

Antecedentes y aparición de la Psicología del Procesamiento de Información: un estudio histórico

PILAR GRANDE MARTÍN

Universidad de Málaga

ALBERTO ROSA RIVERO

Universidad Autónoma de Madrid



Resumen

El presente artículo recopila los grandes hitos asociados al surgimiento de la Psicología del Procesamiento de Información (principales autores, obras, instituciones, eventos científicos, etc.) en Gran Bretaña y Estados Unidos, países en donde este enfoque tiene su origen. Esto se hace a través de una perspectiva de análisis histórico que, remontándonos a los años veinte —y tras pasar revista a los acontecimientos más relevantes para la Historia de la Psicología acaecidos durante los años treinta, cuarenta y cincuenta—, nos conduce a 1958, fecha clave para el nacimiento y difusión de lo que hoy conocemos como Psicología del Procesamiento de Información.

Palabras clave: Situación Histórica - Procesamiento de Información - Aproximación Bartlett/Craik - Niveles de Ejecución - Psicología Experimental Aplicada - Cibernética - Computación - Comunicación - Prueba de Turing - Ergonomía - Lingüística - Teoría Matemática de la Comunicación - Inteligencia Artificial - Mutación.

Abstract

This article presents a journey through the main historical landmarks related to the emergence of the Information Processing approach in Psychology both in Great Britain and the U.S.A., the two countries where this type of psychology started its development. This is done through a historical analysis in which aspects such as institutions, publications, scientific events, authors, etc. are taking into account. The study spans from the 1920s until the year 1958, when this psychological approach reaches its first maturity.

Key words: Historical Situation - Information Processing - Bartlett/Craik Approach - Levels of Performance - Applied Experimental Psychology - Cybernetics - Computing - Communication - Turing Machine Test - Ergonomics - Linguistics - Mathematical Theory of Communication - Artificial Intelligence - Mutation.

Dirección de los autores: Pilar Grande Martín, Facultad de Filosofía y Letras. Departamento de Psicología Básica- Metodología y Psicobiología. Universidad de Málaga. Málaga

La Psicología del Procesamiento de Información comienza a gestarse en Gran Bretaña y Estados Unidos en el período comprendido entre 1920 y 1960, siendo de especial relevancia para su nacimiento —y ulterior consolidación— los eventos acaecidos en los últimos veinte años de dicho período (1940-1960).

El hecho de que un mismo sistema de conocimiento se desarrolle a lo largo de una misma época histórica en dos lugares diferentes aparece ante nuestros ojos como un acontecimiento extraordinario en la Historia de la Psicología (no así en la Historia de otras disciplinas), y más si tenemos presente que hasta bien entrados los años cincuenta apenas existieron contactos entre los psicólogos británicos y norteamericanos adscritos a este enfoque.

Uno de los factores más decisivos para el surgimiento —casi simultáneo— del enfoque del procesamiento en países tan alejados geográficamente como el Reino Unido y los Estados Unidos lo constituye la situación histórica del momento, la cual dejaba sentir su presión en la consideración de lo que habrían de ser los hechos científicos y los principios fundamentales. Ambos países exhibían un alto grado de desarrollo científico-tecnológico e industrial y participaron activamente en la Segunda Guerra Mundial, y fue, precisamente, la introducción de la nueva tecnología en las fábricas y en las Fuerzas Armadas lo que hizo emerger nuevos problemas relativos al manejo de las máquinas por parte del operador humano y, en definitiva, a la forma en que los seres humanos procesan la información.

El propósito de este artículo es el de brindar al lector una recopilación de los grandes hitos asociados al surgimiento de la Psicología del Procesamiento de la Información, es decir, los principales autores, obras, instituciones, acontecimientos científicos, etc., con objeto de ofrecer, seguidamente, una explicación —a modo de conclusión— de la forma en que nace, ya definitivamente, el nuevo enfoque, así como de delimitar, cuando menos de modo aproximado, la fecha de tal acontecimiento.

I. EL SURGIMIENTO DE LA PSICOLOGIA DEL PROCESAMIENTO DE INFORMACION EN GRAN BRETAÑA

En 1922, Frederick Ch. Bartlett es nombrado director del Laboratorio de Psicología de Cambridge (Inglaterra) y con él se inicia una nueva línea de investigación de Psicología que encuentra su momento álgido en los años cuarenta. Con Bartlett se abre un nuevo campo de estudio que permitirá ir despojando a la Psicología británica de los tintes filosóficos que la impregnaban y que —tras superar un estado intermedio de progresivo acercamiento a la Fisiología— culminaría con la aparición de la Psicología Experimental Aplicada a principios de los años cuarenta, si bien hay algunos antecedentes importantes en los años treinta (e. g., Weston y Adams, 1932, 1935; Wyatt y Langdon, 1932, etc.).

A nuestro juicio, fue en el Departamento de Psicología de la Universidad de Cambridge donde se pusieron las bases para lo que después daría en denominarse «Psicología del Procesamiento de Información», y ello gracias a la labor de figuras como Bartlett, Craik o Broadbent (por citar sólo algunos nombres), quienes dieron origen a un nuevo campo de investigación y a un nuevo cuerpo de profesionales (cf. Broadbent, 1977a). Pero es más, a diferencia de lo que ocurriera en los Estados Unidos de América —donde el nuevo enfoque se desarrolla a raíz de las investigaciones de grupos aislados en distintos lugares del país—,

Cambridge se nos muestra como un centro neurálgico para la nueva aproximación que se sitúa en la vanguardia de la Psicología británica actuando como foco inspirador —y, a su vez, acicate— de la ulterior expansión del enfoque a otros puntos del territorio británico (Londres, Oxford, Sheffield...).

Como decíamos al principio, es a partir del nombramiento de Bartlett como director de dicho Laboratorio, 1922, cuando se inicia en Cambridge una aproximación al estudio de los seres humanos sumamente novedosa (sobre todo si tenemos en cuenta que incluso durante los años cuarenta la Psicología seguía estando considerada en Cambridge como un «Ciencia Moral»).

Para captar la esencia de la aproximación de Bartlett es necesario hacer referencia, previamente, al período comprendido entre 1922 y 1931, época que comienza y finaliza con dos grandes acontecimientos en la vida del autor, decisivos para la ulterior formulación de los principios básicos de su aproximación a la Psicología. En 1922 es nombrado director del Laboratorio de Psicología de Cambridge y en 1931 se convierte en profesor de Psicología Experimental (cf. Boring, 1950). Su profunda creencia en el método experimental se hace patente en las conferencias pronunciadas durante este período y en las que empiezan a perfilarse los principios generales sobre los que descansaría su aproximación: 1) los problemas sometidos a estudio deben extraerse de la vida real siempre que sea posible, 2) las situaciones experimentales deben ser complejas en vez de ser simplificadas, 3) los datos deben guiar la teoría en vez de ser la teoría la que nos conduzca a investigar determinados datos (cf. Broadbent, 1977a).

Las ideas de Bartlett fueron preconizadoras de lo que después sería el enfoque del Procesamiento de Información, como lo muestra el hecho (entre muchos otros) de que estos principios generales fuesen sustentados por los psicólogos adscritos a tal enfoque y continúan vigentes en la actualidad.

Con base a estos principios, Bartlett lleva a cabo una serie de investigaciones (de corte experimental) sobre percepción y recuerdo que culminan con la publicación, en 1932, de *Remembering*, obra cumbre de su producción intelectual. En este libro, Bartlett enfatiza la naturaleza constructiva de la percepción y, especialmente, el carácter reconstructivo del recuerdo. De esta forma, Bartlett rompe con la tradición filosófica de la Psicología británica e instaura una nueva vía de acercamiento al estudio de los seres humanos: «los procesos que él infirió a partir de sus experimentos no fueron ni las simples cadenas E-R del conductismo ni los campos unificados de los gestaltistas ni los conceptos mentalistas de los filósofos» (Broadbent, 1977a, p. 46). Por el contrario, habló de procesos activos separados en diferentes niveles y con roles distintos, intercomunicados y dirigidos a metas (intencionalidad o propositividad).

En *Remembering*, Bartlett (1932, p. 213) escribía:

«El recuerdo no es la reexcitación de innumerables huellas fijas, exánimes, y fragmentarias. Es una reconstrucción imaginativa, o construcción, ...»

Y es en esta «reconstrucción imaginativa, o construcción» donde los «esquemas» del sujeto juegan un papel decisivo; para Bartlett (1932) nuestra actitud hacia un cúmulo de experiencia pasada «es literalmente un efecto de la capacidad del organismo para volver sobre sus propios esquemas (*schemata*) y es directamente una función de la conciencia» (p. 213).

La noción de «esquema» juega un papel realmente destacado no sólo en la obra de Bartlett sino también en la de otros autores de orientación cognitivista

como, por ejemplo, Piaget (1952), Kagan (1971), Posner (1973), Bobrow y Norman (1975), Rumelhart (1975), Rumelhart y Ortony (1977), Neisser (1976), etc. No vamos a entrar aquí en el análisis de los distintos significados que el término «esquema» adquiere en la obra de los muchos autores que han recurrido a su empleo, pero sí consideramos pertinente detenernos, siquiera brevemente, en el significado de este concepto en el pensamiento de Bartlett.

Un neurólogo británico, Henry Head, publicó, en 1920, una obra titulada *Studies in Neurology (Estudios en Neurología)* en la cual daba cuenta de un hecho que atrajo poderosamente su atención: la percepción de la postura podía verse desorganizada por la presencia de lesiones cerebrales aun cuando no existiese alteración de la sensibilidad propioceptiva. A raíz de este descubrimiento, postuló la existencia de un esquema (*schema*) en el cerebro a modo de un residuo organizado (o huella) de sensaciones pasadas, y propugnó que cada sensación que llegaba al cerebro modificaba dicho esquema pero no era conservada individualmente.

Bartlett (1932) tomó el término esquema de la obra de Head (1920) pero dándole un sentido mucho más amplio. Bartlett realizó una serie de estudios sobre percepción y recuerdo en los cuales se presentaban a los sujetos una serie de historias o relatos exóticos (vg., cuentos populares indios) y, al cabo de cierto intervalo temporal, se les pedía que los recordasen. Bartlett se encontró con que los sujetos no eran capaces de recordar con precisión el material que se les brindaba y que los «fallos» o inexactitudes hallados mostraban patrones sistemáticos. Y fue para explicar estos resultados que Bartlett recurrió al término «esquema», confiriéndole un marcado carácter cognitivo: los esquemas serían estructuras cognitivas abstractas que se irían configurando a partir de anteriores enfrentamientos o encuentros en el ambiente, y cuya función sería la de organizar la información de determinada manera; en la medida en que la información presentada coincidiera (en mayor o menor grado) con nuestros esquemas previos tendrán lugar (en mayor o menor grado) distorsiones perceptuales y/o amnésicas.

Como señala Broadbent (1958), a pesar de que, históricamente, la aproximación de Bartlett ha dado origen a interpretaciones conflictivas y se ha «criticado» la ambigüedad de significado de los términos empleados y, en particular, del término «esquema» (cf. Oldfield y Zangwill, 1942), su teoría presenta características de la conducta ignoradas por otras aproximaciones teóricas. En efecto, Bartlett (1932) enfatiza en *Remembering* la importancia del estudio de problemas extraídos de la vida cotidiana; concede un rol destacado a los motivos o intereses en la selección e interpretación de la información estimular; defiende una concepción holística o molar de la conducta basada en el análisis de patrones estímulares y conductuales y de situaciones complejas; insiste en la actividad de la mente y en la naturaleza propositiva o intencional de la conducta, etc.

En su obra de 1932 encontramos ya buena parte de los postulados básicos del enfoque del procesamiento, y no sólo a nivel teórico sino también a nivel científico-metodológico. Su concepción de la Ciencia no está regida por los cánones ortodoxos del Positivismo Lógico —tan venerados por los psicólogos conductistas de la época—, ni su aplicación del método experimental fue, en absoluto, tan restrictiva como la propia de la investigación conductista. Por otra parte, el material utilizado en sus trabajos —y, en definitiva, el tipo de tareas a ejecutar por los sujetos— no eran ya las sílabas sin sentido de Ebbinghaus (1885),

ni los pares asociados de los conductistas, sino un material complejo y, de alguna manera, significativo para el sujeto.

Una buena prueba de la relevancia de la obra de Bartlett (1932) aparece recogida en las palabras de Garzón y Seoane (1982), quienes, haciendo referencia a las tareas experimentales usadas en el estudio de la memoria semántica, escriben:

«Otra de las técnicas utilizadas, y más antigua, en el estudio del papel del significado en la organización del conocimiento, es la llamada *comprensión de textos*. Tuvo su inicio en los estudios de memoria de Bartlett (1932) cuando, rompiendo con la tradición asociacionista, planteó la utilización de pasajes de prosa para estudiar cómo un sujeto aprende y recuerda información» (p. 133).

Aunque esta técnica ha sido objeto de ciertas modificaciones (en cuanto a procedimiento experimental, tipo y número de variables a manipular, etc.), «los fenómenos que Bartlett señaló, tales como la adecuación subjetiva, las racionalizaciones, omisiones, etc., siguen verificándose actualmente y vienen a poner de manifiesto el proceso de organización en los mecanismos de codificación y recuperación que hacen referencia al modo en que el sujeto representa y estructura el conocimiento que adquiere» (Garzón y Seoane, 1982, p. 133).

La aparición de *Remembering* suscitó, inmediatamente, el interés de los psicólogos que colaboraban con Bartlett, y a cuyos ojos se presentaba una aproximación original a la Psicología que estaba varios años por delante de su tiempo en la descripción e interpretación de los fenómenos (cf. Broadbent, 1977a). Pero en los años treinta no existía, todavía, un lenguaje adecuado para dar cuenta, de manera absolutamente precisa, de las nociones allí expuestas, y he aquí que la aportación de Kenneth J. W. Craik demostró ser de suma utilidad para la consecución de este objetivo.

Durante la Segunda Guerra Mundial, Craik fue uno de los miembros más destacados del Laboratorio de Psicología de Cambridge y —en palabras de Broadbent (1977a)— llegó a convertirse en la «mano derecha» de Bartlett. Craik estaba muy familiarizado con las técnicas de ingeniería de su época y pensaba que muchas de las descripciones formales de los sistemas de control podían ser aplicados a los procesos que tienen lugar en el interior de los seres humanos; estas ideas fueron recogidas en su libro *The nature of explanation*, publicado en 1943, y en el cual se ofrecía una aproximación al estudio de los seres humanos desde un punto de vista cibernético. La aparición de esta obra supuso el inicio de una nueva aproximación que «no estaba disponible en ningún libro de texto o artículo de revista y que tenía potencialmente implicaciones revolucionarias» (Broadbent, 1977a, p. 47).

Esta concepción cibernética inspiró, en su totalidad, lo que Broadbent (1977a, 1977b) denomina la «aproximación Bartlett-Craik»; y se pone claramente de manifiesto en su «teoría de los niveles de ejecución», (cf. Broadbent, 1977b), según la cual la ejecución humana se organiza jerárquicamente en diferentes niveles interrelacionados, algunos de los cuales modifican o controlan las operaciones de otros. Durante la Segunda Guerra Mundial, el Laboratorio de Psicología de Cambridge se convirtió —bajo la dirección de Bartlett— en un centro dedicado al estudio de algunos problemas relacionados con la tecnología encontrados en la industria y en las Fuerzas Armadas (cf. Broadbent, 1977a, 1977b), y la influencia de la aproximación Bartlett-Craik pronto se dejó sentir en los experimentos desarrollados durante los años cuarenta y cincuenta.

Incluso con posterioridad, podemos apreciar la huella de dicha aproxima-

ción —aunque con importantes matizaciones— en la ya clásica obra de Miller, Galanter y Pribram (1960), en la que se postula que la conducta está organizada simultáneamente en varios niveles de complejidad jerárquicamente organizados; en los estudios sobre atención selectiva de Treisman (1969) en términos de diferentes fases o etapas de procesamiento de la información; en la teoría de los «niveles de procesamiento» (en el campo de la memoria) de Craik y Lockhart (1972); en la ingente cantidad de trabajos desarrollados por Broadbent en áreas como atención, memoria, etc. (cf. Broadbent, 1958, 1977a, 1977b).

Pero volviendo a los años cuarenta, hemos de hacer referencia a un verdadero hito para la aparición y desarrollo del enfoque del procesamiento cual fue la formación, en 1944, de la primera Unidad de Psicología Aplicada (*Applied Psychology Unit*) en Gran Bretaña bajo los auspicios del *Medical Research Council* (una de las principales entidades financieras, junto con la *Royal Navy*, de la Psicología Experimental Aplicada británica), siendo Craik su primer director (quien, tras su temprana defunción, fue sustituido en el cargo por Bartlett).

La sede de la primera Unidad de Psicología Aplicada en Gran Bretaña encontró su ubicación en el laboratorio de Psicología de Cambridge, si bien hubo de ser desplazada, con posterioridad, a un edificio sito extramuros de la universidad por problemas de falta de espacio y de instalaciones adecuadas (excepción hecha de las instalaciones que la Marina había construido para la investigación experimental de los psicólogos aplicados), y por el surgimiento de ciertas «rencillas» con psicólogos pertenecientes a otros campos de investigación (cf. Broadbent, 1977a).

El trabajo de la Unidad de desarrollo en un ambiente de encomiable interdisciplinariedad con numerosos médicos interesados en temas psicológicos, como era el caso de Norman Mackworth (director de la Unidad cuando Bartlett se retiró en 1952), W. E. Hick, Derek Russell Davis o Alan Carpenter. En los años cincuenta, la Unidad contaba en su haber con treinta psicólogos aproximadamente (cf. Broadbent, 1977a), razón por la cual resultaría bastante prolijo dar cuenta en estas páginas de la labor de todos y cada uno de ellos; sin embargo, no podemos eludir la referencia a algunos de los, en nuestra opinión, más relevantes: Alfred Leonard, Bernard Gibbs, Christopher Poulton y Donald E. Broadbent (no incluimos aquí a Craik y Bartlett puesto que ya les hemos dedicado nuestra atención en páginas precedentes).

Pero antes detengámonos, someramente, en la labor desempeñada por Norman Mackworth, pues fueron varios —y muy relevantes— los temas que abordó y muchas las aportaciones que brindó a la Psicología Experimental aplicada. Mackworth (que había trabajado como colaborador directo de Bartlett durante la época en que éste fue director de la A.P.U.) mostró un especial interés por el tema de la vigilancia y, en general, por el tipo de problemas que Bartlett había estado tratando durante la Segunda Guerra Mundial. Mackworth realizó —durante la guerra— el primer estudio basado en una tarea de vigilancia dada la dificultad de detectar submarinos en las pantallas de radar desde el aire, que aparece recogido en su libro *Researches in the measurement of human performance (Investigaciones en la medición de la ejecución humana)*, publicado en 1950. Sus conocimientos técnicos en materia de guerra y sistemas de control le habían permitido desarrollar un mecanismo de simulación de una pantalla de radar con el cual efectuó una serie de experimentos que le condujeron a hallazgos como que la detección de blancos u objetivos (problema que dio origen a multitud de investigaciones en los años cuarenta y cincuenta) decaía precipitadamente

al cabo de media hora, lo cual era, en esencia, un problema de vigilancia. Trabajó, asimismo, en el estudio de aspectos tales como efectos del calor y del frío en la ejecución, influencia del número de fuentes de información que están siendo manejadas en un momento dado, vigilancia en situaciones de ruido, etc.

Alfred Leonard (de origen alemán) fue miembro del Servicio Aéreo Especial (*Special Air Service*) y poseía una enorme cantidad de conocimientos técnicos. Conocía los trabajos de Bartlett y Craik y, en particular, se sentía muy interesado por los experimentos que Bartlett había realizado sobre anticipación y ejecución en tareas de habilidad; fruto de sus investigaciones fue la aparición, en 1953, de su artículo *Advance information in sensorimotor skills (Información anticipada de habilidades sensoriomotoras)*. Además, contribuyó, en gran medida, al desarrollo de la aproximación Bartlett-Craik con el diseño de aparatos específicos para abordar el estudio de determinados aspectos de la ejecución humana (influencia en la ejecución de la realización de una tarea monótona, efectos de la fatiga y del ruido, etc.). Por otra parte, cabe destacar que, a raíz de la presencia en la Unidad de un alemán como Leonard, se suscitó cierto interés por los experimentos llevados a cabo por los psicólogos de la Gestalt y, en concreto, por la obra de Kurt Lewin (cf. Broadbent, 1977a).

Bernard Gibbs mantenía una estrecha vinculación con la Marina, bajo cuyos auspicios desarrolló gran parte de su investigación psicológica (la mayor parte del trabajo de la Unidad se realizaba para la Marina, de la cual provenía una buena porción del equipamiento técnico y humano —sujetos experimentales— de la Unidad), y estaba muy interesado por los sistemas de control de tipo de los usados en las armas de fuego (fusiles, ametralladoras, cañones...) y por los sistemas electrónicos. Destaca por sus estudios sobre aprendizaje, tema que enfocó desde una perspectiva claramente cibernética, explicando los procesos de aprendizaje en términos de la formación de bucles de retroalimentación por considerar inadecuados los modelos de aprendizaje basados en la formación de cadenas estímulo-respuesta. En 1954 publica *The continuous regulation of skilled responses by kinaesthetic feed-back (La continua regulación de respuestas habilidosas mediante retroalimentación cinestésica)*, artículo donde analiza todas estas cuestiones.

Christopher Poulton fue una de las figuras más decisivas en lo referente a la aplicación del enfoque cibernético al estudio de la ejecución humana y contribuyó extraordinariamente a la difusión —y más completa elaboración— de la teoría de los niveles de Bartlett y Craik. Es prácticamente imposible efectuar una revisión exhaustiva de los trabajos realizados en el ámbito de la Psicología Experimental Aplicada durante la década de los años cincuenta sin dejar constancia de la ingente cantidad de investigaciones que vieron la luz de la mano de Poulton (cf., por ejemplo, Poulton, 1950, 1952a, 1952b, 1953, 1954, 1956, 1957), quien —en opinión de Broadbent (1977b)— es uno de los psicólogos británicos más distinguidos de este período. En la obra de Poulton se aprecia, además, la notable influencia ejercida por los avances logrados en la Ingeniería de las Comunicaciones (cf. Poulton, 1953, 1956) de la que toma el marco conceptual y terminológico ofrecido por la «Teoría Matemática de la Comunicación» (Shannon y Weaver, 1949) y el interés por el estudio de los sistemas de comunicación y, en particular, de las transmisiones por radio (cf. Poulton, 1953).

Por otro lado, la contribución de Poulton se hace extensiva al terreno del diseño de nuevas tareas, siendo de destacar, en este ámbito, la distinción que efectuó —en el artículo titulado *On prediction in skilled movements (Sobre la*

predicción en movimientos habilidosos), publicado en 1957— entre Tarea Abierta (*Open Task*) y Tarea Cerrada (*Closed Task*) en función de que su ejecución requiriese (Tarea Abierta) o no (Tarea Cerrada) la confrontación con el ambiente. Tal distinción demostró ser de suma utilidad a la hora de interpretar los resultados precedentes de los estudios sobre seguimiento de un blanco móvil desde la óptica de la teoría de los niveles de ejecución de Bartlett y Craik.

Donald E. Broadbent fue nombrado director de la Unidad de Psicología Aplicada cuando, en 1958, Mackworth (director de la Unidad desde 1952 hasta entonces) se marchó a investigar a los Estados Unidos. En ese mismo año se publica su gran obra, *Perception and Communication* (*Percepción y Comunicación*), al mismo tiempo a ambos lados del Atlántico (en Gran Bretaña y Estados Unidos). Son muchos los trabajos que —en el transcurso de los años cincuenta— vieron la luz de la mano de este autor (Broadbent, 1950, 1951, 1952a, 1952b, 1952c, 1953a, 1953b, 1953c, 1954a, 1954b, 1955, 1956a, 1956b, 1956c, 1957a, 1957b, 1957c, 1957d, 1957e, 1958, etc.), pero hemos elegido su libro de 1958 pues a la importancia de las ideas, conceptos, términos, tareas experimentales, instrumentos de trabajo, resultados, etc., que allí aparecen expuestos, hemos de añadir su carácter de gran síntesis de las principales investigaciones desarrolladas hasta aquel momento en el área de la Psicología Experimental Aplicada, no sólo en Gran Bretaña sino también en Estados Unidos.

Broadbent (1958) define su vertiente teórica como una aproximación no-positivista que pretende averiguar lo que ocurre dentro del organismo mediante el recurso a una metodología de corte experimental basada en la obtención de datos empíricos. En este libro, Broadbent propugna que el sistema nervioso ha de ser entendido como una red o circuito del tipo mostrado en la Figura 1, con ello, elabora uno de los primeros diagramas de flujo de la información —o, como lo denomina Gardner (1985), uno de los primeros diagramas de procesamiento de información— a los que tanto han recurrido, con posterioridad, los psicólogos del procesamiento para representar gráficamente sus teorías.

Para la elaboración de este diagrama —que constituye una representación gráfica de su famosa Teoría del Filtro (*Filter Theory*)— Broadbent se basa en las investigaciones sobre memoria inmediata de Brown (1954, 1955); en los trabajos sobre aprendizaje de Deutsch (1953, 1956) y Uttley (1955); y en multitud de estudios sobre anticipación, ruido, escucha multicanal y ejecución prolongada. Y ésta es una de las razones por las que conferimos a la obra de Broadbent (1958) el carácter de gran síntesis de los trabajos desarrollados en diversas áreas de estudio (incluida la Psicología Experimental Aplicada) hasta ese año.

Pero es más, en *Perception and Communication* no sólo se recogen aportaciones procedentes de diversos campos de la Psicología sino también de otras ciencias que —como la Ingeniería de las Comunicaciones, la Cibernética y la Ciencia de los Ordenadores— contribuyen a la total configuración del enfoque del procesamiento.

En el campo de la Ingeniería de las Comunicaciones fue decisiva la aportación de Colín Cherry, profesor de Telecomunicaciones en el Imperial College, gran conocedor de la Teoría de la Información y uno de sus mayores activistas. Sus trabajos (cf. por ejemplo, Cherry, 1953; Cherry y Taylor, 1954) se centraron en el área de la audición y, en concreto, en el reconocimiento de mensajes dirigidos a uno o a los dos oídos. Los experimentos de Cherry se orientan en la línea de las investigaciones sobre audición de los años cincuenta, con especial énfasis en los efectos de la tasa de emisión (ciclos/segundo) sobre la inteligibilidad del mensaje (cf. Cherry y Taylor, 1954).

En el área de la Cibernética destaca la aportación de K. J. W. Craik (cf., por ejemplo, Craik, 1943, 1948), en cuyos trabajos se aborda el tema de la ejecución humana en una serie de tareas (vg., seguimiento de un objetivo móvil). Craik (1948) elabora una teoría del operador humano en la que el hombre aparece como un elemento de un sistema de control (véase antes).

Una de las principales contribuciones que el enfoque del procesamiento recibió de la Ciencia de los Ordenadores proviene, asimismo, de un británico: el matemático inglés A. M. Turing. En 1936 publica un artículo titulado *On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungs-Problem (Sobre los Números Computables, con una Aplicación al Problema - de - la - Decisión), en el que Turing proponía una máquina computadora (de carácter universal), que, debidamente programada, operaría de acuerdo con una serie de reglas que le permitirían desempeñar una determinada tarea; su máquina fue un antecedente preclaro de los ordenadores digitales (cf. Turing, 1950). También destaca por la elaboración de la llamada «prueba de Turing» (Turing machine test), que plantea como respuesta al interrogante relativo a la posibilidad de pensamiento en las máquinas: si el interlocutor no es capaz de distinguir cuándo está comunicándose con un ser humano y cuándo con una máquina, entonces, diría Turing (1950), la máquina debe estar comportándose de forma humana. En suma, Turing fue uno de los grandes pioneros de la Inteligencia Artificial, y sus ideas en esta materia aparecen recogidas en *Computing Machinery and Intelligence (Máquinas Computadoras e Inteligencia)*, trabajo publicado en 1950. En opinión de muchos autores (cf., por ejemplo, De Vega, 1982), el origen de la metáfora del ordenador (punto crucial del enfoque del Procesamiento de Información) hay que buscarlo en la máquina universal de Turing.*

Por último, quisiéramos señalar que la Ergonomía (otra de las ciencias ajenas a la Psicología que contribuyó a la aparición del enfoque del procesamiento) debe su constitución como ciencia independiente (e, incluso, su nombre) a la labor de sistematización de un inglés, Murrell, durante los años cuarenta. Como señalan Delclaux y Botella (1982), la primera concepción y aplicación práctica del concepto «procesamiento de la información» hay que buscarla en el campo de la Ergonomía.

En suma, podemos concluir que, como resultado de todas estas influencias (internas y externas a la propia Psicología), el enfoque del Procesamiento de Información ha terminado su período de gestación a finales de los años cincuenta y, a nuestro juicio, bien puede cifrarse en 1958 la fecha de nacimiento de un nuevo sistema de conocimiento en la Psicología británica: la Psicología del Procesamiento de Información. Es en 1958 cuando Broadbent publica *Perception and Communication*, y es el carácter de gran síntesis de esta obra lo que nos conduce a fechar en ese año el nacimiento del nuevo enfoque.

II. EL SURGIMIENTO DE LA PSICOLOGIA DEL PROCESAMIENTO DE INFORMACION EN ESTADOS UNIDOS

Al contrario que en Gran Bretaña, donde Cambridge se había convertido en el centro neurálgico para el surgimiento y difusión del enfoque del procesamiento, en los Estados Unidos la nueva línea se desarrolló gracias al esfuerzo de grupos de investigadores dispersos por el territorio norteamericano. No existe una figura clave (como fue el caso de Bartlett en el Reino Unido) en torno

a la cual se aglutinen diversos científicos para luego ir derivando y dando forma con sus investigaciones al enfoque del procesamiento; antes bien, se trata de distintas personalidades (de mucha talla, eso sí) que trabajan con un objetivo común pero de modo aislado.

En Estados Unidos, el paso de la Psicología Filosófica a la Psicología Aplicada contó con una etapa intermedia en la Psicología Experimental y los recursos económicos de las universidades estuvieron al servicio de la nueva disciplina independiente (no así en Gran Bretaña, donde la Psicología Experimental hubo de desarrollarse en medio de múltiples dificultades). Por otro lado, los primeros progresos importantes en el campo de la Psicología Aplicada se realizaron en los Estados Unidos, mientras que en Gran Bretaña su desarrollo fue, asimismo, más arduo y tardío.

En consecuencia, la mayor independencia existente entre Filosofía y Psicología, el más temprano desarrollo de la Psicología Experimental y de la Psicología Aplicada y la mayor disponibilidad de recursos económicos potenciaron la difusión de la Psicología Experimental Aplicada por los vastos dominios de este país norteamericano sin necesidad de emprender una lucha conjunta (al estilo de la librada en Cambridge) en aras de la consolidación de la Psicología Experimental Aplicada; a ello cabría añadir, además, el hondo pragmatismo del pueblo americano.

Pero es más, mientras que la Psicología Filosófica constituía en Gran Bretaña el principal obstáculo para el fomento de la Psicología Experimental Aplicada y, a partir de ella, para el surgimiento de la Psicología del Procesamiento de Información, en los Estados Unidos era el conductismo el que dificultaba, con su enorme expansión por lo ámbitos académicos, el nacimiento de un nuevo paradigma. Y he aquí otra de las razones por las que, en nuestra opinión, el enfoque del procesamiento hubo de gestarse extramuros de la universidad si bien hubo excepciones notables como se verá con posterioridad.

No obstante, también hay puntos comunes entre el surgimiento de la Psicología del Procesamiento de Información en Gran Bretaña y Estados Unidos. En la introducción a este artículo aludíamos a la influencia, nos atreveríamos a decir que determinante, de la situación histórica característica del momento: la Segunda Guerra Mundial, el desarrollo científico-tecnológico e industrial, y la introducción de la nueva tecnología en las fábricas y en las Fuerzas Armadas fueron todos ellos factores que —al igual que en el caso británico— hicieron emerger nuevos problemas relativos al manejo de las máquinas por parte del operador humano y, en definitiva, a la forma en que los seres humanos procesan la información.

Y es que, en los Estados Unidos, el enfoque del procesamiento cuenta entre sus pilares de apoyo con las investigaciones efectuadas, durante los años cuarenta y cincuenta, por los psicólogos experimentales aplicados, y en las que se recogen influencias de ciencias ajenas a la Psicología, muchos de cuyos máximos representantes desarrollaban su labor en este país.

A nuestro juicio, tres son (en el ámbito estrictamente psicológico) los centros más relevantes para el desarrollo de la Psicología Experimental Aplicada en Estados Unidos: el Laboratorio de Psicoacústica de la Universidad de Harvard, el Laboratorio de Psicología de la Aviación de Paul Fitts y colaboradores en Ohio y las Unidades de Psicología Aplicada auspiciadas por las Fuerzas Armadas (cf. Broadbent, 1977a).

En el Laboratorio de Psicoacústica de la Universidad de Harvard se realiza-

ron gran cantidad de investigaciones dirigidas a determinar los efectos del ruido sobre la ejecución en una serie de tareas. Destaca la labor de S. S. Stevens y colaboradores, quienes, en 1941, publican un artículo titulado *The effects of noise on psychomotor efficiency* (*Los efectos del ruido sobre la eficiencia psicomotora*), en el que recogen una serie de experimentos en la línea de los desarrollados en Gran Bretaña y Estados Unidos durante los años cuarenta y cincuenta.

Fue en el Laboratorio de Psicología de la Aviación (Ohio) donde Paul Fitts y colaboradores (cf. Fitts y Seeger, 1953) ejercieron su intensa actividad sobre el análisis de los patrones de control más adecuados para cada tipo de tarea en aras a mejorar la ejecución del operador humano desde un enfoque claramente cibernético, como queda de manifiesto en su artículo *S-R compatibility: spatial characteristics of stimulus and response codes* (*Compatibilidad E-R: características espaciales de los códigos de estímulo y respuesta*).

Las Fuerzas Aéreas norteamericanas potenciaron la creación de unidades de investigación psicológica en cuyo seno se desarrolló buena parte de la investigación en Psicología Experimental Aplicada durante los años cuarenta y cincuenta; por ejemplo podemos citar aquí la creación de unidades de investigación psicológica en la Base Aérea de Santa Ana (California) o de Fortworth (Texas), o la creación del centro de Investigación en Recursos Humanos. Autores como J. J. Gibson (Gibson, 1980) trabajaron en estas unidades centrandó su interés en áreas como percepción del espacio, del movimiento y de la locomoción en el espacio.

También las Fuerzas Aéreas financiaron la investigación de Bakan (1952) sobre «tests» preliminares de vigilancia para materiales verbales. Este tema de la vigilancia ya había adquirido un carácter prioritario como consecuencia de la introducción del radar y de los sistemas de control en la maquinaria de guerra. Y fue en el ámbito de la Escuela de Medicina de la Aviación donde tuvieron lugar los trabajos de Peters (1954a, 1954b) relativos al efecto de mensajes extraños o causantes de interferencias en la recepción de mensajes primarios.

Este apoyo del Ejército norteamericano se hizo extensivo a las Universidades, algunos de cuyos investigadores firmaron contratos con las Fuerzas Aéreas, como fue el caso de Kappsauf, Payne y Powe (de la Universidad de Illinois), quienes abordaron el estudio del decremento en la ejecución en función de la dificultad de la tarea (cf. Kappauf, Payne y Powe, 1955).

Vemos, pues, que las investigaciones de los psicólogos experimentales aplicados de los Estados Unidos se orientaban en la misma dirección que las realizadas por los psicólogos experimentales aplicados británicos en aquella época. Y es que, durante los años cuarenta y cincuenta, fueron muchos los psicólogos británicos preocupados por esta clase de problemas que (como Broadbent o Mackworth, por citar algunos ejemplos) acudieron a los Estados Unidos para ampliar y/o perfeccionar sus conocimientos en la materia, abriéndose así una primera vía de contacto entre los psicólogos británicos y los norteamericanos.

Entre las ciencias ajenas a la Psicología que dejaron su huella en el nuevo enfoque y que experimentaron grandes avances en los Estados Unidos en el transcurso de 1940 a 1960 destacan: la Ingeniería de las Comunicaciones, la Cibernética, la Lingüística y la Ciencia de los Ordenadores.

A finales de los años cuarenta, surge la Teoría Matemática de la Comunicación (Shannon, 1948; Shannon y Weaver, 1949). Claude Shannon, ingeniero eléctrico del Instituto de Tecnología de Massachusetts (M. I. T.), desarrolla (en colaboración con Weaver) lo que, de un modo más abreviado, se conoce como

«Teoría de la Información». En esta teoría se aborda el estudio de la transmisión de información a través de un canal de comunicación en términos de su cuantificación en una serie de unidades informativas a las que se denomina *bits*² (bitios). A raíz de su aparición, el hombre empezó a ser considerado como un canal de comunicación de capacidad limitada (concepto clave en el enfoque del procesamiento); y el nuevo marco conceptual y terminológico que brindaba esta teoría impregnó las investigaciones de los psicólogos (especialmente en la década de los cincuenta), siendo de destacar su influencia en la obra de autores como Broadbent, en Gran Bretaña, y Miller, en los Estados Unidos (cf. Broadbent, 1958; Miller, 1956a, 1956b).

En el seno del M.I.T., tuvieron lugar, asimismo, los trabajos del matemático Norbert Wiener, uno de los padres de la Cibernética, quien, en 1948, publica —su ya clásica obra— *Cybernetics (Cibernética)*. Para Wiener (1948), la Cibernética no sólo es aplicable a los sistemas físicos (y, en particular, a los sistemas electrónicos) sino también a los orgánicos y sociales. Unos años antes, en 1943, Wiener había publicado, en colaboración con Rosenblueth y Bigelow, un artículo titulado *Behavior, Purpose and Teleology*, en el cual se extendía la idea de servomecanismo (propia de la Ingeniería) a los sistemas humanos y, en concreto, al sistema nervioso central, explicando algunos de los procesos de éste en términos de bucles de retroalimentación, y se concibe al sistema nervioso como una totalidad integrada. Por otra parte, Wiener enfatizó el concepto de «información» frente al concepto de «energía», de tan honda raigambre en la Física Clásica (newtoniana). En las investigaciones del grupo de Paul Fitts y sus colaboradores del Laboratorio de Psicología de la Aviación (Ohio) se apredia nítidamente un enfoque cibernético en el estudio de la ejecución humana y sobre todo, es de destacar la influencia que la Cibernética ejerció en la obra de George A. Miller.

George A. Miller (psicólogo científico y fundador, junto con Jerome Bruner, del Centro de Estudios Cognitivos de Harvard, en 1960) publica, en 1956, su famoso artículo *The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information (El Mágico Número siete, Más o Menos Dos: Algunos Límites en Nuestra Capacidad para Procesar Información)*, en el que el hombre aparece como un canal de comunicación de capacidad limitada y, recogiendo algunas influencias de la Teoría de la Información, se aborda el estudio de la amplitud de la memoria inmediata, de la codificación, etc. (tema clave de la Psicología del Procesamiento de Información).

Miller (1956) fue un defensor acérrimo del enfoque cibernético (y, en particular, es de resaltar la influencia que la obra de Wiener (1948) ejerció sobre su aproximación al estudio de los seres humanos), como se pone de manifiesto en el libro que —junto con Galanter (neurofisiólogo) y Pribram (experto en ordenadores)— se publicara, en 1960, con el título *Plans and the structure of behavior (Planes y estructuras de la conducta)*, y en el que el modelo cibernético (basado en procesos de control y autorregulación) es aplicado a la conducta humana.

Pero también la Lingüística (y, sobre todo, la Gramática Generativa de Chomsky) atrajo, sobremedida, la atención de Miller. El pensamiento de Noam Chomsky (lingüística del M.I.T.) se presenta como antítesis radical a las tesis conductistas y, especialmente, a la concepción skinneriana de la conducta verbal. En su obra de 1957, *Syntactic Structures*, Chomsky efectúa un estudio del lenguaje en tanto que sistema gobernado por reglas, y nos ofrece una detallada exposición de lo que él denomina «Gramática Transformativa» (o «Generati-

va»). Al igual que Chomsky, Miller (1964) opina que los conceptos derivados del Conductismo son totalmente inadecuados e insiste en abordar el estudio de los procesos cognitivos que entraña el uso del lenguaje. La influencia de Chomsky se aprecia, además, en la importancia que Miller (cf. Miller, 1964) concede al tema de la productividad del lenguaje humano, en la distinción que establece (siguiendo a Chomsky) entre *competencia* y *actuación*, en la concepción del lenguaje como adquisición propiamente humana, en la defensa de los *universales lingüísticos*, etc. En general, la introducción en Psicología de las ideas de Chomsky supuso una verdadera revolución respecto de las tesis conductistas sobre la conducta verbal, y su impacto sobre la Psicología del Procesamiento de Información fue, realmente, notorio. El propio Chomsky (1962) planteó una analogía con las máquinas en lo referente a la adquisición del lenguaje, analogía propulsada, después, por Miller (1964).

El establecimiento de analogías con las máquinas en el estudio de los procesos cognitivos (vg., «metáfora del ordenador») recibió un fuerte empuje a raíz de la celebración, en 1956, de la Conferencia de Dartmouth. A esta Conferencia, celebrada en el Dartmouth College (New Hampshire), asistieron personalidades como McCarthy, Samuel, Minsky, Shannon, Newell, Simon, etc. Fue John McCarthy (profesor de Matemáticas de Dartmouth) quien acuñó, en 1956, la expresión *Inteligencia Artificial* para aludir al tema de la Conferencia y fue él, asimismo, el fundador (y primer director) de los laboratorios de Inteligencia Artificial del M.I.T., en 1957, y de la Universidad de Stanford, en 1963.

Digno de destacar en este campo es el papel desempeñado por Allen Newell y Herbert Simon, quienes desarrollaban su labor en la Rand Corporation (Santa Mónica) y en la Universidad de Carnegie-Mellon (en aquel entonces, Instituto de Tecnología de Carnegie) en Pittsburg. El interés de estos autores se centraba en la elaboración de un programa de ordenador (el *Logic Theorist*) que permitiera a la máquina ejecutar operaciones similares a las que realiza el hombre en sus procesos de pensamiento; fruto de estos trabajos es la publicación en ese mismo año (1956) de su obra, *The Logic Theory Machine (La Máquina de la Teoría Lógica)*. En la Conferencia de Dartmouth, Newell y Simon presentaron el *Logic Theorist (Teórico Lógico)*, programa de ordenador aplicable a la resolución de algunos de los teoremas planteados por Russell y Whitehead en sus *Principia Mathematica*.

Newell y Simon (1956) expusieron un nuevo planteamiento (apoyándose en las investigaciones psicológicas llevadas a cabo en el Ejército del Aire de los Estados Unidos) según el cual para dotar de inteligencia a una máquina no es necesario comprender totalmente el modo de funcionamiento del cerebro, sino que basta analizar qué hace, estudiar su comportamiento y el proceso de adquisición de conocimientos; se trataría, en definitiva, de anteponer la Psicología a la Fisiología.

Dos años más tarde, en 1958, publican, en colaboración con Cliff Shaw, un artículo titulado *Elements of a theory of human problem solving (Elementos de una teoría de la solución de problemas en el hombre)*, en el que presentan un programa general de solución de problemas (el Solucionador General de Problemas) aplicable a una serie de problemas de carácter lógico-matemático. En suma, Newell, Shaw y Simon eran de la opinión de que todas las teorías psicológicas deberían ser formuladas en términos de programas de computador, y su aportación en este terreno fue decisiva para el desarrollo de la Simulación en Psicología.

Con la consolidación de la «metáfora del ordenador» y el advenimiento de

la Simulación como método de trabajo culmina, en 1956, el período de gestación de la Psicología del Procesamiento de Información en los Estados Unidos, y bien puede fecharse en 1956 el año de nacimiento de este nuevo enfoque en la Psicología norteamericana.

III. LA GRAN SINTESIS: EL NACIMIENTO DE UN NUEVO ENFOQUE EN PSICOLOGIA

Algunos psicólogos británicos (como, por ejemplo, Broadbent o Mackworth) acudieron a los Estados Unidos en el transcurso de los años cuarenta y cincuenta con objeto de ampliar y/o perfeccionar sus conocimientos en el área de la Psicología Experimental aplicada, contribuyendo, de ese modo a solventar los problemas que, relacionados con la tecnología, se planteaban a operadores de radar, pilotos, etc., y que tanta importancia tenían —por su repercusión para la guerra— a principios de los años cuarenta. Se inicia así una primera vía de contacto entre los psicólogos británicos y los norteamericanos que se verá correspondida, por parte de estos últimos, cuando la Marina norteamericana decidió enviar psicólogos a Londres para intercambiar información sobre los adelantos conseguidos a ambos lados del Atlántico; fue Henry Imus quien inició estos contactos, que se vieron continuados por la llegada a Cambridge de psicólogos americanos que (procedentes del Laboratorio de la Aviación de Ohio, o de la Universidad John Hopkins) estaban realizando una labor similar en los Estados Unidos (cf. Broadbent, 1977a).

Los intereses comunes, el dominio de un mismo idioma, los lazos históricos entre las dos potencias y su lucha conjunta durante la Segunda Guerra Mundial fueron factores que fomentaron la colaboración entre los psicólogos británicos y los norteamericanos (y no sólo en materia de guerra), generándose —como señala Broadbent (1977a)— una creencia conjunta «en la importancia práctica de adaptar la tecnología a los seres humanos en vez de lo inverso y la misma creencia en la importancia intelectual de pensar sobre el procesamiento de información en el sistema nervioso» (p. 55).

En nuestra opinión, bien puede afirmarse que, en 1956, ha finalizado la etapa de gestación de la Psicología del Procesamiento de Información y están puestas las bases para su desarrollo y expansión a múltiples ámbitos. En efecto, con la Conferencia de Dartmouth culmina un proceso que —recogiendo multitud de influencias tanto internas como externas a la Psicología— tiene como corolario el énfasis en el establecimiento de analogías (o, más propiamente, metáforas) entre la mente humana y el ordenador, y la introducción de un nuevo método a añadir a la metodología experimental (tan característica de las investigaciones desarrolladas, sobre todo, durante los años cuarenta y cincuenta) cual es la Simulación por ordenador.

Y es en 1958 cuando, a nuestro entender, aparece la primera gran síntesis de los trabajos realizados hasta esa fecha que posibilitaron el surgimiento del enfoque del procesamiento. Nos referimos, por supuesto, a *Perception and Communication*, obra en la que no sólo se recopilan las principales investigaciones de los psicólogos experimentales aplicados británicos y norteamericanos y se recogen las influencias que —ya sea internas o externas a la Psicología— contribuyeron a fundamentar la Psicología del Procesamiento de Información, sino que también se abordan multitud de temas básicos en este enfoque (atención,

memoria, percepción, aprendizaje, etc.) desde una perspectiva centrada en el estudio de los procesos internos que acontecen entre el *input* y el *output* y, más concretamente, en el flujo de la información a través del sistema, es decir, la mente.

Y aunque no se alude a la Simulación por ordenador como método de trabajo (apenas habían comenzado, en aquel tiempo, las investigaciones en las que se incluyera el recurso al ordenador) sino que el método experimental es el protagonista en la escena del proceder científico-metodológico de los estudios allí vertidos, la metáfora del ordenador hace acto de presencia en sus páginas finales (cf. capítulo 12) y los principios... cibernéticos orientan, en su totalidad, la aproximación de Broadbent.

Por otro lado, su publicación simultánea en Gran Bretaña y Estados Unidos se nos muestra como un auténtico broche de oro para cerrar esta larga y fecunda etapa de gestación (que se remonta a lo años veinte-treinta con los primeros trabajos de Bartlett) y abrir un nuevo horizonte en los vastos dominios de la Psicología.

Como señala Mandler (1981, p. 9):

«..., las varias tensiones e inadecuaciones de la primera mitad del siglo veinte cooperaron a producir un nuevo movimiento en psicología que primero adoptó el rótulo de procesamiento de información y después pasó a conocerse como la moderna psicología cognitiva. Y todo ello ocurrió en el período de cinco años entre 1955 y 1960. La Ciencia Cognitiva comenzó, durante ese período de cinco años, un suceso que acaba de comenzar a resultar obvio para sus practicantes».

La «mutación»³ (cf. Hübner, 1978) que supuso en Psicología la aparición del enfoque del Procesamiento de Información constituye una buena prueba de que —como escribiera Bartlett (1936, p. 52)— «como las reacciones que estudia, la psicología está viva y se orienta hacia adelante: no puede haber fin para sus logros».

Notas

- (1) Según Lachman, Lachman y Butterfield (1979), Broadbent fue el primer psicólogo de los tiempos modernos que describió el funcionamiento cognitivo en términos de un diagrama de flujo.
- (2) Abreviatura de «binary digit» («dígito binario»). Un «bit» de información puede ser definido como la cantidad de información necesaria para elegir entre dos alternativas igualmente probables (Miller, 1956a).
- (3) «Una mutación, ..., se produce cuando los fundamentos de un sistema son alterados en sí mismos (e. g. la transición de un tipo de geometría espacial a otro)». (Hübner, 1978; versión inglesa, 1983, p. 118). En suma, se habla de «mutación» en referencia a aquellos sistemas científicos erigidos sobre nuevos fundamentos, lo cual supone una forma de progreso característica de los que Kuhn (1962) denomina «revoluciones científicas».

Referencias

- BAKAN, P. (1952). «Preliminary tests of vigilance for verbal materials». U.S.A. F. *Human Resources Research Center Note*, 52-7, Lackland Air Force Base.
- BARTLETT, F. C. (1932). *Remembering*. Cambridge: Cambridge University Press.
- BARTLETT, F. C. (1936). «Frederic Charles Bartlett» (Autobiografía). En Murchison, C.: *A History of Psychology in Autobiography*. Nueva York, Russell & Russell.
- BOBROW, D. G., y NORMAN, D. A. (1975). «Some principles of memory schemata». En Bobrow, D. G., y Collins, A. M. (Eds.): *Representation and Understanding*. Nueva York: Academic Press.

- BORING, E. (1950). «*Historia de la Psicología Experimental*». México, Trillas.
- BROADBENT, D. E. (1950). «The twenty dials test under quiet conditions». *Applied psychol. Unit Report n.º 130*.
- BROADBENT, D. E. (1951). «The twenty dials and twenty lights tests under noise conditions». *Applied Psychol. Unit Report n.º 160*.
- BROADBENT, D. E. (1952a). «Speaking and listening simultaneously». *Journal of Experimental Psychology*, 43, 267-273.
- BROADBENT, D. E. (1952b). «Listening to one of two synchronous messages». *Journal of Experimental Psychology*, 44, 51-55.
- BROADBENT, D. E. (1952c). «Failures of attention in selective listening». *Journal of Experimental Psychology*, 44, 51-55.
- BROADBENT, D. E. (1953a). «Noise, paced performance, and vigilance tasks». *British Journal of Psychology*, 44, 295-303.
- BROADBENT, D. E. (1953b). «Economizing VHF channels: synthetic trials of technique». *Flying Personnel Research Committee Report n.º 831*.
- BROADBENT, D. E. (1953c). «Classical conditioning and human watchkeeping». *Psychological Review*, 60, 331-339.
- BROADBENT, D. E. (1954a). «Some effects of noise on visual performance». *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 6, 1-5.
- BROADBENT, D. E. (1954b). «The role of auditory localization in attention and memory span». *Journal of Experimental Psychology*, 47, 191-196.
- BROADBENT, D. E. (1955). «The bass-cutting of frequency transposer speech». *Applied Psychology Unit Report n.º 223*.
- BROADBENT, D. E. (1956a). «Listening between and during practised auditory distractions». *British Journal of Psychology*, 47, 51-60.
- BROADBENT, D. E. (1956b). «Successive responses to simultaneous stimuli». *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 8, 145-152.
- BROADBENT, D. E. (1957a). «Effects of noise of high and low frequency on behavior». *Ergonomics*, 1, 21-29.
- BROADBENT, D. E. (1957c). «Immediate memory and simultaneous stimuli». *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 9, 1-11.
- BROADBENT, D. E. (1957d). «A mechanical model for human attention and immediate memory». *Psychological Review*, 64, 205-215.
- BROADBENT, D. E. (1957e). «An effect of noise on an "intellectual" task». *R. N. Personnel Research Committee Report, n.º 57/892*.
- BROADBENT, D. E. (1958). *Perception and Communication*. Londres: Pergamon Press.
- BROADBENT, D. E. (1959). «Human perception an animal learning». En O. L. Zangwill y W. J. Torpe (Eds.).
- BROADBENT, D. E. (1977a). «Donald E. Broadbent» (Autobiografía). En Lindzey, G.: *A History of Psychology in Autobiography*. Vol. VII. San Francisco, Freeman and CO.
- BROADBENT, D. E. (1977b). «Levels, Hierarchies, and the Locus of Control». *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 29, 181-201.
- BROWN, J. (1954). «The nature of set-to-learn and of intra-material interference in immediate memory». *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 6, 141-148.
- BROWN, J. (1955). «*Immediate Memory*». Tesis Doctoral, Universidad de Cambridge. (Véase también *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 10, 12-21.)
- CRAIK, F. I. M., y LOCKHART, R. S. (1972). «Niveles de procesamiento: Un marco para la investigación sobre la memoria». En *Estudios de Psicología*, n.º 2, 1980, pp. 93-109. (Tomado de *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11, 671-684.)
- CRAIK, K. J. W. (1943). *The nature of explanation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- CRAIK, K. J. W. (1948). «Theory of the human operator in control systems: II. Man as an element in a control system». *British Journal of Psychology*, 38, 142-148.
- CHERRY, E. C. (1953). «Some experiments on the recognition of speeches, with one and with two ears». *Journal of the acoust. Society of America*, 25, 975-979.
- CHERRY, E. C., y TAYLOR, W. K. (1954). «Some further experiments upon the recognition of speech, with one and with two ears». *Journal of the acoust. Society of America*, 26, 554-559.
- CHOMSKY, N. (1957). «*Syntactic Structures*». The Hague; Mouton.
- CHOMSKY, N. (1962). «Explanatory Models in Linguistics». En Nagel, E.; Suppes, P., y Tarski, A. (comps.): *Logic, Methodology, and Philosophy of Science*. Stanford University Press, 528-550.
- DELCLAUX, I., y BOTELLA, J. (1982). «El operador humano en los sistemas hombre-máquina». En Delclaux, I., y Seoane, J. (compiladores): *Psicología Cognitiva y Procesamiento de la Información*. Madrid, Pirámide.
- FITTS, P. M., y SEEGER, C. M. (1953). «S-R compatibility: spatial characteristics of stimulus and response codes». *Journal experimental of Psychology*, 46, 199-210.
- GARDNER, H. (1985). *The Mind's New Science. A History of the Cognitive Revolution*. Nueva York, Basic Books.
- GARZÓN, A., y SEOANE, J. (1982). «La memoria desde el procesamiento de información». En Delclaux, I., y Seoane, J. (compiladores): *Psicología Cognitiva y Procesamiento de la Información*. Madrid, Pirámide.

- GIBBS, C. B. (1954). «The continuous regulation of skilled responses by kinaesthetic feed-back». *British Journal of Psychology*, 45, 24-39.
- GIBSON, J. J. (1980). «James J. Gibson» (Autobiografía). En Lindzey, G.: *A History of Psychology in Autobiography*. San Francisco J. Freeman and Co. 1980.
- HEAD, H. (1920). *Studies in Neurology* Oxford; Oxford University Press.
- HUBNER, K. (1978). *Critique of Scientific Reason*. Chicago. The University of Chicago Press, 1983. (*Kritik der wissenschaftlichen Vernunft* Freiburg/München. Verlag Karl Alber GmbH, 1978.)
- KAGAN, J. (1971). *Change and continuity in infancy*. Nueva York: Wiley.
- KAPPAUF, W. E.; PAUNE, M. C., y POWE, W. (1955). «Performance decrement in relation to task difficulty». *University of Illinois Memorandum Report, H-6*, U.S.A. F. Contract n.º A. F. 33 (038)-25726.
- KUHN, T. S. (1962). *La estructura de las revoluciones científicas*. México, FCE., 1975. (*The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago, University of Chicago Press, 1962.)
- LEONARD, J. A. (1953). «Advance information in sensorimotor skills». *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 5, 141-149.
- MACKWORTH, N. H. (1950). «Researches in the measurement of human performance». *Medical Research Council Special Report Series n.º 268*. H. M. Stationery Office.
- MANDLER, G. (1981). «What Is Cognitive Psychology? What Isn't». Address to the *APA Division of Philosophical Psychology*. Los Angeles.
- MILLER, G. A. (1956a). «El mágico número 7 ± 2 . Algunas limitaciones en nuestra capacidad para el procesamiento de la información». En Sebastián, M. V.: *Lecturas de psicología de la memoria*. Alianza Universidad Textos, Madrid, 1983, cap. 4. («The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information». *Psychological Review*, 63, 81-97).
- MILLER, G. A. (1956b). «El eslabón humano en los sistemas de comunicación». En Miller, G. A.: *Psicología de la Comunicación*, Paidós, Buenos Aires, 1969, cap. 3, pp. 44-51. (Publicación original en Proceedings of the National Electronic Conference, 1956, vol. XII, pp. 395-400.)
- MILLER, G. A. (1964). «Los Psicolingüistas». *Encounter*, 1964, vol. 23, n.º 1, pp. 29-37.
- MILLER, G. A.; GALANTER, E., y PRIBRAM, K. (1960). *Plans and the Structure of Behavior*. Nueva York: Holt, Rinehart & Winston.
- NEISSER, U. (1976). *Procesos cognitivos y realidad, principios e implicaciones de la psicología cognitiva*. Marova, Madrid, 1981. (*Cognition and Reality, Principles and implications of cognitive psychology*. W. H. San Francisco, Freeman and Co., 1976.)
- NEWELL, A., y SIMON, H. (1956). «The Logic Theory Machine». IRE Transactions of Information Theory. Reproducido en Feigenbaum y Feldman (Eds.): *Computers and Thought*. Nueva York; McGraw-Hill.
- NEWELL, A.; SHAW, J. C., y SIMON, H. (1958). «Elements of a theory of human problem solving». *Psychological Review*, 65, 151-166.
- OLDFIELD, R. C., y ZANGWILL, O. L. (1942). «Head's concept of schema and its application in contemporary British Psychology». *British Journal of Psychology*, 32, 267-286.
- PETERS, R. W. (1954a). «Competing messages: the effects of interfering messages upon the reception of primary messages». *U.S.N. School of Aviation Med. Project NM00106401 Report n.º 27*.
- PETERS, R. W. (1954b). «Message reception as a function of the time of occurrence of extraneous messages». *U.S.N. School of Aviation Med. Project NM00106401 Report n.º 33*.
- PIAGET, J. (1952). *The origins of intelligence in child*. Nueva York: International Universities Press.
- POSNER, M. I. (1973). *Cognition: an Introduction*. Glevew, Illinois: Scott, Foresman.
- POULTON, E. C. (1950). «Perceptual anticipation and reaction time». *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 2, 99-112.
- POULTON, E. C. (1952a). «Perceptual anticipation in tracking, with two pointer and one pointer displays». *British Journal of Psychology*, 43, 222-229.
- POULTON, E. C. (1952b). «The basis of perceptual anticipation in tracking». *British Journal of Psychology*, 43, 295-302.
- POULTON, E. C. (1953). «Two-Channel listening». *Journal of Experimental Psychology*, 46, 91-96.
- POULTON, E. C. (1954). «The eye-hand span in simple serial tasks». *Journal of Experimental Psychology*, 47, 403-410.
- POULTON, E. C. (1956) «Listening to overlapping calls». *Journal of Experimental Psychology*, 52, 334-339.
- POULTON, E. C. (1957). «On prediction in skilled movements». *Psychological Bulletin*, 54, 467-478.
- ROSENBLUETH, A.; WIENER, N., y BIGELOW, J. (1943). «Behavior, Purpose, and Teleology». Reimpreso en Canfield, J. V. (Ed.): *Purpose in nature*. Englewood Cliffs, N. J., Prentice-Hall, 1966.
- RUMELHART, D. E. (1975). «Notes on a schema for stories». En Bobrow, D. G., y Collins, A. M. (Eds.): *Representation & Understanding*. Nueva York, Academic Press.
- RUMELHART, D. E., y ONTONY, A. (1977). «The representation of knowledge in memory». En Anderson, R. C.; Spiro, R. J., y Montague, W. E. (Eds.): *Schooling and the acquisition of knowledge*. Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- SHANNON, C. E. (1948). «Mathematical theory of communication». *Bell Systems and Technology Journal*, 27, 479-523.
- SANNON, C. E., y WEAVER, W. (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana. The University of Illinois Press.

- STEVENS, S. S., et al. (1941). «The effects of noise on psychomotor efficiency». *U.S.O.S.R.D. Report n.º 274*, Harvard University.
- TREISMAN, A. M. (1969). «Strategies and models of selective attention». *Psychological Review*, 76, 282-299.
- TURING, A. M. (1936). «On Computable Numbers, with an application to the Entscheidungs-Problem». En *Proceedings of the London Mathematical Society*, Series, 2, 42, 230-265.
- TURING, A. M. (1950). «Computing machinery and Intelligence». En *Mind: A Quarterly Review of Psychology and Philosophy*.
- UTTLEY, A. M. (1955). «The conditional probability of signals in the nervous system». *Radar Research Establishment Memo*, n.º 1.109.
- VEGA, M. DE (1982). «La metáfora del ordenador: implicaciones y límites». En Delclaux, I., y Seoane, J. (compiladores): *Psicología Cognitiva y Procesamiento de la Información*. Madrid, Pirámide.
- WESTON, H. C., y ADAMS, S. (1932). «The effect of noise on the performances of weavers». *Industrial Health. Research Board Report*, n.º 65, Part. II, H. M. Stationery Office.
- WESTON, H. C., y ADAMS, S. (1935). «The performance of weavers under varying conditions of noise». *Industrial Health. Research Board Report*, n.º 70, H. M. Stationery Office.
- WIENER, N. (1948). *Cybernetics, or Control and Communication in the Animal and the Machine*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- WYATT, S., y LANGDON, J. N. (1932). «Inspection processes in industry». *Industrial Health Research Board Report*, n.º 63, H. M. Stationery Office.