

ANUARIO DE PSICOLOGÍA  
Núm. 35 - 1986 (2)

LA TEORÍA DE LA DETECCIÓN  
DE SEÑALES EN TAREAS Y  
RECONOCIMIENTO DE PALABRAS  
«CLASE CERRADA»

MANUEL PELEGRINA DEL RÍO  
JAUME ARNAU i GRAS  
JUAN M. MALAPEIRA i GAS  
Departamento de Metodología  
de las Ciencias del Comportamiento  
Universidad de Barcelona

Manuel Pelegrina del Río  
Jaume Arnau i Gras  
Juan M. Malapeira i Gas  
Departamento de Metodología  
Facultad de Psicología  
Avda. de Chile, s/n  
08028 Barcelona

## INTRODUCCIÓN

A partir de los años 50, los avances tecnológicos de la ingeniería basados en la computación analógica y en la teoría de la información, permitieron que en la década siguiente se desarrollaran en el campo de la memoria humana adulta una serie de modelos basados en el paradigma de procesamiento de información. Estrechamente unida a este devenir histórico surge la teoría de la detección de señales (Arnau, 1982; Green y Swets, 1966 y McNicol, 1972). Esta mantiene algunas características comunes con la teoría de la información, como el estudio matemático de las señales y la posible formulación de los modelos en términos matemáticos y predictivos.

El planteamiento anterior permite que el proceso de investigación proporcione, en todo momento, un equilibrio entre lo particular y lo general, entre el modelo matemático y la ejecución práctica del observador; dicha práctica sustituye al modelo físico en términos psicológicos, pero no queda determinada por él, ya que el modelo psicológico, en la tarea de reconocimiento, se centra en dos hechos que son considerados básicos, y que se refieren a la discriminación y al criterio de decisión del observador.

Diversas investigaciones han incidido en la necesidad de profundizar en el control del criterio de decisión en el campo de la memoria (Parks, 1966). Por su parte, Bernbach (1967), en una investigación sobre los procesos de decisión en memoria, incluía medidas continuas y discretas añadiendo éstas al supuesto continuum de las respuestas planteado por la TDS. Sin embargo, la supuesta invarianza o constancia de los parámetros propuesta por Bernbach no ha sido totalmente aceptada (Andrasik y Belleza, 1977; Bamber, 1974).

Una aplicación más específica de la teoría fue llevada a cabo por Murdock (1965), tratando de comprobar si las curvas ROC obtenidas, representaban una tendencia curvilínea, o más bien eran lineales, de acuerdo con las predicciones de la teoría del umbral alto. Los resultados permitieron comprobar que la tendencia curvilínea obtenida carecía de la unidad de pendiente predicha por el modelo.

Las investigaciones citadas anteriormente podrían manifestar la evidencia de una falta de equilibrio entre la formalización teórica de la TDS y la no existencia de un planteamiento comparable en el campo de la memoria; o, tal vez, una interpretación demasiado restrictiva del modelo para aplicarlo a un campo diferenciado del original.

Esta aplicación y extensión parte del supuesto de que no todos los planteamientos del modelo pueden ser desarrollados con la misma profundidad; pero sí algunos de ellos. En este sentido, los modelos creados por Wickel-

gren y Norman (1966), permitirían abordar el problema a un nivel teórico predictivo, partiendo de la modelización matemática en memoria a corto plazo, y suponiendo que ésta funciona en base a un continuum de fuerza de la huella. Su medida quedaría libre de los efectos del criterio y del sesgo de las respuestas.

Por otra parte, el planteamiento integrador de diversos modelos, les conduce a aceptar el supuesto de equivalencia práctica de las ejecuciones basadas en el criterio de decisión (Swets, Tanner y Birdsall, 1955), el modelo de comparación de pares de Thurstone (1927a,b) y el modelo de Luce (1959). Esta equivalencia no es concluyente, ya que la práctica experimental confirma la obtención de curvas diferenciadas, según las predichas por los tres modelos citados.

No obstante, un enfoque basado en la fuerza de la huella es compatible con los efectos de posición serial, repetición y frecuencia (Baddeley, 1983). También es compatible con el efecto de familiaridad en el sentido de Banks y Atkinson (1974). Igualmente, no implicaría una negación del desvanecimiento de la huella (Baddeley y Scott, 1971), sino el enmascaramiento de ésta debido a efectos seriales más potentes (Baddeley, 1983).

En consecuencia con lo anterior, el planteamiento de un trazo continuo de la huella es consistente con el continuum de respuestas supuesto por la TDS. Por tanto, en base al supuesto de continuidad, podría ser representada la ejecución, mediante una función matemática que permitiera estimar la tendencia obtenida (Arnau, 1981; Fisher, 1935; Lewis, 1960).

Este planteamiento no sólo queda circunscrito a los supuestos teóricos o predictivos citados, sino que la práctica experimental proporciona resultados que efectivamente podrían interpretarse en el sentido anterior. Así, Underwood (1972), ilustra el decaimiento producido en función de la inhibición retroactiva (Melton e Irwin, 1940).

De una forma general podemos admitir que el decaimiento exponencial representa una distribución que ha sido utilizada en el pasado para referirse a la función obtenida a partir del número de ensayos interpolados como variable independiente (Wickelgren y Norman, 1966).

De acuerdo con ello, estos autores plantean sus modelos matemáticos para evaluar la ejecución en memoria a corto plazo utilizando dígitos como ítems. A partir de aquí formularon el modelo que proporcionaría una evaluación más apropiada de los datos obtenidos, es decir:

$$\text{STM Adquisición-Primacía } d(K,L) = \alpha(K)\varphi^{L-K}$$

Esta expresión es una derivada de la posición serial (K) y, de la longitud de las listas (L); considerando  $\alpha$  como el nivel de adquisición y  $\varphi$  como la razón de decaimiento. La denominación de adquisición-primacía se entiende como la adquisición en función de la posición serial teniendo además en consideración el efecto de primacía.

La estructura de los modelos citados no proporciona los elementos necesarios para evaluar el efecto de ultimidad, así como la continuidad, defendida por Melton (1963), entre memoria a corto y a largo plazo. Para

Wickelgren y Norman (1966) no había una permanencia sustancial de los items en memoria a largo plazo, aunque tal hecho, según los autores, pudiera deberse al tipo de estímulos utilizados. De hecho pensamos que la utilización de items como letras, sílabas sin sentido o dígitos pretendía investigar el funcionamiento de la memoria, libre de los efectos relativos al contexto y a cuestiones asociativas o semánticas del material. Sin embargo, una aproximación a la lingüística y al procesamiento de información, supone la aportación de material verbal más en consonancia con la *competencia y actuación* del sujeto; al mismo tiempo nos permite un estudio y control de variables, cuyo conocimiento nos va a ser útil en diversos campos de aplicación, como adquisición del lenguaje, aprendizaje de la lectura y escritura, etc.

La utilización de las *palabras-señal* como items nos permite hipotetizar sobre una posible mayor permanencia de éstas en memoria que los dígitos. De aquí, que sería necesario añadir al modelo citado un parámetro relativo a dicha permanencia. Tal hecho podría ser representado mediante  $\lambda$ , y lo expresáramos de la forma siguiente:

$$\text{MCP-MLP Adquisición-Primacía } d(K,L) = \alpha(K) \rho^{L-K} + \lambda(K)$$

En este modelo es considerada la adquisición como permanencia de la huella tanto en MCP como en MLP, permitiendo además la posibilidad de continuidad entre ambas (Melton, 1963).

El aceptar una función de las características citadas como la más apropiada para la representación de los datos, no presupone la consideración de constancia o invarianza de los parámetros, pero sí valores aproximativos dentro de las mismas condiciones experimentales.

El origen de la aplicación de la palabra-señal dentro de la TDS en una tarea de reconocimiento visual, lo encontramos en Egan (1958). Haber (1964) utiliza también palabras, en este caso de diferentes idiomas, partiendo del número de repeticiones como variable independiente. Los resultados obtenidos pueden ser evaluados mediante la teoría (Green y Swets, 1966). Por su parte Murdock (1965) en su aplicación del modelo, utilizó palabras como items en una tarea de pares asociados.

Igualmente, desde otros modelos compatibles con la TDS, ha sido utilizada la frecuencia de uso de las palabras para delimitar y controlar la variabilidad del estímulo (Morton, 1969).

Resumiendo lo anterior, podemos decir que la extensión del modelo, junto con otra serie de técnicas, para la evaluación de información verbal, permite una profundización en el estudio de la *señal* que sigue proporcionando en la actualidad una línea de investigación interdisciplinaria, en la que además de la lingüística participan la psicología, la informática, la estadística y la ingeniería, con sus respectivas técnicas y procedimientos complementarios.

Nuestro trabajo, de acuerdo con lo anterior, pretende aportar una ordenación de la palabra-señal en base a su frecuencia de uso, y en una primera extensión de los modelos, consideraremos las *palabras de clase cerrada*: preposiciones, adverbios, etc. (ver anexo). Suponemos que éstas, denomina-

das también palabras funcionales, poseen menor *riqueza semántica* y asociativa, así como menor posibilidad de transformación sincrónica y diacrónica que las denominadas *palabras de clase abierta*: nombres, verbos y adjetivos.

Finalmente, no es necesario añadir, que la palabra forma una unidad perceptiva global (García-Albea, 1982; Pillsbury, 1897; Solso, 1979).

La diferenciación de la palabra como perteneciente a la clase abierta o cerrada es una distinción racional; mientras que la consideración de unidad perceptiva global y frecuencia de uso se refieren a distinciones empíricas. No es, por tanto, nuestra intención presentar una clasificación exhaustiva de la palabra como item, sino una primera sistematización en una primera extensión de los modelos.

Es obvio, que en este contexto de aplicación del modelo,  $d'$  no es una medida de sensibilidad, sino de discriminación en memoria de reconocimiento. Representa, por consiguiente, la diferencia de medias entre las distribuciones de la *señal* y el *ruido* expresada en desviaciones típicas, derivando a partir de aquí el cálculo del criterio de decisión (Arnau, 1982; Green y Swets, 1966). Hemos de añadir, que el criterio citado no es equivalente al utilizado por Atkinson y Juola (1973) ya que en nuestro caso éste se representa como un continuo.

En una línea de investigación, que permita extender los modelos de memoria propuestos a contextos diferenciados de los originales, consideramos de gran utilidad las aportaciones de medidas como *beta* y  $d'$ , así como la representación de los datos en una curva característica operativa de la memoria o curva MOC y comparar y añadir a éstas el TR.

## METODO

### *Sujetos*

Pasaron la prueba 18 sujetos adultos, de ambos sexos; participaron en ésta de una forma voluntaria, siéndoles asignadas aleatoriamente las longitudes de las listas y la frecuencia de uso de las palabras.

### *Material*

Los estímulos consistían en 92 palabras de clase cerrada (ver anexo), divididas en listas de 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 18, 27, 36 y 45 palabras. En todos los casos estaban mezcladas con *pseudopalabras* en un 20% de éstas. Algunas de dichas listas fueron consideradas de frecuencia alta, desde 105.69 a 4397.60 de frecuencia de uso, según el diccionario de Juilland y Chang-Rodríguez (1964), y otras de frecuencia baja, desde 100.17 a 3.42 de frecuencia de uso del mismo diccionario.

Las palabras fueron presentadas mediante un taquistoscopio Gerbrands de cuatro campos modelo T-4A, con los accesorios siguientes:

Lamp Drive Circuit, modelo 404-A, para el control de la intensidad de la luz en los diferentes campos.

Digital Integrated Circuit "300 series" Milisecond Timer, modelo 300-GT para el control del tiempo de exposición de los campos.

Tachistoscope Logit modelo 1159 que permite realizar diferentes combinaciones entre campos y cronómetros.

Cronómetro digital que se acciona al aparecer la tarjeta en pantalla y se para mediante la respuesta del sujeto. Permite medir los tiempos de reacción en dseg.

Generador de señales acústicas conectado a unos auriculares.

Las palabras se presentaron en un campo del taquistoscopio, situadas en el centro de una tarjeta de 10 x 15 cms. y en papel blanco de cartulina no satinado. Las letras eran mayúsculas, de color negro (Decadry, 10 mm. 63) y para formar la palabra se dejó entre cada una de ellas una separación de dos mms.

### Procedimiento

Se informó a los sujetos de cuál era el objetivo de su trabajo y se realizó una prueba de entrenamiento. A continuación observaron cada palabra durante un segundo de exposición. Antes del inicio de ésta el sujeto percibía mediante unos auriculares una breve señal acústica de 55 db., 800 cc./seg. y 50 mseg. de duración. Coincidiendo con dicha señal aparecía en pantalla una tarjeta con un punto en el centro, visible para el sujeto.

Una vez visualizada la primera lista con su longitud correspondiente, se pasaba otra de doble longitud, a la que se habían añadido una cantidad de palabras equivalentes. Se presentaron de forma aleatoria tanto las longitudes de las listas como el orden de las palabras dentro de cada longitud.

Los sujetos respondían "SÍ" o "NO", añadiendo su nivel de confianza en estas decisiones mediante una escala de estimación de 1 a 5.

En general, se tuvieron en cuenta los principios experimentales y de procedimiento propios del modelo de la TDS, en un contexto de aplicación referido a la memoria de reconocimiento de palabras (Egan, 1958; Green y Swets, 1966).

## RESULTADOS

Se consideraron *criterios arbitrarios* aquéllos cuyas puntuaciones *beta* se situaban por debajo de 0.93 o cuyos valores eran superiores a 1.34. Solamente dos sujetos, uno de ellos parcialmente, no llegaban a dichas puntuaciones o las superaron.

En la Tabla I podemos observar las medidas *d'* agrupadas desde dos a seis intervalos, para cada longitud de lista; las de menos de seis items no se

han incluido, ya que presentaban un evidente efecto de *suelo* con valores  $d'$  máximos,  $d' = 4.46$ , según las tablas de Elliott (1964).

TABLA I

| I. | K    |      |       |      |      |      |
|----|------|------|-------|------|------|------|
|    | 1    | 2    | 3     | 4    | 5    | 6    |
| 36 | 0.72 | 0.44 | -0.30 | 0.30 | 1.04 | 0.30 |
| 27 | 0.64 | 1.48 | 0.64  | 1.16 | 1.02 |      |
| 18 | 1.51 | 0.33 | -0.46 | 3.09 |      |      |
| 10 | 1.51 | 2.68 | 0.58  |      |      |      |
| 6  | 4.64 | 1.51 |       |      |      |      |

Los datos unidos mediante una línea continua representan los valores correspondientes al efecto de *ultimidad*, mientras que los relacionados por medio de un trazo discontinuo incluyen el llamado efecto de *primacía*.

A continuación se analizaron los datos diferenciando aquéllos que evidenciaban dichos efectos. Se aplicó una prueba de mínimos cuadrados, obteniéndose que el mejor ajuste correspondía a un decaimiento exponencial. Se comprobó una relación no significativa o de independencia entre el número de ítems posteriores a uno dado y su discriminación mediante  $d'$ . Posteriormente se analizaron los datos incluyendo las  $d'$  referidas al efecto de *primacía*, resultando una dependencia significativa entre ambas variables ( $r = 0.838$ ,  $p < 0.01$ ), ver Tablas II y III.



TABLA II

| <u>L-K</u> | <u>Valores d'</u>                       |      |       |      |      | <u>Media de d'</u> |
|------------|---|------|-------|------|------|--------------------|
| 0          | (Recuperación en el momento del ensayo) |      |       |      |      | 4.64               |
| 1          | 4.64                                    | 2.68 | -0.46 | 1.16 | 1.04 | 1.80               |
| 2          | 1.51                                    | 0.33 | 0.64  | 0.30 |      | 0.69               |
| 3          | 1.51                                    | 1.48 | -0.30 |      |      | 0.90               |
| 4          | 0.64                                    | 0.44 |       |      |      | 0.54               |
| 5          | 0.72                                    |      |       |      |      | 0.72               |

TABLA III

| <u>L-K</u> | <u>d' predichas</u> | <u>d' obtenidas</u> |
|------------|---------------------|---------------------|
| 0          | 2.77                | 4.64                |
| 1          | 1.93                | 1.80                |
| 2          | 1.34                | 0.69                |
| 3          | 0.94                | 0.90                |
| 4          | 0.65                | 0.54                |
| 5          | 0.45                | 0.72                |

Asimismo se comprobó la posible correlación o dependencia de los datos de la prueba inicial, teniendo en cuenta el efecto de ultimidad, ésta no resultó significativa, lo cual se interpretó como falta de adecuación del modelo para medir tal particularidad, referida, como en los casos anteriores, a la relación entre  $d'$  y L-K.

Todas las pruebas anteriores, salvo la citada en último lugar, coincidieron en que la función que mejor representaba la ejecución venía dada por un decaimiento exponencial:

$$Y = b.a^X$$

Esta fórmula es equivalente al modelo propuesto, si consideramos el valor de la asíntota como operacionalización de la memoria a largo plazo y aceptamos el supuesto teórico de continuidad entre MCP y MLP (Melton, 1963), ver Tabla III y Figura 1.

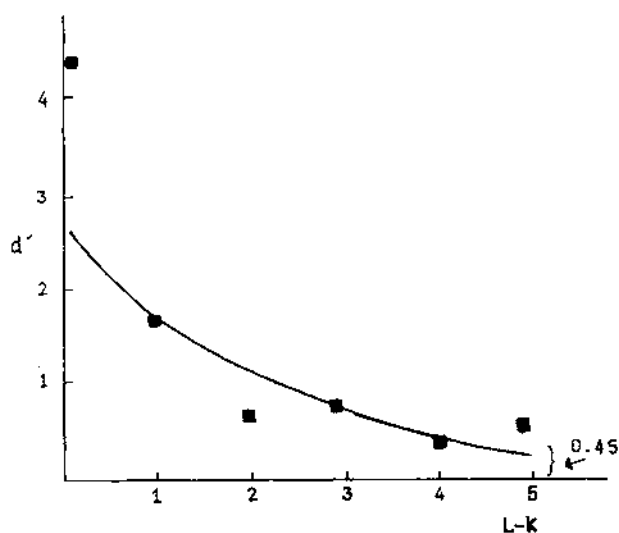


Figura 1. Ilustración de las puntuaciones predichas (línea continua) y obtenidas (cuadros).

Los datos obtenidos y estimados, así como los planteamientos teóricos, permiten sustituir la variable  $Y$  por  $d'$  y la variable  $X$  por  $L-K$ . De la misma forma, los valores  $b$  y  $a$  de la función exponencial se corresponden con *alfa* y *fi* en el modelo. De esta forma podemos representar los datos obtenidos mediante:

$$d' = 2.776 \cdot 0.696^{L-K} + 0.45$$

Siendo  $a=0.696$ ,  $b=2.776$  y  $\lambda=0.45$

Se calculó además la discriminación referida a la frecuencia alta y baja de las palabras utilizando  $d'$  como medida, ésta resultó con un valor de 0.15 en el primer caso y de 1.04 en el segundo. Para comprobar si la diferencia entre ambas puntuaciones era estadísticamente significativa, se aplicó la prueba propuesta por Gourevitch y Galanter (1967), que nos permite constatar si las diferencias entre ambas puntuaciones reflejan la variación binomial propia de las frecuencias observadas (aciertos, errores, falsas alarmas y rechazos correctos), o, por el contrario, manifiestan una diferencia que podría deberse a la incidencia de variables dentro del proceso de reconocimiento. Los resultados se interpretaron desde esta segunda acepción mostrando una diferencia bastante significativa ( $G=19.7$ ,  $p<0.001$ ).

Sin embargo, no se manifestaron diferencias estadísticamente significativas entre los tiempos de reacción para ambos grupos de palabras citados en el párrafo anterior.

Otra forma de analizar los datos, partiendo de los supuestos teóricos en que basamos esta investigación, se refiere a la representación de las ejecuciones mediante curvas denominadas características operativas de la memoria, homólogas a la curva ROC de la TDS. El análisis de las distribuciones se ajustaba en todos los casos a funciones lineales con un nivel de significación de  $p < 0.01$  en todos los casos, salvo para  $L=18$  que resultó ser de  $p < 0.05$ . Los coeficientes de correlación oscilaron entre 0.84 y 0.99, ver Tabla IV y Figura 2.

TABLA IV

| <i>L</i> | <i>Coficiente de correlación</i> | <i>Grado de significación</i> |
|----------|----------------------------------|-------------------------------|
| 45       | 0.99                             | $p < 0.01$                    |
| 45       | 0.99                             | $p < 0.01$                    |
| 36       | 0.97                             | $p < 0.01$                    |
| 27       | 0.88                             | $p < 0.01$                    |
| 27       | 0.96                             | $p < 0.01$                    |
| 18       | 0.84                             | $p < 0.05$                    |
| 7        | 0.99                             | $p < 0.01$                    |

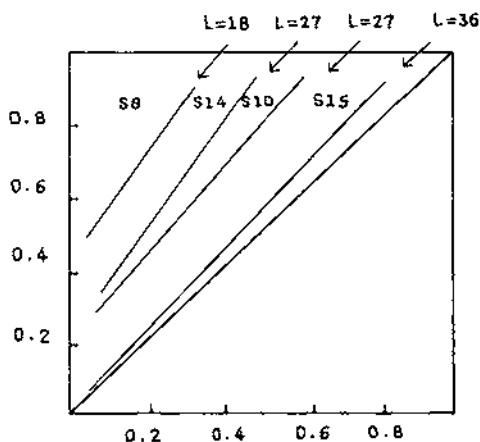


Figura 2. Ilustración de las características operativas de la memoria, (curvas MOC) en función de la longitud de la lista.

Finalmente, una evaluación mediante el modelo de Luce (1963), que incluye todas las respuestas del sujeto, y no sólo los aciertos y falsas alarmas, permitió la obtención de curvas que ilustramos en las Figuras 3 a 6. Lo más

típico de ellas es que si las cortamos por su punto medio, tienden a aparecer dos tendencias semejantes en cada una, lo cual apoyaría la hipótesis de una interpretación válida a partir del modelo de la TDS. Estos resultados no contradicen el supuesto de equivalencia práctica de las ejecuciones basadas en ambos modelos, defendido por Wickelgren y Norman (1966).

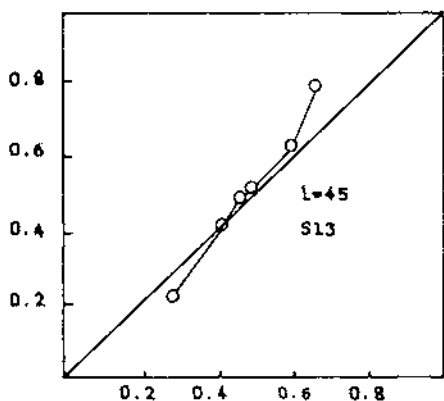


Figura 3. Curva MOC obtenida por el sujeto 13, para  $L=45$ . Representa una curva impropia.

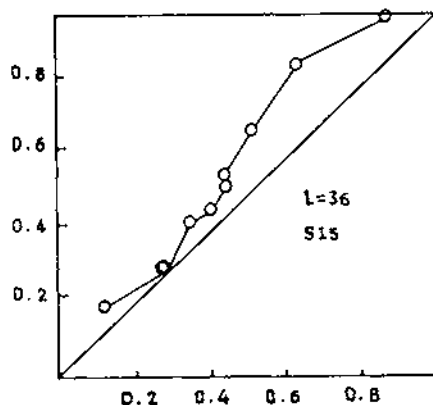


Figura 4. Curva MOC obtenida. Representa cierta proximidad a la unidad de pendiente.

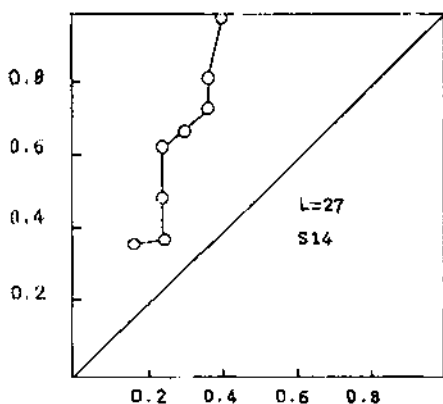


Figura 5. Curva MOC con  $\beta = 0,50$  y que además evidencia la falta de aproximación a la unidad de pendiente.

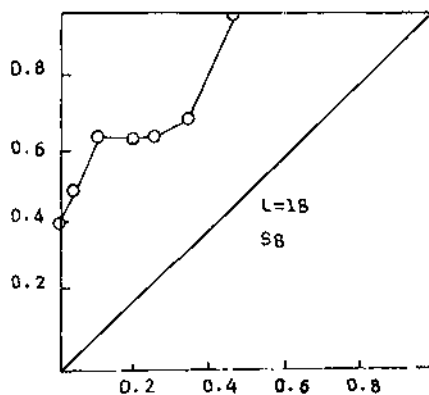


Figura 6. Curva MOC próxima a la unidad de pendiente.

## DISCUSIÓN

Si partimos de la aplicación de la TDS, hemos de aceptar que los juicios realizados en una tarea perceptiva o de memoria dependen de dos procesos psicológicos independientes: la discriminación y el criterio.

En nuestro caso el control del criterio nos ha llevado a diferenciar un conjunto de puntuaciones que correspondían a la elección de *criterios arbitrarios* por parte de los sujetos. El análisis previo de todos los datos mostró la independencia estadística entre las medidas  $d'$  y  $\beta$ . Sin embargo, la comparación entre ambas cuando se referían a criterios alejados del óptimo (la unidad) manifestó dependencia estadísticamente significativa con una relación exponencial entre ellas ( $r=0.91$ ,  $p<0.01$ ).

Los resultados anteriores más que poner en duda la independencia de ambas, podrían entenderse como una cierta relación entre éstas en un caso especial de decisión. También podrían deberse a algún tipo de sesgo relacionado con los sujetos o incluso con el material. Lo que sí resulta evidente es que el control del criterio elimina una fuente importante de error y resta ambigüedad a los datos obtenidos en una prueba de memoria.

Afirmamos, en relación con lo anterior, que en la memoria de reconocimiento intervienen dos procesos diferentes: uno se refiere a la certeza o seguridad con que un ítem es reconocido, el otro se entiende como la actuación mediante un criterio más o menos óptimo cuando el reconocimiento de un estímulo determinado se presenta como dudoso.

La obtención de este tipo de medidas nos ha permitido profundizar en la naturaleza del estímulo y en la modelización matemática de los modelos, como veremos seguidamente:

La no diferencia estadísticamente significativa entre los tiempos de reacción de las palabras clasificadas por su frecuencia de uso alta o baja, es consistente con estudios anteriores (Bradley, Garret y Zurif, 1980; García-Albea, 1982) y en palabras de clase cerrada. Este hecho se llegó a interpretar como evidencia de un *acceso directo* de los ítems sin que influyera en ello la frecuencia de uso (Bradley, 1978). Por el contrario, en las palabras de clase abierta se ha hablado de una *búsqueda serial* en función de la frecuencia de uso (Forster, 1976).

El análisis de los datos anteriores en términos  $d'$ , produjo diferencias estadísticamente muy significativas entre las palabras de frecuencia alta y baja pertenecientes a la clase cerrada ( $p<0.001$ ). Ello indicaría que en este caso la  $d'$  es más precisa como medida de discriminación que el TR. Partiendo de aquí, podemos aceptar que la frecuencia de uso es una variable independiente en el caso de las palabras de clase cerrada, si consideramos la discriminación en memoria de reconocimiento mediante la medida citada y un control apropiado del criterio de decisión.

En cuanto a la extensión de los modelos de Wickelgren y Norman (1966), observamos que la mejor evaluación de los datos obtenidos en función de L-K, corresponde a un decaimiento exponencial. Sin embargo, el modelo que proponemos ofrece la particularidad de que evalúa con la misma tendencia, pero con listas de longitud más larga, ello podría deberse al tipo de estímulos utilizados; es lógico, por tanto, suponer que las palabras tengan mayor posibilidad de permanencia en memoria debido a una mayor *riqueza semántica* que los dígitos.

Así pues, la inclusión de  $\lambda$  dentro del modelo, pretende, de acuerdo con los datos y la propuesta de Melton (1963), mostrar la continuidad entre MCP

y MLP. En consonancia con lo anterior hemos propuesto como modelo la fórmula que de una manera más integradora permite evaluar la distribución de las respuestas que se han obtenido, o sea:

$$d' = \alpha \varphi^{L \cdot K} + \lambda$$

Esta expresión incluye además el efecto de primacía y adquisición, tanto en MCP como en MLP.

Entendemos que un desarrollo posterior de los modelos debería tratar de explicar en qué medida intervienen la adquisición y los efectos de primacía y recencia en los diversos momentos del continuum.

Otra forma de análisis de los resultados viene dada por la representación de las ejecuciones mediante las curvas MOC. Éstas proporcionan una descripción muy apropiada y eficiente de los datos. En nuestro caso podemos observar cómo decrece la discriminación a medida que se incrementa la longitud de la lista. Dicho decrecimiento queda patente debido al desplazamiento progresivo de las curvas hacia la línea de azar. Este tipo de representación ofrece la posibilidad de interpretación de los resultados desde un punto de vista no paramétrico; pero permite igualmente la posibilidad de conexión con el modelo de la TDS, si calculamos la  $d'$  correspondiente al punto en que su trayectoria se corta con la diagonal negativa.

Resumiendo, pensamos que esta investigación proporciona vías de profundización teórica y metodológica, a la vez que como hemos podido mostrar permite la extensión de la TDS y de los modelos de memoria tratados en los puntos siguientes:

— En primer lugar, la extensión del análisis del criterio de decisión dentro de un modelo de memoria.

— En segundo lugar, la formulación y extensión de modelos matemáticos que permiten profundizar en la descripción de las ejecuciones en tareas de memoria de reconocimiento.

— En tercer lugar, la discriminación que ha resultado ser diferente en palabras de clase cerrada, con la frecuencia de uso como variable independiente, nos hace suponer que  $d'$  puede ser útil como medida aplicada a la memoria de reconocimiento.

— Finalmente hemos de añadir, que la descripción de las ejecuciones mediante las curvas MOC, proporciona una representación óptima de los datos para su posible estimación y predicción.

Por el contrario, es necesario desarrollar este planteamiento en las siguientes líneas de investigación:

— Relación teórica integradora de los diferentes modelos tratados.

— Extensión de los modelos para la evaluación de otros tipos de estímulos y en contextos diferenciados.

— Incidir más en el cálculo y naturaleza del criterio de decisión.

— Finalmente, desarrollo de pruebas estadísticas que permitan comparar de una forma más unitaria los diferentes datos obtenidos:  $d'$ ,  $\beta$ , curvas MOC y TR.

## RESUMEN

Esta investigación representa una actualización y extensión de los modelos matemáticos aplicados por Wickelgren y Norman (1966). Tal modelación ha partido del supuesto teórico de continuidad de la fuerza de la huella así como del continuo de estados de respuesta de la TDS (teoría de la detección de señales). Si partimos de tales modelos, de la abundancia de resultados experimentales en este sentido y de la analogía entre el decaimiento geométrico y el aritmético, podemos estimar la función matemática que mejor describe y predice los resultados. La aplicación se ha concretado en *palabras de clase cerrada* o palabras funcionales (pronombres, preposiciones, etc.) considerando L-K como variable independiente (L=longitud de la lista, K=posición serial).

Los resultados confirman que el modelo describe de una forma precisa los datos obtenidos y la utilidad para este propósito de las medidas  $d'$ ,  $\beta$  y las curvas MOC (característica operativa de la memoria).

## SUMMARY

This research represents a bringing up to date and an extension of the mathematical models used by Wickelgren and Norman (1966). Such a modeling has started from the theoretic assumption of the trace strength continuity, and also from the continuous of the answering states of SDT (signal detection theory). If we start from these models, from the abundance of the experimental results in this sense, and from the analogy between the geometric decay and the arithmetical one, we can estimate the mathematical function which better describes and predicts the results. The application has become more definitive in the *close-type words* (pronouns, prepositions, etc.); we have considered L-K as an independent variable (L=list-length; K=serial position).

The results confirm that the model describes, in an exact way, the obtained data and the usefulness, for this purpose, of the measurement  $d'$ ,  $\beta$  and curves MOC (memory-operating characteristics).

## RÉSUMÉ

Cette recherche représente une mise au point et un élargissement des modèles appliqués par Wickelgren et Norman (1966). Ceci part du présupposé théorique du continu de la puissance de l'empreinte ainsi que du continu des états de réponse de la TDS (théorie de détection de signaux). Si on part de ces modèles, de l'abondance des résultats expérimentaux dans ce sens et

de l'analogie entre la dérivée géométrique et arithmétique, on peut estimer la fonction mathématique qui décrit et prédit le mieux les résultats. L'application a été centrée sur des *mots de classe fermée* ou mots fonctionnels (pronoms, prépositions, etc.) tout en considérant L-K comme une variable indépendante (L=longueur de la liste, K=position sériale).

Les résultats confirment que le modèle décrit d'une manière précise les données obtenues et l'utilité pour cet objet des mesures  $d'$ ,  $\beta$  et des courbes MOC (caractéristique opérative de la mémoire).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrasik, F.J.; y Belleza, F.S. (1977). Testing Bernbach's model by varying item imagery and meaningfulness. *Journal of Experimental Psychology*, Vol. 3, 2, 583-589.
- Arnaú, J. (1981). *Diseños experimentales en psicología y educación*. México: Trillas.
- Arnaú, J. (1982). *Teoría de la detección de señales*. Barcelona: Ed. Universitat de Barcelona.
- Atkinson, R.C.; y Juola, J.F. (1973). Factors influencing speed and accuracy of word recognition. En S. Kornblum (Ed.), *Attention and performance IV*. New York: Academic Press.
- Baddeley, A.D. (1983). *Psicología de la memoria*, (1ª ed., 1976). Madrid: Debate.
- Baddeley, A.D.; y Scott, D. (1971). Short-term forgetting in the absence of proactive inhibition. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 23, 275-283.
- Hanber, D. (1974). Comment on Bernbach's prediction of the invariance of type 2d' in confidence-rated recall. *Journal of Mathematical Psychology*, 11, 33-41.
- Hanks, W.P.; y Atkinson, R.C. (1974). Accuracy and speed strategies in scanning active memory. *Memory and Cognition*, 2, 626-636.
- Hernbach, H.A. (1967). Decision Processes in Memory. *Psychological Review*, Vol. 74, 6, 462-480.
- Hradley, D.C. (1978). Computational distinctions of vocabulary type. Tesis doctoral no publicada, MIT.
- Hradley, D.C.; Garret, M.; y Zurif, E. (1980). Syntactic deficits in Broca's aphasia. En D. Caplan (Ed.), *Biological studies of mental processes*. Cambridge: MIT Press.
- Hgan, J.P. (1958). Recognition memory and the operating characteristic. Indiana University: Hearing and Communication Laboratory, Technical Note AFCRC-IN-58-51.
- Elliot, P.T. (1964). Tables of  $d'$ . En J.A. Swets (Ed.), *Signal detection and recognition by human observers*. New York: Wiley.
- Forster, K.I. (1976). Accessing the mental lexicon. En E. Walker y R. Wales (Eds.), *New approaches to language mechanisms*. Amsterdam: North Holland Press.
- Fisher, R.A. (1935). *The design of experiments*. Londres: Oliver y Boyd.
- García-Albea, J.E. (1982). Algunos aspectos en el estudio del procesamiento del lenguaje. En I. Delclaux y J. Seoane, *Psicología cognitiva y procesamiento de la información*. Madrid: Pirámide.
- Gourevitch, V.; y Galanter, E. (1967). A significance test for one parameter isosensitivity functions. *Psychometrika*, 1, 25-33.
- Green, D.M.; y Swets, J.A. (1966). *Signal detection theory and psychophysics*. New York: Wiley.
- Haber, R.N. (1964). Repetitions as a determinant of perceptual recognition processes. Symposium on models for the perception of speech and visual form, Boston, Massachusetts.
- Juillard, D.; y Chang-Rodríguez, E. (1964). *Frequency dictionary of spanish words*. La Haya: Mouton and Co.
- Lewis, D. (1960). *Quantitative methods in psychology*. New York: McGraw Hill.
- Luce, R.D. (1969). *Individual choice behavior (A theoretical analysis)*. New York: Wiley.
- McNicol, D. (1972). *A primer of signal detection theory*. Londres: George Allen y U. Ltd.
- Melton, A.W. (1963). Implications of short-term memory for a general theory of memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 2, 1-21.
- Melton, A.W.; y Irwin, J.M. (1940). The influence of degree of interpolated learning on retroactive inhibition and the over transfer of specific responses. *American Journal of Psychology*, 53, 173-203.
- Morton, J. (1969). Interaction of information in word recognition. *Psychological Review*, 76, 165-178.
- Murdoch, B.B. Jr. (1965). Signal detection theory and short-term memory. *Journal of Experimental Psychology*, Vol. 70, 5, 443-447.



- Parks, T.E. (1966). Signal-detectability theory of recognition memory performance. *Psychological Review*, 1, 44-58.
- Pillsbury, W.B. (1987). Study in apperception. *American Journal of Psychology*, 8, 315-393.
- Solso, R.L. (1977). *Cognitive Psychology*. New York: H.B.J.
- Swets, J.A.; Tanner, W.P.; y Birdsall, T.G. (1955). The evidence for a decision making theory of visual detection. University of Michigan: Electronic Defense Group. Technical Report nº 40.
- Thurstone, L.L. (1927a). A law of comparative judgment. *Psychological Review*, 34, 273-286.
- Thurstone, L.L. (1927b). The method of paired comparisons for social values. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 21, 384-400.
- Underwood, B.J. (1972). *Psicología Experimental*. México: Trillas.
- Wickelgren, W.A.; y Norman, D.A. (1966). Strength models and serial position in short-term recognition memory. *Journal of Mathematical Psychology*, 3, 316-347.

## ANEXO

## PALABRAS DE CLASE CERRADA

|              | USO     | FRECUENCIA | DISPERSIÓN |
|--------------|---------|------------|------------|
| 1.- POR      | 4397.60 | 4700       | 93.57      |
| 2.- CON      | 4295.25 | 4667       | 92.03      |
| 3.- UNA      | 3387.94 | 3708       | 91.37      |
| 4.- PARA     | 2470.22 | 2682       | 92.10      |
| 5.- ELLA     | 2425.91 | 3043       | 79.72      |
| 6.- MÁS      | 2204.94 | 2363       | 93.31      |
| 7.- ELLO     | 1477.92 | 2292       | 64.48      |
| 8.- SIN      | 1002.99 | 1053       | 95.25      |
| 9.- CUANDO   | 729.03  | 803        | 90.79      |
| 10.- MUY     | 691.68  | 787        | 87.84      |
| 11.- TAN     | 617.80  | 674        | 91.66      |
| 12.- HASTA   | 577.34  | 613        | 94.18      |
| 13.- AQUEL   | 509.47  | 701        | 72.68      |
| 14.- SIEMPRE | 480.02  | 558        | 86.02      |
| 15.- DÓNDE   | 475.08  | 508        | 93.52      |
| 16.- ASÍ     | 449.98  | 512        | 87.89      |
| 17.- TODO    | 443.83  | 641        | 68.18      |
| 18.- DESDE   | 436.59  | 467        | 91.72      |
| 19.- AHORA   | 395.12  | 543        | 72.77      |
| 20.- PUES    | 393.43  | 636        | 61.27      |
| 21.- ESTO    | 389.79  | 469        | 83.10      |
| 22.- USTED   | 365.55  | 1574       | 23.22      |
| 23.- DESPUÉS | 365.26  | 453        | 80.63      |
| 24.- ESO     | 361.81  | 715        | 50.60      |
| 25.- AQUÍ    | 337.53  | 602        | 56.07      |
| 26.- SINO    | 334.23  | 431        | 77.55      |
| 27.- QUIEN   | 321.17  | 344        | 93.36      |
| 28.- ANTES   | 404.24  | 336        | 90.55      |
| 29.- AUN     | 301.54  | 334        | 90.28      |

|               | <i>USO</i> | <i>FRECUENCIA</i> | <i>DISPERSIÓN</i> |
|---------------|------------|-------------------|-------------------|
| 30.— CUAL     | 292.39     | 412               | 70.97             |
| 31.— HOY      | 242.77     | 314               | 47.32             |
| 32.— LUEGO    | 212.65     | 242               | 87.87             |
| 33.— CASI     | 223.42     | 270               | 82.75             |
| 34.— ENTONCES | 219.76     | 262               | 83.88             |
| 35.— AUNQUE   | 198.66     | 231               | 86.00             |
| 36.— NUNCA    | 179.28     | 270               | 66.40             |
| 37.— ANTE     | 168.39     | 211               | 79.80             |
| 38.— DENTRO   | 158.56     | 181               | 87.60             |
| 39.— DURANTE  | 146.24     | 193               | 75.77             |
| 40.— ALLÍ     | 135.52     | 186               | 72.86             |
| 41.— TODAVÍA  | 135.23     | 162               | 83.48             |
| 42.— NADIE    | 133.75     | 236               | 56.67             |
| 43.— ADEMÁS   | 123.98     | 160               | 77.99             |
| 44.— SEGÚN    | 109.09     | 166               | 65.72             |
| 45.— CUYO     | 102.32     | 147               | 69.60             |
| 46.— ALGO     | 105.69     | 118               | 87.10             |
| 47.— QUIZÁ    | 100.17     | 115               | 87.10             |
| 48.— TAMPOCO  | 91.47      | 112               | 81.67             |
| 49.— MIENTRAS | 90.33      | 113               | 79.94             |
| 50.— CUYA     | 86.37      | 134               | 64.46             |
| 51.— ALLÁ     | 81.75      | 93                | 87.91             |
| 52.— FUERA    | 80.10      | 92                | 87.07             |
| 53.— OTRA     | 79.42      | 99                | 80.22             |
| 54.— LEJOS    | 76.73      | 104               | 73.78             |
| 55.— ALGUNO   | 59.70      | 64                | 93.28             |
| 56.— CERCA    | 54.42      | 74                | 73.12             |
| 57.— APENAS   | 53.37      | 68                | 78.49             |
| 58.— ENCIMA   | 52.15      | 65                | 80.24             |
| 59.— AYER     | 51.98      | 99                | 52.50             |
| 60.— JAMÁS    | 49.20      | 59                | 83.39             |
| 61.— AMBOS    | 47.93      | 81                | 59.18             |
| 62.— AHÍ      | 37.86      | 141               | 26.81             |
| 63.— DELANTE  | 36.05      | 51                | 70.69             |
| 64.— BASTANTE | 34.61      | 38                | 91.08             |
| 65.— DEBAJO   | 34.25      | 43                | 79.66             |
| 66.— ADELANTE | 32.24      | 49                | 65.79             |
| 67.— AQUELLA  | 31.49      | 40                | 78.61             |
| 68.— DETRÁS   | 28.83      | 45                | 59.63             |
| 69.— SUYO     | 27.18      | 37                | 73.54             |
| 70.— AQUELLO  | 26.03      | 34                | 76.56             |
| 71.— ADONDE   | 24.83      | 40                | 62.09             |
| 72.— ARRIBA   | 24.69      | 37                | 66.73             |
| 73.— RECIÉN   | 21.78      | 30                | 72.61             |
| 74.— ATRÁS    | 21.69      | 29                | 74.78             |
| 75.— SIQUIERA | 21.51      | 34                | 63.29             |
| 76.— SUYA     | 20.45      | 34                | 60.16             |
| 77.— ASIMISMO | 19.47      | 62                | 31.40             |
| 78.— APARTE   | 17.35      | 30                | 57.84             |
| 79.— TODA     | 15.33      | 34                | 45.09             |

|               | <i>USO</i> | <i>FRECUENCIA</i> | <i>DISPERSIÓN</i> |
|---------------|------------|-------------------|-------------------|
| 80.- ABAJO    | 14.92      | 31                | 48.14             |
| 81.- MISMA    | 11.17      | 17                | 65.70             |
| 82.- MIO      | 9.85       | 43                | 22.90             |
| 83.- BASTA    | 9.30       | 15                | 61.99             |
| 84.- MEDIANTE | 8.19       | 16                | 51.19             |
| 85.- TUYA     | 7.55       | 21                | 35.94             |
| 86.- TEMPRANO | 5.69       | 12                | 49.65             |
| 87.- AFUERA   | 5.00       | 9                 | 55.56             |
| 88.- ANTEMANO | 5.00       | 7                 | 71.43             |
| 89.- CUAN     | 4.45       | 7                 | 63.58             |
| 90.- DESPACIO | 4.40       | 11                | 40.04             |
| 91.- ALGUNA   | 4.30       | 10                | 42.29             |
| 92.- ADENTRO  | 3.42       | 5                 | 68.38             |

