

Antonio Crespo León

**MEMORIA HUMANA
Y PERCEPCIÓN VISUAL:
EL ALMACÉN ICÓNICO**

The logo of the Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), consisting of the letters 'UNED' in a bold, white, sans-serif font centered within a solid black square.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA

ÍNDICE

1. OBJETIVOS DEL DVD	3
2. GUÍA DE VISIONADO	4
2.1. Primera parte: marco teórico-experimental	4
2.2. Segunda parte: propiedades de la memoria icónica	4
2.3. Tercera parte: importancia ecológica de la memoria icónica	4
3. ALGUNAS PARTICULARIDADES SOBRE LA MEMORIA ICÓNICA	5
3.1. Técnicas experimentales	5
3.2. Propiedades de la memoria icónica	6
3.3. Correlatos fisiológicos de la memoria icónica	9
3.4. La memoria ecoica	9
4. ALGUNAS PARTICULARIDADES SOBRE EL REGISTRO OCULAR EN PERCEPCIÓN VISUAL	12
4.1. Tipos de movimientos oculares	12
4.2. El registro ocular por reflexión infrarroja corneal	14
5. LECTURAS SUGERIDAS	16
6. REFERENCIAS	17
7. GLOSARIO DE TÉRMINOS	18

1. OBJETIVOS DEL DVD

El DVD pretende mostrar al estudioso de la Psicología las vinculaciones existentes entre dos procesos básicos: la memoria humana y la percepción visual. El punto de contacto más decisivo entre ambos se localiza, por el lado de la memoria, en el denominado *sistema icónico* y, por el lado de la percepción, en los *movimientos oculares*. Aunque la memoria icónica tiene una duración estimada de milisegundos (msgdos.) su funcionalidad radica en que es la responsable de la continuidad fenoménica en el proceso de percepción: si no existiera la memoria icónica percibiríamos el mundo en forma de fotogramas discretos de cine, a saltos, tal como se mueven nuestros ojos al explorarlo.

El vídeo comienza con un breve planteamiento del sistema general de memoria humana, para a partir de ahí pasar a describir pormenorizadamente el almacén de memoria icónica. Se explica el procedimiento experimental de informe parcial, mediante el cual se puso de manifiesto la existencia de este tipo de almacén. Se describen los trabajos de Sperling y también, evidentemente, las principales propiedades del almacén icónico con respecto a su duración y capacidad. Finalmente se pone en relación su funcionalidad con los procesos perceptuales humanos de recogida de información visual del medio mediante *movimientos oculares*.

2. GUÍA DE VISIONADO

2.1. Primera parte: Marco teórico-experimental

Tras la presentación, la primera parte del DVD se dedica a sentar las bases teórico-experimentales de la memoria icónica. Se describe la importancia que ha tenido la *metáfora del ordenador* como analogía para explicar el funcionamiento del procesamiento de la información en el ser humano. La aplicación de la metáfora al estudio de la memoria desembocó en el denominado *enfoque estructural* desde el que se entiende que los sistemas de almacenamiento pueden representarse mediante un *diagrama de flujo* en el que se distinguirían tres almacenes característicos: los registros sensoriales (memoria icónica para la visión y ecoica para la audición), memoria a corto plazo (MCP) y memoria a largo plazo (MLP). El DVD muestra someramente las propiedades de cada uno de ellos y las formas en las que se produce el trasvase de información entre almacenes.

Seguidamente se procede a lo que ha sido el estudio experimental pormenorizado de la memoria icónica. Para ello se han aplicado técnicas experimentales que recurren a presentaciones visuales taquistoscópicas de brevísima duración (50 msgdos.) basadas en el denominado *informe total*, donde se puso de manifiesto las limitaciones de rendimiento (recuerdo) de los sujetos que quedaban estancadas en torno a los 4 ó 5 ítems aproximadamente. Sperling manejó al respecto dos posibles hipótesis explicativas: la primera incidía en las limitaciones perceptuales (se refuta ampliando a 500 msgdos. el tiempo de exposición); la segunda en las limitaciones de memoria. La comprobación de esta última hipótesis exigió desarrollar una nueva técnica experimental basada en los *informes parciales* y en el descubrimiento del fenómeno empírico denominado *ventaja del informe total sobre el parcial*. Es muy importante advertir cómo se infiere la capacidad de almacenamiento del sujeto a partir del rendimiento en los informes parciales.

2.2. Segunda parte: propiedades de la memoria icónica

Tras la descripción del descubrimiento del almacén icónico mediante la técnica de los informes parciales se dedica este apartado a describir lo que son sus principales propiedades en cuanto a capacidad y duración.

2.3. Tercera parte: importancia ecológica de la memoria icónica

En esta parte es donde se pone en relación el almacenamiento icónico con los mecanismos de percepción visual. Se trata de contestar a la pregunta ¿para qué es preciso un almacenamiento de información con una duración tan escasa? La contestación hay que buscarla en mecanismos perceptivos de adaptación al medio, ya que la memoria icónica garantiza la continuidad fenoménica de la percepción visual humana. En este sentido la secuencia del vídeo describe la forma en la que se capta la información visual mediante movimientos oculares, cómo estos movimientos oculares registran *discretamente* la información y cómo se consigue la unidad o continuidad fenoménica perceptual al actuar la memoria icónica como punto de conexión entre la información pre-sacádica y la post-sacádica.

3. ALGUNAS PARTICULARIDADES SOBRE LA MEMORIA ICÓNICA

Por registro o memoria sensorial entendemos una primera estructura de almacenamiento que mantiene la información durante periodos brevísimos de tiempo. Se asume que cada modalidad sensorial dispone de su propio registro, aunque ha sido el registro sensorial visual o *memoria icónica* el más estudiado experimentalmente y, en un menor grado, el registro sensorial auditivo o *memoria ecoica*. Sperling fue el primer investigador que advirtió la existencia del almacenamiento icónico. Su descubrimiento fue posible gracias a la sustitución de la denominada técnica del informe total por la, por él desarrollada, técnica del informe parcial.

3.1. Técnicas experimentales

Desde el siglo pasado y durante décadas había existido una enorme preocupación por averiguar cuál era la máxima cantidad de información que un individuo podía captar de un solo golpe de vista. La invención del taquistoscopio permitió realizar presentaciones estímulares brevísimas (de tan solo 50 milisegundos e incluso menores) que aseguraban una única fijación ocular en el campo visual. Ello permitió advertir que en estas condiciones los sujetos eran capaces de comunicar correctamente unos cuatro o cinco ítems (palabras, letras o números presentados), independientemente de que el conjunto estimular superase con creces dicha cantidad. A esta técnica experimental en la que el sujeto debía recordar todo el conjunto de ítems presentados visualmente o el mayor número posible de ellos se le *denominó informe total* y a esa cantidad de información que el sujeto era capaz de retener visualmente (4 ó 5 ítems) tras una única fijación ocular se conocía y se conoce como *intervalo de aprehensión de memoria visual* (*span of apprehension*). Es precisamente en este contexto de investigación sobre aprehensión de memoria visual donde Sperling (1960) va a introducir una de las innovaciones metodológicas más importantes de la psicología cognitiva que conducirá al descubrimiento del registro sensorial visual.

En un primer experimento, utilizando la técnica del informe total, Sperling presentó taquistoscópicamente durante tan solo 50 msgdos. conjuntos estímulares que oscilaban entre las tres y doce letras (3, 4, 5, 6, 8, 9, 10 y 12 letras), consistiendo la tarea del sujeto en recordar el mayor número posible de ellas. Como se puede observar en el gráfico del vídeo (línea de informe total) el rendimiento del sujeto (número de letras correctamente recordadas) parecía quedar estancado en torno a los 4,5 ítems de promedio. Es decir, en una exposición de 50 msgdos. que permite una única fijación ocular la amplitud de aprehensión del sujeto era de un máximo de 4 ó 5 letras, independientemente del tamaño del conjunto estimular presentado, resultado por otra parte concordante con los trabajos clásicos de informe total.

Consecuentemente, si existe un límite en la memoria visual ante exposiciones estímulares breves, la siguiente tarea que se planteó Sperling como buen científico no fue otra que la de descubrir la causa responsable de tal olvido.

En primer lugar, es posible que las limitaciones de rendimiento de los sujetos estuvieran relacionadas con procesos de tipo perceptual (*hipótesis de la limitación perceptual*): ciertamente los 50 msgdos. de exposición constituyen un flash extremadamente breve que puede hacernos pensar que no existe tiempo suficiente para percibir todas las letras presentadas, especialmente con conjuntos estímulares amplios. La posible certeza de esta hipótesis se puede comprobar incrementando el tiempo de la exposición, de tal manera que las limitaciones en el procesamiento de la información visual se reduzcan. Replicando el trabajo anterior en un experimento nuevo pero incrementando ahora el tiempo de exposición del conjunto estimular a 500 msgdos., el patrón de resultados descubierto por Sperling fue similar al anterior, esto es, un estancamiento en el rendimiento de los sujetos entre los 4 ó 5 ítems (ver gráfico en el vídeo).

Por tanto, si las limitaciones del recuerdo de los sujetos de Sperling no parecían deberse a mecanismos perceptuales, la siguiente hipótesis que cabía aventurar era la relacionada con limitaciones de memoria (*hipótesis de la limitación de memoria*). Conforme a ella, los sujetos son capaces de percibir adecuadamente todas las letras, aunque el material se desvanece en la memoria en

un tiempo mucho más breve que el necesario para producir la respuesta verbal. Un apoyo intuitivo a dicha hipótesis provenía de los mismos protocolos verbales de los sujetos, quienes tras finalizar los experimentos afirmaban haber visto muchas más letras que las que podían recordar.

Con objeto de comprobar si esta hipótesis de limitación de memoria era cierta, Sperling introdujo en un nuevo experimento una de las técnicas experimentales de mayor trascendencia para el estudio de la memoria: la técnica del informe parcial. Esta técnica lo que permite es superar las limitaciones del almacén icónico de memoria y facilitar la tarea del sujeto en el recuerdo de material. Sencillamente, y de forma aleatoria, se solicita a los sujetos que informen, no de todo el material estimular, sino solamente de una parte del mismo. Por ejemplo, Sperling elaboró conjuntos estímulares de 6, 8, 9 y 12 letras dispuestas en forma de matriz, que se exponían durante 50 ms. Por ejemplo, 12 letras distribuidas en tres filas de cuatro ítems cada una.

Inmediatamente después de la exposición, una señal que consistía en un tono auditivo alto (2500Hz), medio (600Hz) o bajo (250Hz) indicaba al sujeto si debía informar de la fila superior, media o inferior. Es muy importante tener en cuenta que las letras que constituyen la matriz estimular varían aleatoriamente de ensayo a ensayo y que, obviamente, los tonos también se presentan al azar, esto es, el sujeto nunca sabe con antelación la fila que debe informar.

Si en un determinado ensayo el sujeto informa correctamente las 4 letras se infiere o se estima que tiene disponible el 100% de la información (recuérdese que el tono es aleatorio), si informa de tres dispone de un 75%, y así sucesivamente. Finalizados todos los ensayos experimentales estos se promedian entre sí y se obtiene el rendimiento medio de los sujetos expresado en porcentajes. Así por ejemplo, como se observa en la condición de informe parcial presentada en el gráfico del DVD, con conjuntos estímulares de 12 letras el rendimiento medio de la muestra de sujetos utilizados por Sperling era de un 75%, y por ello se estimó que el número de letras disponibles en el almacén icónico era de 9 (el 75% de 12 letras son 9). Como ya se habrá advertido, esta cantidad de 9 ítems es sensiblemente superior a las 4,5 letras de media que se recordaban utilizando la técnica del informe total; a este fenómeno experimental que denota un beneficio en el rendimiento de los sujetos cuando se emplea la técnica del informe parcial frente al informe total se le ha denominado *ventaja del informe parcial*.

Reflexiónese sobre la enorme repercusión de los trabajos de Sperling en el estudio científico de la memoria: su principal aportación fue sustituir la técnica tradicional del informe total por la del informe parcial, y con ello poner de manifiesto la existencia de un tipo de almacenamiento de información al que se denominó registro sensorial visual o memoria icónica, de gran capacidad pero de muy corta duración, cuya misión principal es la de preservar durante brevísimos periodos de tiempo la información presente en el estímulo para que, una vez ausente éste, se siga garantizando el procesamiento ulterior.

3.2. Propiedades de la memoria icónica

La memoria sensorial visual o memoria icónica presenta tres características o propiedades relevantes: su gran capacidad, su breve duración y la codificación sensorial o precategorial que en ella prevalece.

Capacidad. Con respecto a la capacidad se afirma que el almacén icónico dispone de capacidad virtualmente ilimitada, aunque su cuantificación no puede realizarse de manera absoluta sino de forma relativa al conjunto estimular. No es posible cuantificar en términos absolutos el número de ítems que es posible almacenar, pues como ya hemos descrito anteriormente los porcentajes promedios de recuerdo se ponen en relación con el tamaño del conjunto estimular presentado. Recuérdese que utilizando conjuntos de 12 letras en donde se obtuvieron porcentajes de acierto del 75%, la capacidad del almacén icónico se estimó en unos 9 ítems. En este mismo sentido, obsérvese en las condiciones de informe parcial que se muestran en el gráfico del DVD cómo los sujetos disponen aproximadamente de 8 ítems almacenados cuando el conjunto estimular contenía 9 letras (el promedio real de recuerdo fue de un 88,88%), de unos 6 ítems aproximadamente

con un conjunto estimular de 8 (75% de recuerdo correcto), y de 5 ítems con conjuntos estimuladores de 6 letras (83,33% de recuerdo correcto). Es más, en algunos trabajos se han estimado almacenes icónicos con una capacidad de hasta 16 ítems con exposiciones estimulares de 18 letras.

En conclusión, el almacén icónico dispone de capacidad virtualmente ilimitada, aunque la cuantificación concreta no es algo absoluto sino relativo, pues está en función de un factor metodológico como es el tamaño total del conjunto estimular presentado. Esta capacidad ilimitada virtualmente es una característica importante que distingue la memoria icónica de la memoria a corto plazo, dado que éste último almacén presenta un límite de almacenamiento físico.

Duración. La información del almacén icónico se pierde rapidísimamente. Este hecho ha sido demostrado utilizando dos técnicas experimentales: la técnica de demora de la señal y la técnica de enmascaramiento.

Técnica de demora de la señal. Como se indica en el DVD, Sperling (1960) demostró que la demora de la señal o tono que indicaba la fila a comunicar por los sujetos ocasionaba un decremento en la ejecución de éstos. Puede observarse en el mismo que la mencionada *ventaja del informe* parcial solamente se descubre cuando la señal aparece con antelación a la exposición estimular (-100 msgdos.) o coincidiendo con su inmediata desaparición (situación experimental estándar, denominada de 0 msgdos.), produciéndose un deterioro progresivo en el rendimiento de los sujetos conforme la señal se demora en el tiempo (150 msgdos., 300 msgdos.) llegando a equiparse al nivel de rendimiento del informe total con demoras de 1 sgdo. (1000 msgdos., unas 4,5 letras recordadas).

La duración del almacén icónico fue también analizada y estudiada por Averbach y Coriell (1961), quienes utilizaron una disposición experimental de informe parcial similar a la diseñada por Sperling. Estos investigadores presentaban conjuntos estimulares de 16 ítems dispuestos en dos filas de 8 durante 50 msgdos. La única diferencia con respecto al procedimiento de Sperling fue la naturaleza de la señal, que se redujo a una simple flecha que aparecía durante 50 msgdos. y que indicaba a los sujetos la posición de la letra a informar. Utilizando demoras variables en la presentación de la señal entre 0 y 500 msgdos., Averbach y Coriell pusieron de manifiesto, al igual que Sperling, que el rendimiento de los sujetos era excelente cuando la señal era inmediata o se demoraba muy brevemente, desapareciendo la ventaja del informe parcial cuando se retrasaba la aparición de la señal, demostrando una vez más la corta duración del almacén icónico.

Técnica de enmascaramiento. La breve duración del almacenamiento icónico también ha sido constatada utilizando técnicas de enmascaramiento. Por *enmascaramiento* entendemos la interacción o deterioro que se produce entre dos estímulos: el estímulo-test (o simplemente estímulo) y el estímulo-máscara (o simplemente máscara). Existen dos variantes del enmascaramiento: la retroactiva y la proactiva. En la primera (retroactiva) la máscara aparece con posterioridad a la presentación del estímulo, mientras que en la segunda (proactiva) la presentación de la máscara es anterior a la aparición del estímulo. El enmascaramiento se utiliza frecuentemente en trabajos experimentales sobre atención y percepción siendo su objetivo más inmediato el de suprimir o interrumpir la recogida de la información por parte del sujeto.

En otro de los experimentos reportados por Averbach y Coriell (1961), la disposición experimental fue idéntica a la descrita anteriormente para estos autores: es decir, durante 50 msgdos. se presentaron dos filas de 8 letras cada una debiendo informar el sujeto la letra que indicaba la señal. La única particularidad frente al experimento anterior fue la sustitución de la flecha que actuaba como señal por un círculo que aparecía en el lugar de la letra a informar por los sujetos, llegando a enmarcarla si se superponían ambos estímulos en el tiempo. El objetivo fundamental de este experimento no fue otro que estimar la duración de la memoria icónica utilizando una técnica de enmascaramiento retroactiva. Como se puede adivinar, el papel de máscara lo desempeña el círculo que actúa de señal y, en concreto, se trata de dilucidar si la aparición retroactiva del círculo en la misma posición física de la letra ocasiona algún tipo de interferencia en el procesamiento, y con ello un decremento en el recuerdo de los sujetos. Téngase muy en cuenta que la posible interferencia encontrada ser indicativa de que existe todavía información icónica disponible. Como ya conocemos, utilizando la técnica de informe parcial, y tras la presentación del conjunto

estimular durante 50 msgdos., seguía inmediatamente la aparición del círculo también durante 50 msgdos., aunque en intervalos de demora variables que oscilaban entre los 0 msgdos. y los 500 msgdos. (0, 50, 100, 150, 175, 225, 300, 425 y 500 msgdos.). Los resultados de interés los podemos resumir en los siguientes tres puntos (Ruíz-Vargas, 1991):

- 1) Con intervalos de demora 0 msgdos., es decir, cuando el círculo aparecía coincidiendo con la desaparición del estímulo, el rendimiento de los sujetos era óptimo y por tanto no aparecía efecto de interferencia alguno. Era como si la letra a comunicar y el círculo se superpusiesen y se percibiesen como un único ícón. A este fenómeno se le ha denominado *sumación* y es defendido desde la *teoría de la integración*, según la cual el estímulo y la máscara conforma una configuración que se percibe y se identifica como una unidad perceptual.
- 2) Con intervalos de demora entre 50 msgdos. y 300 msgdos., la señal ejercía una fuerte interferencia. En estas condiciones se producía un fuerte enmascaramiento retroactivo con el consecuente deterioro en el rendimiento del sujeto. La aparición del círculo impedía el proceso de reconocimiento visual de la letra y con ello su recuerdo, lo que ponía de manifiesto que efectivamente existía todavía información icónica disponible. A este fenómeno se le ha denominado *borrado* y es defendido desde la *teoría de la interrupción*, conforme a la cual si la máscara aparece antes de que el estímulo haya sido procesado se ocasiona un deterioro en su identificación y reconocimiento.
- 3) Finalmente, con intervalos superiores a los 300 msgdos. los efectos de interferencia del círculo sobre la letra de nuevo estaban ausentes. En estos casos, la aparición del círculo no ejercía enmascaramiento alguno debido a que la información icónica había sido identificada con anterioridad a la presentación de la máscara y procesada hacia otro almacén diferente de memoria.

En resumen, tanto los resultados obtenidos aplicando la técnica de demora de la señal como estos últimos en los que se emplea el enmascaramiento retroactivo, parecen poner de manifiesto la brevísima duración del almacén icónico de información; establecer con exactitud su permanencia en el tiempo no es posible dado que existen multitud de datos empíricos que han encontrado ventajas de informe parcial con demoras de hasta cinco segundos, dependiendo obviamente de la disposición experimental utilizada. No obstante, se suele asumir que la pervivencia media del almacenamiento icónico no alcanza el segundo de duración.

Codificación. La última propiedad de la memoria icónica es la relacionada con el tipo de codificación que en ella prevalece. Cuando hablamos de *codificación* nos estamos refiriendo al formato que debe adoptar la información con objeto de ser almacenada en una determinada estructura de memoria. Existe consenso al admitir que el tipo de codificación que prevalece en la memoria icónica es de naturaleza *sensorial o precategórica*. Obviamente, como su propio nombre indica, la memoria sensorial visual contiene información procedente de los sentidos, relacionada con las características físicas del estímulo: posición en el espacio, color, brillo, tamaño, forma... es decir la memoria icónica almacena rasgos físico-sensoriales del estímulo que son anteriores a la categorización semántica (de ahí que utilicemos el término precategórico para referirnos también a este tipo de codificación).

En todos los trabajos hasta ahora presentados en los que se ha obtenido ventaja del informe parcial sobre el total, la señal se ha utilizado para indicar localización espacial de las letras o letra a informar. ¿Qué sucedería si la señal, en lugar de demarcar rasgos espaciales o físicos indicase al sujeto la necesidad de informar características semánticas o categoriales? La contestación es obvia: dado que el almacén icónico alberga exclusivamente información sensorial, la utilización del informe parcial en situaciones que exijan discriminaciones semánticas o categoriales no supondría ventaja alguna con respecto al informe total.

Confirmación a esta hipótesis proviene de nuevos trabajos de Sperling (no descritos en el DVD) quien presentó conjuntos estímulares de 8 ítems constituidos por letras y números combinados aleatoriamente en dos filas de 4 cada una, por ejemplo:

2 T 6 R
H 9 4 L

Un tono largo o corto actuaba como señal para que el sujeto informase, no de la fila superior o inferior, sino de las letras o de los números. Los resultados demostraron ahora que los sujetos no podían beneficiarse del informe parcial, puesto que se les estaba exigiendo emitir una respuesta que requería un tipo de codificación ausente del almacén icónico, relacionada semánticamente con categorías verbales y numéricas.

3.3. Correlatos fisiológicos de la memoria icónica

Los investigadores se han interrogado acerca de cuáles son las estructuras físicas del sistema nervioso, tanto centrales como periféricas, que están implicadas en los fenómenos icónicos de persistencia visual. Sin lugar a dudas los trabajos del grupo de Sakitt han sido los pioneros en este campo de investigación (Sakitt, 1975, 1976; Sakitt y Long, 1978).

Sin descartar posibles estructuras nerviosas centrales, Sakitt considera la memoria icónica como un tipo de persistencia visual relacionada con la respuesta bioquímica de las células fotorreceptoras de la retina que prosigue una vez que ha desaparecido el estímulo. En concreto responsabiliza a los bastones retinianos como las células responsables del registro icónico, aunque no descarta la existencia de un icón brevísimo (de menos de 100 msgdos.) para los conos. Realmente, algunos trabajos posteriores inciden en esta última idea y parecen haber demostrado efectivamente que existe también registro icónico en los conos (recuérdese que son los fotorreceptores responsables de la visión en color).

Con objeto de dilucidar adecuadamente esta cuestión Sakitt y Long (1978) realizaron una serie de experimentos a partir de los cuales concluyeron que en intervalos de 100 msgdos. o superiores la persistencia visual icónica era debida casi en exclusiva a los bastones, no pudiendo estimarse con precisión el grado en el que, con intervalos inferiores a 100 msgdos. los conos participaban en la formación del icón.

En conclusión, para Sakitt la memoria icónica es fundamentalmente un proceso periférico de persistencia neuronal relacionado fundamentalmente con las células fotorreceptoras denominadas bastones, aunque no se puede descartar la implicación de procesos de naturaleza central en la memoria icónica.

Breitmeyer y Ganz (1976) han propuesto que la memoria icónica puede participar tanto de procesos periféricos como centrales, es decir, pueden existir dos tipos de icones: el primer tipo estaría vinculado a mecanismos periféricos relacionados con células fotorreceptoras y mecanismos de visión temprana, en la línea señalada por Sakitt, mientras que el segundo tipo sería un icón central en donde participarían procesos de visión tardía encargados de un análisis más exhaustivo de la imagen.

Frente a estos trabajos eminentemente neurofisiológicos, y con objeto de preservar la naturaleza psicológica del concepto de memoria icónica, Coltheart (1980) ha creído oportuno distinguir entre persistencia neuronal, persistencia visual y memoria icónica. La persistencia neuronal se referiría a la actividad neuronal que permanece una vez desaparecido el estímulo (actividad de los fotorreceptores según Sakitt); la persistencia visual se refiere al hecho fenoménico de seguir percibiendo el estímulo una vez desaparecida la imagen (se incluirían aquí también los fenómenos perceptuales de postimágenes); finalmente, la memoria icónica designaría la información visual presente en un estímulo que continúa siendo accesible después de su desaparición.

3.4. La memoria ecoica

Si bien es cierto que el estudio de la memoria icónica ha sido el que ha acaparado la mayor parte de la investigación, también se ha dedicado numerosa investigación al almacén sensorial auditivo o memoria ecoica.

Los eventos auditivos tales como la comprensión del lenguaje serían imposibles si no tuviéramos habilidad para retener la información sensorial auditiva durante periodos más extensos que

los de su simple duración física. Por ello, al igual que la memoria icónica preservaba durante breves momentos la información presente en el estímulo visual, la memoria ecoica juega un papel importante en el almacenamiento temporal de los estímulos auditivos una vez que éstos han desaparecido físicamente. Imagínese por un momento lo caótica que resultaría la comunicación oral si, durante una conversación, olvidásemos las sílabas del discurso una vez que han sido pronunciadas por nuestro interlocutor; es por ello que la memoria ecoica sea análoga a una especie de eco que mantiene activa la información sensorial auditiva durante breves periodos de tiempo.

Duración. La estimación de su duración constituye precisamente uno de los frentes de investigación más amplios. Con este propósito, y dado que el interés en este campo de trabajo fue posterior, se han adaptado técnicas similares a las utilizadas en el análisis de la duración de la memoria icónica: la técnica de demora de señal utilizando el informe parcial y la técnica de enmascaramiento.

Técnica de demora de señal. Son varios los trabajos clásicos en los que se han diseñado experimentos de informe parcial con objeto de observar la influencia que la demora de la señal tiene sobre la duración de la memoria ecoica (Moray, Bates y Barnett, 1965). Estos trabajos con informe parcial se conocen como la técnica del *hombre de los cuatro oídos*. El sujeto cómodamente sentado a una distancia apropiada escucha una secuencia de letras diferentes del alfabeto, que proceden simultáneamente de cuatro altavoces situados en las cuatro esquinas del laboratorio: por ejemplo, en el mismo instante que el altavoz frontal izquierdo emite (s, t, k, v), el altavoz frontal derecho emite (a, p, y, t), el trasero izquierdo (x, c, j, f) y el trasero derecho (o, l, n, w); es decir, en el tiempo coinciden cuatro letras, cada una de ellas proveniente de un altavoz.

Pues bien, cuando al sujeto se le exige que recuerde el mayor número posible de items presentados (es decir, se aplica la técnica del informe total) los resultados son pobres en comparación con los obtenidos utilizando el informe parcial; en este último caso, cuatro indicadores o diodos luminosos dispuestos en un panel actúan de señal y solicita al sujeto que informe exclusivamente de las letras que han sido presentadas a través de un altavoz determinado. De nuevo aparece aquí la *ventaja del informe parcial sobre el total* y, siguiendo una línea de argumentación similar a la de la memoria icónica, ello revela la existencia de un almacenamiento ecoico que conserva la información auditiva durante breves momentos temporales.

También, de manera análoga a lo expuesto en el estudio del almacén icónico, la demora en la presentación de la señal tiene un efecto perturbador para el rendimiento de los sujetos: demoras de la señal luminosa de 1 y 2 segundos ocasionan progresivos decrementos en la ejecución del sujeto hasta equiparar su rendimiento al obtenido con la técnica del informe total con 4 segundos de demora. Este hecho es de extraordinaria importancia pues parece demostrar que, utilizando la técnica de la demora de señal en el informe parcial, la vida del almacén ecoico es significativamente superior a la del icónico: unos dos segundos frente a los pocos milisegundos que perdura la memoria icónica.

Técnica de enmascaramiento. Esta excesiva pervivencia del almacén ecoico no parece quedar sin embargo demostrada empleando técnicas de enmascaramiento retroactivo. Por ejemplo, a sus sujetos Massaro (1970) les presentó dos tonos con objeto de discriminarlos entre sí. Uno era un tono alto (870Hz) y el otro era un tono bajo (770Hz) que sonaban durante 20 msgdos. y que iban seguidos de un tono-máscara, también presentado durante 20 msgdos. y de frecuencia intermedia (820Hz). El sujeto debía contestar con posterioridad a la máscara cuál de los dos tonos había percibido (alto o bajo). El evento más importante de este experimento fue el relacionado con la demora de la máscara en un rango de valores que osciló entre los 0 msgdos. y los 500 msgdos. Los resultados del trabajo mostraron que la correcta identificación de los tonos estuvo en relación directa con la demora de la máscara: con intervalos de demora breves la máscara ejercía una fuerte interferencia sobre el reconocimiento de los tonos, interferencia que disminuía progresivamente conforme aumentaba el intervalo de demora, ocasionando con ello una mejora en el rendimiento del sujeto: a partir de los 250 msgdos. de demora el rendimiento del sujeto experimentó tal mejora que hizo pensar a Massaro que la duración de la memoria ecoica debía oscilar en torno a esa cantidad.

En conclusión, hoy por hoy no es posible hablar con absoluta certeza de la duración del almacenamiento ecoico. Ello es así por la diversidad de técnicas utilizadas y por la naturaleza del material estimular: utilizando la técnica del informe parcial con demoras variables de señal se ha estimado en unos 2 segundos frente a los 250 msgdos. de estimación empleando técnicas de enmascaramiento. También, la utilización de material estimular verbal ocasiona estimaciones de mayor magnitud que cuando se utiliza material no verbal como son los sonidos, pues los estímulos verbales requieren una persistencia ecoica mayor con objeto de asegurar la plena comprensión del discurso.

Codificación. En la misma línea de los trabajos que han utilizado técnicas de enmascaramiento, Crowder (1971) realizó una serie de interesantes experimentos en los que se les presentó auditivamente a los sujetos conjuntos estimulares de ocho letras del alfabeto a un ritmo de dos por segundo. Finalizada la presentación del último ítem, los sujetos podían escuchar bien un tono o bien el dígito cero. Seguidamente los sujetos debían informar del conjunto de ítems presentados en su orden original de presentación.

Analizando los resultados de estos trabajos se descubrió un hecho sorprendente: cuando actuaba como máscara el tono, el recuerdo del último ítem era correcto (no se producía enmascaramiento), pero éste tendía a olvidarse cuando la máscara era el vocablo cero. A esta interferencia ocasionada por la máscara sobre el último ítem presentado se le ha denominado *efecto del sufijo*, y se ha demostrado, al igual que sucedía en estudios anteriores, que dicha interferencia tiende a desaparecer conforme aumenta el intervalo de demora de la señal. La ausencia de interferencia por enmascaramiento en el primer caso, así como la presencia en el segundo se ha interpretado recurriendo a las propiedades físicas de los estímulos: obsérvese que la diferencia entre el tono y el vocablo cero con respecto al conjunto estimular radica en la similitud acústica. Con ello se ha pretendido demostrar que en la memoria ecoica prevalece un tipo de código sensorial o precategorial que atiende exclusivamente a características o rasgos físicos, de forma análoga a lo que sucedía en la memoria icónica: solamente el cero ocasiona interferencia dado que físicamente tiene similitud acústica con las letras presentadas en el conjunto estimular, no ocurriendo esto con el tono auditivo, de ahí que la memoria ecoica se haya entendido como un almacén acústico precategorial.

Esta breve exposición de datos que hemos efectuado con respecto a la memoria ecoica puede hacer pensar al lector que esta estructura de memoria es un almacén totalmente equiparable a la memoria icónica. Ya hemos indicado que su duración estimada varía en función de la técnica y material utilizado, y el tipo de codificación prevaleciente parece ser precategorial. Sin embargo, hoy por hoy no podemos establecer una plena analogía en cuanto a propiedades y funcionamiento entre la memoria icónica y la ecoica, pues la evidencia empírica parece indicar que esta última interactúa o precisa de la participación, en grado mayor, de otras estructuras de almacenamiento de la información y, muy en concreto, de la memoria a corto plazo.

4. ALGUNAS PARTICULARIDADES SOBRE EL REGISTRO OCULAR EN PERCEPCIÓN VISUAL

Tal y como se indica en el DVD la funcionalidad de la memoria icónica solamente puede ser comprendida desde un punto de vista adaptativo. Si miramos alrededor siempre tenemos la *sensación subjetiva* de que existe una continuidad en lo percibido, pues el mundo fluye y se desplaza a nuestro alrededor de una forma natural.

Sin embargo, la realidad física es otra diferente, pues nuestros ojos captan la información a saltos, en forma de fotogramas, de manera que se precisa la existencia de un sistema de almacenamiento icónico que mantiene la información entre fijaciones oculares sucesivas. El estudio de la percepción mediante movimientos oculares es un campo apasionante que exige la utilización de sofisticadas técnicas de registro, aunque las más utilizadas son la electrooculografía y la reflexión infrarroja corneal (una revisión de las diferentes tecnologías puede localizarse en el clásico trabajo de Young y Sheena, 1975). La primera registra la diferencia de potencial corneo-retinal que se ocasiona mediante el movimiento del globo ocular. Tiene la desventaja de que es una medida invasiva pues exige la colocación de electrodos alrededor del ojo de los sujetos. Suele ser una técnica muy utilizada en psicofisiología y fisiología ocular para detectar alteraciones en los movimientos del ojo (nistagmos patológicos...) y, desde luego, muy útil para estimar parámetros de velocidad ocular que se definen en cada uno de los movimientos oculares.

Por su parte, la reflexión infrarroja corneal es una técnica ampliamente utilizada en los laboratorios de psicología de la atención y percepción (tanto para investigaciones básicas como aplicadas a publicidad, tráfico y seguridad vial, marketing, ergonomía...). Presenta la ventaja de ser una técnica no invasiva pues los modernos aparatos como los que se utilizan en nuestro laboratorio solamente exigen que el sujeto se siente confortablemente y mire a un monitor. Es la técnica más empleada en estudios sobre percepción o atención que exigen exploración de imágenes, pues nos ofrece datos fidedignos sobre fijaciones oculares (duración), salto sacádico (amplitud del salto en grados de ángulo visual) y cambios en el tamaño pupilar como consecuencia de cambios emocionales, motivacionales o atencionales. Esta técnica la describimos más adelante detalladamente.

4.1. Tipos de movimientos oculares

Los ojos se encuentran insertos en las órbitas oculares del cráneo. Sus movimientos los rigen seis músculos controlados por los nervios craneales tercero, cuarto y sexto. Estos músculos se organizan en tres pares antagónicos (recto superior vs. recto inferior, recto interno vs. recto externo y oblicuo superior o mayor vs. oblicuo inferior o menor) y orientan el ojo en dirección vertical, horizontal o circular. Los investigadores han puesto de manifiesto la existencia de diversos movimientos característicos del ojo que guardan una estrecha relación con diversos procesos y mecanismos psicológicos. Los principales tipos de movimientos oculares son los siguientes:

- A) **Movimientos compensatorios:** Son movimientos reflejos que implican la participación coordinada de ambos ojos y surgen como un mecanismo de fijación del campo visual ante movimientos de la cabeza o del tronco. Su funcionamiento depende de la actuación de los sistemas vestibulares y optocinéticos. Tenemos que destacar aquí la funcionalidad del denominado *Reflejo Vestibulo Ocular (VOR)*. Este reflejo actúa a partir de los sensores de aceleración angular que residen en los canales semicirculares del laberinto. Estos sensores responden muy rápidamente (en unos 16 ms) y producen la señal adecuada para que se ocasione un movimiento ocular que compense un desplazamiento de la cabeza, asegurando estabilidad en la imagen retiniana. Por ejemplo, a pesar de que durante la locomoción nuestra cabeza se desplace 30° a la izquierda el VOR iniciará la ejecución de un movimiento ocular de 30° hacia la derecha asegurando así la estabilidad de la imagen.
- B) **Movimientos sacádicos:** Los sacádicos constituyen uno de los movimientos más característicos de los ojos. Son movimientos fundamentalmente voluntarios —también los hay

involuntarios— que nos permiten visualizar diversas zonas de una escena; los utilizamos para dirigir la mirada a diversas zonas del ambiente y facilitar así la recogida de información. En esencia su objetivo no es otro que el de disponer la imagen visual en la fovea, que es la región de la retina que dispone de mayor agudeza visual. Durante la ocurrencia del sacádico se ocasiona el denominado fenómeno de «supresión sacádica», es decir, durante el movimiento la recogida de información visual del medio queda prácticamente interrumpida (aunque no en su totalidad). Una experiencia que permite comprobar el fenómeno de supresión sacádica consiste en ponerse delante de un espejo y tratar de observar el movimiento de nuestros propios ojos: casi con toda la seguridad lo único que podremos percibir será una imagen estática de los mismos y nunca el movimiento, porque cada vez que éste se realiza se interrumpe la recogida de información.

El rasgo más distintivo de un sacádico es la relación existente entre el tamaño del movimiento y la velocidad punta: a mayor amplitud del movimiento mayor velocidad. Por ejemplo, un sacádico que abarque 80° de ángulo visual puede alcanzar velocidades de hasta 700 grados por segundo. Así mismo la duración media de un sacádico también depende de su magnitud y oscila entre promedios de 30 y 120 msgs. (Becker, 1991; Carpenter, 1988; Leigh y Zee, 1991; Young y Sheena, 1975). El área típica de cobertura de un sacádico alcanza hasta los 30° aproximadamente, ángulo a partir del cual la conducta exploratoria precisa cada vez más del movimiento de la cabeza. Los sacádicos exhiben un periodo de latencia que oscila entre 100 y 300 msgs, descubriéndose además, entre sacádicos sucesivos, un periodo refractario motor de unos 100 a 200 msgs. Sin que seamos conscientes de ello alrededor de 230.000 sacádicos son ejecutados a lo largo de un día.

- C) **Fijaciones oculares:** Los ojos sólo permanecen relativamente quietos para enfocar una zona concreta de la escena durante periodos de tiempo muy breves, frecuentemente de 200 a 350 milisegundos de duración. Sin embargo, una fijación es un complejo proceso, en el que se han identificado dos componentes que pueden estar más o menos solapados (Salthouse y Ellis, 1980; Viviani, 1990): un primer componente queda definido por el periodo refractario motor entre movimientos sacádicos (100-200 msgs.); un segundo componente está vinculado al procesamiento cognitivo (con una duración mínima de unos 50 msgs.), el cual está influido por numerosos factores, pero en el que se determina qué zonas del estímulo se atienden, cómo se integra la información anterior y venidera, a qué zonas de la periferia visual se debe prestar atención y a qué zonas de la escena se dirigirá la siguiente fijación ocular. Por ello, las fijaciones son el parámetro ocular más ampliamente utilizado por los psicólogos de la percepción y atención.

Entre sacádicos y fijaciones se producen interacciones psicológicas de interés. Varios trabajos (Nattkemper y Prinz, 1986; Salthouse y Ellis, 1980) ponen de manifiesto que, en tareas de búsqueda visual o de identificación de estímulos, se descubre una relación positiva entre la amplitud del movimiento sacádico y la duración de la fijación que se produce a continuación de éste, de manera que la fijación ocular es más larga cuanto mayor ha sido el desplazamiento sacádico precedente. Este último resultado es explicable a partir de un mecanismo de pre-procesamiento o priming periférico: durante una fijación no sólo se atiende a la zona que se circunscribe a la fovea sino también a la periferia, de tal forma que la información periférica es pre-procesada, con lo cual, al redirigir la mirada hacia ella se exige una fijación ocular de menor duración que si la zona hubiera quedado fuera del campo visual y se mirara por primera vez (Nattkemper y Prinz, 1990).

- D) **Micromovimientos de fijación:** Durante las fijaciones oculares es posible descubrir micromovimientos de naturaleza involuntaria, con una amplitud inferior a 1°, cuya misión es ubicar la imagen lo más exactamente posible en la fovea. Los *drifts* son movimientos lentos (0,1°/sg.). Los *flicks* son rapidísimos movimientos microsacádicos involuntarios cuya amplitud puede alcanzar 1° de ángulo visual que se suceden separados por intervalos de unos 20-30 msgs. Durante las fijaciones también es posible descubrir minúsculos movimientos de temblor o vibración del ojo (*tremor*), con frecuencias entre 30Hz-150Hz.

- E) **Movimientos de seguimiento o persecución lenta:** Son movimientos que se producen de forma coordinada con ambos ojos y cuya finalidad es la de seguir estímulos visuales que se desplazan lentamente, por lo que su velocidad oscila entre 1-30°/sg. A priori no son movimientos voluntarios y su finalidad no es otra que la de estabilizar la imagen visual en movimiento sobre la retina; sin embargo, es posible ejercer control sobre los mismos mediante sesiones de entrenamiento.
- F) **Movimientos de vergencia:** Alternativamente a los movimientos de persecución, este tipo implica el movimiento de los ojos en direcciones opuestas. Como se puede adivinar su finalidad no es otra que la de proyectar la imagen sobre ambas retinas y obtener una única imagen fusionada. Los movimientos de vergencia son de dos tipos: convergencia y divergencia. En el primer caso (convergencia) el movimiento de los ojos se dirige hacia la nariz y ocurre cuando el campo visual u objeto a explorar se acerca hacia el sujeto; en el segundo caso (divergencia) el movimiento de los ojos se produce hacia el exterior y aparece en el supuesto contrario. Ambos movimientos de vergencia llegan a alcanzar velocidades de unos 10°/sg y su amplitud alcanza los 15° de ángulo visual.
- G) **Nistagmo ocular:** El nistagmo es un patrón de movimiento ocular coordinado, caracterizado por una oscilación rítmica o alternante de los ojos. Dos fases han sido descubiertas: una fase de ida (fase lenta) y otra de retorno (fase rápida). En la fase lenta del nistagmo los ojos se mueven para focalizar un objeto en la retina —el movimiento de esta fase es similar al observado en los movimientos de seguimiento o persecución lenta— mientras que la fase rápida se caracteriza por un movimiento de vuelta o retorno similar a un salto sacádico. Tradicionalmente se han distinguido dos tipos de nistagmo: el optocinético y el vestibular. El nistagmo optocinético se puede inducir en un sujeto haciéndole percibir un campo visual en movimiento que contenga patrones repetidos (por ejemplo, un tambor en movimiento con enrejados blancos y negros). La frecuencia del nistagmo es variable, aunque con movimientos del estímulo rápidos puede alcanzar los 5 Hz y un tiempo entre fases rápidas de 200 ms. Por su parte el nistagmo vestibular presenta un patrón de movimiento similar al anterior y aparece como consecuencia de una estimulación diferente en los canales semicirculares. Presentado en un sujeto de forma espontánea es indicio de lesión en el sistema vestibular, aunque se puede inducir en laboratorio denominándose entonces «nistagmo calórico» debido al tipo de prueba que se realiza: con una determinada posición de cabeza se inyecta en uno de los oídos agua fría o caliente que estimule de forma prolongada el canal semicircular ocasionando de esta manera un nistagmo.

4.2. El registro ocular por reflexión infrarroja corneal

Como dijimos, la reflexión infrarroja corneal es una técnica ampliamente utilizada en laboratorios de psicología para registrar los movimientos oculares de los sujetos durante la exploración visual de escenas. Los *eyetrackers* o *seguidores de movimientos oculares* registran dos parámetros del ojo: el movimiento de éste sobre el campo visual que se corresponde con la línea de visión de un sujeto (sacádicos y fijaciones) y el tamaño de la pupila. En esencia, el aparato suministra al experimentador información sobre aquellas zonas a las que se está mirando, así como el tamaño de pupila, y todo ello sin necesidad de verbalización por parte del sujeto y con un error mínimo. Su funcionamiento se rige por el principio de la *reflexión corneal*. Muy sintéticamente, un registro ocular típico utilizando esta técnica exige lo siguiente.

El sujeto se sienta cómodamente y se le muestra una imagen que debe explorar a través de un monitor de ordenador. Una cámara de registro ocular dispuesta delante del sujeto es enfocada a uno de sus ojos a la vez que emite un haz de luz infrarroja. La luz infrarroja emitida hacia el ojo es reflejada desde la córnea y, obviamente, captada por esta cámara indicándonos de esta manera el tamaño de la pupila (figura 1 izquierda): obviamente una mayor cantidad de luz reflejada es indicativa de un tamaño pupilar más grande. Además, se produce un segundo efecto que es necesario para computar la línea de visión del sujeto; este efecto es la reflexión corneal. En efecto, la

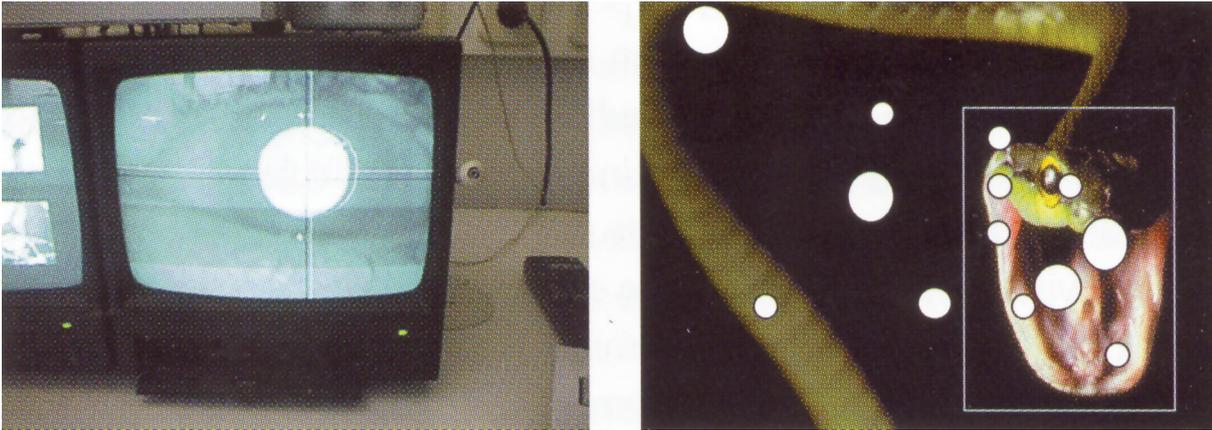


FIGURA 1: A la izquierda imagen de un ojo visualizado mediante la técnica de la reflexión corneal. El «disco blanco» es la pupila del sujeto. Tenuemente se distingue una cruz blanca cuyo centro corresponde al centro de la pupila, mientras que el centro de la cruz negra corresponde al punto de reflexión infrarroja en la córnea. A la derecha un *scanpath*: los círculos blancos son fijaciones oculares: la fijación es de mayor duración cuanto mayor es el círculo. El cuadrado delimita lo que se denomina un *área de interés* (cabeza de la serpiente).

luz infrarroja emitida se refleja en la córnea y la cámara es capaz de discriminar entre esta reflexión corneal y la luz reflejada por la retina (que como dijimos anteriormente indicaba el tamaño de la pupila). Las señales son enviadas a un Sistema Central de Control (computerizado) en donde se calcula, mediante un algoritmo, la línea de visión del sujeto y el tamaño pupilar. Con posterioridad a la recogida de datos, y una vez que disponemos del archivo de registros en bruto, éstos deben ser depurados y analizados, de tal manera que obtengamos: 1) datos depurados sobre fijaciones y sacádicos, fundamentalmente eliminando del registro los parpadeos del sujeto, 2) datos en forma de tablas e histogramas, 3) un registro gráfico imprimible en el que se observa el recorrido del ojo sobre la escena visual («scanpath»), 4) áreas de interés en una escena y número de fijaciones oculares o tiempo que el sujeto ha dedicado a explorar cada una de las áreas definidas (figura 1).

5. LECTURAS SUGERIDAS

Si se desea ampliar conocimientos sobre memoria en general son recomendables los siguientes manuales generalistas en castellano:

- BADDELEY A (1999). *Memoria humana. Teoría y Práctica*. Madrid: McGraw Hill. Todo un clásico en el campo.
- RUIZ, M. (2003). *Las caras de la memoria*. Madrid: Pearson. Un manual reciente que aborda el estudio de la memoria adoptando una visión unitaria y muy peculiar.
- RUÍZ-VARGAS, J. M. (2002). *Memoria y olvido*. Madrid: Trotta. Este manual analiza el conocimiento más relevante sobre la memoria proporcionado por los tres enfoques actuales más poderosos y que, tradicionalmente, se han mantenido desvinculados: el enfoque evolucionista, el enfoque cognitivo y el enfoque neurocognitivo.
- SÁNCHEZ CABACO, A. Y BEATO, S. (2001). *Psicología de la Memoria: ámbitos aplicados*. Madrid: Alianza. Sus diversos capítulos analizan la memoria desde una perspectiva aplicada, centrándose en contextos clínicos (depresión, drogadicción y evaluación neuropsicológica), educativos (aprendizaje, comprensión, cálculo) y sociales (seguridad vial, juicios de distorsión, ámbito legal y cognición social).

Sobre movimientos oculares y procesamiento cognitivo, se sugieren las siguientes obras:

- CABESTRERO, R., CONDE-GUZÓN, P., CRESPO, A., GRZIB, G., Y QUIRÓS. (DIRS.) (2005). *Fundamentos psicológicos de la actividad cardiovascular y oculomotora*. Madrid: UNED. El único manual en castellano hasta la fecha dedicado a analizar los fundamentos básicos de la atención y la percepción, y sus vinculaciones con la actividad ocular. Incluye también información técnica relacionada con los sistemas de registro (*eyetrackers*).
- DUCHOWSKI, A. T. (2003). *Eye tracking methodology. Theory and practice*. Londres: Springer. Eficaz manual que aborda los fundamentos del sistema visual humano y el registro de movimientos oculares con técnicas de *eye tracking*. Partes I y II del texto.
- HENDERSON, J. M. (2006). *Eye movements*. En C. Senior, T. Russell, & M. S. Gazzaniga (Eds.), *Methods in mind* (pp. 171-191). Cambridge, MA: MIT Press. Una reciente revisión del uso de la metodología de los movimientos oculares en Ciencia Cognitiva.
- KAUFMAN P. L. Y ALM, A. (EDS.) (2003, 10ª EDICIÓN). *Adler fisiología del ojo*. Madrid: Elsevier. Manual en castellano que recoge los principales conocimientos que se tienen en la actualidad sobre fisiología ocular.
- LEIGH, R. J. Y ZEE, D. S. (2006, 4ª EDICIÓN). *The neurology of eye movements*. Oxford: University Press. Todo un clásico en el estudio de los fundamentos neurológicos que rigen el movimiento ocular.
- VAN GOMPEL, R. P. G.; FISCHER, M. H.; MURRAY, W. S. (EDS) (2007). *Eye movements: A window on mind and brain*. Amsterdam: Elsevier. Reciente manual con la última investigación sobre movimientos oculares en el ámbito de la cognición.

6. REFERENCIAS

- ATKINSON, R. C. Y SHIFFRIN, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. En K. W. Spence y J. T. Spence (Eds.), *The psychology of learning and motivation*. Vol. 2. Nueva York: Academic Press.
- AVERBACH, E. Y CORIELL, E. (1961). *Short-term memory in vision*. Bell System Technical Journal, 40, 309-328.
- BECKER, W. (1991). Saccades. En R. H. S. Carpenter (Ed.), *Eye movements* (pp. 95-137). Londres: Macmillan.
- BREITMEYER, B. G., Y GANZ, L. (1976). Implications of sustained and transient channels for theories of visual pattern masking, saccadic suppression, and information processing. *Psychological Review*, 83, 1-36.
- CARPENTER, R. H. S. (1988). *Movements of the eyes*. Londres: Pion.
- COLTHEART, M. (1980). Iconic memory and visible persistence. *Perception and Psychophysics*, 27, 183-228.
- COLTHEART, M. (1983). Ecological necessity of iconic memory. *Behavioral and Brain Sciences*, 6, 17-18.
- CROWDER, R. G. (1971). The sounds of vowels and consonants in immediate memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 10, 587-596.
- LEIGH, R. J. Y ZEE, D. S. (1991). *The neurology of eye movement*. Philadelphia: Davis.
- LOGIE, R. H. (1994). *Visuo-spatial working memory*. Nueva York: Psychology Press.
- MASSARO, D. W. (1970). Perceptual auditory images. *Journal of Experimental Psychology*, 85, 411-417.
- MORAY, N., BATES, A., Y BARNETT, T. (1965). Experiments on the four-eared man. *Journal of the Acoustic Society of America*, 38, 196-201.
- NATTKEMPER, D. Y PRINZ, W. (1990). Local and global control of saccade amplitude and fixation duration in continuous visual search. En R. Groner, G. d'Ydewalle, y R. Parham (Eds.), *From eye to mind: Information acquisition in perception, search, and reading* (pp. 91-101). North-Holland: Elsevier.
- RUÍZ-VARGAS, J. M. (1991). *Psicología de la memoria*. Madrid: Alianza.
- SAKITT, B. (1975). Locus of short-term visual storage. *Science*, 190, 1318-1320.
- SAKITT, B. (1976). Iconic memory. *Psychological Review*, 83, 257-276.
- SAKITT, B., Y LONG, G. M. (1978). Relative rod and cone contributions in iconic storage. *Perception and Psychophysics*, 23, 527-536.
- SALTHOUSE, T. A. Y ELLIS, C. L. (1980). Determinants of eye-fixation duration. *American Journal of Psychology*, 93(2), 207-234.
- SPERLING, G. (1960). The information available in brief visual presentation. *Psychological Monographs*, 74, 11 (número 498 en su totalidad).
- VALLE ARROYO, F. (1992). Estructuras y procesos de memoria. En J. Mayor y J. L. Pinillos (Eds.), J. Mayor y M. De Vega (Dirs.), *Tratado de psicología general. Vol. 4. Memoria y representación* (pgs. 41-83). Madrid: Alianza.
- VEGA, M. DE (1984). *Introducción a la psicología cognitiva*. Madrid: Alianza.
- VIVIANI, P. (1990). Eye movements in visual search: cognitive, perceptual, and motor control aspects. En E. Kowler (Ed.), *Eye movements and their role in visual and cognitive processes* (pp. 353-393). Amsterdam: Elsevier.
- YOUNG, L. R., Y SHEENA, D. (1975). Survey of eye movement recording methods. *Behavior Research Methods & Instrumentation*, 7(5), 397-429.

7. GLOSARIO DE TÉRMINOS

Codificación: Proceso por el que un determinado input informativo es adaptado a un formato que garantice su permanencia en una determinada estructura de memoria. Tradicionalmente se han distinguido diversos tipos de codificación: en la sensorial se recurre a rasgos físicos y de posición espacial; en la acústica a rasgos sonoros; en la semántica al significado del estímulo.

Demora de señal: Procedimiento experimental aplicado en el informe parcial que consiste en demorar temporalmente la presentación de la señal con objeto de comprobar cómo afecta al recuerdo de los sujetos.

Diagrama de flujo: Representación tomada por la psicología cognitiva procedente de la Ingeniería Informática. En psicología los diagramas de flujo representan las estructuras y procesos que se aplican para describir el paso de información. Los cajones son las partes permanentes del sistema que, en el caso del modelo modal, corresponden a las estructuras de almacenamiento (RS, MCP, MLP); las flechas indican los procesos de intercambio y/o trasvase de información entre almacenes.

Electrooculografía: Técnica que utiliza las diferencias de potencial entre la córnea y la retina para detectar el movimiento ocular. Es una técnica invasiva que exige implantar electrodos alrededor del ojo.

Enfoque estructural: Este enfoque entiende que la memoria humana está constituida por una serie de unidades de almacenamiento con propiedades diferentes entre sí en lo que respecta a tipo de codificación, duración y capacidad. Aunando todas las aportaciones, este enfoque ha defendido la existencia de tres grandes receptáculos de almacenamiento: los registros sensoriales, la memoria a corto plazo y la memoria a largo plazo. La estructura y paso de información puede ser descrita en forma de diagramas de flujo.

Enmascaramiento: Procedimiento experimental por el que se pretende suprimir o interrumpir el procesamiento de un estímulo (estímulo-test) utilizando otro estímulo alternativo (máscara) que aparece con desfase temporal. Existen dos variantes: en el enmascaramiento retroactivo la máscara aparece con posterioridad al test; en el proactivo la máscara aparece con anterioridad.

Eye tracker: Aparato seguidor de movimientos oculares.

Fijaciones: Periodos en los que el ojo permanece relativamente estable sobre una imagen. Las fijaciones son el periodo por excelencia dedicado a la recogida de información.

Informe parcial: Técnica experimental en la que a los sujetos se les presentan matrices estímulares debiendo recordar exclusivamente aquella fila o posición que indique una señal.

Informe total: Técnica experimental en la que los sujetos, tras exposiciones breves, deben recordar la totalidad del conjunto estimular presentado.

Intervalo de aprehensión de memoria visual: Máxima cantidad de información que un sujeto es capaz de retener tras una única fijación ocular. Su estimación está en torno a los 4 ó 5 ítems.

Limitación de memoria, hipótesis: Hipótesis desde la que se afirma que el escaso rendimiento obtenido por los sujetos en el primer experimento clásico de Sperling no es debido tanto a la exposición visual breve (50 msgdos.) sino al rápido desvanecimiento que el material estimular padece en memoria.

Limitación perceptual, hipótesis: Hipótesis desde la que se afirma que el escaso rendimiento obtenido por los sujetos en el primer experimento clásico de Sperling es debido a una exposición visual tan breve (50 msgdos.) que imposibilita la percepción de los estímulos.

Memoria a corto plazo: Almacén de memoria transitorio que mantiene la información de forma provisional en la medida en que está siendo utilizada para realizar una tarea. La concepción actual corresponde a una «memoria operativa» con una serie de subcomponentes.

Memoria a largo plazo: Almacén permanente de memoria que mantiene toda la información que un individuo acumula a lo largo de su vida. Actualmente este tipo de memoria permanente se entiende desde un punto de vista multisistema en la que se distinguen dos grandes ámbitos: el sistema declarativo (conocer qué) y el sistema procedimental (conocer cómo).

Memoria ecoica: Registro sensorial auditivo.

Memoria icónica: Registro sensorial visual.

Metáfora del ordenador: Metáfora explicativa utilizada desde la psicología cognitiva para dar cuenta del modo en que el ser humano procesa la información. Según los cognitivistas, la mente humana procesa la información de forma análoga a cómo trabaja un ordenador: la codifica, almacena y recupera. Evidentemente la metáfora debe entenderse como una analogía funcional pero no física entre hombre y máquina.

Nistagmo: Patrón de movimiento caracterizado por una oscilación rítmica o alternante de los ojos.

Oculares, movimientos: movimientos característicos de los ojos que se realizan con una finalidad (exploratoria, compensatoria, de seguimiento...).

Persistencia neuronal, visual: Coltheart (1980) entiende que la persistencia neuronal es la actividad neuronal la que permanece una vez desaparecido el estímulo, mientras que la persistencia visual se refiere al hecho de seguir percibiendo el estímulo una vez que ha desaparecido físicamente la imagen. Ambos fenómenos deben distinguirse de la memoria icónica, que designaría la información visual presente en un estímulo que continúa siendo accesible después de su desaparición.

Reflexión comeal: Técnica de registro de movimientos oculares y del tamaño pupilar que se basa en la proyección de un haz de luz infrarrojo hacia la córnea.

Registro sensorial: Almacén de memoria que codifica los rasgos físicos de la información y que dispone de una alta capacidad de almacenamiento a costa de una pervivencia muy breve. Se encuentra altamente vinculada a las diversas modalidades sensoriales; los registros sensoriales más estudiados han sido el visual (memoria icónica) y el auditivo (memoria ecoica).

Sacádicos: Movimientos oculares característicos en la exploración del ambiente. Son los movimientos más rápidos, dependiendo su velocidad de la amplitud. Los sacádicos son los movimientos que realizan nuestros ojos cuando saltan de una posición a otra. Durante su ocurrencia se produce el fenómeno de la supresión sacádica.

Supresión sacádica: Debilitamiento o impedimento en la recogida de información del medio que se ocasiona durante un salto sacádico.

Ventaja del informe parcial: Existe ventaja del informe parcial cuando el rendimiento de los sujetos (recuerdo) es mayor utilizando la técnica de los informes parciales que la de los informes totales. La ventaja suele desaparecer progresivamente conforme aumenta la demora temporal en la presentación de la señal.