas conexiones interdisciplinarias entre los lingüistas postchomskyanos (la teoría estándar de Chomsky ha perdido vigencia), la psicología cognitiva y la Inteligencia Artificial. Muchas de las investigaciones y modelos que veremos a lo largo de este libro conservan claramente sus raíces en la lingüística de Chomsky.

### *Problemas prácticos*

Los ingenieros industriales durante la segunda guerra mundial y posteriormente se enfrentaron a ciertos problemas prácticos relativos a la relación hombre-máquina. Cuando se diseña un dispositivo mecánico o electrónico hay que tener en cuenta el «factor humano», es decir el operario que lo va a usar. Los psicólogos proponen a los ingenieros que la máquina y el operario deben considerarse como un único «sistema hombre-máquina» cuyo rendimiento hay que optimizar. Por ejemplo, si se diseña una cabina de avión, las señales de los indicadores deben ser fácilmente legibles por el piloto; los mandos deben tener una disposición adecuada a la anatomía humana; y en general debe minimizarse el esfuerzo físico y mental del piloto para evitar errores. Es evidente que la nueva concepción del

diseño industrial exige no sólo soluciones pragmáticas, sino un cierto grado de comprensión de los procesos psíquicos del “factor humano”; por ejemplo, sus límites atencionales, sus mecanismos de forma de decisión, etc. Todo ello sin duda supone una demanda social de una psicología más cognitiva.

Broadbent (1958), uno de los primeros psicólogos cognitivos, trabajaba como psicólogo militar en la Marina británica. Estudiando el rendimiento de los operarios de radar y los controladores aéreos, que reciben una gran sobrecarga de información, Broadbent comienza a interesarse por los procesos de atención. Entre sus aportaciones destaca el primer modelo de la atención humana, formalizado como un diagrama de flujo (véase capítulo 3).

## **B. La analogía del ordenador**

### *A- ANALOGÍA FUNCIONAL*

Ya hemos mencionado el influjo especial que tuvo en la psicología cognitiva el desarrollo de las ciencias del ordenador. En realidad, la analogía entre la mente humana y los sistemas artificiales de cómputo fue propuesta incluso antes de inventarse los ordenadores. El origen remoto de la analogía se remonta a los trabajos del matemático Turing (1937). Turing describió una máquina hipotética (la máquina universal) demostrando que ésta podría simular cualquier cómputo, incluso los comportamientos inteligentes humanos, hasta el punto de engañar a un observador ingenuo con sus respuestas. El único requisito es que el programador de la máquina reduzca todos los cálculos a una serie de operaciones elementales específicas. La máquina hipotética de Turing sería muy simple. Constaría de una cinta de papel, en principio ilimitada, dividida en secciones cuadradas, cada una de las cuales se rellenaría con un símbolo impreso de un determinado código. Las entradas (lo que se le «dice» a la máquina) y las salidas (lo que «responde») se registrarían como símbolos en la cinta. La máquina operaría con dichos símbolos de acuerdo con ciertas reglas, utilizando operaciones sencillas como borrar, registrar, marcar, desplazar la cinta, etc.

La máquina de Turing es una abstracción, pero los ordenadores digitales son reales, y más o menos equivalentes a la máquina de Turing. Los ordenadores se suelen definir como sistemas de «propósito general», es decir, que se pueden programar para cualquier tipo de cómputo, al igual que la máquina universal de Turing. Por su parte el sistema nervioso humano tiene una gran versatilidad funcional, de modo que se puede categorizar también como un procesador de propósito general.

La similitud entre los ordenadores y la mente humana es obvia y ha sido explotada en ambas direcciones. Los ingenieros electrónicos y sobre todo los técni-

cos de Inteligencia Artificial tratan de trasladar intuitivamente sus ideas sobre el funcionamiento mental al campo del ordenador. Por su parte, los psicólogos cognitivos toman como modelo el ordenador para plantear hipótesis psicológicas y elaborar interpretaciones teóricas.

Conviene aclarar que la analogía mente-ordenador es funcional, no física. En el aspecto material o hardware las diferencias son considerables. Las neuronas son las unidades básicas del sistema nervioso; se trata de organismos vivos con miles de conexiones sinápticas tridimensionales, y complejos procesos bioquímicos de transmisión de señales. En los ordenadores actuales las unidades elementales son circuitos de silicio, distribuidos bidimensionalmente y con escasas conexiones entre sí. En cambio, desde una perspectiva funcional emergen las similitudes. La mente y el ordenador son sistemas de procesamiento de propósito general; ambos codifican, retienen y operan con símbolos y representaciones internas.

#### B- CONSECUENCIAS DE LA ANALOGÍA

Gracias a la metáfora del ordenador, la psicología cognitiva ha conocido la rápida expansión que reflejaremos en este libro. El mentalismo, desterrado de la psicología académica desde finales del siglo XIX a causa de sus debilidades metodológicas y conceptuales, es reasumido con decisión por la nueva psicología cognitiva. La analogía del ordenador en que se basa presta a los psicólogos un vocabulario, unas directrices y una instrumentación adecuadas para el estudio de la mente.

#### Vocabulario

Muchos de los temas tratados por la psicología cognitiva utilizan una terminología de «procesamiento de información», común para los ordenadores y los procesos mentales. El vocabulario asociacionista ha sido sustituido parcialmente por procesos de «codificación», «almacenamiento», «recuperación», «búsqueda de información», etc., y por componentes estructurales como «memoria operativa», «memoria a largo plazo», «buffers», etc.

¿En qué medida ésta terminología computacional supone una pérdida de identidad para la psicología? ¿Ha sido ésta incorporada a las ciencias del ordenador como un mero apéndice? Conviene establecer una distinción entre la versión *débil* y la versión *fuerte* de la analogía mente-ordenador (De Vega, 1982). La versión débil establece una similitud funcional entre ambos sistemas y utiliza el vocabulario de procesamiento, pero de un modo esencialmente instrumental. En ningún caso se pierde de vista la perspectiva psicológica, de modo que hay un esfuerzo de investigación dirigido a desvelar las peculiaridades de ese sistema de

procesamiento particular que es la mente humana. La versión débil corresponde a lo que se denomina con propiedad *Psicología cognitiva*, y existe un indicio inequívoco para reconocerla: estudia directamente el comportamiento inteligente de sujetos humanos.

La versión fuerte de la analogía considera que el ordenador es algo más que una simple herramienta conceptual. La analogía se lleva a sus últimas consecuencias. Si el ordenador y la mente humana son sistemas de propósito general, el objetivo del científico es elaborar una teoría unificada del procesamiento de información que englobe ambos sistemas (en realidad todos los sistemas de procesamiento de información del universo). Esta versión ha dado lugar a una disciplina muy pujante denominada *Ciencia Cognitiva*. Sus aportaciones se reconocen porque rara vez recogen datos psicológicos directamente. Su interés está confinado a la construcción de programas de Inteligencia Artificial. En la medida en que éstos mimeticen comportamientos inteligentes humanos, nos aportarán información relevante sobre el propio sistema cognitivo humano (Pylyshyn, 1978). También podría asegurarse lo contrario: en la medida en que desvelemos los principios cognitivos del procesador humano, podremos elaborar mejores programas de Inteligencia Artificial. Sin embargo, los expertos en Ciencia Cognitiva, por su orientación disciplinar, son más técnicos de ordenador que psicólogos, de modo que prefieren la primera vía a la segunda.

A lo largo de este libro se entremezclan aportaciones de la Ciencia Cognitiva y de la Psicología Cognitiva, aunque con un claro predominio de ésta última pues estimamos mayor su relevancia para el psicólogo.

#### Directrices

Para el conductismo, los presupuestos asociacionistas, la interpretación fixista de la evolución y la concepción positivista de la ciencia desempeñaban el papel de metapostulados; es decir, creencias asumidas que imponían directrices y prohibiciones a la teoría y el método.

La analogía computacional ejerce la misma función de metapostulado para la psicología cognitiva. No se limita a ser un vocabulario teórico, sino que dicta y legitima ciertos objetivos de investigación, y condiciona la elaboración de teorías y modelos.

A veces –especialmente en los primeros tiempos–, la analogía del ordenador ha supuesto un corsé algo rígido para la psicología cognitiva, sesgando las investigaciones en determinadas direcciones, en función de las características de los ordenadores actuales. Por ejemplo, se ha dedicado un esfuerzo excesivo en los años 60 al estudio de las «estructuras» de la memoria y de la atención, mimetizando las características del *hardware* de los ordenadores. En cambio son escasos

hasta época muy reciente los estudios relativos a la conciencia, la planificación de la conducta, los procesos sensoriales, el conocimiento social. Estos «olvidos» no son azarosos; los ordenadores digitales no son conscientes de la información que procesan, no tienen que organizar patrones de conducta dirigidos al ambiente, ni poseen receptores sensoriales (excepto los *robots*, actualmente muy primitivos), y naturalmente no interactúan en el sentido social del término.

Afortunadamente, la psicología cognitiva se está liberando de estas restricciones paradigmáticas y su ámbito empieza a cubrir las lagunas iniciales, aunque para ello se vea forzada a despegarse de la analogía computacional.

### *Función instrumental*

El ordenador ofrece a la psicología cognitiva la posibilidad de construir modelos formales muy sofisticados. Tal como veremos en el apartado metodológico de este capítulo, existen dos tipos de modelos computacionales: la Inteligencia Artificial (IA) y la Simulación (S), dependiendo de si se admiten o no restricciones psicológicas. En un extremo tendríamos los modelos de IA, cuya ejecución es análoga o superior al rendimiento cognitivo humano en tareas idénticas, pero sin que haya una intención expresa de que el programa IA reproduzca los procesos cognitivos humanos. Por ejemplo, se puede diseñar un programa IA que juegue al ajedrez, pero empleando estrategias y mecanismos internos totalmente diferentes a las personas.

Los modelos de simulación, en cambio, son programas que además de mimetizar el comportamiento inteligente humano (con sus mismas limitaciones), pretenden emular los procesos y mecanismos mentales. Por ejemplo, un programa S que juegue al ajedrez deberá cometer el mismo tipo de errores que las personas y tener la misma latencia de respuesta; pero sobre todo, debe basarse en los mismos principios que el jugador humano.

Los *diagramas de flujo* constituyen otro tipo de modelación computacional en psicología cognitiva. Su elaboración es mucho más simple que los modelos IA y S, y de ahí su extraordinaria frecuencia. El diagrama de flujo consta de una serie de «cajas» dispuestas secuencialmente unidas por «flechas». Las cajas representan operaciones básicas (vg: almacenar, recuperar, codificar, comparar, bifurcar, etc.), y las flechas indican la secuenciación de estas operaciones. La función habitual de un diagrama de flujo es representar de modo simplificado un algoritmo para resolver un determinado tipo de problema. Los técnicos de ordenador, antes de construir la minuciosa secuencia de instrucciones de un programa, suelen elaborar un diagrama de flujo a modo de boceto. En la *figura 1.1.(A)* se muestra uno de ellos, que indica la secuencia de operaciones para un algoritmo que calcula la magnitud de los impuestos, suponiendo que con ingresos superio-

res a 2 millones se paga el 22%, y en caso contrario el 16%. El rombo representa una bifurcación o toma de decisión.

En la *figura 1.1.(B)* se incluye otro diagrama de flujo, esta vez para representar el procesamiento de información visual y auditiva en el sistema cognitivo humano (basado en Chase, 1978).

## **1.2. PSICOLOGÍA COGNITIVA Y OTRAS «PSICOLOGÍAS»**

Hemos evitado las definiciones de psicología cognitiva, pues no parece excesivamente útil tratar de delimitar con precisión una disciplina tan pujante que se está haciendo todavía. Otra razón más profunda es que no creemos demasiado en el valor científico ni didáctico de las definiciones (el lector encontrará el origen de este escepticismo en el *capítulo 7* sobre las categorías naturales). Ello no impide que intentemos establecer ciertas líneas de demarcación entre la psicología cognitiva y otras disciplinas psicológicas. De este modo el lector tendrá nuevos elementos para elaborar su propio concepto de psicología cognitiva. Concretamente, vamos a contrastarla con la psicofisiología, con la psicología de la inteligencia y con la psicología genética de Jean Piaget.

### **A. Psicología cognitiva y psicofisiología**

No hace mucho asistí a una conferencia en que un ilustre neurólogo auguraba un brillante porvenir para la psicología, identificando implícitamente el «futuro de la psicología» con el «futuro de la psicofisiología». En realidad, esta identificación reduccionista está muy arraigada no sólo en los neurólogos, sino en los profanos y en los propios psicólogos.

Naturalmente, la psicología actual no es toda ella psicofisiología. La idea reduccionista tiene un carácter prospectivo. La psicología en su estado actual de análisis *molar* del comportamiento y de los procesos mentales, sería una ciencia de transición. Eventualmente, cuando las técnicas de investigación bioquímicas y neurológicas hayan avanzado suficientemente, nuestro conocimiento del sistema nervioso y sus funciones sustituirán a la «primitiva» psicología.

Esta profecía fisiologista no suele exponerse de modo tan explícito, pero subyace sin duda en la búsqueda de un sustrato fisiológico de la conducta en autores clásicos muy dispares (vg: Pavlov, Lashley, Watson, Bindra, Hebb, Pribram, Freud, Luria, Eysenck). La mayoría de ellos llegan a elaborar constructos fisiológicos hipotéticos, pues consideran que el lenguaje organísmico, aún siendo especulativo, es más riguroso y deseable que el conductal.

Por otra parte, la psicología cognitiva que trataremos a lo largo de este libro, apenas tiene ninguna conexión psicofisiológica. No es una simple metáfora afir-

mar que la psicología cognitiva trata del funcionamiento del cerebro, o al menos de las funciones de procesamiento de información del cerebro. Ahora bien, la psicología cognitiva se sitúa en una posición epistemológica estrictamente funcional, sin ocuparse directamente del sustrato orgánico de las operaciones mentales. De nuevo es pertinente insistir en la dualidad *hardware* y *software*. La psicología cognitiva está interesada primariamente en la organización funcional de la mente, de modo análogo al técnico de programación que se limita a conocer y manipular los aspectos funcionales del ordenador (*software*), sin preocuparse de la microestructura del sistema (*hardware*). Esta distinción conceptual permitió a la psicología cognitiva desmarcarse, quizá en mayor medida que otras ramas de la psicología, de la psicofisiología y sus aportaciones.

Ante la actual situación de independencia entre psicología cognitiva y psicofisiología cabe hacer algunas reflexiones. Creemos que debe huirse de dos posiciones extremas igualmente peligrosas: el reduccionismo y el aislacionismo.

En primer lugar, los intentos de reducir la psicología a fisiología constituyen una manifestación particular del reduccionismo epistemológico, y comparten sus vicios. Un intento clásico correspondió al positivismo lógico, tan admirado por los conductistas, cuyo programa máximo apuntaba hacia la *ciencia unificada*. A grandes rasgos el reduccionismo pretende subsumir las ciencias de alto nivel en las ciencias que utilizan unidades de análisis más elementales (en última instancia todas las ciencias se reducirían a la física). En la actualidad hay algunos proyectos reduccionistas como el del filósofo Bunge, pero en general existe una fuerte crítica al reduccionismo. Sin ánimo de adentrarnos en los debates filosóficos sobre el tema, vamos a admitir que existen varios niveles de análisis de la realidad, correspondientes a las distintas disciplinas de la matriz de la ciencia. En cada nivel emergen fenómenos específicos que no pueden deducirse del nivel de análisis inferior (vg: Putnam, 1973).

En el caso que nos ocupa, este emergentismo supone que del análisis bioquímico y fisiológico del cerebro no se deducen los procesos cognitivos de razonamiento, toma de decisiones, etc. Esto no significa que no exista una dependencia causal entre los procesos mentales y las funciones fisiológicas. Lo que ocurre es que el análisis *molar* del pensamiento (funciones cognitivas que determinan la conducta inteligente ante el ambiente) es más informativo que el estudio de la microestructura del sistema nervioso. Esto no es nada nuevo, pues ocurre en buen número de ciencias, por ejemplo los fenómenos propios de la química no son reductibles a los de la física atómica, ni los de la filogénesis de las especies a la genética, ni los de la sociología a la psicología...

Las relaciones entre psicología cognitiva y psicofisiología no deben plantearse en términos de rivalidad epistemológica sino de complementariedad. La psicofisiología no es un estudio descontextualizado del funcionamiento del cerebro,

sino que parte de una teoría psicológica previa. El estudio fisiológico del cerebro no se limita a descubrir sus patrones de actividad en sí mismos, sino que relaciona éstos con las funciones psíquicas. La psicología cognitiva debe estar muy avanzada para ofrecer una descripción funcional a los fisiólogos a partir de la cual puedan éstos buscar correlatos orgánicos.

Por ejemplo, para determinar los procesos bioquímicos y las áreas cerebrales relacionadas con la memoria, se requiere previamente una psicología de la memoria que determine a nivel funcional las estructuras y procesos y que disponga de mediciones conductuales de la memoria. Así, los estudios de Milner (1970) en pacientes con lesión cerebral del área límbica, permiten interpretar los trastornos de memoria de estos sujetos como dificultades de trasvase desde la «memoria a corto plazo» a la «memoria a largo plazo», es decir, en el marco de la teoría multialmacén (ver capítulo 2).

Por su parte la psicología cognitiva debe huir del aislamiento, ya que la psicofisiología puede brindarle una validación convergente de sus constructos, e incluso imponer restricciones a las posibles teorías psicológicas. Por ejemplo, las aportaciones de Hubel y Wiesel (1965, 1979) sobre las propiedades funcionales de las neuronas del sistema visual, apoyan la idea de que la percepción es un proceso de análisis de características y no de reconocimiento de plantillas; asimismo, las investigaciones sobre especialización hemisférica han descubierto una distribución asimétrica de funciones cognitivas en ambos hemisferios cerebrales (Cohen, 1977; Bradshaw y Nettleton, 1983).



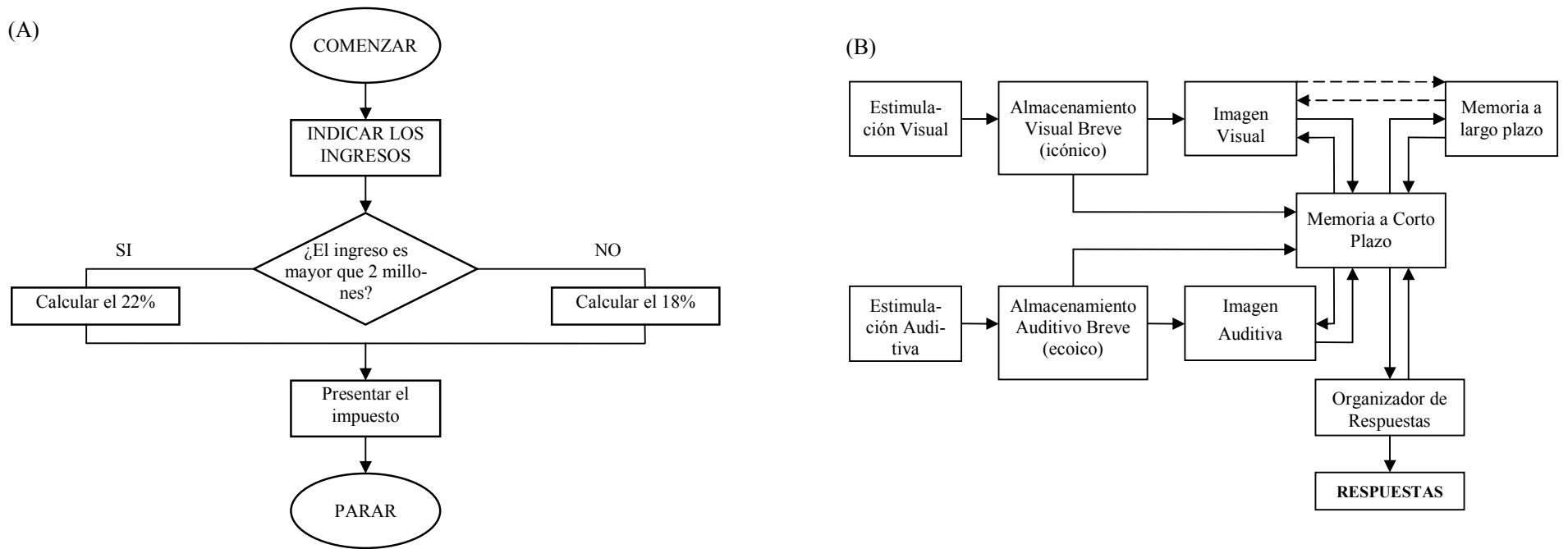


Figura 1.1. Diagramas de flujo de un algoritmo de ordenador (A) y de un modelo cognitivo (B)