

BID.T 1001

BIBLIOTECA

**Búsqueda de información en la memoria:  
Efectos del tipo de presentación, estímulo,  
práctica y consistencia de respuesta  
sobre el tiempo de reacción**

**Tesis doctoral**

Presentada por

**María José Soler Boada**

Dirigida por

**Dr. D. Salvador Algarabel**

**Dr. D. Helio Carpintero**

**UNIVERSIDAD DE VALENCIA**

**Facultad de Psicología**

**1 9 8 6**



UMI Number: U607311

All rights reserved

INFORMATION TO ALL USERS

The quality of this reproduction is dependent upon the quality of the copy submitted.

In the unlikely event that the author did not send a complete manuscript and there are missing pages, these will be noted. Also, if material had to be removed, a note will indicate the deletion.



UMI U607311

Published by ProQuest LLC 2014. Copyright in the Dissertation held by the Author.  
Microform Edition © ProQuest LLC.

All rights reserved. This work is protected against  
unauthorized copying under Title 17, United States Code.



ProQuest LLC  
789 East Eisenhower Parkway  
P.O. Box 1346  
Ann Arbor, MI 48106-1346

UNIVERSIDAD DE VALENCIA  
FACULTAD DE PSICOLOGÍA  
BIBLIOTECA  
Reg. de Entrada n.º 69  
Fecha: 28-4-86  
Signatura T. 22.7 115

D. 471123  
L. 872350

## INDICE

Introducción	2
<b>PARTE I: Definición de los procesos de búsqueda y comparación de información</b>	<b>12</b>
<b>Capítulo 1: Modelos metodológicos para el análisis del tiempo de reacción</b>	<b>13</b>
1.1. Clasificación	15
1.2. Modelos de procesamiento en etapas	23
1.2.1. Modelos de procesamiento serial	23
1.2.1.1. Método Substractivo (Donders, 1868)	25
1.2.1.1.1. Fundamentación	25
1.2.1.1.2. Valoración	28
1.2.1.2. Método de los factores aditivos (Sternberg,1966)	31
1.2.1.2.1. Fundamentación	32
1.2.1.2.2. Valoración	36
1.2.1.3. Método de los efectos específicos (Taylor, 1977)	39
1.2.1.3.1. Fundamentación	40
1.2.2. Modelos de procesamiento en paralelo	44
1.2.2.1. Modelo de procesamiento en cascada (McClelland,1979)	45
1.2.2.1.1. Fundamentación	46
1.2.2.1.2. Valoración	50
1.2.2.2. Método de los efectos específicos (Taylor, 1977)	54
1.2.2.2.1. Fundamentación	54
1.2.2.2.2. Valoración	57
1.3. Modelos de procesamiento sin etapas	59
1.3.1. Modelo del criterio variable (Grice et al., 1982)	61
1.3.1.1. Fundamentación	62
1.3.1.2. Valoración	67
<b>Capítulo 2: Planteamientos teóricos en el estudio de los sistemas de búsqueda visual y de memoria</b>	<b>71</b>
2.1. Clasificación	73
2.2. Búsqueda serial	79
2.2.1. Búsqueda serial exhaustiva	81

2.2.1.1. Efecto de la posición serial	84
2.2.1.2. Efecto de la información relativa a los items	87
2.2.1.3. Otras variables	91
2.2.2. Búsqueda serial terminada	93
2.2.2.1. Limitaciones	98
2.3. Búsqueda en paralelo	101
2.4. Búsqueda mixta (serial-paralela)	111
2.5. Modelos de acceso directo	114
2.6. Conclusiones	120
<b>Capítulo 3: La automatización de los procesos de búsqueda (visual y de memoria)</b>	123
3.1. Delimitación del problema	125
3.2. Definición y criterios de búsqueda automática	131
3.3. Automatismo y búsqueda en paralelo: datos de la búsqueda visual que apoyan el procesamiento en paralelo	152
<b>Capítulo 4: Modelos explicativos de la discrepancia entre juicios afirmativos y negativos</b>	175
4.1. Clasificación de los modelos explicativos de la discrepancia entre juicios igual-diferente	178
4.2. Modelos de prueba secuencial	181
4.2.1. Teoría del doble contador (Nickerson, 1969)	183
4.2.2. Teoría del operador en ruido (Krueger, 1978)	188
4.2.3. Modelo de difusión (Ratcliff, 1981)	193
4.3. Modelos de procesamiento diferencial	198
4.3.1. Antecedentes de los modelos del doble proceso	200
4.3.2. Modelo de procesamiento mixto (Taylor, 1976)	204
4.3.3. Modelo de la facilitación en el procesamiento (Proctor, 1981)	206
4.4. Conclusiones	211
<b>Resumen y Conclusiones Generales</b>	213
<b>PARTE II: Análisis experimental de los procesos de búsqueda y comparación de información</b>	218
5. Planteamiento experimental	219
5.1. Definición de la tarea	220
5.2. Variables experimentales	226

5.2.1. Tipo de presentación y tipo de identidad	229
5.2.2. El efecto de la práctica y de la consistencia entre estímulo y respuesta sobre los códigos de comparación	245
5.2.3. El efecto del tipo de estímulo	258
5.3. Propósito	266
6. Método general	271
6.1. Sujetos	273
6.2. Estímulos	273
6.3. Software y Aparatos	274
6.4. Procedimiento General	275
7. Experimento 1: Efecto de la consistencia entre estímulo y respuesta, de la práctica y del tipo de estímulo sobre la velocidad y la precisión de la respuesta en una tarea de búsqueda en memoria a corto plazo	279
7.1. Método	280
7.1.1. Sujetos	280
7.1.2. Estímulos	280
7.1.3. Procedimiento	281
7.2. Resultados	283
7.2.1. Tiempo de reacción	286
7.2.1.1. Análisis de los tiempos de reacción para las condiciones de respuesta <i>igual-diferente</i>	286
7.2.1.2. Análisis de las pendientes y ordenadas en el origen de las líneas de regresión obtenidas a partir de las condiciones de respuesta <i>igual-diferente</i>	294
7.2.1.3. Análisis de los tiempos de reacción en función de la amplitud de la secuencia	301
7.2.2. Proporción de errores	313
7.2.2.1. Análisis de la proporción de errores para las condiciones de respuesta <i>igual-diferente</i>	315
7.2.2.2. Análisis de la proporción de errores en función de la amplitud de la secuencia	320
7.3. Discusión	333
8. Experimento 2: Efecto de la tipo de presentación y del tipo de estímulo sobre la velocidad y la precisión de la respuesta en una tarea de búsqueda en memoria a corto plazo	352
8.1. Método	353
8.1.1. Sujetos	354
8.1.2. Estímulos	354

8.1.3. Procedimiento	354
8.2. Resultados	356
8.2.1. Tiempo de reacción	358
8.2.1.1. Análisis de los tiempos de reacción para las condiciones de respuesta <i>igual-diferente</i>	359
8.2.1.2. Análisis de las pendientes y ordenadas en el origen de las líneas de regresión obtenidas a partir de las condiciones de respuesta <i>igual diferente</i>	363
8.2.1.3. Análisis de los tiempos de reacción en función de la amplitud de la secuencia	371
8.2.2. Proporción de errores	379
8.2.2.1. Análisis de la proporción de errores para las condiciones de respuesta <i>igual-diferente</i>	379
8.2.2.2. Análisis de la proporción de errores en función de la amplitud de la secuencia	381
8.3. Discusión	391
9. Discusión General	408
10. Bibliografía	436

## **Introducción**



El trabajo teórico y experimental que se presenta tiene el propósito de analizar las estrategias que el sujeto utiliza en la búsqueda y comparación de información visual y de memoria; es decir, los procesos cognitivos que implica el reconocimiento de un estímulo en un conjunto que permanece, permanentemente, expuesto (búsqueda visual), o en una secuencia que ha sido, previamente, memorizada (búsqueda de memoria). Desde esta perspectiva, el presente estudio se situaría en el contexto general de la investigación sobre procesos de recuperación de información de la memoria, que constituye uno de los temas más controvertidos en el área de la memoria humana.

Actualmente, el estudio sobre memoria humana abarca tres enfoques distintos, referidos a la entrada de información en el sistema, a su almacenamiento y a su recuperación (Baddeley, 1976). A partir de este triple criterio se cuestiona el tipo de codificación con que se representan internamente los estímulos, los sistemas de registro de entrada y su capacidad de almacenamiento, así como los déficits en la recuperación de información que previamente había sido almacenada. Sin duda, estos son algunos de los temas que mayor número de literatura teórica y experimental han generado, y que resultan claves para entender el funcionamiento global de un sistema tan complejo como es la memoria humana.

Ahora bien, la distinción estricta de estas tres perspectivas que abordan el estudio de la memoria, tan solo puede tener como justificación la claridad expositiva, ya que no existe base empírica real que permita establecer los límites entre cada una de ellas, sobre todo considerando que cualquier actuación del sistema cognitivo de memoria resulta de la conjunción, al menos, de estos tres procesos. No obstante, en

la investigación sobre memoria se ha observado una evolución interesante en la que no siempre se ha defendido esta posición unitaria.

Tras una breve revisión histórica de los estudios de memoria humana, resulta evidente que durante algún tiempo el interés prioritario en este campo se centró en el análisis de los procesos de codificación y almacenamiento, más que en los de recuperación de información (McNicol y Stewart, 1980). Durante la década de los sesenta y setenta se formularon modelos teóricos unitarios (p.e. Anderson y Bower, 1973; Atkinson y Shiffrin, 1968; Craik y Lockart, 1972), integradores de la diversidad de resultados que se habían obtenido, sobre todo, del análisis de las condiciones en las que fracasaba el sistema de memoria, y que sugerían la utilización de códigos internos diferentes, así como límites de capacidad. Este interés determinó que se registrase, preferentemente, como variable dependiente el volumen de respuestas incorrectas que el sujeto cometía, y que los análisis se centrasen sobre dicha variable. Ahora bien, trabajos como los de Sperling (1960, 1963, 1967, 1970), o los de Peterson y Peterson (1959), por un lado, así como la repercusión de las tesis de la interferencia en las teorías del olvido, a partir de los clásicos resultados obtenidos por McGeoch (McGeoch y MacDonald, 1931), como explicativas de la ejecución imprecisa del sistema planteó la cuestión en otros términos (p.e. Slamecka, 1960, 1961; Underwood, 1957; Underwood y Ekstrand, 1966; Warr, 1964; Waugh y Norman, 1965). Los déficits en la respuesta parecían deberse más a problemas en la recuperación de la información que en el almacenamiento, de ahí que el interés comenzará a situarse en este tipo de cuestiones, siendo en la actualidad una de las líneas de trabajo en la que se desarrolla mayor investigación.

Ahora bien, el estudio de los procesos de recuperación ha planteado de nuevo una cuestión metodológica que se extiende al resto de procesos cognitivos. La imposibilidad de acceder de forma directa a los mecanismos que están a la base de este tipo de procesos (Fisher y Goldstein, 1983) ha hecho necesario generar medidas indirectas para su estudio. Una de dichas medidas, de uso más frecuente en los trabajos de búsqueda y comparación, es el tiempo de reacción. Recientemente, Townsend y Ashby (1983) han definido el tiempo de reacción en los siguientes términos: "es la duración entre alguna señal específica, o punto designado en el tiempo, y una respuesta de un observador experimental" (Townsend y Ashby, 1983, p. 3). Evidentemente, esta definición implica que en la latencia de respuesta se encuentran comprometidos una serie de procesos internos que se activan desde que el sujeto percibe la señal hasta que emite la respuesta. De ahí que el análisis de una variable tan compleja deba ser abordado con sumo detenimiento.

La metodología utilizada ha optado por la descomposición de la latencia de respuesta en sus elementos integrantes, a través del análisis de las características básicas de las distribuciones de los tiempos. Más específicamente, los estadísticos descriptivos como la media y la varianza han sido los de uso más frecuente (Fisher y Goldstein, 1983). En la actualidad se considera que el análisis de las distribuciones de los tiempos de reacción permite realizar hipótesis experimentales acerca de los procesos cognitivos que están a la base de un determinado tipo de tareas (p.e. Sternberg, 1964), así como desarrollar y probar modelos empíricos (Ratcliff y Murdock, 1976). Los resultados de dichos análisis suponen una base sólida para la formulación de modelos de procesamiento generales.

Para la medida del tiempo de reacción se han diseñado tareas que requieren respuestas motoras simples (normalmente binarias), para analizar los cambios que se producen en la latencia de la respuesta tras la manipulación de ciertas variables experimentales que se consideran de interés psicológico. En general, los experimentos sobre tiempo de reacción se caracterizan por presentar al sujeto un conjunto de estímulos, un conjunto de respuestas (que en los experimentos de clasificación binaria tan solo son dos), y una asociación (mapa) entre estímulos y respuestas que el sujeto, previamente y a través de las instrucciones proporcionadas por el experimentador, ya conoce (Smith, 1968). Básicamente, son dos las condiciones presentes en las instrucciones: la rapidez de la respuesta (medida a través del tiempo de reacción), y su precisión (medida a través de la proporción de errores).

Aunque la latencia de respuesta cuenta con una tradición histórica muy consolidada (Cattell, 1897a, 1897b, 1897c, 1897d; Donders, 1868; Helmholtz, 1850), y su aplicación se ha generalizado actualmente en distintas áreas de la psicología como la psicolingüística, la percepción o la memoria, entre otras (Townsend y Ashby, 1983), su utilización como medida que permite inferir procesos cognitivos estuvo relegada a un segundo término durante cierto tiempo.

Con frecuencia se considera que fue Donders el autor que más decisivamente contribuyó a la generalización del tiempo de reacción en el estudio de procesos psicológicos. Lo más interesante del trabajo de Donders (1868) fue que el propósito de su investigación iba más allá de la mera medida del tiempo que el sujeto emplea en realizar una tarea, haciendo hincapié en determinar los subprocesos que componen el tiempo de decisión y en el aislamiento de la parte de la latencia global que corresponde con cada una de dichas etapas. El trabajo de Donders es de

indudable interés psicológico, primero porque propuso un método muy simple para el registro de los tiempos asociados con los distintos procesos cognitivos, segundo porque elaboró tres diseños experimentales que siguen utilizándose, con modificaciones, en la actualidad (tareas de tiempo de reacción simple, de elección y disyuntivo), y por último, porque la relevancia de sus trabajos no se limitó a su condición de iniciador sino, asimismo, a la de generador de nuevos modelos que han surgido posteriormente como extensiones del método substractivo (p.e. Posner y Mitchell, 1967; Sternberg, 1969a; Taylor, 1976a).

Sin embargo, el método de análisis del tiempo de reacción propuesto por Donders recibió fuertes críticas de autores contemporáneos de su época (p.e. Külpe, 1893), por considerar sus argumentos excesivamente elementaristas (Boring, 1950). Este prematuro abandono de la metodología de análisis del tiempo de reacción, debido al enfoque *totalista* del funcionamiento psíquico, produjo un evidente retraso en la aceptación generalizada del uso del tiempo de reacción. Desde las tesis, llamadas aquí, totalistas se defiende que cualquier modificación en los procesos internos, que requiere una tarea, produce una alteración global en el sistema, que anula el valor de una comparación entre tareas (p.e. Külpe 1893).

No obstante, durante los primeros años de la psicología experimental (1860 a 1913) continúa utilizándose la medida del tiempo de reacción como método de análisis de los procesos implicados en la percepción y en el pensamiento (Townsend y Ashby, 1983). El impacto, posterior, del conductismo en la psicología hasta, aproximadamente, la mitad de este siglo, y su hincapié sobre los factores externos (en términos de respuesta) más que sobre los internos, contribuyó decisivamente a

desplazar a un segundo término de la práctica experimental los diseños de tiempo de reacción (Townsend y Ashby, 1983).

En la década de los cincuenta y sesenta, con el desarrollo de las teorías de la cibernética y la comunicación, las teorías de la decisión, y la consolidación de los modelos de procesamiento de la información, se recupera el interés por los procesos cognitivos internos, y de nuevo el tiempo de reacción se generaliza en distintas áreas de la psicología, siendo en la actualidad, probablemente, la variable más usual.

Centrando el tema en la investigación sobre búsqueda y comparación en la memoria, la reintroducción de esta variable no se produciría hasta la década de los sesenta, sobre todo a partir del trabajo experimental de un autor como S. Sternberg, considerado ya clásico en los estudios de memoria a corto plazo. La obra de Sternberg es de sumo interés tanto por el paradigma experimental elaborado (tareas de clasificación binaria), como por la simplicidad de análisis que permite el modelo formulado (método de los factores aditivos), basado en la descomposición del tiempo de reacción global en etapas que pueden estudiarse con independencia. La potencia del método de los factores aditivos y sus posibilidades empíricas han hecho que éste sea uno de los métodos más discutidos y controvertidos en su aplicación general, y más específicamente en la investigación sobre búsqueda visual y de memoria (McNicol y Stewart, 1980; Taylor, 1976a). A partir de la aplicación del método aditivo a paradigmas de búsqueda se han identificado ciertas etapas que componen el procesamiento global. Una de dichas etapas que cuenta con un interés psicológico mayor es la de comparación de la información. El estudio de las estrategias de comparación ha sido una de las líneas de investigación más consolidadas en la literatura experimental sobre memoria humana en las últimas dos décadas (Farell, 1985).

Incluso, a nivel empírico se ha desarrollado una línea de trabajo paralela a la de la búsqueda que se centra, exclusivamente, en el tratamiento de este tipo de cuestiones.

La investigación sobre comparación perceptiva surgió, sobre todo, para explicar el supuesto de identidad en la respuesta. La posibilidad de discrepancia en el proceso de comparación al manipular cierta información relativa a los estímulos se plantea a partir de algunos resultados obtenidos en los paradigmas de búsqueda (p.e. Baddeley y Ecob, 1973; Bjork y Estes, 1971; Clifton y Birenbaum, 1970; Corballis, 1967; Morin et al., 1967; Theios, 1973; Theios y Walter, 1974). La cuestión fundamental es justificar por qué la comparación de estímulos idénticos se realiza más rápidamente que la de estímulos diferentes; resultado que tiene una interesante implicación ya que significa que el tiempo de comparación no cuenta con una tasa constante, como se sugería desde algún modelo de búsqueda (sobre todo el exhaustivo serial).

En la actualidad la interpretación de la discrepancia entre juicios *igual* y *diferente* es una cuestión sin resolver. De hecho, siguen defendiéndose dos posiciones distintas; aquéllas que consideran que son sesgos en los criterios de decisión los que explican la variabilidad en el tiempo de comparación (p.e. Krueger, 1978; Nickerson, 1969; Ratcliff, 1981); y, aquéllas otras, que defienden un proceso de comparación diferente según se trate de estímulos idénticos o distintos (p.e. Bamber, 1969; Proctor, 1981; Taylor, 1976b). La polémica actualmente se centra en formular modelos integrados que expliquen los resultados obtenidos por una y otra posición (Farell, 1985).

En este contexto, el trabajo teórico y experimental que aquí se presenta va a ocuparse del análisis de las estrategias de búsqueda y comparación, constando de dos partes, claramente diferenciadas. En la

primera de ellas se exponen los modelos teóricos que fundamentan los supuestos experimentales que van a tratarse, posteriormente, en la parte empírica del trabajo. Y en la segunda, se prueban a nivel experimental dichos supuestos.

La primera parte de la tesis se ha estructurado en cuatro capítulos. En el Capítulo 1 se sitúa la investigación en su marco más general. En ella se presentan algunos de los modelos metodológicos más relevantes para el análisis del tiempo de reacción, tanto clásicos como modernos, y que mayor apoyo empírico han recibido. La inclusión de un capítulo metodológico en este trabajo tiene plena justificación, ya que en la parte experimental se va a utilizar la lógica explicativa de algunos de los modelos más aceptados, para la interpretación de la latencia de respuesta que es una de las dos medidas dependientes utilizadas. La exposición de este capítulo se realiza de acuerdo con un triple criterio: en primer lugar, se presentan los modelos que suponen etapas en el procesamiento de la información, frente a aquéllos otros en los que se defiende un procesamiento sin etapas. En segundo lugar, se revisan los modelos de procesamiento serial vs. en paralelo. Y, en tercero, los modelos de procesamiento exhaustivo vs. terminado.

Los tres capítulos restantes, de esta primera parte, se centran en el estudio de los procesos de búsqueda y comparación de información.

En el Capítulo 2 pasa a tratarse la búsqueda de información. En él se lleva a cabo una revisión de los modelos, fundamentalmente, de búsqueda de memoria, a partir de dos criterios de clasificación: el primero hace referencia al orden de ejecución de la búsqueda, dando lugar a los modelos seriales y en paralelo; y el segundo, que utiliza como referencia el punto de finalización de la búsqueda, concretándose en los modelos de búsqueda exhaustiva y terminada.



Por su parte, la búsqueda visual es el tema central del Capítulo 3. En este capítulo se revisan los resultados empíricos y las formulaciones teóricas que apoyan la tesis de la automatización de los procesos de búsqueda. El supuesto de automatismo en la búsqueda, está estrechamente relacionado con los principios de la búsqueda en paralelo, y evidencia experimental de la misma se ha obtenido, con frecuencia, desde paradigmas, sobre todo, de búsqueda visual.

Por último, en el Capítulo 4 se presenta la polémica teórica generada para la explicación de la discrepancia experimental entre juicios afirmativos y negativos. El propósito de este capítulo es exponer las posiciones teóricas que se han desarrollado para interpretar la disparidad, y que se han concretado en dos posiciones: los modelos que defienden cambios en los criterios de decisión de respuesta, y los que suponen un proceso de comparación característico para estímulos idénticos y otro para diferentes.

En la segunda parte de la tesis se presentan dos experimentos de búsqueda y comparación de información, precedidos de una revisión de la literatura sobre el tema. En líneas generales, el propósito de la parte experimental de esta tesis, se centra en la demostración de la desigualdad del proceso de comparación entre items en tareas semejantes a las de Sternberg, con la preconcepción general de que este proceso desigual de comparación está a la base y puede explicar la existencia de fenómenos contradictorios en los experimentos de búsqueda. Con este propósito se ha diseñado una tarea que permite aprovechar la capacidad analítica de los diseños de búsqueda elaborados por Sternberg, aplicando dichas posibilidades de análisis a un paradigma de comparación perceptiva, de forma que el proceso de comparación va a poder estudiarse,

independientemente, del resto de etapas en la búsqueda de información en la memoria.

En el Experimento 1, se utiliza un diseño de búsqueda de memoria, para analizar los efectos que la consistencia de la respuesta, el grado de entrenamiento en la tarea, el tipo de estímulo y el tamaño de la secuencia tienen sobre el tiempo de comparación y la precisión de la respuesta.

En el Experimento 2, se ha hecho uso de un diseño de búsqueda visual y de memoria, a partir de la manipulación del tipo de presentación de la secuencia, para analizar el efecto que dicha variable, junto con el tipo de estímulo y el tamaño del conjunto, tienen sobre la velocidad y la precisión de la respuesta.

Por último, se formulará un modelo explicativo general que integre los resultados obtenidos en ambos experimentos, para hacer congruentes los datos empíricos con algunos de los supuestos teóricos presentados en la primera parte de esta tesis.

## **PARTE I**

**Definición de los procesos de búsqueda y comparación de  
información**

## **Capítulo 1**

### **Modelos metodológicos para el análisis del tiempo de reacción**

El estudio de los procesos de búsqueda y comparación de información en la memoria, tema central del trabajo que aquí se presenta, ha utilizado, con frecuencia, el tiempo de reacción como la variable dependiente más relevante. La latencia de respuesta es una medida indirecta que permite hacer inferencias sobre los procesos cognitivos que están a la base de cualquier actividad humana, y de los que no se puede tener un registro directo. De ahí que el procedimiento utilizado, no solo en la investigación sobre búsqueda y comparación, sino en otras áreas como la percepción, la atención o la memoria semántica, parte de la manipulación de ciertas variables experimentales y de la observación de los efectos que dichos factores tienen sobre el tiempo de reacción. A partir de tales análisis es posible establecer los patrones de interacción entre las variables y formular modelos teóricos sobre los procesos comprometidos en la respuesta.

Ahora bien, el problema surge a la hora de interpretar una variable que, como el tiempo de reacción, parece tan simple y al mismo tiempo tan compleja, desde el punto de vista de los procesos que se infieren. Precisamente, para solucionar esta cuestión, se han formulado una serie de modelos de análisis que permiten algo más que la mera descripción cualitativa de los resultados empíricos obtenidos. Sin embargo, y dada la complejidad de la propia variable estudiada, la diversidad de los modelos propuestos, que defienden principios teóricos diferentes, ha sido muy extensa, y requiere un análisis detenido.

El propósito del presente capítulo es, precisamente, presentar los modelos metodológicos más relevantes para el análisis del tiempo de reacción, alguno de los cuales tendrá una aplicación empírica en el trabajo experimental desarrollado posteriormente. Por ello, la exposición comenzará mencionando algunos de los criterios de

clasificación utilizados tradicionalmente en la descripción de dichos modelos, presentando su revisión y actualización, de forma que se dé cabida a los planteamientos metodológicos más recientes. Y, por último, se realizará una exposición, haciendo hincapié en aquellos modelos cuyo impacto ha sido mayor.

### 1.1. Clasificación

El trabajo experimental que aquí se presenta utiliza el tiempo de reacción como variable dependiente en tareas de búsqueda y comparación de información en la memoria. Por ello necesita asumir algunos de los supuestos defendidos en los modelos metodológicos para el análisis de la latencia de respuesta. De ahí que interese, de forma prioritaria, y previamente a introducir el tema central de la tesis, exponer las aportaciones metodológicas más relevantes en el análisis del tiempo de reacción. Para ello van a explicitarse, en primer lugar, los criterios de clasificación más extendidos, y que se van a utilizar, asimismo, en la exposición detallada que posteriormente se realizará de alguno de los modelos más relevantes.

Uno de los primeros intentos teóricos integradores de los diferentes modelos metodológicos para el análisis del tiempo de reacción, que parte de un esquema unitario, fue formulado por Taylor (1976a). Este autor se propone, explícitamente, realizar una clasificación sistemática, centrándose, tan sólo, en los modelos que suponen la existencia de etapas en el procesamiento de la información. En su trabajo, Taylor (1976a) utiliza tres criterios de clasificación que se van a

describir a continuación. El primero, hace referencia al orden de ocurrencia de las distintas etapas en el procesamiento (*serial - en paralelo*). El segundo, considera el punto de finalización del procesamiento (*exhaustivo - terminado*). Y el tercero, la capacidad del procesamiento, en términos de cantidad de información que puede procesarse, simultáneamente, en un momento temporal dado (*capacidad limitada - ilimitada*). A estos tres criterios se va a añadir un cuarto que diferencie entre modelos que defienden la descomposición del tiempo de reacción *en etapas*, y los que suponen la existencia de un único proceso en la respuesta (*sin etapas*). Evidentemente, el criterio referente al orden de ejecución de los procesos, tan solo podrá aplicarse a aquellos modelos que supongan la existencia de etapas; mientras que los otros dos criterios se extenderán tanto a los modelos de etapas como a los de sin etapas.

En la Tabla I pueden localizarse algunos de los modelos metodológicos más representativos, en función de los cuatro criterios mencionados.

Como puede observarse en la Tabla I, de los criterios utilizados, el más general contempla la dicotomía entre modelos que proponen *etapas* en el procesamiento (p.e. Ashby, 1980; Ashby y Townsend, 1980; Donders, 1868; Fisher y Goldstein, 1983; McClelland, 1979; Schweickert, 1978; Shaw, 1978; Shaw y Shaw, 1977; Sternberg, 1969a; Taylor, 1977), y los que defienden un procesamiento *sin etapas* (p.e. Ashby, 1983; Link y Heath, 1975; Grice et al., 1974, 1976, 1982; Vickers, 1979). La idea básica en los modelos *sin etapas* es que el procesamiento de la información se compone de una única etapa en la que el sujeto, continuamente, recoge evidencia acerca del estímulo hasta emitir su respuesta (Townsend y Ashby, 1983); de ahí que todos estos modelos puedan considerarse como de procesamiento terminado.

**TABLA I.- Modelos metodológicos para el análisis del tiempo de reacción**

MODELOS DE ETAPAS	
PROCESAMIENTO SERIAL	PROCESAMIENTO EN PARALELO
exhaustivo	terminado
Donders (1868)	Shaw (1977) McClelland (1979)
Fisher y Goldstein (1983)	Shaw y Shaw (1977) Taylor (1977)
Schweickert (1978)	Taylor (1977)
Sternberg (1969)	
MODELOS SIN ETAPAS	
	Ashby (1983)
	Grice y cols. (1982)
	Link y Heath (1978)
	Vickers (1979)

En la Tabla I se presentan, asimismo, una serie de modelos que no encajarían, íntegramente, ni con el procesamiento serial, ni con el paralelo (p.e. Fisher y Goldstein, 1983; Schweickert, 1978; Shaw, 1977; Shaw y Shaw, 1977; Taylor, 1977, hay versión en paralelo y serial). Dichos modelos son modificaciones de algunos de los supuestos



Por su parte, entre los modelos de *etapas* se supone que los procesos cognitivos pueden ejecutarse de forma serial o en paralelo. La ejecución serial implica que una etapa ocurre tras la finalización de la inmediatamente anterior, con lo que las duraciones de los procesos serán independientes y contribuirán aditivamente al tiempo de reacción total (p.e. Ashby, 1980; Ashby y Townsend, 1980; Donders, 1868; Sternberg, 1969a; Taylor, 1977, versión serial).

Este tipo de argumentos, considerados, por otra parte, muy sólidos durante cierto tiempo, fracasaron, sobre todo, en la aplicación generalizada del modelo serial (Broadbent, 1985), y no pueden mantenerse para explicar ciertos resultados que apoyan un procesamiento en paralelo de la información (p.e. McClelland, 1979; Taylor, 1977). Por su parte, el procesamiento de la información en paralelo, supone que el tiempo de reacción total se descompone en etapas que se activan simultáneamente, y que pueden contar con un punto de finalización común o diferente (p.e. McClelland, 1979; Taylor, 1976a, versión en paralelo). Dichos procesos transfieren de forma continua información de unos a otros, en algunos modelos siguiendo un flujo unidireccional y en otros bidireccional (esta idea se ha generalizado en la interpretación de otras cuestiones, p.e. McClelland y Rumelhart, 1981, 1985, lo utilizan en la percepción de palabras). A excepción de las etapas de codificación y emisión de la respuesta, el resto de procesos cognitivos se solapan temporalmente.

En la Tabla I se presentan, asimismo, una serie de modelos que no encajarían, íntegramente, ni con el procesamiento serial, ni con el paralelo (p.e. Fisher y Goldstein, 1983; Schweickert, 1978; Shaw, 1978; Shaw y Shaw, 1977; Taylor, 1977, hay versión en paralelo y serial). Dichos modelos son modificaciones de algunos de los supuestos

fundamentales defendidos por el procesamiento en etapas, que integran, en un único sistema, la lógica de las versiones secuenciales y simultáneas. Por ejemplo, el modelo de *capacidad distribuída* formulado por Shaw y Shaw (1977), y, posteriormente, desarrollado por Shaw (1978), defiende la descomposición del tiempo de reacción en etapas que intervienen aditivamente a la latencia de respuesta total. Sin embargo, la aditividad no implica que en todos los casos las duraciones de las etapas sean independientes, ya que, bajo ciertas condiciones, puede existir solapamiento temporal entre los procesos que intervienen en la transformación del estímulo.

Estos mismos supuestos son defendidos por Schweickert (1978), quien formula un modelo de etapas, a partir de una modificación del método de los factores aditivos de Sternberg (1969a). Schweickert supone que los procesos característicos de la respuesta pueden ordenarse en una red, formada por distintas *rutas críticas*, de forma que para que se produzca una respuesta todos los procesos deben completarse en el orden que ocupan en la ruta. De esta forma, dos procesos (X e Y) pueden ocurrir serialmente si están en la misma *ruta crítica*, y si un proceso distinto de ambos puede estar en una ruta con X, sí y solo sí, a su vez está con Y; o pueden ocurrir en paralelo, cuando empiezan en un mismo punto de la red y terminan en el mismo punto.

A partir del modelo de la *ruta crítica* de Schweickert (1978), y recogiendo algunos supuestos que habían sido, previamente, formulados por otros autores como Ashby (1980) y Ashby y Townsend (1980), Fisher y Goldstein (1983) han formulado, recientemente, el modelo del *orden de procesamiento*, que implicaría procesamiento serial y en paralelo. Se trata de un modelo de etapas, que supone la existencia de unidades de procesamiento superiores, definidas como estados. Cada

estado está integrado por una serie de procesos que pueden ejecutarse simultáneamente (con un mismo punto de inicio y uno de finalización); en este caso la red cuenta con más de una *ruta crítica* . O serialmente, de forma que el diagrama se compone de una única *ruta crítica* .

Otro de los criterios de clasificación mencionados hacía referencia al punto de finalización del procesamiento, con la dicotomía entre modelos *exhaustivos* y *terminados* . En los modelos de procesamiento exhaustivo, se supone que el sujeto procesa todos los elementos que le han sido presentados antes de emitir su respuesta, de forma que el tiempo de reacción total es igual a la suma de los tiempos parciales que impliquen el procesamiento de cada ítem simple (p.e. Donders, 1868; Schweickert, 1978; Sternberg, 1969a). Este argumento que, en principio, no parece corresponder con lo esperado intuitivamente, ha sido, duramente, criticado desde los modelos que proponen un procesamiento terminado. La lógica de los modelos de terminación automática es muy simple, y asume, en primer lugar, que el sujeto no tiene por qué procesar información irrelevante para su respuesta, y, en segundo, que el procesamiento finaliza tras superarse algún criterio de decisión, previamente establecido. La superación del criterio se produce cuando se ha completado el procesamiento de la información que permite realizar una respuesta correcta (p.e. Ashby, 1983; Grice et al., 1974, 1976, 1982; Link y Heath, 1975; Vickers, 1979). Ahora bien, lo que no parece tan claro es de qué forma se lleva a cabo el proceso de acumulación de evidencia acerca de los estímulos.

Para algunos autores (p.e. Ashby, 1983; Link y Heath, 1975) el sujeto va recogiendo información acerca del estímulo a través de un proceso de muestreo aleatorio. Dicha información se registra en un único contador, que acumula para cada intervalo temporal en el que se

presenta un estímulo, un valor en un lugar determinado del continuo psicológico, aunque el número de estímulos sea mayor que 1 (Link y Heath, 1975). De forma que, tras repetidas presentaciones se genera un conjunto de  $n$  valores que se ajustan a una distribución característica del estímulo. En este proceso se produce una transformación de los valores psicológicos que determina que el movimiento aleatorio se dirija hacia uno de los dos criterios o barreras (positivo-negativo) (también en Ashby, 1983). Precisamente, Ashby (1983) considera que es la localización a una menor distancia del mecanismo del muestreo aleatorio respecto a uno de los dos criterios, la razón de ciertos sesgos de respuesta (es decir, una tendencia a infraestimar las probabilidades asociadas a los estímulos), observados empíricamente.

Ahora bien, los dos modelos anteriores consideraban que existe un único contador que registra información relativa al estímulo. Otras alternativas suponen que la evidencia relativa a los estímulos se acumula en registros independientes, en función del número de estímulos presentados, de forma que el acumulador que rebase primero uno de los criterios producirá la respuesta (Townsend y Ashby, 1983). Uno de los modelos contemporáneos basados en esta lógica fue formulado por Vickers (1979). Desde este modelo se asume que el sujeto puede acceder, simultáneamente, a la lectura de los valores contenidos en los distintos acumuladores, y que el proceso de decisión de respuesta dependerá, directamente de dicha lectura, siendo aquel contador que contenga un valor más elevado el que determinará la decisión.

Grice y colaboradores (1976, 1979, 1982) hacen hincapié en esta misma idea, y consideran que el criterio de respuesta (positivo-negativo), con el que compara el sujeto la información extraída del estímulo, hasta que encuentra suficiente evidencia para finalizar el

procesamiento, varía en función de ciertas condiciones internas (p.e. aprendizaje, motivación), y de condiciones externas (características de la tarea); de forma que el valor del criterio se ajusta en cada nuevo ensayo.

Como puede observarse en la Tabla I, los modelos sin etapas son, básicamente, los que defienden un procesamiento terminado.

Por último, el tercer criterio de clasificación, ampliamente utilizado, se especifica en la dicotomía entre modelos de *capacidad limitada e ilimitada*, y hace referencia al número de elementos que puede procesar el sistema simultáneamente. En los modelos de capacidad limitada (p.e. Link y Heath, 1975; Shaw, 1978; Sternberg, 1969a) se recogen algunos de los supuestos formulados por la teoría del filtro de Broadbent (1958), y posteriormente, por Rumelhart (1970). El supuesto general defendido por estos modelos es que existe un efecto muy fuerte de sobrecarga del sistema, de forma que, tan solo, se puede atender un elemento en cada momento temporal, por lo que el procesamiento de las unidades presentadas se produce secuencialmente. Por su parte, los modelos de procesamiento con capacidad ilimitada, asumen que el sujeto puede procesar, a un tiempo, todos los items presentados (p.e. Kahneman, 1973; McClelland, 1979; Shiffrin y Gardner, 1972; Vickers, 1979), de forma que el incremento en el volumen de la información total que el sistema debe procesar producirá un deterioro en su nivel de ejecución.

La clasificación, presentada en este apartado, va a utilizarse en la exposición que se realiza a continuación. De hecho, a lo largo de este capítulo se revisarán los fundamentos teóricos de algunos de los modelos de procesamiento serial (p.e. Donders, 1868; Sternberg, 1969a) y del procesamiento en paralelo (p.e. McClelland, 1979; Taylor, 1977) más representativos, como exponentes del análisis de la descomposición del

tiempo de reacción en etapas; y, en segundo lugar, se presentará alguno de los modelos de procesamiento de la información sin etapas (p.e. Grice et al., 1982).

## **1.2. Modelos de procesamiento en etapas**

Tal y como se ha expuesto en el apartado destinado a la clasificación de los modelos metodológicos para el análisis del tiempo de reacción, uno de los supuestos que, con frecuencia, han sido defendidos en la literatura es que la latencia de respuesta puede descomponerse en etapas o procesos. Ahora bien, lo que no parece tan evidente es de qué forma unívoca pueden definirse dichos procesos, y por lo tanto cuál es el modelo metodológico que permite inferencias más precisas a partir de los tiempos de reacción empíricos.

Tradicionalmente, las dos alternativas teóricas más consistentes han sido las que suponen un procesamiento que se ajusta a un modelo serial, en el que los procesos ocurren de forma independiente unos de otros; y un modelo en paralelo, que implica la dependencia temporal entre las etapas. De ahí que en los apartados siguientes se van a exponer, en profundidad, los fundamentos teóricos y empíricos que sustentan estas dos especificaciones del modelo general de procesamiento en etapas.

### ***1.2.1. Modelos de procesamiento serial***

El análisis de los procesos cognitivos por medio del tiempo de

reacción, siempre ha sido propicio a posturas simples, lógicas y de sentido común. Y no hay idea más simple que la de imaginar que el aparato cognitivo humano está compuesto por una serie de procesadores que actúan sobre el estímulo, externa o internamente generado, de forma secuencial, por lo que la transformación efectuada por un procesador será necesaria y previa a la realizable por el siguiente. Por ello, no es de extrañar que este marco de pensamiento fuese el planteado primeramente en el análisis de los procesos cognitivos (p.e. Donders, 1868-69; Sternberg, 1969a; véase también, Taylor, 1976a, y Townsend y Ashby, 1983).

Además de este planteamiento general de los modelos secuenciales, también es necesario hacer explícita la implicación que supone desde el punto de vista de la capacidad de procesamiento asumida. Esto es, parece lógico pensar que si se ve el sistema cognitivo como un procesador secuencial, esto implique la adopción clara de un punto de vista que le asigne unas capacidades muy limitadas de procesamiento (Snodgrass y Townsend, 1980).

En los apartados siguientes se van a exponer los dos modelos metodológicos de etapas discretas más importantes desde el punto de vista histórico y contemporáneo, revisando su fundamentación cuantitativa y cualitativa y realizando una valoración de los mismos. Estos dos modelos son el método substractivo (Donders, 1868), y el de los factores aditivos (Sternberg, 1969a). La presentación de estos modelos será más extensa, además, porque son la base de la lógica de los diseños experimentales puestos en práctica en la segunda parte de la tesis.

### 1.2.1.1. Método Substractivo (Donders, 1868-1869)

El modelo substractivo, formulado por Donders en la segunda mitad del siglo XIX (Donders, 1868) supone el primer intento riguroso en el establecimiento de una metodología válida para el análisis de los procesos cognitivos mediante el tiempo de reacción. La importancia del método radica, no solamente en su carácter de pionero, sino en su renovado uso actual y en ser la base de gran parte de los procedimientos desarrollados contemporáneamente (p.e. Sternberg, 1969a).

En los apartados siguientes van a presentarse los fundamentos lógicos del modelo, los resultados obtenidos y una valoración del mismo.

#### *1.2.1.1.1. Fundamentación*

Donders (1868) asumió en su desarrollo del procedimiento substractivo que podía someterse a un sujeto a una serie de tareas experimentales, diseñadas de tal manera que cada una requiriera la acción de procesos cognitivos adicionales para su solución. De ahí que por substracción, pudiese inferirse la duración de los procesos mentales añadidos.

La base teórica del modelo substrativo radica, pues, en admitir la existencia de diferentes etapas o subprocesos cognitivos que se ponen en acción de acuerdo con los requerimientos de la tarea, y que tienen reflejo en un aumento del tiempo cognitivo necesario para completarla. Dichos procesos contribuyen, aditivamente, al tiempo de reacción total, de forma que la latencia de respuesta es igual a la suma de los tiempos parciales invertidos en cada una de las etapas. Estos dos supuestos (etapas



de procesamiento y aditividad de los tiempos) han sido, actualmente, recogidos por modelos metodológicos contemporáneos (p.e. Sternberg, 1969a). El tercer supuesto asumido por el modelo substractivo, el llamado argumento de pura inserción en terminología contemporánea, es el más importante y problemático tanto desde un punto de vista teórico como experimental. En dicho argumento se contempla la posibilidad de diseñar tareas nuevas en las que se asume que su solución depende de la puesta en acción de un proceso cognitivo adicional a la de los puestos en juego en tareas semejantes más simples, sin implicar una alteración de los procesos preexistentes.

Para probar esta serie de supuestos iniciales, Donders diseñó tres tipos de tareas experimentales diferentes (tipo A, B y C), cuyo propósito es, además, identificar los procesos cognitivos implicados.

Desde el punto de vista analítico, la tarea tipo A constituye lo que en la literatura técnica se denomina *experimento de tiempo de reacción simple*, la B *experimento de tiempo de reacción disyuntivo*, y la C *experimento de tiempo de reacción de elección*. Estas tres tareas experimentales suponen una serie de etapas de procesamiento descritas en la Tabla IIa, y que justifican la denominación de método substractivo. Como puede observarse en la Tabla los procesos supuestos en la tarea tipo A son comunes a las otras dos tareas, por lo que substrayendo de ésta, el tiempo de reacción empleado en la tarea tipo C, se determinará el tiempo de identificación del estímulo, y si se resta el tiempo de reacción tipo C del de tipo B, se identificará el tiempo de selección de la respuesta. La prueba experimental del método substractivo fue llevada a cabo por Donders utilizando estimulación auditiva compleja (sonidos de vocales), visual (estímulos luminosos) y táctil (estimulación eléctrica en la piel). La Tabla IIb presenta los datos reales obtenidos por Donders que

TABLA II.- Modelo substractivo de Donders: procesos cognitivos (a) y resultados empíricos (b)

a)

		PROCESO			
		D	I	S	E
TAREA	tipo a	✱			✱
	tipo c	✱	✱		✱
	tipo b	✱	✱	✱	✱

D: Detección del estímulo  
 I: Identificación "  
 S: Selección de respuesta  
 E: Emisión "

b)

	$\bar{T.R.}$	T.R.m.
tipo a	201	170.5
tipo b	284	237.5
tipo c	237	212.5
b - a	83	67
c - a	36	42

$\bar{T.R.}$ : Tiempo de reacción medio  
 T.R.m.: " " mínimo

suministraban la primera evidencia favorable al problemático principio de pura inserción. Por substracción entre los tiempos promedios de las tareas B y C Donders calcula el tiempo que corresponde al proceso de selección de la respuesta, obteniendo un valor promedio de 47 milisegundos, y por substracción entre las tareas tipo C y tipo A, obtiene que el tiempo promedio de identificación es igual a 36 milisegundos.

Asimismo, los tiempos de reacción mínimos para cada una de las tareas muestra idéntica tendencia positiva al aumentar el número de procesos cognitivos requeridos, lo que se interpreta como prueba favorable a la posibilidad de inserción de etapas.

#### *1.2.1.1.2. Valoración*

Donders (1868) hizo un primer supuesto fundamental, tal y como se ha mencionado en la descripción del método, que probablemente nunca ha sido puesto en seria duda (Smith, 1968; Sternberg, 1969a). Se trata del supuesto de que el tiempo de reacción que media entre estímulo y respuesta es desglosable en una serie de etapas diferentes. Sin embargo, algunos otros argumentos que tienen que ver con la descripción de esas etapas sí que han sido duramente criticados. A continuación se van a presentar, con menor extensión, las críticas realizadas a los supuestos de serialidad y aditividad de las etapas, haciendo más hincapié en la hipótesis de la pura inserción.

En la actualidad se discute el supuesto de existencia de etapas seriales, que entran en acción una tras la finalización de la anterior. La simplicidad de este argumento, junto con la generalización a los procesos cognitivos de los supuestos de funcionamiento cerebral en paralelo,

formulados por ciertos modelos neurofisiológicos, son la causa de que la hipótesis del procesamiento serial se considere una alternativa inconsistente, considerada como modelo general.

Críticas similares se han centrado en el argumento de la aditividad de los tiempos de reacción de cada uno de los procesos cognitivos que intervienen hasta la emisión la respuesta. Este supuesto, clave en los modelos contemporáneos de procesamiento serial (p.e. Sternberg, 1969a), que a continuación se van a revisar, choca frontalmente con la posibilidad de solapamiento temporal de las etapas; o en otros términos, con el procesamiento de la información en paralelo. Sin embargo, una revisión mucho más exhaustiva de los problemas que presentan estos dos supuestos se realizará en la valoración del modelo de los factores aditivos de Sternberg (Véase Apartado 1.2.1.2) ya que la crítica central al modelo substractivo gira en torno al argumento de la pura inserción.

El supuesto de pura inserción, sobre el que se asienta la lógica del modelo, fue objeto de una fuerte controversia por autores contemporáneos del propio Donders. Kulpe y colaboradores, directos responsables del descrédito inicial del método substractivo, aducían que las distintas tareas introducidas por Donders suponían un cambio global en los procesos implicados, y no una simple inserción de procesos adicionales. Sin embargo, hay que mencionar que las críticas de Kulpe y colaboradores se basaban en informes introspectivos realizados por los sujetos experimentales, respecto a la alteración de los procesos mentalmente percibidos por análisis subjetivo, una vez que se añadía o eliminaba una etapa. Incluso, el propio Donders criticó el uso que Helmholtz hizo del método substractivo y concretamente del argumento de la pura inserción, en sus trabajos sobre la medida de la velocidad de transmisión del impulso nervioso (Sternberg, 1971).

Contemporáneamente, el supuesto de pura inserción ha sido contradicho experimentalmente, en ciertos ámbitos. Grice y colaboradores (1982) concluyen que, bajo ciertas condiciones estimulares, el tiempo de reacción disyuntivo (tarea Tipo B) es menor que el de elección (tarea Tipo C), resultado claramente opuesto al de Donders, y que contradice, frontalmente, el argumento de pura inserción; interpretándose como indicio de estrategias de procesamiento diferencial, en función del tipo de tarea (Grice et al., 1982).

Asimismo, en la actualidad se cuestiona la excesiva simplicidad matemática del modelo substractivo. Parece ser que una interpretación estricta de los datos requiere métodos estadísticos mucho más complejos que la mera substracción de los tiempos, como análisis de regresión múltiple o técnicas no paramétricas (Bloxom, 1979; Ashby y Townsend, 1980; Kadane et al., 1981). Evidentemente, con la aplicación estricta del método substractivo, tan solo puede obtenerse información acerca de la duración de una etapa añadida al procesamiento general. Sin embargo, la lógica defendida por este modelo no permite extraer patrones complejos de interacción de variables experimentales, ni aislar los factores que influyen sobre la duración de las distintas etapas en el procesamiento. Estos propósitos requieren otro tipo de diseños experimentales.

A pesar de estos problemas, y antes de entrar en los supuestos más modernos que se hacen acerca del uso del tiempo de reacción en situaciones semejantes a las diseñadas por Donders, conviene indicar que la validez o invalidez del método substractivo no puede garantizarse universalmente. Así, para cada situación concreta ha de demostrarse que los supuestos del método se mantienen, y si así es, el método es adecuado para llevar a cabo un análisis de los datos (Véase p.e. Ashby, 1982). Esta cautela afecta, sobre todo, a la suposición de estricta serialidad de las

etapas, que está lejos de ser considerada como probable actualmente, y sobre la que ya Smith (1968) expresaba serias reservas, en una época en la que Sternberg (1969a) postulaba la existencia de etapas en forma serial.

Las consecuencias de las fuertes críticas que recibió el modelo substractivo desde su formulación ha sido la causa directa, de su abandono como instrumento de análisis del tiempo de reacción, e incluso de la poca generalización en el uso experimental de esta variable por considerarse, excesivamente compleja y de muy difícil interpretación. No sería hasta la década de los sesenta del presente siglo cuando se recupera el procedimiento y se extiende al análisis de diversos procesos cognitivos. Esta revalorización de la metodología del análisis del tiempo de reacción se debe, fundamentalmente, al trabajo teórico y experimental de Saul Sternberg (1969a). En el apartado siguiente se va a presentar la fundamentación de su modelo de los factores aditivos.

#### **1.2.1.2. Método de los factores aditivos (Sternberg, 1969)**

El método de los factores aditivos supone la recuperación moderna de la lógica del procesamiento en etapas, desde postulados que intentan superar las contradicciones aparecidas en el modelo substractivo de Donders (1868).

En los siguientes apartados se revisarán los supuestos generales del modelo, contrastándolos con algunos resultados empíricos, y se presentará una valoración de los mismos.

#### 1.2.1.2.1. *Fundamentación*

El acercamiento de Sternberg consiste, básicamente, en postular la existencia de unas etapas cognitivas dadas, manipular la influencia de una serie de factores experimentales sobre la duración de alguna de ellas, y poder hacer inferencias acerca de los procesos que subyacen. La esencia del procedimiento es la búsqueda de factores experimentales que influyan sobre las distintas etapas, de tal manera que cuando factores distintos no interactúan entre sí, puede concluirse que afectan etapas distintas, mientras que si la interacción entre ellos resulta significativa, ha de concluirse que están afectando un mismo estadio. De esta forma se define el llamado supuesto de *influencia selectiva*, que constituye el supuesto central del método, y su mayor novedad en relación con el método substractivo.

La virtud principal del enfoque de Sternberg radica en la posibilidad de hacer inferencias acerca de las etapas de procesamiento sin necesidad de defender el supuesto de pura inserción, raíz principal de la debilidad del procedimiento de Donders.

En el modelo de Sternberg (1969a) el procesamiento de la información se entiende como un proceso de etapas que actúan secuencialmente sobre tan solo una señal, produciendo una respuesta específica. Dichos procesos son estocásticamente independientes y contribuyen de forma aditiva, al tiempo de reacción total. Sin embargo, aún a pesar de que la aditividad e independencia son las características básicas de los procesos, bajo ciertas condiciones experimentales pueden inferirse etapas con duraciones aditivas, pero no independientes, por lo que ambos supuestos deben examinarse separadamente (Véase p.e. Sternberg, 1969a, Exp. V, donde el factor *preparación a recibir un*

*determinado por estímulo-respuesta* influencia dos etapas diferentes). Es el tipo de tarea propuesto lo que determina, en último término, el número y características de las etapas comprometidas, y en el análisis más detenido de las mismas se va a entrar cuando se analicen los resultados experimentales obtenidos por Sternberg.

Explícitamente, los supuestos del modelo aditivo podrían especificarse en los siguientes puntos:

A. *Secuencialidad* . Etapas que actúan como componentes aditivos del tiempo de reacción, por lo que,

$$\overline{TR} = \overline{T}_r + \overline{T}_a + \overline{T}_b$$

donde,  $\overline{T}_a$  y  $\overline{T}_b$  son variables aleatorias que representan las duraciones de dos etapas diferentes, y  $\overline{T}_r$  es la duración del resto.

B. *Independencia estocástica de las etapas* , por lo que,

$$\sigma_t^2 = \sigma_r^2 + \sigma_a^2 + \sigma_b^2$$

para la varianza y para los cumulantes superiores de la distribución.

C. La distribución total de los tiempos de reacción es una *convolución de las distribuciones individuales* , de forma que,

$$f_{TR} = f_r * f_a * f_b$$



Este último supuesto que ya se había formulado con anterioridad a nivel de distribuciones concretas (Hohle, 1965), ha sido ampliamente generalizado y replicado posteriormente a nivel experimental (Hockley, 1984; Ratcliff, 1979; Ratcliff y Murdock, 1976).

Los tres supuestos teóricos, base de la lógica del método aditivo, han sido puestos a prueba por el propio Sternberg (Sternberg, 1966; 1969a; 1971; 1975). Algunos de sus resultados más relevantes, expuestos a efectos ilustrativos, se muestran en la Figura Ia y Ib. Ambas Figuras representan las etapas de procesamiento en dos tareas experimentales (una de clasificación binaria, Figura Ia, y otra de identificación completa, Figura Ib), inferidas a partir del análisis de los patrones de interacción entre los factores. Siguiendo la lógica del modelo aditivo, la ausencia de efectos de interacción en la tarea de clasificación binaria se interpreta como indicio de influencia selectiva de los factores sobre etapas independientes ( los cuatro factores experimentales influyen, cada uno independientemente, sobre una etapa diferente, por lo que el tiempo de reacción total será igual a la suma de los tiempos parciales correspondientes a cada uno de los procesos intermedios). Sin embargo, en la tarea de identificación completa, resultan, al menos, dos interacciones significativas, por lo que el número de etapas inferidas es inferior al de factores experimentales. Lo que parece evidente es que las tareas de identificación completa son menos complejas que las de clasificación binaria en cuanto al número de etapas que se requiere para emitir la respuesta, lo que, lógicamente, debe traducirse en una disminución de los tiempos de reacción (en función de los supuestos de aditividad e independencia estocástica de los procesos). En un capítulo posterior se presentarán los datos experimentales generados por el modelo de los factores aditivos.

**FIGURA I.- Método de los factores aditivos: etapas de procesamiento en una tarea de clasificación binaria (Ia), y de identificación completa (Ib)**

**A) TAREA DE CLASIFICACION BINARIA**

**FACTOR**

**ETAPA**

tipo de estímulo	→	codificación de la estimulación
tamaño del conjunto positivo	→	comparaciones seriales
tipo de respuesta	→	decisión binaria
frecuencia del tipo de respuesta	→	organización de la respuesta

**B) TAREA DE IDENTIFICACION COMPLETA**

**FACTOR**

**ETAPA**

número de alternativas	→	codificación de la estimulación
cualidad del estímulo	→	codificación de la estimulación
compatibilidad estímulo-respuesta	→	organización de la respuesta

#### 1.2.1.2.2. Valoración

El procedimiento de Sternberg ha estado a la base de una gran cantidad de experimentación moderna (Homa y Fish, 1975; Logan, 1978; Shwartz et al., 1977), aunque también ha sido, seriamente, criticado (McClelland, 1977, 1979; Pieters, 1983; Ratcliff, 1979; Schweickert, 1978; Taylor, 1976a, 1977). Como cabría esperar, las críticas se han dirigido a los supuestos básicos del modelo (secuencialidad de etapas, aditividad e independencia de tiempos), y a la inferencia de etapas a partir de los resultados obtenidos en el análisis de varianza. A continuación se van a revisar, por separado, cada una de estas cuestiones.

Con cierta frecuencia, resultados experimentales han demostrado violaciones de la hipótesis de *independencia* de medias y varianzas (Pieters, 1983), con lo que se está cuestionando la propia independencia de las etapas (puesto que tanto la media como la varianza son estadísticos descriptivos de las distribuciones de los tiempos de reacción). En último término, se está comprometiendo la validez teórica del modelo, ya que los supuestos del procesamiento *serial* implican, en cualquier caso, independencia de etapas; sin embargo, si se asume un tipo de procesamiento *no serial* parece lícito esperar que no exista tal independencia. Incidiendo en este mismo punto, Taylor (1976a), ya había considerado, anteriormente, que el análisis de los efectos aditivos de los factores experimentales puede conducir a error, si se supone que las etapas actúan *en paralelo*. Si se considera esta posibilidad, los efectos aditivos no implicarían la presencia de efectos principales, sino de interacciones, porque en el procesamiento *en paralelo* existe solapamiento entre etapas. En este caso, la interacción entre dos factores

podría estar enmascarada y tomarse como un efecto aditivo, si las duraciones de los dos procesos en cuestión fuesen interdependientes. Evidentemente, considerar este tipo de argumentos supone plantear un problema clave para los modelos seriales, y compromete, en cierta forma, la propia validez empírica del método de análisis de los tiempos de reacción en general (Shwartz et al., 1977). La solución que propone Sternberg (1969a) pasa por asumir que secuencialidad e independencia de etapas son los dos supuestos básicos para mantener la lógica explicativa del modelo, aunque este argumento resulta difícil de aceptar si se considera que el modelo ha sido formulado para inferir etapas (Taylor, 1976a), y no para definir a priori las características del procesamiento.

Con respecto al argumento de *influencia selectiva* se han propuesto, asimismo, ciertas puntualizaciones que es necesario mencionar. Algunos autores consideran que no hay justificación suficiente para considerar que dos variables que interactúan influyen sobre una misma etapa, y que muestran efectos aditivos cuando actúan sobre dos etapas diferentes (Broadbent, 1984). De hecho, y aún admitiendo el supuesto básico de procesamiento en etapas, ciertos resultados experimentales parecen mostrar que factores con efectos aditivos en unos experimentos, interactúan en otros (Broadbent, 1984); en otras palabras, si un factor actúa sobre un proceso determinado, parece lógico pensar que no sólo va a afectar el tiempo invertido en esa etapa, sino, asimismo, influirá sobre la representación propia de dicho proceso, y a su vez sobre todas aquellas otras etapas que interactúan con la que ha sufrido modificación. De nuevo parece plantearse el mismo tipo de objeción que ya se había formulado, mucho antes, al supuesto de pura inserción de Donders (1868). Sternberg (1984) considera que las

críticas formuladas por Broadbent no restan validez al método aditivo. Según Sternberg es posible que dos factores tengan efectos aditivos, y a su vez muestren efectos de interacción con uno tercero, si se parte del supuesto de que el tercer factor muestra influencia sobre las dos etapas, que a su vez, están selectivamente influenciadas por los dos factores que cuentan con efectos aditivos. Incluso, el propio Sternberg obtiene en alguno de sus experimentos, este tipo de patrones de interacción complejos (Sternberg, 1969a).

Por otra parte, el modelo de los factores aditivos no solamente asume que el análisis de los patrones de interacciones de los factores experimentales hace posible la inferencia de etapas, sino que necesita la existencia de interacciones para que los resultados puedan considerarse válidos (Mulder et al., 1984; Pieters, 1983). En un análisis extenso sobre dicha cuestión, Pieters (1983) intenta justificar el argumento defendido por el modelo aditivo, de que la información proporcionada por el análisis de los efectos de interacciones significativas es suficiente para inferir el número de etapas. Siguiendo su lógica explicativa podría asumirse, por ejemplo, la existencia de 3 factores experimentales (F, G y H), de forma que F y G mostraran efectos de interacción sobre la etapa a; G y H sobre la b; y G, H y F sobre la c. Contando con dos efectos de interacción de primer y segundo orden, las posibles estructuras de los patrones resultantes, se elevan a un total de 27 (suponiendo 3 etapas,  $3^3$ ). En el caso de desconocer, a priori, el número de etapas (k), éste puede ser desde 1 hasta infinito, de forma que el número de estructuras consistentes con un determinado patrón de interacciones es infinito. De lo que parece concluirse que no es posible inferir el número de procesos a partir de un patrón dado de interacciones, puesto que para hacerlo, se

necesitaría al menos, contar con información acerca de los efectos aditivos.

Por último, otro aspecto controvertido tiene que ver con la impotencia del procedimiento para confirmar un patrón único de etapas a priori o deducidas a posteriori (Sanders, 1980; Sternberg, 1984).

Como se ha podido observar en los puntos, anteriormente expuestos, la lógica del modelo de los factores aditivos presenta ciertos argumentos revisables que requieren tener presente sus limitaciones en el uso generalizado del método. No obstante, sigue aplicándose, extensamente, en el análisis de los procesos cognitivos utilizando el tiempo de reacción, y aquí se ha expuesto, con cierta profundidad, puesto que se va a hacer uso de esta metodología en el planteamiento experimental de la tesis.

### **1.2.1.3. Método de los efectos específicos (Taylor, 1977)**

El método de los factores específicos se formula en un contexto en el que los modelos de procesamiento serial en etapas discretas (sobre todo el influyente modelo de Sternberg, expuesto anteriormente) siguen considerándose útiles en el análisis de la latencia de respuesta. Sin embargo, la gran novedad del método diseñado por Taylor es que intenta integrar los supuestos de los modelos de etapas dependientes e independientes en una formulación única.

Ahora bien, la exposición que se va a realizar en este apartado se centrará, únicamente, en la aplicación del método a los casos en los que se suponga la existencia de etapas seriales independientes. Posteriormente,

y en el punto dedicado a los modelos de procesamiento en paralelo, se expondrá la fundamentación lógica del método en su aplicación a etapas que se suponen dependientes, para finalizar con una valoración conjunta de ambos procedimientos.

#### *1.2.1.3.1. Fundamentación*

El método de los efectos específicos de Taylor (1977) se basa, al igual que los modelos de procesamiento serial, en la manipulación, experimental, de las condiciones del estímulo, y en la observación de los cambios que se producen en el tiempo de reacción. A partir de ahí, se infieren los componentes o procesos que intervienen en la transformación del estímulo, y que se ven afectados por las modificaciones introducidas en las condiciones experimentales.

Sin embargo, el método de Taylor presenta una importante variante respecto a este paradigma general. En las tareas experimentales utilizadas por este autor se requiere la presentación al sujeto de dos estímulos (test y contexto), en una relación de concurrencia, de forma que variando el tipo de interacción entre ambos, puedan analizarse los patrones de influencia sobre el procesamiento de la información.

El modelo supone que el análisis del tiempo de reacción invertido en una tarea, en la que se presentan dos estímulos ( contexto y test ), pone en evidencia dos tipos de efectos. Por un lado, efectos de tipo general, facilitadores e inhibidores, que tienen que ver con las variaciones en el tiempo de procesamiento por el hecho de que el sujeto tiene que procesar dos estímulos en vez de uno, independientemente de la relación que pueda existir entre ellos, y que han sido, extensamente, estudiados en la

literatura experimental (p.e. Bamber, 1969; Krueger, 1978; Nickerson, 1969; Posner y Mitchell, 1967; Proctor, 1981; Taylor, 1976b). Por otro lado, efectos específicos, que el método pretende estudiar, producto de la relación existente entre los dos estímulos. Con el análisis comparativo de las diferencias entre las condiciones neutrales de control (en las que el factor contexto no parece tener efectos específicos sobre el de prueba) y las experimentales (en las que el factor contexto parece implicar un efecto específico sobre el de prueba), el método busca aislar los efectos específicos. Dado este planteamiento general, la teoría establece la relación entre los efectos específicos a nivel general, con los efectos específicos de cada etapa en el procesamiento del estímulo. Desde el modelo se formulan una serie de supuestos que se exponen a continuación.

El primer supuesto en el que se apoya el método se refiere a la descomposición del tiempo de reacción en etapas de procesamiento. Dichas etapas, según ya había postulado algún otro modelo anterior (p.e. Sternberg, 1969a), se ajustan a los principios defendidos, clásicamente, por los modelos de descomposición del tiempo de reacción. Concretamente, los supuestos se refieren a la serialidad de los procesos (las etapas ocurren en un estricto orden secuencial), la independencia de etapas (cualquier variación en la distribución de los tiempos de una determinada etapa no influye sobre las distribuciones del resto de procesos), y a la independencia estocástica (los tiempos de las diferentes etapas son independientes).

Sin embargo, la aplicación generalizada del método necesita defender, también como supuesto, que la asincronía interna estimular permanece constante a lo largo de todas las etapas de procesamiento (evidentemente, si la asincronía estimular, o intervalo entre la



presentación del primer estímulo y la del segundo, es igual a cero, los dos estímulos comenzarán a procesarse simultáneamente y mantendrán una razón de procesamiento constante). Este supuesto se puede mantener, con mayor probabilidad, cuando se establecen las condiciones para que tanto el estímulo test como el contexto sean procesados de igual manera (y puesto que los efectos específicos son recíprocos, el aumento o disminución que pudiera producirse sobre la razón de procesamiento se neutraliza). Taylor reconoce que existen efectos específicos secundarios del procesamiento finalizado de un estímulo sobre el todavía no terminado (ya que cuando se procesa el primer estímulo se produce una alteración global del sistema, y una alteración de la asincronía interna estimular), que no es posible catalogar de recíprocos, lo que lleva a que las funciones temporales sean aproximativas, y no totalmente exactas (esta cuestión se tratará con más detalle en el Apartado 1.2.2.2.2.).

Una vez realizada esta observación general se van a revisar las predicciones hechas por el método para el caso en el que se defiende un modelo de procesamiento en etapas independientes.

Considerando los supuestos del procesamiento serial en etapas independientes, tal como había sido defendido en modelos anteriores (p.e. Donders, 1868; Sternberg, 1969a), y para aquellas condiciones en las que se utilizan contextos neutrales (en las que se supone que el estímulo contexto no tiene efectos específicos sobre el de prueba), se asume que,

$$TR_N = \sum_{i=1}^s T_{iN}$$

donde,  $T_i$  representa el tiempo requerido por las etapas;  $s$ , el

número de etapas del procesamiento; y, N indica el carácter neutral del contexto.

Expresión que puede ampliarse a las observaciones en contextos experimentales (en los que el estímulo contexto muestra efectos específicos sobre el de prueba),

$$TR_E = TR_N + \sum_{i=1}^s X_{iE}$$

donde, E indica el carácter experimental del contexto; y,  $X_{iE}$  los efectos específicos de cada una de las etapas.

De tal forma, que el método permite aislar el valor aditivo de los efectos específicos de todas las etapas (objetivo prioritario del método), a partir de las ecuaciones anteriores,

$$TR_E - TR_N = \sum_{i=1}^s X_{iE}$$

Lo que puede expresarse en los siguientes términos: los efectos específicos derivados de presentar dos estímulos para su procesamiento, cuando se asumen los principios de independencia de etapas, pueden obtenerse por substracción entre los tiempos de reacción de las condiciones de contexto experimental y las de contexto neutral.

Idénticas predicciones pueden hacerse para el caso en que se supone que las etapas de procesamiento se solapan temporalmente. Sin embargo, la aplicación del método de los efectos específicos para estas condiciones, así como una valoración conjunta del mismo, se realizarán posteriormente (Véase Apartado 1.2.2.2.).

### *1.2.2. Modelos de procesamiento en paralelo*

Los modelos de procesamiento en paralelo defienden la idea de que los procesos cognitivos que intervienen sobre el estímulo (etapas) actúan solapadamente, o en versiones extremas, con total simultaneidad. La idea de procesamiento en paralelo no es nueva (p.e. Atkinson et al., 1969), aunque recientemente (p.e. Anderson y Hinton, 1981) ha recibido apoyo teórico, debido a su verosimilitud desde el punto de vista de la arquitectura cerebral. Es bien sabido, que el sistema nervioso, en general, y más concretamente las vías y centros nerviosos, muestran un grado de interconexión casi infinita, y un alto grado de indefinición. Por ello, muchos autores de orientación puramente psicológica (p.e. Anderson y Hinton, 1981) consideran muy improbable la idea de un flujo totalmente secuencial de etapas, que ordenadamente se ponen en acción para codificar el estímulo. Además, el estudio de la próxima generación de ordenadores en paralelo ha estimulado fuertemente esta idea básica, a pesar de que todavía no encuentra una materialización empírica clara, a la manera del influyente modelo de Sternberg (1969a).

La relevancia de los modelos en paralelo comienza a plantearse, seriamente, cuando se presentan predicciones desde ellos que son idénticas a las formuladas desde los modelos seriales (p.e. Atkinson et al., 1969, obtienen dicha evidencia utilizando paradigmas de búsqueda; un análisis profundo sobre este tema puede encontrarse en Ashby y Townsend, 1983). La posibilidad de realizar predicciones idénticas desde supuestos teóricos tan diferentes puede interpretarse bien como indicio de una excesiva generalidad de los supuestos de los modelos, o bien como apoyo de modelos mixtos, donde los procesos no ocurren en su totalidad en paralelo o secuencialmente (p.e. Taylor, 1976a). El problema de la

identificabilidad de las predicciones de modelos teóricos con supuestos diferentes ha sido tratado por distintos autores (especialmente, Ashby y Townsend, 1980; Tonwsend, 1971, 1972). La resolución de esta cuestión parece que pasa por proponer algunos tests de identidad que analizan las predicciones realizadas por los modelos sobre distintos parámetros de la distribución. En este sentido, si dos modelos pueden diferenciarse al menos en uno de sus parámetros, es lícito suponer que pueden considerarse como distintos; mientras que si coinciden en todas sus predicciones entonces no parece existir base teórica real para hablar de dos, sino de un modelo.

En los apartados siguientes se van a presentar algunos métodos representativos del procesamiento en paralelo. En primer lugar, se revisará el procesamiento en cascada (McClelland, 1979), y en segundo lugar, los supuestos del método de los efectos específicos (Taylor, 1977), en su versión de procesamiento en etapas solapadas temporalmente.

#### **1.2.2.1. Modelo de procesamiento en cascada (McClelland, 1979)**

El modelo del procesamiento en cascada formulado por McClelland (1979) supone una alternativa a los supuestos más problemáticos planteados desde el procesamiento serial. El modelo de McClelland defiende un procesamiento de la información en etapas por las que fluye constante y continuamente la información, no contingente

con la terminación de cada proceso. De ahí viene su denominación de procesamiento en cascada.

La formulación del modelo parte del cuestionamiento de los principios básicos de secuencialidad e independencia en los que se asientan los modelos clásicos de etapas (Donders, 1868; Sternberg, 1969a), anteriormente descritos. La idea del procesamiento en cascada tiene sus antecedentes en el modelo perceptivo del pandemonium (Selfridge, 1959), y en el del procesamiento perceptivo en paralelo (Turvey, 1973).

En los apartados siguientes se va a exponer la fundamentación cuantitativa y cualitativa de este modelo, algunas especificaciones que siguen su misma lógica, y una valoración de sus supuestos.

#### *1.2.2.1.1. Fundamentación*

El modelo de procesamiento en cascada asume que el procesamiento de la información se realiza en distintos niveles de complejidad, cada uno de los cuales cuenta con un conjunto de unidades especializadas para responder ante determinadas características del estímulo. El nivel a que se procesa una señal dada está en función, tanto del tipo de problema con el que se enfrenta el sujeto, como de las condiciones experimentales en que se desarrolla.

Cualquier estímulo externo cuenta con cierta información que resulta relevante para decidir la respuesta, de forma que dichos rasgos no pueden ser desatendidos por el sujeto porque se produciría un fracaso en la ejecución. Para analizar estas características el sistema cuenta con unidades, sumamente, especializadas en detectar ciertas señales en la

estimulación (la acción conjunta de unidades simples produce la detección de rasgos más complejos). Sin embargo, el nivel de complejidad del análisis varía dependiendo del tipo de procesamiento requerido, y además, parece lógico suponer que en un nivel de procesamiento de la información más complejo, se implique el resultado del procesamiento de los niveles anteriores. El nivel más simple parece ser el perceptivo (donde se analizan los rasgos físicos del estímulo); existen, asimismo, niveles más complejos que aíslan información de tipo semántico; y, niveles comprometidos en la decisión y activación de la respuesta.

Las diferentes unidades que componen cada nivel de procesamiento van acumulando de forma continua información acerca del estímulo, lo que se materializa en la alteración de sus niveles de activación (concepto utilizado aquí en el mismo sentido en que es recogido por Collins y Loftus, 1975, y Posner y Snyder, 1975). En otras palabras, cada unidad cuenta con una señal activadora, lo que supone que, tan sólo, puede responder (es decir, activarse) ante la presencia, en el estímulo, de la característica que representa. De ahí que la activación de cada unidad simple pueda ser positiva o negativa; positiva, si en el estímulo está contenido el rasgo que representa esa unidad, y negativa, si no lo está. El valor de activación asociado a cada unidad está en función de la discrepancia entre el nivel de activación alcanzado en un momento temporal dado ( $t$ ), y el nivel esperado en función de la entrada de información. Lo que, matemáticamente, puede expresarse así,

$$\frac{d}{d_t} (a_{nj}(t)) = K_{nj} (i_{nj}(t) - a_{nj}(t))$$

donde,  $i_{nj}(t)$  es el nivel de activación esperado;  $a_{nj}(t)$ , es el nivel de activación ya alcanzado; y,  $k_{nj}$ , es la razón constante de respuesta característica de la unidad  $nj$ .

A partir de esta formulación, McClelland ajusta una función de activación general (*ecuación de cascada*), para una unidad ( $j$ ) de un nivel ( $n$ ), en un tiempo ( $t=0$ ); de forma que,

$$a_{nj/s}(t) = a_{nj/s} (1 - \sum_{i=1}^n K_i e^{-K_i t})$$

donde,  $a_{nj/s}$  es el nivel de activación que se alcanzaría con una presentación indefinida del estímulo; y,  $k_{is}$  es la razón constante propia de cada nivel del sistema.

El problema que se plantea ahora es resolver la cuestión de cómo se integran los valores de activación de todas las unidades de un mismo nivel. Para responder a esta cuestión el modelo de cascada hace uso del principio de los *integradores lineales*, propuesto en la investigación neurofisiológica. Dicho principio explica la existencia de agrupaciones neuronales, a nivel del córtex, que responden ante determinadas orientaciones espaciales de estímulos (p.e. líneas) y que contribuyen aditivamente a un valor excitatorio global, sumando sus valores de excitación-inhibición propios. Este principio se ha generalizado, y se habla de integradores lineales para la detección de estímulos complejos como letras, palabras o frases. Resulta evidente que para identificar un estímulo complejo el número de unidades que deben activarse es mucho mayor que para discriminar uno simple.

Dado el efecto aditivo de las activaciones de las unidades, en un nivel determinado, sobre la activación de las unidades en el nivel siguiente, el grado de activación ( $a_{nj}$ ) de una unidad ( $j$ ), en un nivel ( $n$ ), puede expresarse, matemáticamente, como sigue,

$$a_{nj} = \sum_{j'} P_{jj'} a_{(n-1)j'}$$

donde,  $n_j$  representa el efecto de las unidades activadas en el nivel  $n-1$  sobre las del nivel  $n$ ; y,  $P_{jj'}$  es el peso del efecto de la activación de la unidad  $j'$ , en el nivel  $n-1$ , sobre la unidad  $j$ , del nivel  $n$ .

Explícitamente, se está exponiendo otro de los supuestos básicos del modelo de cascada, que consiste en asumir que el flujo de información (y más específicamente la activación de las unidades de los distintos niveles) se produce, en una sola dirección, desde los niveles más inferiores a los superiores. En otras palabras, el concepto de activación positiva-negativa de las unidades de cada nivel implica que si en un estímulo se encuentra representada la señal activadora positiva de una unidad concreta, ésta, a su vez, va a producir la activación positiva de determinadas unidades del nivel siguiente, y la activación negativa del resto (puesto que en cada nivel existen ciertas unidades con activaciones excluyentes). Esto significa que el resultado del procesamiento de las unidades que pertenecen a un nivel inferior va a determinar la activación de algunas de las unidades del siguiente nivel, estrechamente asociadas con las del previo (de forma que, si por ejemplo, en una tarea de identificación de letras, se activan dos unidades del nivel perceptivo que representan los rasgos físicos del estímulo "(" y ")"; en ningún caso puede esperarse que, en un nivel superior, como el de procesamiento de letras, se active la



unidad que representa la letra "T", ya que no cuenta con ninguna de las dos características anteriores).

Por otra parte, y como ya se ha mencionado, el procesamiento en cualquiera de los niveles se basa tan sólo en el resultado (o activación) de las unidades del nivel precedente. Esto es así, precisamente, porque a la base hay un proceso de análisis del estímulo, de menor a mayor complejidad, y una acumulación progresiva de información, con lo que no cabe suponer que los niveles superiores del sistema puedan actuar si, previamente, no lo han hecho los más inferiores (p.e. en una tarea de discriminación de palabras, las unidades que representan este tipo de estímulos no se activarán hasta que lo hayan hecho las correspondientes del nivel perceptivo y del de letras). El modelo, en ningún caso, admite la posibilidad de flujo bidireccional de la información. El supuesto de unidireccionalidad ya había sido formulado en la hipótesis del procesamiento contingente en paralelo entre unidades periféricas y centrales de Turvey (1973), y se aplica de la misma forma al modelo de cascada.

Una vez revisados los argumentos que explican el modelo de cascada de McClelland (1979), se van a presentar algunas de sus aplicaciones posteriores, y una valoración del mismo.

#### *1.2.2.1.2. Valoración*

Históricamente, el modelo de cascada de McClelland parece que ha tenido poca aplicabilidad en la investigación empírica sobre procesamiento de la información, sobre todo por su poca operatividad

para permitir el aislamiento de los procesos cognitivos que intervienen en la transformación del estímulo, más allá de la postulación de modelos apriorísticos.

Algunas de las críticas formuladas al modelo de cascada provienen del propio McClelland quien, junto con Rumelhart, ha propuesto, recientemente, un modelo que se aparta de los principios básicos del procesamiento en cascada (McClelland y Rumelhart, 1985). En este nuevo modelo se critica la excesiva simplicidad del sistema global de procesamiento propuesto por McClelland (1979), al suponer que no existe intercambio de información que procede de unidades de los niveles superiores y de los inferiores (principio de la unidireccionalidad). Este principio no parece que pueda mantenerse, actualmente, para explicar los datos empíricos. Si el procesamiento ocurre en paralelo, de forma simultánea (entre unidades cuyos valores de activación varían continuamente, en función unos de otros), y si se generaliza a los procesos cognitivos el funcionamiento característico de los centros y vías nerviosas, es impensable suponer un flujo unidireccional de la información. La idea que, actualmente, se defiende es la de procesamiento en paralelo, con flujo bidireccional de la información tanto entre unidades de un mismo nivel, como entre unidades de niveles distintos, y como resultado una transformación rápida y precisa del estímulo.

Por otra parte, el propio McClelland reconoce (McClelland, 1979) que la formulación matemática del modelo es excesivamente simple (correspondiendo con la simplicidad teórica mencionada más arriba), sobre todo respecto al ajuste de ecuaciones diferenciales simples para interpretar las características de funcionamiento del sistema. Además, si se considera que el modelo, no parece, en ningún caso, elaborado para

identificar y aislar las etapas que intervienen en el procesamiento de la información, sino para ajustar funciones de distribución del tiempo de reacción y precisión de la respuesta, entonces aún resulta más problemático este punto. Ashby (1982a), en una revisión y validación de estos supuestos, considera que el modelo de cascada cuenta con grandes posibilidades teóricas, aunque carece de un método para poner a prueba sus predicciones respecto a las características de las distribuciones de los tiempos de reacción.

A pesar de estas limitaciones teóricas y empíricas, la lógica general del procesamiento en cascada se ha aplicado, posteriormente, a otros modelos que explican la percepción de letras (p.e. McClelland y Rumelhart, 1981, 1985). McClelland y Rumelhart (1981, 1985) proponen un modelo de procesamiento interactivo donde se asume que la percepción visual implica un procesamiento en paralelo, tanto a nivel espacial (es posible procesar hasta un total de cuatro palabras simultáneamente), como de los niveles del sistema (el procesamiento perceptivo se produce a distintos niveles de complejidad, que pueden activarse a la vez). Sin embargo, la activación de los niveles (p.e. en la percepción de palabras el procesamiento cuenta con tres niveles: de rasgos, de letras y de palabras) no ocurre, siempre, unidireccionalmente, tal como proponía el modelo de cascada, sino que consiste en un proceso interactivo (los niveles superiores o inferiores del sistema actúan, no sólo simultáneamente, sino en conjunción). A partir de estas modificaciones en el modelo general se asume que la información procesada en un nivel superior (como el de palabras), puede afectar el procesamiento en un nivel inferior (como el de letras). Esta posibilidad de interacción se explica por las conexiones que, respecto a los nodos que conforman cada nivel, pueden producirse entre distintos niveles del sistema. De forma

que, la activación de un nodo, en un nivel dado, puede producir, a su vez, la de los nodos adyacentes (lo que se traduce en una excitación o una inhibición de los nodos próximos en función de la relación que guarden con el activado, previamente). Evidentemente, el patrón de posibles interacciones es sumamente complejo, e incluso podría considerarse como infinito.

Aunque alguna de las ideas básicas del modelo de McClelland puedan ser correctas, sobre todo en lo que respecta al análisis en paralelo de la información, no parece que este esquema metodológico tenga o haya tenido excesiva aplicabilidad empírica, por lo que debe considerarse como un intento frustrado de ofrecer una alternativa metodológica al sistema de Sternberg (1969a).

Tanto McClelland y Rumelhart (1985), como otros autores (Murdock, 1982; Eich, 1982) parece que se inclinan actualmente por la formulación de modelos distribuidos, particularmente en el campo de la memoria, aunque la aplicabilidad actual de estos modelos al análisis del tiempo de reacción es limitada o nula, y su poder de predicción es igualmente cuestionable.

A continuación, y para completar este apartado dedicado a los modelos metodológicos de procesamiento en paralelo, se va a presentar el método de los efectos específicos de Taylor, en su versión de procesamiento en paralelo (1977).

### 1.2.2.2. Método de los efectos específicos (Taylor, 1977)

Tal y como se ha indicado anteriormente (Véase Apartado 1.2.1.3.), el método de los efectos específicos de Taylor puede ser aplicado tanto cuando los procesos, comprometidos en la transformación del estímulo, se ajustan a los principios que defienden clásicamente el tiempo de reacción (serialidad e independencia de etapas, e independencia estocástica), como bajo condiciones en las que se violan seriamente tales supuestos (etapas de procesamiento y dependencia lineal). La aplicación del método de Taylor a los principios defendidos por los modelos de etapas independientes ya ha sido presentada en otro apartado de esta tesis (Véase Apartado 1.2.1.3.). Ahora interesa llevar a cabo la fundamentación lógica del modelo cuando se asume la existencia de etapas que pueden solaparse, temporalmente, en la transformación interna del estímulo, y el modelo se convierte de facto, en un modelo para el procesamiento paralelo de la información.

#### *1.2.2.2.1. Fundamentación*

El modelo de etapas dependientes (Taylor, 1976a) parte del principio general de que el tiempo de reacción puede descomponerse en procesos que se solapan temporalmente. Cada etapa cuenta con dos componentes, que Taylor (1976a) define como tiempo básico y tiempo corregido. El tiempo básico de etapas es el requerido por cada proceso, independientemente del resto de las etapas. Por su parte, el tiempo corregido es el espacio temporal que se necesita en una etapa determinada, pero considerando las influencias de las restantes

(evidentemente esta distinción no tenía sentido en el caso de suponer etapas independientes en el procesamiento). De forma que, el tiempo de reacción global es igual a,

$$TR = T'_1 + T'_2 + \dots + T'_s$$

lo que, matemáticamente, expresa los tres supuestos básicos de los modelos de etapas independientes. En primer lugar, que el procesamiento de la información se compone de un número finito de procesos. En segundo lugar, que entre dichas etapas puede existir solapamiento temporal o interferencia, por lo que los tiempos corregidos son funciones lineales de los básicos de las etapas comprometidas, lo que puede formularse así,

$$T'_i = \sum_{j=1}^s (a_{ij} t_j + b_{ij})$$

donde,  $j$  representa todas las etapas desde la primera ( $j=1$ ) hasta la última ( $j=s$ ); y  $a$  y  $b$  son constantes libres que pueden tomar cualquier valor finito.

El tercer supuesto es el de independencia estocástica, y es una derivación lógica del principio de dependencia lineal. Se refiere a que el tiempo básico, y no el corregido, es independiente entre las distintas etapas. De forma que el método permite, siguiendo la lógica general del modelo de los factores aditivos de Sternberg (1969a) aislar factores experimentales que influyan, tan sólo, en una etapa; así como, patrones de covariación factorial sobre los tiempos corregidos.

A continuación, se van a exponer las predicciones del modelo para el caso en el se supone la existencia de etapas dependientes. Como podrá

observarse la lógica general del método es idéntica a la expuesta en la versión que implica etapas independientes, y que ya fue presentada (Veáse Apartado 1.2.1.3.).

En la aplicación del método a los supuestos de los modelos de procesamiento en etapas dependientes, las predicciones parten de las correcciones lineales de los tiempos básicos de etapas, ya que de esta forma se puede considerar el posible solapamiento temporal entre procesos. Siguiendo esta lógica, el tiempo de reacción total para contextos neutrales, es igual a,

$$TR_N = \sum_{i=1}^s a_i T_{iN} + b$$

donde, a y b son dos constantes libres de tomar cualquier valor finito.

Expresión que puede ampliarse a observaciones en contextos experimentales, de forma que,

$$TR_E = TR_N + \sum_{i=1}^s a_i X_{iE}$$

Las ecuaciones anteriores permiten identificar los efectos específicos aditivos de las etapas como sigue,

$$TR_E - TR_N = \sum_{i=1}^s a_i X_{iE}$$

De la misma forma que en los modelos de etapas independientes, los efectos específicos pueden obtenerse por substracción entre los tiempos propios de los contextos experimentales y de los neutrales.

Aunque en este caso se trabaja no con los tiempos básicos de etapas, sino con su transformación en tiempos corregidos (en función del supuesto de dependencia lineal).

La cuestión que se va a plantear en el apartado siguiente es de qué forma se pueden valorar, en su conjunto, las aportaciones realizadas por el método.

#### *1.2.2.2. Valoración*

El método de los efectos específicos de Taylor (1977) parece que cuenta con la gran ventaja de que puede ser defendido bajo un amplio grupo de supuestos, lo que le proporciona, por lo menos a nivel teórico, un rango de aplicabilidad extenso. Ahora bien, esta valoración es excesivamente global y requiere matizarse más específicamente.

En primer lugar, hay que destacar que, aún a pesar del extenso margen de aplicabilidad del modelo, el método de los efectos específicos no se ha generalizado en el análisis empírico del tiempo de reacción, como en principio cabría esperar. Esto, tal vez está justificado porque ha sido considerado, por algunos autores (p.e. Townsend y Ashby, 1983), únicamente, como una extensión del método de los factores aditivos de Sternberg a aquellos casos en los que se viola el supuesto de la independencia de etapas (fundamental para sostener la lógica del modelo aditivo); y, en ningún caso parece que ha alcanzado la solidez y el respaldo experimental con el que ha contado el método de Sternberg. Aún a pesar de eso, parece que puede aplicarse al estudio de los efectos del contexto en general como Taylor (1977) pone de relieve (p.e. Estes, 1975; Meyer y Schvaneveldt, 1971).



En esta misma línea, Proctor (1981) ha realizado, recientemente, una aplicación del procedimiento formulado por Taylor en una serie de experimentos de comparación perceptiva, con el propósito de evaluar los efectos de facilitación-inhibición entre pares de estímulos, utilizando tareas de identidad nominal. La comparación de los resultados obtenidos en condiciones neutrales y experimentales (en la que se basa la lógica del método de los efectos específicos), hace posible extraer una serie de conclusiones acerca de los efectos de facilitación cuando se presentan pares de estímulos que difieren física o nominalmente.

Sin embargo, a pesar de estas aplicaciones, uno de los problemas más serios que presenta el método de Taylor se refiere a que tan sólo puede ajustar funciones temporales que sean aproximativas, debido a que la asincronía estimular interna no se mantiene constante (este es el requisito básico para considerar válido el método). El resultado de una asincronía interna variable es que los efectos específicos (facilitación o inhibición) actuarán sobre las primeras etapas de procesamiento de forma unitaria, mientras que en las posteriores dichos efectos sufrirán una disminución o un incremento en función de la alteración global que se produce sobre el sistema. Esta idea recuerda las críticas que fueron formuladas por los autores contemporáneos de Donders al método substractivo (Véase Apartado 1.2.1.1.), y parece que sigue preocupando a los teóricos del tiempo de reacción. La relevancia de este problema es evidente, ya que dependerá de cómo se resuelva, para considerar la validez o invalidez de la propia metodología general de análisis de la latencia de respuesta (no la de uno u otro de los métodos formulados). En cualquier caso, la cuestión de cómo el procesamiento de un ítem anterior puede afectar el de un ítem posterior es una de las polémicas más actuales y que están acaparando una gran cantidad de literatura teórica y

experimental. En esta tesis se tratará dicha cuestión, centralmente, en un capítulo posterior (Véase Capítulo 4).

Por último, la validez teórica del método parece estar muy comprometida si se considera que, en ningún caso (tal y como reconoce el propio Taylor) puede aplicarse al análisis de los patrones de error, sino tan solo al del tiempo de reacción. Y a este nivel tiene serios problemas para realizar ajustes que no sean, meramente, aproximativos.

Para terminar con esta exposición, hay que reconocer que uno de los aspectos más interesantes del método radica en la formulación, que parece acertada por los resultados posteriores, de efectos específicos secundarios, y que ya habían sido investigados por el propio Taylor con anterioridad (1976b).

### **1.3. Modelos de procesamiento sin etapas**

En los apartados anteriores se han expuesto algunos de los modelos más representativos que se basan en el supuesto común de descomposición del tiempo de reacción en etapas o procesos. Dichas alternativas parece que han contado, durante mucho tiempo, con un fuerte apoyo en la literatura teórica y experimental (Ashby, 1982b; Ashby y Townsend, 1980; Donders, 1868; Fisher y Goldstein, 1983; McClelland, 1979; Schweickert, 1978; Shaw, 1978; Shaw y Shaw, 1977; Sternberg, 1969a; Taylor, 1976a, 1977). No obstante, en la actualidad se está cuestionando la validez teórica que tienen estos modelos

(Ashby, 1983; Grice et al., 1976, 1979, 1982; Link y Heath, 1975; Vickers, 1979).

El mayor problema con el que cuentan los modelos de etapas, aún en las versiones de procesamiento en paralelo, es que parecen sugerir que el funcionamiento del sistema cognitivo humano es excesivamente rígido y jerárquico (aunque no siempre sea lineal). De forma que, bajo cualquier condición, el procesamiento de la información siempre implica una sucesión de estadios, discretos o continuos, que deben completarse para producir una respuesta. Esta idea general no parece corresponder con los elevados niveles de ejecución que, con frecuencia, llega a alcanzar dicho sistema, y a la flexibilidad con que se adapta, continuamente, a nuevas entradas de información con una estructura muy compleja.

Indudablemente, desde los modelos de procesamiento sin etapas se ha realizado un intento de integración de estas, sin duda, importantes posibilidades de ejecución del sistema cognitivo. Los modelos de procesamiento sin etapas suponen que la respuesta de un sujeto a una entrada exterior de información se produce cuando se ha superado un determinado criterio, previamente establecido. Esto significa que, en cualquier instante temporal, el sistema está recogiendo evidencia acerca de las características del estímulo, acumulándola en determinados registros; de forma, que es posible una lectura directa de dichos acumuladores, para comparar el valor registrado en ellos con el criterio de respuesta. En otras palabras, desde estos modelos se supone que tan solo existe un proceso cognitivo entre la presentación de un estímulo y la emisión de la respuesta, comprometido en la acumulación de información acerca del estímulo. Las diferencias entre las distintas

alternativas de procesamiento sin etapas, se refieren a la forma en que se lleva a cabo el proceso de registro de información.

Esta clase de modelos no es tan extensa como los vistos hasta este punto, por lo que sólo se presentará en este capítulo el modelo del criterio variable (Grice et al., 1982), como representante del procesamiento sin etapas, puesto que Grice y colaboradores han realizado recientemente un gran esfuerzo por contrastar empíricamente este tipo de modelos.

### **1.3.1. Modelo del criterio variable (Grice, Nullmeyer y Spiker, 1982)**

La teoría del criterio variable formulada por Grice y colaboradores (1982) se considera como una de las representantes de los modelos generales de la fuerza de la huella, que propone una metodología propia para el análisis del tiempo de reacción. Desde sus supuestos principales se asume un procesamiento de la información sin que medien etapas para la transformación del estímulo, lo que, por otra parte, implica una lógica teórica totalmente diferente a la defendida por los modelos presentados, anteriormente, en este mismo capítulo. Desde este planteamiento general, Grice y colaboradores (1982) elaboran un modelo cuantitativo que explica el proceso de decisión, en términos de superación de umbrales de respuesta, y que, a continuación, se revisará con más detalle.

En los apartados siguientes se van a exponer los enunciados básicos de la teoría del criterio variable, así como una valoración de la misma, que, por otra parte, no puede ser muy exhaustiva dado que la última revisión del modelo la formulan Grice y colaboradores en 1982.

### *1.3.1.1. Fundamentación*

El modelo del criterio variable (Grice et al., 1982) parte de la consideración de que los modelos de etapas seriales son poco realistas en su suposición de existencia de procesos diferenciados que entran en acción uno detrás de otro, puesto que no existe indicio consistente que haga pensar en un funcionamiento seriado de la mente humana. Esta idea ya se había ido generalizando en otros modelos metodológicos de análisis del tiempo de reacción anteriores (p.e. McClelland, 1979; Taylor, 1977); más concretamente, en los llamados de procesamiento en paralelo (que, no obstante, siguen la lógica de etapas en la transformación del estímulo). Sin embargo, la novedad del modelo de Grice y colaboradores radica en su cuestionamiento mismo del supuesto de etapas (no ya de si ocurren secuencialmente o en paralelo). A partir de esa crítica realizan su formulación, retomando ciertos principios que aparecían ya en la teoría del criterio variable de Grice (1968, 1972). Concretamente, los dos conceptos recogidos del modelo de Grice son los de intensidad de la estimulación y de umbral de respuesta. Por intensidad de estimulación se entiende el efecto de la magnitud del estímulo sobre la velocidad de la respuesta (se supone que existe una correlación negativa, de forma que a una magnitud mayor del estímulo le corresponde una latencia menor); y por umbral de respuesta, se define el criterio de decisión que el sujeto

establece y con el que compara el valor asociado al estímulo, superado el cual emite la respuesta. Estos dos conceptos van a ser reformulados por Grice y colaboradores (1982), en los términos que se exponen a continuación.

La formulación del modelo del criterio variable propone que la evocación de una respuesta está determinada por la *fuerza excitadora* del estímulo (E) (equivalente a la intensidad estimular), cuyo crecimiento se gobierna por una función monótonica dependiente del tiempo desde el comienzo de la estimulación. Los procesos que están a la base de la transformación del estímulo ocurren simultáneamente, excepto el componente motor de la respuesta que se considera como una constante aditiva a la función temporal global. La respuesta se evoca cuando el *valor excitador* (E) alcanza un *criterio* (C) (equivalente al umbral de respuesta), preestablecido en esa prueba. El valor del *criterio* varía de ensayo a ensayo, en función de factores como motivación, atención y adaptación. De hecho, la especificación exacta de la *función de excitación* depende de la naturaleza de la tarea en la que se mide el tiempo de reacción, y de las características del estímulo que evoca la respuesta. Por ello el modelo ajusta sus funciones a los tres tipos de paradigmas clásicos en tareas de tiempo de reacción (Figura II).

Así, para las tareas de **tiempo de reacción simple** (un estímulo-una respuesta), se considera que la *excitación* es función, únicamente, de la acumulación de la información sensorial (V). De forma que,

$$E_{(t)} = [V_{(t)} - \bar{C}] / \sigma$$

donde,  $V_{(t)}$  es igual al tamaño de la información sensorial en el instante  $t$ ;  $y$ ,  $\bar{C}$  y  $\sigma$  son parámetros de la distribución criterial.

Lo que en otros términos significa que, en un paradigma de tiempo de reacción simple, la intensidad de la estimulación parece ser el mecanismo decisivo para la evocación de la respuesta, tal y como se proponía en la teoría general formulada por Grice (1968, 1972); de forma que, el parámetro  $V$  se ajusta a una función con aceleración negativa (a mayor intensidad de la estimulación menor tiempo de reacción). Este mismo supuesto se defiende desde los modelos generales de la fuerza de la huella (p.e. Norman y Wickelgren, 1969), en el sentido de que el incremento en la intensidad de la estimulación se asocia con un más alto valor en la fuerza del engrama de memoria, lo que a su vez produce un acceso más rápido en la recuperación de dicha información.

La aplicación del modelo del criterio variable a tareas de tiempo de reacción disyuntivo (dos estímulo-una respuesta), sugiere que el sujeto pone en acción dos tipos de estrategias. Por un lado, puede basar su respuesta en la evidencia puramente sensorial ( $V$ ), como en el paradigma de tiempo de reacción simple, por lo que los valores de la *fuerza excitatoria* ( $E$ ) se obtendrán a partir de la función ya presentada. Este tipo de respuestas son de latencia corta. Sin embargo, existe una segunda estrategia de respuesta, a añadir al factor  $V$ , de la que puede disponer el sujeto; se trata de un mecanismo de *fuerza asociativa*, que relaciona el estímulo con la respuesta adecuada. La fuerza asociativa es característica de la ejecución en el tiempo de reacción de elección, aunque también existe como *estrategia asociativa* en el disyuntivo. Dicha estrategia será negativa si hace referencia a la inhibición de la respuesta ante estímulos distractores ( $I$ ), y positiva cuando explicita la asociación de la respuesta

**FIGURA II.- Aplicación del Modelo del criterio variable a tareas de tiempo de reacción simple (a), disyuntivo (b) y de elección (c)**

**A) TIEMPO DE REACCION SIMPLE**

$(E)_I \rightarrow C \text{ (información sensorial (V))} \rightarrow \text{Respuesta}$

**B) TIEMPO DE REACCION DISYUTIVO**

$(E)_I \begin{cases} \rightarrow C \text{ (información sensorial (V))} \rightarrow \text{Respuestas rápidas} \\ \rightarrow C \text{ (información sensorial (V))} \\ \text{ (fuerza asociativa (A))} \rightarrow \text{Respuesta} \end{cases}$

**C) TIEMPO DE REACCION DE ELECCION**

$(E)_I \rightarrow \begin{cases} \text{información sensorial (V)} \\ \text{(fuerza asociativa (A))} \end{cases} \rightarrow \text{Respuesta}$



con estímulos relevantes o críticos (A). La utilización de un tipo u otro de estrategia asociativa parece depender de cambios relativos al nivel donde se sitúa el criterio de respuesta (y por lo tanto varía de ensayo a ensayo), de forma que no es posible hacer uso, simultáneamente, de ambos mecanismos en un mismo ensayo (como sí sucede en los diseños de tiempo de reacción de elección).

La función de excitación para las falsas alarmas podría expresarse como sigue,

$$E_{FA(t)} = [ V_{(t)} - I_{(t)} - \bar{C} ] / \sigma$$

Y para las respuestas correctas,

$$E_{C(t)} = [ V_{(t)} + A_{(t)} - \bar{C} ] / \sigma$$

La formulación de un mecanismo de asociación negativa (inhibición) aparece por primera vez en la extensión del modelo que realizan Grice y colaboradores en 1976; en las versiones anteriores tan solo se menciona la estrategia de asociación positiva. Estos dos tipos de estrategia asociativa parece que aluden a los efectos de facilitación e inhibición en el procesamiento de la información, que se proponían ya en el método de los efectos específicos de Taylor (1977), que se presentó en un apartado anterior (Véase Apartado 1.2.1.3.), y que van a ser tratados con más profundidad en otra parte de esta tesis (Véase Capítulo 4).

Por último, en la aplicación del modelo a los paradigmas de tiempo de reacción de elección (dos estímulos-dos respuestas) se supone que para cada respuesta existe una distribución independiente del

criterio, y que la respuesta se evoca cuando una de las funciones de excitación (E) rebasa el criterio para su respuesta. En este caso, la función de crecimiento de E cuenta con dos componentes: el factor V, tal y como sucedía en el tiempo de reacción simple (la función de excitación corresponde con la enunciada en los paradigmas de tiempo de reacción simple), y el mecanismo de *fuerza asociativa* A, como en el tiempo de reacción disyuntivo; éste último con una aceleración positiva primero y negativa, después. Asimismo, el mecanismo de *fuerza asociativa* cuenta con las dos variantes especificadas en el paradigma de tiempo de reacción disyuntivo (la función de excitación corresponde con las enunciadas en el paradigma de tiempo de reacción disyuntivo). Sin embargo, las estrategias de información sensorial y de fuerza asociativa, a diferencia de lo que ocurría en los diseños de tiempo de reacción disyuntivo, se utilizan invariablemente en cualquier tarea, que cumpla estos requisitos, sin depender del tipo de estimulación utilizado.

### *1.3.1.2. Valoración*

El modelo de Grice y colaboradores supone en la actualidad una alternativa teórica consistente como metodología de análisis del tiempo de reacción, sobre todo porque supera algunas de las contradicciones que presentaban los modelos de etapas, aunque esta valoración global debe ser especificada.

La eliminación del supuesto de etapas de procesamiento y su sustitución por cambios criteriales, como los responsables de la recuperación de información, es una propuesta teórica muy sugerente, ya que permite suponer un nivel de ejecución del sistema cognitivo

humano mucho más eficiente, que el que cabría esperar desde un modelo de etapas. En cualquier caso, lo que parece que se está proponiendo es un sistema de procesamiento adaptado a las características de la estimulación, más que limitado por un funcionamiento interno rígido. Para ello, el modelo del criterio variable ajusta una serie de parámetros que han sido, en alguna ocasión, objeto de revisión. En este sentido, Link (1979) desarrolla una versión del modelo propuesto por Grice y colaboradores (1977), enunciando hasta un total de 12 parámetros diferentes. Sin embargo, la validez teórica de esta adaptación es cuestionada, posteriormente, por el propio Grice y colaboradores (1979), ya que parece excesivo el número de parámetros necesarios para especificar las funciones de densidad.

Por otra parte, la aplicación del modelo de Grice y colaboradores a los tres tipos de paradigmas experimentales diseñados por Donders (1868), ha permitido obtener cierta evidencia contraria a la excesiva simplicidad de que adolece el método substractivo. El supuesto de aditividad de etapas, defendido por Donders, no parece mantenerse a partir de los resultados obtenidos en los paradigmas experimentales que presentan Grice y colaboradores (1982), desde donde, más bien, se postulan diferencias en los criterios de respuesta, que etapas de procesamiento extra.

Ahora bien, en algunos aspectos el modelo del criterio variable no es excesivamente novedoso. Hay que considerar que ciertos supuestos, defendidos desde sus planteamientos, ya habían sido enunciados, con anterioridad, en ciertas teorías de búsqueda en memoria (p.e. Atkinson y Juola, 1974; Corballis y Miller, 1973; Murdock, 1974). Concretamente, estas teorías suponen que la recuperación de información de la memoria atiende a un proceso de comparación entre la evidencia acumulada acerca

del estímulo y un criterio de respuesta, previamente establecido. La lógica general del modelo de Grice y colaboradores es similar a la propuesta desde estas teorías de búsqueda, en cuanto que a la base de una respuesta parece existir un proceso de registro continuo de información relativa a los estímulos. Ahora bien, uno de los problemas que presenta el método del criterio variable es que no hace demasiado hincapié en las condiciones que pueden modificar la localización del criterio de respuesta. Únicamente se mencionan factores motivacionales, y de adaptación, pero sin aclarar, explícitamente, el papel que juegan en la decisión de la respuesta.

No obstante, hay que mencionar que la reciente formulación del modelo de Grice y colaboradores (1982), ha impedido su generalización y revisión en la literatura teórica y experimental, aún a pesar de las posibilidades, que por lo menos a nivel teórico, parece tener. Evidentemente, habrá que dejar transcurrir más tiempo antes de poder realizar una valoración global del método.

## **Capítulo 2**

### **Planteamientos teóricos en el estudio de los sistemas de búsqueda visual y de memoria**

En el capítulo anterior se ha presentado una clasificación general de todos los modelos metodológicos de análisis del tiempo de reacción, y se han expuesto, en extenso, los más importantes. El modelo de los factores aditivos ha sido y es, sin duda alguna, el más importante de todos ellos, y su primera y más importante aplicación se ha concretado en los estudios de búsqueda de memoria (McNicol y Stewart, 1980). Por ello es una consecuencia lógica el que ambos aspectos vayan unidos en la exposición de un trabajo experimental centrado en estudios de búsqueda, y en esta sección se va a iniciar la exposición de la problemática asociada con la investigación sobre los sistemas de búsqueda.

El problema teórico que aquí se trata se centra en determinar las estrategias cognitivas que los sujetos utilizan cuando deben reconocer determinada información entre otra almacenada previamente (búsqueda en memoria), o bien reconocer un(os) estímulo(s) en una matriz de elementos permanentemente presente (búsqueda visual). El procedimiento característico del experimento de búsqueda de memoria consiste en la presentación de una secuencia de ítems a memorizar, y posteriormente, uno o varios estímulos para que el sujeto juzgue si han estado o no presentes en el conjunto memorizado. Por su parte, los diseños de búsqueda visual se caracterizan porque los elementos que han de buscarse se presentan en primer lugar, y a continuación se expone la matriz de estímulos para que el sujeto reconozca si los ítems buscados forman o no parte de la misma (Townsend y Ashby, 1983).

Las diferencias entre los diseños de búsqueda visual y de búsqueda en memoria, parece que se centran, sobre todo, en la utilización de códigos internos distintos (Townsend y Ashby, 1983). La búsqueda visual, probablemente, implica un proceso de comparación más ligado a los rasgos físicos del estímulo (Sperling, 1960); mientras que la búsqueda

de la memoria está más determinada por códigos de naturaleza más simbólica, lo que puede entenderse desde códigos físicos degradados por la acción del olvido, hasta códigos en formato diferente al físico.

Desde los paradigmas de búsqueda se supone que los cambios sobre la latencia de la respuesta producidos por la manipulación de ciertas variables experimentales permiten obtener información acerca de los procesos cognitivos que intervienen en dicho proceso. De ahí que, algunos de los supuestos defendidos por los modelos metodológicos más influyentes, desarrollados para el análisis del tiempo de reacción y tratados en el capítulo anterior, hayan tenido una repercusión directa en el estudio de las estrategias de búsqueda de información visual y de memoria. Concretamente, ciertas hipótesis del procesamiento en etapas, inferidas a partir de la manipulación de algunos factores experimentales (tal y como se realiza desde el procedimiento de los factores aditivos de Sternberg, 1969a), han sido fundamentales en el análisis de los procesos de búsqueda. Sin embargo, los modelos teóricos de búsqueda no se han limitado a la aplicación de los supuestos defendidos por el método de Sternberg (aunque hay que reconocer que ha sido uno de los más influyentes). La diversidad metodológica expuesta en el capítulo anterior, se ha concretado en la aparición de una serie de alternativas teóricas, con una lógica explicativa propia. Por ello se van a revisar, a continuación, los supuestos de los modelos que mayor impacto han tenido en el estudio de la búsqueda visual y de memoria, a partir de un intento de clasificación previo, que se aplicará en la exposición de los dos apartados posteriores.

## 2.1. Clasificación

Todos los modelos de búsqueda de información podrían clasificarse de acuerdo con el *procedimiento* y *extensión* de la búsqueda que postulan. El *procedimiento de búsqueda* se refiere a las características del acceso (*secuencial-en paralelo*) a los distintos elementos de la secuencia. Y la *extensión de la búsqueda* al punto de finalización del análisis de los items del conjunto. En la Tabla III se presentan algunos de los modelos más representativos clasificados según estos dos criterios.

El primer criterio de clasificación (*procedimiento de búsqueda*), y los modelos que en él se encuadran, cobra sentido cuando se lleva a cabo un análisis de regresión entre el tamaño del conjunto memorizado y el tipo de respuesta (positiva o negativa), en función del tiempo de reacción. A partir de dicho análisis, la pendiente de la línea de regresión se identifica con el tiempo requerido para llevar a cabo cada comparación (p.e. Sternberg, 1966), lo que resulta determinante para tomar una opción en relación con un tipo u otro de modelos.

En función de los resultados obtenidos se han formulado dos opciones: *búsqueda secuencial* (la línea de regresión muestra un aumento constante dependiente del tamaño del conjunto), y *búsqueda en paralelo* (líneas de regresión con pendientes nulas).

Los modelos de *búsqueda secuencial* consideran que el sujeto procesa serial y unidireccionalmente la información, de forma que un ítem que ocupa una posición anterior en la secuencia se procesa antes que uno posterior (lo que puede interpretarse como una limitación clara de la capacidad del sistema de procesamiento para acceder a más de un elemento a la vez) (Townsend y Ashby, 1983). Según este supuesto, el



**TABLA III.- Modelos de búsqueda visual y de memoria**

BUSQUEDA SERIAL

EXHAUSTIVA

DeRosa y Tkacz (1976)  
Gilford y Juola (1976)  
Klatzky y cols. (1971)  
Sternberg (1966)

TERMINADA

Miller y Pachella (1976)  
Murdock (1974)  
Theios (1973)

BUSQUEDA EN PARALELO

EXHAUSTIVA

Atkinson y cols. (1969)  
Taylor (1976)

TERMINADA

Ratcliff (1978)  
Shaw (1978)

ACCESO DIRECTO

Baddeley y Ecob (1973)  
Pike y cols. (1977)

tiempo necesario para emitir una respuesta está determinado por el tamaño de la secuencia memorizada, puesto que cada elemento presente en la memoria añade una comparación necesaria, con lo que el tiempo total se ve aumentado consecuentemente (p.e. Bersted, 1983; Clifton y Birenbaum, 1970; Corballis, 1967; Gaffan, 1977; Gilford y Juola, 1976; Hanley y Scheirer, 1975; Howard, 1976; Kirsner y Craik, 1971; Miller y Pachella, 1976; Mohs et al., 1975; Morin et al., 1967; Sternberg, 1966, 1967c, 1967d; Sternberg y Scarborough, 1969; Theios, 1973; Theios y Walter, 1974; Theios et al., 1973; Townsend y Roos, 1973).

Por su parte, la *búsqueda en paralelo* asume que el acceso a los items del conjunto memorizado/visualizado se produce simultáneamente, lo que conlleva un sistema de capacidad de procesamiento hasta cierto punto ilimitada (p.e. Bjork y Estes, 1971; Briggs y Johnsen, 1972; Duncan, 1980; Egeth et al., 1984; Ericksen y Spencer, 1969; Mason, 1975; Ratcliff, 1978; Shiffrin y Gardner, 1972).

Sin embargo, la diferenciación estricta entre *búsqueda serial* y *en paralelo* no parece una cuestión totalmente resuelta, y puede considerarse actualmente como carente de solución. De hecho, la identificación de un modelo de búsqueda a partir de sus predicciones sobre uno o varios parámetros de la distribución sigue siendo muy controvertida (Townsend, 1971, 1972). Respecto a los modelos que se están analizando aquí, algún autor (p.e. Atkinson et al., 1969; Townsend, 1971, 1972) ha llamado la atención sobre el hecho de que, bajo ciertas condiciones, las predicciones desde los modelos de *búsqueda serial* y *en paralelo* pueden coincidir (p.e. en algún modelo de *búsqueda en paralelo* se supone la dependencia del tiempo de reacción del tamaño de la secuencia, supuesto básico, en principio, de la *búsqueda serial* ). Este es un problema extensible a un gran número de cuestiones relativas a los

procesos cognitivos que intervienen en la transformación del estímulo, sobre todo porque, en ningún caso, dichos procesos pueden observarse directamente (Taylor, 1976a). Un intento de solución pasa por formular pruebas de *identificabilidad* que analizan los distintos parámetros de la distribución. De forma que si dos modelos de *búsqueda serial y en paralelo*, pueden diferenciarse aunque tan sólo sea en un parámetro entonces, al menos teóricamente, ambos modelos pueden distinguirse. Sin embargo, si todas las predicciones son idénticas no existe suficiente justificación teórica para defender un tipo u otro de modelo.

El segundo de los criterios de clasificación utilizado se desprende, directamente, del análisis de las líneas de regresión calculadas entre tamaño y tipo de respuesta, y el tiempo de reacción. A partir de dicho análisis se han formulado dos grupos de modelos, en función del punto en el que se supone finaliza la búsqueda de elementos relevantes: los modelos *exhaustivo y terminado*. En la búsqueda *exhaustiva* se asume que el sujeto realiza siempre el máximo de comparaciones posibles entre los dos conjuntos presentados. De este supuesto general se sigue que el número de comparaciones total será el mismo tanto en aquellas secuencias que contengan algún elemento igual como en las que todos sean diferentes. Lo que ha sido explicitado por algunos autores (p.e. Algarabel, 1985b; Nickerson, 1972; Taylor, 1976a; Theios, 1973) en los siguientes términos:

$$C = S$$

donde, C es igual al número de comparaciones totales; y, S a la amplitud de la secuencia memorizada.

Esta idea parte de ciertos resultados aparecidos en la literatura experimental sobre búsqueda, que obtienen ajustes lineales del tiempo de

reacción promedio en función de la amplitud de la secuencia, con pendientes paralelas en respuestas afirmativas y negativas; lo que en otros términos significa que la latencia de respuesta está determinada por el tamaño del conjunto que ha de buscarse (p.e. Clifton y Birenbaum, 1970; Gaffan, 1977; Gilford y Juola, 1976; Klatzky et al., 1971; Sternberg, 1966, 1967c, 1967d; Swinney y Taylor, 1971; Townsend y Roos, 1973). Esta hipótesis, contraria a la idea más intuitiva de que el sujeto tan sólo realiza las comparaciones necesarias, y finaliza el proceso de búsqueda una vez encontrado el/los elemento/s relevante/s (versión *terminada*), ha sido violada en numerosas ocasiones (p.e. Gaffan, 1977; Hanley y Scheirer, 1975; Howard, 1976; Kirsner y Craik, 1971; Miller y Pachella, 1976; O'Connor y Forster, 1981; Puckett y Kausler, 1984; Sternberg, 1967d; Theios, 1977; Theios y Walter, 1974; Theios et al., 1973). A lo largo de este capítulo se expondrán, con más detalle, las limitaciones que ha mostrado el modelo de *búsqueda exhaustiva*, y que han surgido, sobre todo, al analizar los efectos de la posición serial sobre el tiempo de reacción (p.e. Corballis, 1972), los efectos del intervalo temporal entre el conjunto memorizado y el de prueba (p.e. Clifton y Birenbaum, 1970), y los efectos de la familiaridad de los items (p.e. Atkinson y Juola, 1974), entre otros.

Para interpretar los resultados que contradicen los supuestos de la *búsqueda exhaustiva* se han formulado ciertas versiones de *terminación automática*, que defienden argumentos muy diferentes. La idea central de los modelos de terminación automática es que la respuesta del sujeto se produce al encontrar, en el conjunto memorizado, el elemento de prueba. En función de dicha hipótesis, cabe esperar que el análisis de las pendientes de los ajustes lineales de los tiempos de reacción muestren valores más elevados en las secuencias que no contengan ningún item

idéntico (el sujeto debe hacer todas las comparaciones), que en aquellas otras donde aparezca algún elemento relevante. Sin embargo, hay que aclarar que este supuesto parece cumplirse tan sólo en los paradigmas de búsqueda simple (p.e. Theios, 1973; Theios y Walter, 1984; Theios et al., 1973), donde se busca un único elemento en cada ensayo. Las predicciones del número de comparaciones, bajo estas condiciones, pueden formularse así,

En respuestas afirmativas,

$$C = (S + 1) / 2$$

donde, S es igual al tamaño de la secuencia memorizada.

Y, en respuestas negativas,

$$C = S$$

Por su parte, en los paradigmas de búsqueda múltiple (donde el conjunto de búsqueda puede ser mayor que 1), las predicciones son las siguientes.

Para respuestas afirmativas se supone que el sujeto debe realizar un número de comparaciones igual a,

$$C = I [(S + 1) / 2]$$

donde, S es igual al tamaño de la secuencia memorizada; e, I es el número de elementos de la comparación específica (o el tamaño del conjunto buscado).

Y para respuestas negativas,

$$C = (1/I) \sum_{z=1}^I S + [ ((S + 1) / 2) (z - 1)]$$

donde, z es igual a cada uno de los niveles de comparaciones inferiores a I.

Estas predicciones son útiles a la hora de comparar las pendientes de los tiempos promedios de reacción, para verificar si los datos empíricos se ajustan a los supuestos teóricos defendidos desde cada una de las versiones. Por ello, en la parte experimental de esta tesis volverá a hacerse una referencia explícita a ellas, con el propósito de contrastar los resultados obtenidos en los diseños experimentales aquí presentados, con los esperados desde la búsqueda exhaustiva y la terminada.

La revisión de los modelos de búsqueda que va a realizarse en el presente capítulo se fundamenta, no solo en los supuestos teóricos defendidos por los mismos sino, en el análisis de los resultados empíricos sobre los que se apoyan. Para ello se ha dividido la exposición en tres apartados, siguiendo los criterios de clasificación mencionados anteriormente. En el primero, se presentarán todos los datos referentes a la búsqueda serial; en el segundo a la búsqueda en paralelo; y, por último, se incluirá alguna otra alternativa con supuestos teóricos diferentes.

## 2.2. Búsqueda serial

Los modelos de búsqueda serial asumen que cuando el sujeto busca información, presentada como estímulos externos (búsqueda visual) o

como representaciones internas (búsqueda en memoria), sigue un orden secuencial y unidireccional, por lo que aquellas unidades que ocupen posiciones iniciales en el orden de procesamiento serán examinadas, previamente, a las que aparezcan en posiciones posteriores. Dicho supuesto se desprende de la hipótesis general que considera el sistema cognitivo humano limitado por la cantidad de información que puede manejar simultáneamente, en un momento temporal determinado. En función de ello cabe esperar que el aumento de la cantidad de información que el sujeto debe procesar repercuta en la ejecución de la respuesta (y por lo tanto en la variable dependiente que se utilice para analizar dicha ejecución). Esta idea teórica parece ser fácilmente contrastable a nivel empírico, utilizando la lógica de algunos de los modelos metodológicos de análisis del tiempo de reacción presentados en el Capítulo anterior.

Tal y como se ha mencionado en la introducción que precede a este apartado, la metodología de análisis de etapas (p.e. Sternberg, 1969a), es una de las más influyentes en el estudio de los procesos de búsqueda de información. Desde este modelo se supone que existe una etapa en el procesamiento, directamente comprometida con la comparación de información. Dicha etapa puede aislarse del resto y analizarse mediante el ajuste lineal de los tiempos promedio de reacción, en función de la amplitud de la secuencia presentada, tal y como se ha expuesto anteriormente. A continuación se van a revisar algunos de dichos resultados, junto a los supuestos teóricos que han generado, a partir de la aplicación del criterio que hace referencia al punto de finalización de la búsqueda.

### 2.2.1. *Búsqueda serial exhaustiva*

La idea central que se defiende en los modelos de búsqueda serial exhaustiva es que el sujeto lleva a cabo el proceso de búsqueda de información secuencialmente (item a item), hasta que se han examinado todos los items del conjunto presentado, y se emite la respuesta.

Tradicionalmente, cualquier revisión de la literatura teórica y experimental sobre los procesos de búsqueda serial exhaustiva comienza con la exposición de los trabajos de Sternberg. A Sternberg se debe no sólo la formulación teórica de un modelo de búsqueda, sino la elaboración de ciertos paradigmas experimentales muy simplificados, de amplia difusión posterior. De ahí que esté justificado que se comience esta exposición presentando algunos de sus resultados más importantes.

La obra de Sternberg (1964, 1966, 1967a, 1967b, 1967c; 1969a, 1969b, 1971, 1973, 1974, 1975) supone la evidencia más clara a favor de un modelo de búsqueda serial exhaustiva, utilizando diseños de búsqueda en memoria. En uno de sus primeros experimentos (Sternberg, 1966), utiliza pequeñas series de números como elementos a memorizar, variándolos (diseño de conjunto variado), o manteniéndolos constantes durante una larga serie de ensayos (conjunto fijo). Los resultados indicaban que había una relación lineal entre el tiempo de reacción y el tamaño del conjunto memorizado (Conjunto variado:  $\bar{T} = 397.2 + 37.95$  s; Conjunto fijo:  $\bar{T} = 369.4 + 38.3$  s; donde, s es igual al tamaño de la secuencia memorizada). Este resultado significa que, con cada nuevo elemento añadido al conjunto memorizado aumenta, en una constante, el tiempo necesario para hacer otra comparación. Este tiempo extra por comparación, siguiendo la lógica del modelo de los factores aditivos (Sternberg, 1969a), es de alrededor de 38 milisegundos por cada item de



la secuencia, lo que implica que pueden explorarse, aproximadamente, 30 items por segundo. Los resultados del análisis de las pendientes de las líneas de regresión, obtenidas a partir de los tiempos de reacción promedios, no muestran efectos significativos ni del tipo de paradigma (variado-fijo), ni del tipo de respuesta (positiva-negativa), siendo las líneas, en este último caso, paralelas (Conjunto variado: la diferencia entre las pendientes de ambos tipos de respuesta es igual a  $9.6 \pm 2.3$  milisegundos por símbolo; Conjunto fijo: la diferencia entre las pendientes es igual a  $1.6 \pm 3.0$  milisegundos por símbolo).

Evidentemente, estos resultados sugieren que el sujeto realiza una búsqueda exhaustiva que no finaliza hasta que se han explorado todos los items del conjunto, aún a pesar de haber encontrado previamente, en respuestas positivas, el item test. De otra forma, si el sujeto llevase a cabo una búsqueda parcial (terminada), la pendiente de los ajustes lineales del tiempo de reacción medio sería, aproximadamente, la mitad para las respuestas positivas que para las negativas (predicción que corresponde con un modelo de terminación automática), puesto que (tal y como ya se expuso en la introducción de este capítulo) en el caso de las respuestas negativas el sujeto siempre debe realizar el máximo de comparaciones posibles ( $C=S$ ; donde,  $S$  es el tamaño del conjunto memorizado), mientras que en las positivas el promedio de comparaciones es de la mitad ( $C=(S+1)/2$ ).

Resultados similares a los de Sternberg se han obtenido, posteriormente, por otros autores que utilizan, no solo, búsqueda en memoria sino, asimismo, búsqueda visual. Por ejemplo, Klatzky y colaboradores (1971) presentando letras y dibujos proponen un modelo de búsqueda exhaustiva, en conjuntos que presentan elementos de un único tipo. DeRosa y Tkacz (1976), con diseños de reconocimiento de

secuencias de dibujos que no guardan un orden ascendente, obtienen indicios de búsqueda serial exhaustiva. Asimismo, Larsen y Bundesen (1978) con un paradigma de pares asociados, y Kaplen y colaboradores (1966) con un paradigma de tiempo de reacción disyuntivo, muestran resultados que se ajustan a las predicciones del modelo de búsqueda exhaustiva serial. Con grupos de sujetos de distintas edades (Sternberg, 1975), con muestras de poblaciones no normales (Swinney y Taylor, 1971), o con tareas con un gran número de ensayos (Sternberg, 1975), se han obtenido resultados a favor de la búsqueda serial exhaustiva. En esta misma línea, Gilford y Juola (1976) utilizando paradigmas de búsqueda visual y de memoria, con palabras y conjuntos de letras pronunciables pero sin significado, obtienen que el tiempo de reacción aumenta linealmente con el tamaño del conjunto memorizado o visualizado, tanto en respuestas positivas como negativas. Por su parte, Gaffan (1977) con conjuntos memorizados de palabras (de 1, 2 ó 4 items), obtiene líneas de regresión, en función del tamaño, paralelas para items iguales y diferentes. Más recientemente, Bersted (1983) vuelve a confirmar el efecto del tamaño sobre el tiempo de reacción, utilizando secuencias formadas por palabras e imágenes que describen dichas palabras. Por último, en algún trabajo que investiga las estrategias de búsqueda en diseños de memoria a largo plazo, también se ha obtenido evidencia de que el tiempo de reacción aumenta en función del tamaño de la secuencia (p.e. Mohs et al., 1975).

Sin embargo, a pesar del amplio reconocimiento que tuvo, el modelo exhaustivo serial parece presentar serios problemas, reconocidos por el propio Sternberg (1975). Dichos problemas se refieren, sobre todo, a la posibilidad, empíricamente contrastada, de que a partir de otros modelos, con supuestos teóricos diferentes, se realicen idénticas

predicciones que las formuladas desde la búsqueda serial exhaustiva (relativas a los ajustes lineales y a la existencia de pendientes similares para respuestas positivas y negativas), y a su imposibilidad para explicar los efectos sobre el tiempo de reacción de ciertas variables independientes diferentes del tamaño del conjunto memorizado. A continuación se van a revisar algunos datos empíricos que entran en contradicción con la formulación teórica de Sternberg; mientras que el análisis de la segunda objeción se realizará, fundamentalmente, cuando se presenten los modelos de búsqueda en paralelo, a partir de los cuales se han generado predicciones idénticas a las de la búsqueda serial.

#### *2.2.1.1. Efecto de la posición serial*

Uno de los resultados que contradice, frontalmente, los supuestos de la estrategia de comparación exhaustiva se ha obtenido a partir de experimentos diseñados para analizar el efecto que, sobre el tiempo de reacción, tiene el lugar que el ítem buscado ocupa en el conjunto memorizado. Los cambios en la latencia de respuesta, en función de la posición del ítem test en el conjunto memorizado, pueden interpretarse como indicio de que la decisión de dar una respuesta se realiza después de cada comparación, y que, por lo tanto, la búsqueda es terminada (Clifton y Birenbaum, 1970; Corballis, 1967; Corballis et al., 1971; Howard, 1976; Kirsner y Craik, 1971; Morin et al., 1967; Townsend y Roos, 1973). Evidentemente, tiene sentido analizar las curvas de posición serial cuando el ítem prueba forma parte del conjunto memorizado, en otro caso el proceso de búsqueda deberá ser siempre exhaustivo.

Desde un modelo de búsqueda serial exhaustiva se predicen funciones planas de posición serial, ya que, en ningún caso, cabe esperar que el lugar que ocupa el ítem buscado en la secuencia memorizada determine un tiempo diferencial de búsqueda. Sin embargo, en ocasiones se han encontrado funciones no planas para ajustar los datos empíricos, que incluso parecen más evidentes cuando el intervalo entre conjunto positivo e ítem prueba es corto (Sternberg, 1975), puesto que cuando el intervalo supera los 2 segundos parece que se produce cierto repaso subvocal que interfiere sobre el efecto de la posición serial (Baddeley, 1976). A continuación se van a revisar algunos de estos resultados.

Morin, DeRosa y Stultz (1967) diseñaron un experimento en el que utilizaban secuencias de 4 números en un paradigma de conjunto variado, y en el que se observó un claro efecto de la posición serial. En aquellas secuencias en las que el ítem positivo es el último presentado, se obtienen tiempos de reacción más cortos que en el resto de condiciones. Este resultado indica que la recencia de la información es un factor determinante de la búsqueda. Asimismo, se observan ciertos efectos de primacía, aunque de menor intensidad que los de recencia. Idénticos resultados fueron obtenidos por Corballis (1967), utilizando secuencias de 5 números, seguidas de un ítem de prueba. En el experimento de Corballis se añade otro dato interesante, y es que el intervalo entre la presentación de un ítem del conjunto memorizado y de prueba es una variable con efectos significativos sobre el tiempo de reacción. Tal y como Corballis sugiere, a mayor intervalo entre la aparición de ambos estímulos, el efecto de la posición serial es menor. Este resultado fue puesto a prueba, posteriormente, por Clifton y Birenbaum (1970), en un experimento en el que manipulan el intervalo temporal entre un ítem del conjunto positivo y del de prueba (utilizan tres niveles de este factor: 0.8,

2.8 y 4.8 segundos). Los resultados muestran efectos de recencia, tan solo, cuando se utiliza el intervalo más corto entre estímulos. Este dato sugiere que la facilitación que se produce en el proceso de comparación está determinada por la proximidad temporal entre los items.

Corballis y colaboradores (1971), asimismo, obtienen efectos de posición serial en experimentos diseñados utilizando un paradigma similar al de Sternberg (se presentan secuencias de letras de tamaño variable, seguidas de un item test), detectándose con las secuencias más largas (4 y 6 elementos), efectos de primacía y recencia.

En esta línea, Kirsner y Craik (1971) analizan los efectos de la posición serial en conjuntos de listas de palabras, donde el sujeto debe, bien nombrar la palabra de prueba, o bien reconocer dicha palabra entre las de la secuencia memorizada. En el diseño se introduce como variable adicional el tipo de presentación de los estímulos (visual o acústica). Si el supuesto de Gaffan es correcto no deberían aparecer efectos de posición serial en ninguna condición (ya que se trata de estímulos verbales con niveles de familiaridad elevados). Por el contrario, en las condiciones en las que el sujeto debe nombrar la palabra test que se ha presentado acústicamente, se observa un claro efecto de recencia, que se mantiene en todos los valores corregidos de las latencias promedio de las condiciones de reconocimiento (con presentación visual y acústica). En la única condición en la que solamente se observan efectos leves de recencia, es cuando el sujeto debe nombrar el estímulo de prueba que se ha presentado visualmente.

Asimismo, los efectos de posición serial se han observado presentando estímulos no verbales complejos (p.e. Howard, 1976, los obtiene con formas geométricas como estímulos, al igual que DeRosa y

Tkacz, 1976, con dibujos que no guardan una disposición de orden ascendente obtienen evidencia de búsqueda terminada).

Los resultados expuestos son limitaciones que comprometen seriamente los supuestos de la búsqueda total (exhaustiva), aunque no significan el fracaso global del modelo. Algunos autores (p.e. Nickerson, 1972; Townsend, 1974; Townsend y Ashby, 1983) han considerado que el modelo exhaustivo serial tiene recursos suficientes para asimilar los resultados obtenidos a partir del análisis de las curvas de posición serial. Esto parece posible si se supone que la razón de procesamiento de cada ítem depende de su localización en la serie (Townsend, 1974). Es decir, puede considerarse que la razón de procesamiento está determinada por una huella de memoria diferente asociada con cada ítem, de forma que el tiempo de decisión no estará en función, exclusivamente, del tamaño de la secuencia, sino de otros factores que varían con la posición serial, como puede ser el de la fuerza de la huella (Nickerson, 1972).

#### *2.2.1.2. El efecto de la información relativa a los ítems*

Desde el modelo de búsqueda serial exhaustiva se supone que la tasa de procesamiento de los ítems es siempre la misma, por lo tanto, no parece que haya justificación para que cierta información relativa a los estímulos, influya sobre el tiempo de reacción. Sin embargo, en numerosas ocasiones se han obtenido resultados contrarios a dicha hipótesis (p.e. Baddeley y Ecob, 1973; Bjork y Estes, 1971; LaBerge y Tweedy, 1964; Krueger, 1970; Shiffrin y Schneider, 1974; Theios et al., 1973; Van der Heijden y Menckenberg, 1974), sobre todo manipulando variables como la repetición de los estímulos (el ítem prueba está

contenido más de una vez en la secuencia memorizada), la probabilidad de los items positivos y negativos, o el valor de familiaridad asociado con los estímulos.

LaBerge y Tweedy (1964) diseñaron un experimento en el que se manipuló, experimentalmente, la frecuencia de aparición de un estímulo en función de su pertenencia a una de dos categorías (color), de forma que cuanto mayor era la probabilidad de presentación de un determinado color, menor era el tiempo de reacción. Este mismo resultado se ha obtenido, utilizando números (Krueger, 1970). Krueger (1970) presentó a los sujetos secuencias de cuatro números, de una muestra total de 8, de entre los cuales, 4 siempre aparecían como items positivos y los otros 4 como distractores. En este experimento se manipuló la frecuencia de ocurrencia de un item como positivo o como negativo, obteniendo que la latencia de la respuesta varía en una relación inversa a la probabilidad de ocurrencia de un item, para los dos tipos de elementos (positivos - negativos). Este resultado parece demostrar que no existe una tasa de búsqueda constante para cada item, como defendería un modelo exhaustivo, y que la información relativa a los estímulos puede modificar la razón de búsqueda individual.

Posteriormente, Theios y colaboradores (1973) diseñaron una serie de tareas tipo Sternberg para poner a prueba los efectos de la frecuencia de los items sobre el tiempo de reacción. Estos autores incluyen una modificación en el diseño general, de forma que el tamaño del conjunto memorizado y la probabilidad de ocurrencia del estímulo varíen independientemente, lo que permite analizar los efectos de una y otra por separado. Los datos obtenidos por Theios y colaboradores (1973) muestran que la latencia de respuesta varía en función de la frecuencia de ocurrencia del item, con lo que aquellos elementos que

tengan asociada una probabilidad de aparición alta serán, asimismo, los que produzcan respuestas de latencia menor. Dicho efecto se mantiene constante en todos los tamaños de las secuencias memorizadas, y tanto para estímulos positivos como negativos. Por otra parte, hay que mencionar que en los ensayos donde los elementos cuentan con una frecuencia de ocurrencia elevada, el tamaño de la secuencia buscada no parece ser significativo (con lo que se contradice uno de los supuestos clave en el modelo de búsqueda serial exhaustiva). Estos mismos resultados fueron confirmados, posteriormente, por el propio Theios (Theios y Walter, 1974), en un experimento idéntico al de Sternberg, e interpretados como evidencia de almacenamiento jerárquico de la información en la memoria, a partir de la frecuencia y recencia de la información. Para Theios la evidencia de búsqueda total (exhaustiva) encontrada por Sternberg se debe a que los items, que utiliza este autor (números), cuentan con un valor de familiaridad muy alto, en todos los casos, por lo que se elimina el efecto de la familiaridad, y el sujeto debe desarrollar una búsqueda exhaustiva. Es decir, en los experimentos tipo Sternberg, la posible variación en la tasa de búsqueda individual se ve neutralizada por contar los items con un valor de familiaridad elevado, y por no haber manipulado independientemente el tamaño y la probabilidad de ocurrencia de los items.

Algún otro trabajo posterior (p.e. Miller y Pachella, 1976), ha obtenido resultados similares a los de Theios (Theios, 1973; Theios et al., 1973; Theios y Walter, 1974). Miller y Pachella (1976) diseñaron un experimento en el que utilizan números y formas o dibujos sin sentido como estímulos, y manipulan su probabilidad de ocurrencia. Los resultados obtenidos por estos autores parecen concluir que si se presentan secuencias de números, la probabilidad de ocurrencia de los



items influye sobre el tiempo de reacción, mientras que si los conjuntos son de dibujos, no se observa efecto alguno de la frecuencia. Estos datos podrían interpretarse en el sentido de que en cualquier condición donde se presenten números, incluso en las de probabilidad de ocurrencia baja, el valor de familiaridad asociado es más alto en comparación con el de los dibujos, y por ello se observan siempre tasas de búsqueda menores. Recientemente, Puckett y Kausler (1984) han diseñado un experimento en el que se utilizan tres tipos de material familiar y otros tres de material no familiar. El propósito de Puckett y Kausler (1984) es analizar el efecto de la familiaridad del item sobre la capacidad de la memoria y sobre la razón de búsqueda que se utiliza. Los resultados obtenidos muestran que el valor de familiaridad de un item tiene efectos significativos sobre el tiempo de comparación (pendiente de la línea de regresión), ahora bien, las interceptales de la línea de regresión no se ven afectadas por el distinto grado de familiaridad de los estímulos. Este dato parece indicar que la familiaridad de un item no influye en el tiempo de codificación de los estímulos, sino sobre el de comparación con otro item.

No obstante, los resultados obtenidos manipulando la frecuencia de ocurrencia de los items no han sido siempre claros. Ciertos autores (p.e. Baddeley y Ecob, 1973) han defendido que dichos efectos no parecen responder a la ley del todo o nada, sino, más bien, a relaciones graduales determinadas por otros factores. Baddeley y Ecob (1973) obtienen evidencia de que cuando aumenta el tamaño de la secuencia memorizada los items que forman parte de ella pierden parte de su poder de discriminación (aunque tengan asociado un valor alto de frecuencia de ocurrencia), por lo que, en cualquier caso, se obtendrán ajustes lineales como los más adecuados para explicar los tiempos de reacción promedio.

Se podría concluir, retomando la lógica del modelo de Theios y colaboradores (1973), que el sujeto puede optar por una estrategia de búsqueda mixta en función de las características de la información; terminada cuando las probabilidades de los items varían; y exhaustiva cuando se mantienen constantes. Esta misma idea general ha sido defendida por otros autores (p.e. Atkinson y Juola, 1974), que también defienden una búsqueda mixta.

Por último, hay que considerar que, como algún autor propone (p.e. Townsend y Ashby, 1983), a pesar de que los resultados anteriormente revisados suponen una crítica rigurosa a los argumentos defendidos por el modelo de búsqueda serial exhaustiva, sin embargo éste cuenta con la suficiente flexibilidad para adaptarse a los mismos. En otras palabras, si se supone que los items positivos se procesan más rápidamente que los negativos entonces, al menos parte de las dificultades que planteaba el efecto de la frecuencia de los items se eliminarían.

### *2.2.1.3. Otras variables*

Con frecuencia desde el modelo de búsqueda exhaustiva serial se supone que la variabilidad asociada con las respuestas positivas y negativas es idéntica. En otras palabras, siguiendo la exposición realizada por Nickerson (1972), si se supone que el tiempo para realizar una comparación es una variable aleatoria (con una media,  $\mu$ , y una varianza,  $\sigma^2$ ), y que el proceso de comparación se realiza serial e independientemente, entonces en el caso de un modelo de búsqueda exhaustiva (el número de comparaciones para items positivos y negativos

es igual a  $n$ ; donde  $n$  es el tamaño del conjunto), el tiempo necesario para realizar el total de comparaciones es otra variable aleatoria con una media de  $\mu_n$  y una varianza de  $\sigma_n^2$ . Esto es, desde el modelo de búsqueda exhaustiva se predice que la distribución del tiempo de comparación para items positivos y negativos es idéntica.

Sin embargo, para el caso de la búsqueda terminada, el número promedio de comparaciones, que el sujeto debe realizar antes de emitir su respuesta, varía según se presente un item prueba positivo o negativo. Cuando se muestra como estímulo test un distractor, entonces el número de comparaciones totales es igual al número de items de la secuencia ( $S$ ). Mientras que si el item prueba es positivo, el total de comparaciones es igual a  $(S+1)/2$ . Esto supone que la varianza asociada a los items positivos será mayor que para los negativos, ya que en el primer caso cuenta con dos componentes; uno que está en función del tiempo de procesamiento de cada item simple, y otro determinado por el punto de finalización de la búsqueda.

Ciertos resultados experimentales obtenidos en paradigmas de búsqueda, se ajustan, más bien, a las predicciones realizadas desde el modelo serial terminado. En este sentido, Schneider y Shiffrin (1977a) y Wickens y colaboradores (1981) presentan datos en los que al aumentar el tamaño del conjunto memorizado, la variabilidad asociada con los items positivos es mayor que la de los items negativos.

En segundo lugar, algunos autores (p.e. Townsend y Ashby, 1983) consideran que el tipo de presentación lineal, utilizada con frecuencia en los paradigmas de búsqueda, puede ser una de las variables que determinan el proceso de comparación que el sujeto utiliza. De hecho, al aumentar el número de items que componen la secuencia buscada, con

una disposición lineal, se produce una interferencia lateral mayor entre items adyacentes, así como un aumento en el ángulo visual substendido por el conjunto, lo que supondría cambios en el proceso de codificación que afectarían al tiempo de reacción total, por un lado, forzando al sujeto a realizar una búsqueda serial (el ángulo substendido por la secuencia es excesivo para que pueda percibirse simultáneamente la secuencia); y por otro, obligando a realizar movimientos sacádicos para discriminar el total de estímulos, lo que aumentaría, artificialmente, el tiempo de reacción en ciertos puntos selectivos de la cadena de estímulos. Como puede observarse en algún trabajo que incluye disposiciones de los items del conjunto diferentes de la lineal (p.e. Egeth et al., 1972), el tiempo de reacción no aumenta, como cabría esperar desde un modelo de búsqueda exhaustiva, con el tamaño de la secuencia.

Las conclusiones que pueden extraerse, a partir del análisis realizado, han puesto de relieve las limitaciones que presenta el modelo de búsqueda exhaustiva serial para explicar los efectos de ciertas variables que alteran las dos predicciones básicas del modelo: ajustes lineales en función del tamaño, y líneas paralelas para items positivos y negativos. Evidentemente, para integrar los resultados que contradicen el modelo de Sternberg se han formulado otras alternativas teóricas, que se analizan a continuación.

### *2.2.2. Búsqueda serial terminada*

El supuesto básico que se defiende desde los modelos de búsqueda serial terminada es que cuando el sujeto debe discriminar si un estímulo determinado forma o no parte de otro conjunto de items, el proceso de

búsqueda que se inicia ocurre secuencialmente (item a item), y finaliza en el momento en el que se encuentra el item en la secuencia. Evidentemente, cuando el item de prueba es un elemento distractor la búsqueda debe continuar hasta que se han examinado todos los items del conjunto buscado.

La posibilidad de un proceso de búsqueda terminado parece intuitivamente más probable que la hipótesis de exhaustividad, y se ha visto apoyada desde ciertos resultados experimentales (p.e. Hanley y Scheirer, 1975; Howard, 1976; Kirsner y Craik, 1971; Miller y Pachella, 1976; Murdock, 1972, 1974; Theios, 1973; Theios y Walter, 1974; Theios et al., 1973). Además, desde las predicciones hechas por el modelo de búsqueda terminada se superan las limitaciones que el modelo exhaustivo tenía para explicar, fundamentalmente, los efectos de la posición serial de los items positivos, y de la reducción del tiempo de reacción en función de la repetición de los estímulos; aunque es evidente que bajo ciertas condiciones sigue siendo satisfactorio el modelo exhaustivo.

Indudablemente, el trabajo experimental desarrollado por Theios (Theios, 1973; Theios y Walter, 1974; Theios et al., 1973), fue uno de los primeros que contribuyó a la formulación de un modelo de búsqueda serial terminada, y por ello va a revisarse aquí con cierta extensión, junto con el modelo de Murdock (1972, 1974) que es igualmente representativo de la búsqueda terminada.

En uno de los experimentos diseñados por Theios y colaboradores (1973), se utilizan tareas tipo Sternberg, variando, independientemente, el tamaño de la secuencia y la probabilidad de ocurrencia de los items, de forma que puede analizarse el efecto de ambas variables sin que se produzca interferencia. Las secuencias memorizadas fueron conjuntos de

números (del 0 al 9), de tamaño variable entre 1 y 5 elementos. Las probabilidades de ensayos en los que se presentaba un conjunto positivo y uno negativo estaban equilibradas, con lo que a todo estímulo positivo correspondía uno negativo que contaba con la misma probabilidad de aparición. Los resultados obtenidos muestran efectos de la frecuencia de ocurrencia de los estímulos sobre el tiempo de reacción, con lo que a mayor probabilidad la latencia de respuesta era menor. Dicho efecto se mantiene constante en todos los tamaños, y tanto para estímulos positivos como negativos. Recuérdese que los efectos de la frecuencia de los items sobre el tiempo de reacción se consideraban como uno de los resultados en contra de las predicciones propias de un modelo de búsqueda exhaustiva. Asimismo, Theios y Walter (1974), utilizando un diseño similar al de Theios y colaboradores (1973), obtienen, de nuevo, idénticos resultados, confirmando que la frecuencia del estímulo es una variable decisiva en el proceso de búsqueda de información en la memoria. En la misma línea, Miller y Pachella (1976) encuentran evidencia experimental a favor de que la probabilidad de ocurrencia de un ítem es la única variable que incide sobre el proceso de comparación.

Por su parte, Theios y colaboradores interpretan estos resultados empíricos como un indicio de búsqueda de información serial terminada, en un sistema de memoria donde las representaciones de los estímulos, asociadas a sus correspondientes respuestas están, estocásticamente, ordenadas (también en Hawkins y Hosking, 1969; Landauer y Didner, manuscrito; Marcel, 1970). Dicha ordenación jerárquica depende de la recencia de la información, de su frecuencia o probabilidad de ocurrencia, así como del tipo de respuesta. En otras palabras, aquellos elementos que hayan sido presentados en último lugar, con mayor frecuencia, o que sean elementos contenidos en ambas secuencias

(también en Corballis et al., 1972), ocuparán posiciones primeras en el sistema de memoria, y por lo tanto serán más fácilmente accesibles a la recuperación. En este modelo se supone que lo que el sujeto almacena son pares asociados de estímulo-respuesta, en ciertas posiciones jerárquicas, que están, continuamente, variando a lo largo de la sesión experimental, en función de los cambios en la probabilidad de ocurrencia asociada a cada uno. De lo que se deriva que el proceso de búsqueda y recuperación de información en el sistema difiera en cada ensayo, cuando la frecuencia de los items no es constante.

Sin embargo, ciertos resultados obtenidos por Theios y colaboradores (1973), en ensayos donde no varía la probabilidad de ocurrencia de los items (se neutraliza el posible efecto de esta variable), muestran efectos del tamaño del conjunto memorizado sobre la latencia de la respuesta (en estas condiciones el tiempo de reacción aumenta en función del número de elementos de la secuencia memorizada). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Sternberg (1966) y que apoyaban un proceso de búsqueda exhaustiva. En sus diseños (Sternberg, 1966), tal como se indicó anteriormente, la probabilidad de ocurrencia de los items que componen la muestra (números del 0 al 9) es muy alta, e idéntica en cualquiera de las condiciones experimentales. Esta característica del diseño elimina los efectos derivados de la frecuencia de ocurrencia de los estímulos, con lo que el tamaño pasa a ser la única variable relevante de la búsqueda. Por otra parte, parece que algún trabajo experimental (p.e. Theios y Walter, 1974) ha demostrado que se produce un efecto de interacción evidente entre el tamaño de la secuencia y la frecuencia del estímulo, de lo que puede concluirse que ambos factores actúan sobre una misma etapa en la búsqueda.

En algún trabajo experimental que presenta secuencias largas de

items (p.e. Murdock, 1972, 1974; Ratcliff y Murdock, 1976) se ha encontrado evidencia de búsqueda serial terminada. Los experimentos de Murdock (1976) utilizan diseños de juicios de confianza con alternativa múltiple de respuesta. A partir de los resultados obtenidos, Murdock formula un modelo general de memoria, en el que la información parece que se codifica y se almacena serialmente, respetando su orden de recencia, y utilizando algún tipo de código temporal similar al de la memoria episódica. Según este modelo el sujeto desarrolla un proceso de búsqueda serial terminada en las respuestas positivas, y exhaustiva en las negativas; de forma que, el proceso de recuperación de información contenida en la memoria consiste en un análisis serial rápido de los items memorizados, comparándolos con el item de prueba. Este proceso de comparación comienza por el item más reciente, de ahí que se observe un efecto de recencia en muchos experimentos (p.e. Clifton y Birenbaum, 1970; Corballis, 1967; Corballis et al., 1971; Kirsner y Craik, 1971; Morin et al., 1967), y continúa hasta encontrar el elemento test en el conjunto memorizado.

El modelo formulado por Murdock considera que en el proceso de búsqueda, el resultado de cada comparación se almacena en un registro, al que el sujeto accede antes de emitir la respuesta. Entre la etapa de comparación en la memoria y la de decisión de respuesta se inicia un bucle en el que se examina el contenido del registro y se elige entre una alternativa binaria de dar o no la respuesta, determinando la latencia de la respuesta. Por otra parte, cualquier representación interna de los items presentados se compara, antes de decidir la respuesta, con un criterio de respuesta; dicho criterio puede ser positivo (si se sobrepasa produce una respuesta positiva de alta confianza) y negativo (por debajo del cual los juicios son negativos y, asimismo, de alta confianza). En el



caso de juicios intermedios (situados entre ambos criterios), el sujeto deberá realizar una segunda búsqueda, con el consiguiente enlentecimiento de la respuesta.

Sin embargo, y a pesar de que los modelos de búsqueda serial terminada parecen contar con una base empírica bastante sólida, se han formulado algunas objeciones que hay que mencionar. En el apartado siguiente van a exponerse dichas limitaciones.

### *2.2.2.1. Limitaciones*

En primer lugar, el modelo de búsqueda serial terminada menos desarrollado cuenta con serias dificultades a la hora de explicar la aparición de pendientes iguales para items positivos y negativos (Townsend y Ashby, 1983). Este es un resultado obtenido, con mucha frecuencia, y que apoya un tipo de estrategia exhaustiva en la búsqueda (p.e. DeRosa y Tkacz, 1976; Gaffan, 1977; Gilford y Juola, 1976; Klatzky et al., 1971; Larsen y Bundesen, 1978; Sternberg, 1966). Evidentemente, desde la búsqueda terminada se supone que el sujeto realiza, en promedio, un menor número de comparaciones cuando el item prueba es un estímulo positivo, que cuando es un distractor; de hecho, parece claro que el total de comparaciones es la mitad en el primer caso que en el segundo. No obstante, los supuestos del modelo terminado parece que pueden asumir y resolver esta cuestión, aunque su resolución tan solo puede hacerse suponiendo una búsqueda en paralelo (Townsend y Ashby, 1983). Townsend y Ashby (1983) consideran que es posible defender un modelo paralelo con terminación automática, que suponga, en primer lugar, que el tiempo de procesamiento de items

positivos es independiente del de los negativos; y en segundo lugar, que las probabilidades de ocurrencia de un ítem positivo en cada una de las posiciones del conjunto estén equilibradas. Bajo estos dos supuestos, el tiempo de reacción para una respuesta positiva dependerá del promedio de los tiempos de procesamiento de cada una de las posiciones posibles del conjunto más un tiempo base. De esta forma pueden esperarse funciones lineales definidas por el tamaño del conjunto, a las que se ajuste tanto el tiempo de búsqueda de un ítem positivo como negativo, y que cuenten con pendientes idénticas.

Otro de los problemas con los que cuentan los modelos de búsqueda serial terminada es que no pueden predecir el aumento en los tiempos de reacción mínimos (los que se producen cuando el ítem de prueba ocupa la primera posición en la secuencia), en función del tamaño del conjunto memorizado, que se observa en algún experimento de búsqueda (Sternberg, 1975). Esta objeción cuenta con una doble dimensión (Townsend y Ashby, 1983). En primer lugar, desde un modelo de búsqueda terminada se supone que en aquellas condiciones de respuesta en las que el ítem prueba ocupe la primera posición en el conjunto memorizado, el tiempo de reacción siempre será el mismo, sin que el tamaño de la secuencia produzca ninguna variación. Este argumento que, por otra parte, parece bastante lógico, corresponde según Townsend y Ashby (1983), únicamente, con los supuestos del modelo de búsqueda terminada que implica una capacidad ilimitada de procesamiento (el número de ítems no influye sobre la eficiencia de la ejecución); sin embargo, no puede mantenerse en aquellos otros modelos terminados de capacidad limitada (en los que parece defenderse un aumento del tiempo de reacción mínimo en función del tamaño del conjunto). Ahora bien, según Townsend y Ashby (1983) esta objeción tiene una segunda

dimensión estadística, que se concreta en los siguientes términos. Cuando al sujeto se le presentan secuencias en las que el número de items es elevado, el total de ensayos en los que finaliza la búsqueda tras el procesamiento del primer estímulo, evidentemente, disminuye (puesto que se equilibra la proporción de ensayos en los que el item prueba aparece en las distintas posiciones del conjunto memorizado). Esto significa que cuanto mayor es la secuencia a memorizar, el número de ensayos a partir de los cuales se extrae el valor del tiempo de reacción mínimo disminuye. De forma que si se comparan los tiempos de reacción mínimos, observados en secuencias de diferente amplitud, no siempre coincidirán los resultados (sin que ello invalide completamente al modelo terminado).

Por último, los modelos de búsqueda serial terminada parecen tener serias dificultades para replicar los resultados obtenidos con diseños de conjunto fijo, a experimentos en los que se utiliza un paradigma de conjunto variado (Baddeley, 1976). Aunque para Theios y colaboradores (1973), esta última objeción no presenta excesivos problemas a nivel teórico, puesto que el modelo defendido supone que el almacén de la memoria se reorganiza con cada nuevo conjunto de estímulos a memorizar, variando el orden que guardan los diferentes pares de asociaciones E-R en la estructura jerárquica, y puede de esta manera explicar los datos.

Aún a pesar de las limitaciones que se han ido exponiendo, anteriormente, en ningún caso, como ya se indicó al presentar el modelo exhaustivo, es posible rechazar o aceptar sin limitaciones la lógica de ambos modelos. Lo que parece más evidente es que son las propias características del diseño experimental las que hacen más adecuada la utilización de un tipo u otro de estrategia, al menos en la lógica expuesta.

### 2.3. Búsqueda en paralelo

En la búsqueda en paralelo se supone que el proceso de comparación de los elementos que componen el conjunto memorizado/visualizado y el de prueba se realiza simultáneamente. Esta idea parece corresponder con alguno de los supuestos propuestos desde los modelos generales de procesamiento de la información en paralelo (Véase Capítulo 1), y en particular con la evidencia empírica que se ha obtenido analizando algunas de las variables más relevantes en los paradigmas de búsqueda.

Concretamente, ciertos resultados a partir de paradigmas de búsqueda visual y de memoria, manipulando el tamaño de la secuencia presentada, sugieren que el sujeto no lleva a cabo un proceso de comparaciones dependiente del número de items a procesar (Bjork y Estes, 1971; Briggs y Johnsen, 1972; Duncan, 1980; Ericksen y Spencer, 1969; Neisser, 1967; Pollack, 1963; Rabbitt, 1959; Ratcliff, 1978; Shiffrin y Gardner, 1972), tal y como cabría suponer desde un modelo de búsqueda serial. De hecho, el ajuste del tiempo de reacción promedio, a funciones planas (no influenciadas por el tamaño del conjunto) hace pensar que la búsqueda supera, en cierto sentido, los límites que impondría un sistema de procesamiento serial. Asimismo, este resultado se completa con otro, en cierta medida sorprendente, desde la lógica de la búsqueda secuencial, y que hace sospechar un proceso de comparación simultánea de los elementos presentados. Este dato es la ausencia, empíricamente contrastada (Neisser, 1963), de diferencias significativas en la latencia de respuesta en tareas de búsqueda múltiple (donde los elementos de búsqueda que el sujeto debe reconocer son más de 1), en comparación con la búsqueda simple (tan sólo hay que buscar un elemento). En otras



palabras, si el sujeto es capaz de explorar secuencias de items con objetivos múltiples, tan rápidamente, como lo hace cuando únicamente busca un elemento, entonces las estrategias utilizadas en la búsqueda de información no parecen ser secuenciales, sino en paralelo. La cuestión central es de qué forma se lleva a cabo el proceso de búsqueda, y si desde los modelos en paralelo es posible realizar predicciones que se ajusten a los datos.

Antes de pasar a describir con detalle algunas de las aportaciones más relevantes en la búsqueda en paralelo se ha de hacer una apreciación general. En este apartado interesa revisar tanto los datos empíricos, como sus fundamentos teóricos, desde la perspectiva, sobre todo, de la búsqueda de memoria (aunque se incluya algún aspecto relativo a búsqueda visual), puesto que la cuestión del paralelismo en la búsqueda visual se tratará, centralmente, en otra parte de esta tesis (Véase Capítulo 3).

En general, los modelos más simples de búsqueda en paralelo sugieren que el sujeto accede simultáneamente a todos los items que forman el conjunto presentado, con lo que la capacidad atencional está igualmente distribuída entre cada uno de los elementos integrantes (p.e. Atkinson et al., 1969; Shaw, 1978), haciendo posible que el proceso de comparación ocurra al mismo tiempo. Por lo tanto, el tiempo de reacción dependerá, únicamente, de si la decisión de dar la respuesta se produce una vez que se ha encontrado el item buscado (versión terminada), o tras el procesamiento de todos los items (versión exhaustiva) (McNicol y Stewart, 1980); no obstante, existen algunas versiones mixtas que incluyen ambas posibilidades (p.e. Ratcliff, 1978). Siguiendo con la idea general defendida por los primeros modelos formulados de búsqueda en paralelo, se supone que el sistema cuenta con

una capacidad limitada de procesamiento, de forma que la latencia de respuesta estará influenciada por el número de items que contenga el conjunto. Esto implica, directamente, que parece lícito esperar funciones lineales de los tiempos de reacción en virtud del tamaño de la secuencia (predicción que, por otro lado, es idéntica a la realizada desde los modelos seriales).

Durante mucho tiempo se consideró que los resultados a favor de una búsqueda en paralelo perdían toda su validez, si los datos obtenidos a partir de los tiempos de reacción promedio se ajustaban a funciones con un crecimiento lineal, determinado por el tamaño de la secuencia (Townsend y Ashby, 1983). Es decir, se suponía que todos los modelos de búsqueda en paralelo debían mantener la hipótesis de un sistema global de procesamiento con recursos de capacidad ilimitada, de forma que la sobrecarga del mismo no tendría por qué repercutir en la eficiencia de la ejecución del sujeto. Sin embargo, este tipo de argumentos no han sido defendidos por todos los modelos de búsqueda en paralelo (p.e. Atkinson et al., 1969; Estes y Taylor, 1964, 1966; Estes y Wessell, 1966; Hoffman, 1978, 1979; Nickerson, 1966; Snodgrass y Townsend, 1980; Townsend, 1969, 1974). A continuación se van a revisar algunas de las versiones menos extremas que suponen una dependencia lineal del tiempo de reacción en función del número de items con los que cuenta la secuencia.

Atkinson y colaboradores (1969) obtienen algunos resultados que hacen difícil diferenciar entre las predicciones propias de un modelo serial y uno en paralelo. Estos autores utilizan un diseño de búsqueda visual con letras (presentando secuencias de tamaño 1, 2, 3 y 4). Los datos obtenidos muestran un aumento lineal del tiempo de reacción en función del tamaño de la secuencia, con pendientes iguales para

respuestas positivas y negativas (idénticos a los que presenta p.e. Sternberg, 1966). Para interpretar estos resultados, equivalentes a los predichos desde un modelo de búsqueda serial exhaustivo, Atkinson y colaboradores (1969) proponen un modelo de búsqueda en paralelo exhaustiva, en la que el proceso de comparación se inicia en un punto aleatorio del conjunto, y termina, tan sólo, después de haber realizado el total de comparaciones posibles (la decisión de respuesta se toma al finalizar la última comparación). Los ajustes lineales de los tiempos de reacción se interpretan suponiendo que el sujeto distribuye sus recursos atencionales, que son limitados, entre aquellos items que no han sido todavía procesados, de forma que cuando aumenta el número de elementos a comparar, el total de capacidad de atención destinada a cada uno de ellos disminuye. En este proceso se produce una modificación y adaptación continua de los valores de capacidad, tras cada comparación simple, puesto que la cantidad de recursos de atención invertidos en la misma se distribuye entre el resto. Esta idea corresponde con el supuesto de que cualquier item tiene asociada una probabilidad de completar el procesamiento en cualquier intervalo temporal ( $h$ ), de forma que dicha probabilidad será igual a,

$$\lambda h / (d - i)$$

donde,  $d$  es igual al número de items del conjunto;  $i$ , es el total de elementos que ya han sido procesados; y,  $\lambda$  es una constante de *energía de procesamiento* distribuída entre los elementos que no han sido todavía procesados. Por lo que  $d/\lambda$  es el tiempo medio para procesar todos los

items. Esta formulación explica, por otra parte, el efecto que el número de items buscados tiene sobre el tiempo de reacción.

Un modelo que recoge estos mismos postulados fue formulado, posteriormente, por Taylor (1976a). Taylor considera que los límites de la capacidad de procesamiento del sistema ( $\tau$ ) pueden expresarse en los siguientes términos,

$$\tau = P/n$$

donde, P es igual al total de capacidad disponible; y, n al número de items que se presentan. Esta expresión explicita, claramente, de qué forma la ejecución global del sujeto va a estar determinada por la distribución de los recursos que se utilizan para procesar cada uno de los items de la secuencia. Si se adopta dicha expresión, lógicamente, los efectos del tamaño serán muy marcados, puesto que la distribución del tiempo de procesamiento entre los distintos elementos que componen el conjunto substraen una parte de la cuantía total de capacidad dedicada a cada uno de ellos. De ahí que sea lógico esperar ajustes lineales en los tiempos de reacción, en función del tamaño.

Evidentemente, los modelos de búsqueda exhaustiva en paralelo, presentan los mismos problemas que los exhaustivos seriales, sobre todo respecto a la imposibilidad de predecir efectos de la posición serial del item positivo, en el conjunto buscado, sobre el tiempo de reacción. Dichos efectos que se han observado con frecuencia (p.e. Clifton y Birenbaum, 1970; Corballis, 1967; Corballis et al., 1971; Kirsner y Craik, 1971; Morin et al., 1967), parecen apoyar un modelo de búsqueda terminada.



Asimismo, desde la versión de búsqueda exhaustiva en paralelo, propuesta por Atkinson y colaboradores (1969), no pueden explicarse ciertos resultados obtenidos que muestran diferencias en las pendientes en función de que la respuesta sea positiva o negativa (recuérdese que las predicciones se referían a líneas paralelas). En este caso, cabría esperar (como ocurre en la búsqueda serial terminada) que las pendientes de las respuestas positivas sean, aproximadamente, la mitad que en las negativas (ya que en éstas últimas el proceso de comparaciones no finaliza hasta que se han examinado todos los items), y por lo tanto que la búsqueda fuese terminada. No obstante, estas propuestas apenas si han prosperado como modelos unitarios, sobre todo porque en ningún caso integran datos acerca de los porcentajes de error o de las distribuciones de los tiempos de reacción (McNicol y Stewart, 1980); aunque sí han formado parte de algunas alternativas (p.e. Ratcliff, 1978; Shaw, 1978) que se van a revisar a continuación.

El modelo de capacidad distribuída (limitada) de Shaw (1978) supone que la probabilidad de una respuesta correcta está en función de la capacidad de procesamiento disponible y de su distribución entre los distintos focos del campo visual. Se supone que esa distribución de la capacidad puede ocurrir en paralelo con la de otros puntos; de forma que el total de capacidad acumulada en un instante temporal (t) dado es igual a,

$$f(t) = vt$$

donde, v es una constante que define la razón en que la capacidad está disponible para el procesamiento. Dicha razón no varía con el tiempo, y se distribuye entre los distintos puntos del campo visual, aunque no tiene por qué hacerlo de forma constante. De ahí que la

capacidad disponible será igual a,

$$f(t) = \sum_{j=1}^n f(j,t)$$

donde,  $f(j,t)$  es igual al total de capacidad distribuída en el punto  $j$ , en el instante temporal  $t$ .

Desde este modelo, se predice que el proceso de comparación entre los items puede iniciarse en un punto aleatorio del encuadre, cuando la probabilidad asociada a la exposición de un item en cualquier posición del conjunto es idéntica, o bien iniciarse en un punto determinado en función de la información de que dispone el sujeto acerca de la probabilidad de la posición de los estímulos. Una vez decidido el punto de inicio de la búsqueda, la capacidad es distribuída entre los distintos puntos del encuadre, procesándose cada estímulo de forma terminada, y redistribuyéndose la capacidad entre los restantes items cuando el procesado se identifica como un distractor. Algunos de estos argumentos aparecen, también, en otro modelo contemporáneo al de Shaw, y que fue elaborado por Ratcliff (1978) para explicar el proceso de búsqueda, sobre todo, de memoria (el de Shaw se ajustaría más bien a la búsqueda visual).

Ratcliff propone el modelo de *difusión* en el que el sujeto realiza un proceso de búsqueda aleatoria que consiste en la acumulación de evidencia sobre los items presentados (información relativa a la similitud entre la prueba y los elementos memorizados). Ese proceso se produce de forma continua, y no en estadios discretos como se proponía desde algún modelo del muestreo aleatorio formulado con anterioridad (p.e. Pike, 1973; Stone, 1960); lo que supone una de las características fundamentales del proceso de *difusión* de Ratcliff.

En el proceso del muestreo aleatorio el sujeto establece, previamente, dos criterios de respuesta (uno superior y otro inferior) con los que compara la evidencia o información relativa al estímulo. De forma que, en los ensayos en los que se presenta al sujeto un ítem positivo, el proceso finaliza al superar la evidencia encontrada el límite, o criterio, superior, del sistema de decisión (búsqueda terminada). Por su parte, en los ensayos con ítems negativos la respuesta se produce al rebasar la evidencia detectada en el estímulo los límites del criterio inferior, lo que sucede tras no haber encontrado suficiente información en todos los ítems como para juzgar que alguno de ellos es idéntico al de prueba (búsqueda exhaustiva). En cualquier caso, este proceso produce respuestas rápidas y con un alto grado de eficiencia.

Precisamente, una de las características del modelo del muestreo aleatorio, a diferencia de lo que se propone desde otros modelos de reconocimiento, es que en el proceso de búsqueda el sujeto no se limita a recuperar, tan sólo, los ítems que forman parte del conjunto presentado. Los resultados obtenidos por Ratcliff (1978) parecen sugerir que el sujeto busca entre todos aquellos elementos de la muestra global que tienen alguna probabilidad de formar parte de la secuencia memorizada. Esto significa que tras la presentación de un ítem prueba el sujeto evoca, en primer lugar, lo que Ratcliff define como *conjunto buscado* (que incluye tanto los ítems presentes en el conjunto memorizado como los que podrían haber formado parte de él). A continuación, se evoca, únicamente, la secuencia formada por los ítems asociados con la prueba, y comienza el proceso de comparaciones, que ya ha sido definido anteriormente.

No obstante, aunque el modelo de Ratcliff parece la alternativa más consistente entre los modelos de búsqueda en paralelo, en general este

tipo de perspectivas se han consolidado, en la literatura teórica y experimental sobre procesos de recuperación de información de la memoria, mucho menos que los modelos seriales (McNicol y Stewart, 1980). Este hecho tal vez se deba a que, con demasiada frecuencia, se han aplicado únicamente a los paradigmas elaborados por Sternberg y no han sido puestos a prueba en otro tipo de tareas de búsqueda (Baddeley, 1976), en las que por ejemplo el número de distractores utilizados sea mayor que seis (Fisher, 1982), lo que permitiría contrastar si existe realmente un número limitado de canales que pueden activarse simultáneamente. Esta última observación resulta de indudable interés, ya que parece una simplificación excesiva limitar el problema a dos posturas teóricas extremas: por un lado, los modelos que defienden un canal de capacidad limitada y único, y por lo tanto un procesamiento serial; y, por otro, aquéllos que suponen la inexistencia de límites en el número de canales de procesamiento, y por lo tanto un procesamiento en paralelo. Para Fisher (1982), no tiene sentido reducir la complejidad de la cuestión del procesamiento simultáneo a estas dos alternativas únicas, ni considerar la ausencia de algún límite de tipo serial en la búsqueda en paralelo (cuando existe consistencia entre estímulo y respuesta). A partir de esta formulación general, Fisher (1982) propone dos tipos de modelos que explicarían los resultados obtenidos con búsqueda visual.

El modelo de *dependencia temporal y canal limitado* (que interpreta los datos ofrecidos en los diseños de encuadre único; p.e. Egeth et al., 1972; Gleitman y Jonides, 1976, 1978; Schneider y Shiffrin, 1977a), supone la existencia de límites en el número de comparaciones que pueden ocurrir a la vez (lo que no significa que se defienda un canal único). Esa limitación requiere que el sistema contenga una especie de registro en el que residan algunos de los items hasta que alguno de los

canales de comparación quede libre, para no perderse. El envío de la información desde el registro de espera a los canales de comparación, se realiza mediante un mecanismo de análisis que actúa serialmente, por lo que tan solo puede mandar un ítem en cada momento temporal. Este tipo de modelos asume que el número de estímulos en el registro de espera y en los canales de comparación varían en función del tiempo que el sistema haya estado operando.

Por su parte, en los modelos de *etapa continua y canal limitado* (formulados para explicar los resultados obtenidos con paradigmas de encuadre múltiple en los que los estímulos se exponen rápidamente, y los ítems de un encuadre posterior sustituyen los del anterior; p.e. Estes, 1972; Estes y Taylor, 1966; Estes y Wessel, 1966; Sperling et al., 1971), se supone que no existe una dependencia temporal del número de estímulos en los canales de comparación, y que la información que en un momento dado no puede procesarse, por sobrecarga del sistema (o ausencia de un canal de comparación dispuesto), se pierde ya que no hay un registro de espera. Esta pérdida de información depende de la razón con que el estímulo llega a un canal; de la razón con que los canales individuales comparan los estímulos del encuadre con los del conjunto buscado; y del número de canales que operan en paralelo.

La sistematización de los modelos de búsqueda, que realiza el trabajo de Fisher (1982), sugiere que no es incompatible defender un procesamiento en paralelo que implique ciertos límites en la capacidad del sistema (límites que en algún caso, incluso, implican suponer mecanismos que actúan serialmente). Aunque, evidentemente, esta perspectiva hace más compleja la definición de la búsqueda en paralelo, y su distinción de la serial. No obstante, sobre este aspecto volverá a hacerse hincapié en el Capítulo 3 de esta tesis.

## 2.4. Búsqueda mixta (serial-paralela)

Aunque con fines expositivos sea correcto presentar, de forma independiente, los argumentos y la base empírica que apoyan un proceso de búsqueda serial, por una parte, y de búsqueda en paralelo, por otra, sin embargo, hay que destacar que se han obtenido ciertos resultados que sugieren la coexistencia de ambos procesos (p.e. Corballis, 1979; Egeth et al., 1984), de los que se va a presentar alguna conclusión.

En esta línea, Corballis (1979) propone la integración en un modelo unitario, concretamente, de los modelos teóricos de difusión de Ratcliff (1978) y de búsqueda serial exhaustiva de Sternberg (1966, 1969a, 1975). Para Corballis esta unificación es posible porque las contradicciones entre ambas perspectivas se deben más bien al análisis de los datos, desde supuestos diferentes, que a diferencias de base a nivel teórico.

El planteamiento de Sternberg, según Corballis, parece que pasa por analizar los tiempos promedios de reacción, las pendientes de los ajustes lineales, y los factores con efectos aditivos sobre la latencia de la respuesta. Sin embargo, el propósito de Ratcliff es encontrar las relaciones entre precisión de la respuesta y tiempo de reacción, así como efectuar un análisis de las distribuciones de las latencias medias que se ajusten a los datos empíricos.

La propuesta de Corballis, para conciliar ambos planteamientos, supone defender la existencia de una etapa de búsqueda, como en el modelo de Sternberg, sin que ésta implique un proceso de comparaciones. Dicha etapa de búsqueda se caracteriza porque en ella se produce un proceso serial exhaustivo de decodificación de la secuencia a memorizar y del ítem prueba (también en Chekosky, 1971; Corballis y

Miller, 1973; Newell, 1973). La finalidad de esta etapa es aumentar el valor de fuerza de la huella de memoria asociada con cada uno de los items, para, más adelante, realizar las comparaciones. En algunos trabajos anteriores se probó la posibilidad de que el sujeto realizase un proceso de búsqueda serial sin comparaciones, a partir de la propia metodología de los factores aditivos de Sternberg (1969a). Ciertos resultados experimentales (p.e. Chekosky, 1971) encontraron factores sin efectos significativos sobre las pendientes de los ajustes lineales, pero con efectos sobre el tiempo de comparación, por lo que cabe pensar en la existencia de un proceso diferente en esta etapa. Asimismo, en alguna ocasión se ha encontrado que la familiaridad de los items afecta la pendiente de la línea de regresión (p.e. Miller y Pachella, 1976; Theios et al., 1973), lo que apoyaría la hipótesis general del modelo.

En el proceso de búsqueda, según Corballis, la decodificación no se inicia hasta que se ha presentado al sujeto el item prueba, porque resulta innecesario decodificar, previamente, el conjunto memorizado cuando los items de las secuencias cuentan con un valor de familiaridad alto. De ahí, que en algunos diseños, con conjunto fijo y sesiones de práctica, se produce una disminución significativa de los tiempos de reacción medios; lo que no ocurre, por otra parte, utilizando diseños de conjunto variado (p.e. Schneider y Shiffrin, 1977a).

Esta alternativa propuesta por Corballis (1979) parece corresponder con los supuestos defendidos por ciertos modelos generales de procesamiento de la información, formulados con anterioridad (p.e. Christie y Luce, 1956; Townsend, 1974), y que asumen la existencia de procesos mixtos (en paralelo y seriales) para explicar algunos datos empíricos obtenidos en la literatura. Por otro lado, parece que esta perspectiva cuenta con muchas posibilidades para resolver algunas de las

cuestiones centrales del proceso de búsqueda y recuperación de información de la memoria que, evidentemente, todavía están oscuras.

En esta misma línea, y recientemente, Egeth y colaboradores (1984) han vuelto a encontrar evidencia experimental que apoya la coexistencia de procesos de búsqueda serial y en paralelo. Estos autores diseñaron un experimento en el que el color de los items positivos era una variable relevante que determinaba la búsqueda. Los resultados obtenidos parecen demostrar que el sujeto tan solo busca aquellos estímulos que tienen el mismo color. Es decir, se desarrolla a través de las instrucciones proporcionadas a los sujetos, una búsqueda selectiva que no implica en todos los casos el análisis del conjunto de items presentados. La búsqueda selectiva parece contar con un doble proceso: en primer lugar, se rechaza, en paralelo (simultáneamente), aquellos items que no cuentan con el rasgo característico del estímulo (los que son de color diferente); y en segundo lugar, se buscan serialmente los elementos que tienen en común el rasgo relevante con el item positivo. Estos resultados parecen mostrar que es más eficiente, para la respuesta, utilizar ambos tipos de búsqueda, aunque esta posibilidad puede depender de las propias características de la tarea presentada.

Aunque estas propuestas intermedias suponen un intento integrador de las limitaciones encontradas por los modelos seriales y en paralelo, parece evidente, tras esta revisión, que hace falta todavía mucha mayor investigación empírica y teórica para llegar a formular modelos realmente coherentes con todos los datos empíricos, y que predigan unívocamente las condiciones en las que se pone en juego una u otra clase de estrategia de búsqueda.



## 2.5. Modelos de acceso directo

La lógica de los modelos de acceso directo se basa en el supuesto de que en el proceso de recuperación de información de la memoria, el sujeto, en determinadas condiciones, no lleva a cabo un proceso de búsqueda (ni serial, ni en paralelo), puesto que puede acceder directamente a las representaciones internas de los items presentados, de forma que se producen respuestas muy rápidas. Con frecuencia, los resultados experimentales obtenidos manipulando el grado de familiaridad de los items, y analizando los efectos de primacía-recencia, se han interpretado como evidencia a favor de estos planteamientos (p.e. Baddeley y Ecobs, 1973; Briggs et al., 1978; Corballis et al., 1971; Pike et al., 1977). Antes de pasar a describir con más detalle algunas de las elaboraciones teóricas que se han realizado desde estos modelos hay que hacer alguna consideración general.

Los modelos de acceso directo en la recuperación de información, podrían considerarse como integrantes de las teorías generales de memoria basadas en la fuerza de la huella (McNicol y Stewart, 1980). A partir de dichas teorías se recoge algún supuesto fundamental que, posteriormente, se aplica al proceso de recuperación de información almacenada. Uno de tales supuestos consiste en admitir que cualquier estímulo que se integra en el sistema de memoria, como representación interna, se asocia con un determinado valor de fuerza de la huella, que será un elemento decisivo en la posterior recuperación del mismo. A partir de esta idea básica puede generarse un esquema de recuperación.

El proceso de recuperación quedaría de la siguiente forma. Cuando se presenta una secuencia de items para memorizar y que deberán ser recuperados posteriormente, el sujeto lleva a cabo, en primer lugar, una

codificación de dichos estímulos y fija el valor de la huella, asociado a cada uno de ellos, en la memoria. De esta forma, en el proceso de búsqueda de información se accede directamente al valor de la huella de memoria (tanto del ítem del conjunto buscado, como del de prueba), y se compara dicho valor con un criterio fijo para emitir la respuesta. Aquellas representaciones internas, cuyo valor asociado a la huella de memoria sea inferior al criterio producirán respuestas negativas, mientras que cuando se supere el criterio las respuestas serán positivas. La latencia de la respuesta es una función que correlaciona, negativamente, con la distancia absoluta que guarda la huella del criterio, proponiéndose funciones exponenciales negativas como las distribuciones más adecuadas.

Como ya se mencionó, al principio de este apartado, la posición serial es una de las variables cuyos efectos sobre el tiempo de reacción se considera que apoyan los supuestos de los modelos de acceso directo (aunque hay que recordar que para algunos autores se interpretaba como indicio de búsqueda serial terminada). Corballis y colaboradores (1971), en una serie de experimentos realizados, obtienen este tipo de efectos. El modelo teórico desde el que se explican estos resultados supone que la representación interna de los ítems presentados tiene asociada un determinado valor de fuerza de la huella, al que el sujeto puede acceder, directamente, antes de decidir dar su respuesta. La intensidad de la huella de memoria está en función de la recencia de la información, de ahí que se obtengan efectos significativos de la posición serial (también en Theios et al., 1973, aunque la explicación teórica difiere). En la recuperación de contenidos memorizados, el sujeto establece un criterio de respuesta con el que compara el valor asociado de la huella de memoria. Cuando dicho criterio se supera la respuesta es positiva, y negativa en el caso contrario

(también en Briggs et al., 1978). La mayor divergencia entre la fuerza de la huella y el criterio, en una u otra dirección, produce tiempos de reacción más elevados, puesto que en estos casos se impide la utilización de un mecanismo de acceso directo, siendo necesaria la estrategia de búsqueda. Los resultados obtenidos por Corballis y colaboradores (1971), en secuencias de tamaño 1, 2, 3 y 5 parecen apoyar que cuando, por las características de la estimulación, el sujeto debe realizar el proceso de búsqueda, éste es siempre exhaustivo. Sin embargo, cuando los valores de intensidad de la huella de memoria son muy altos o muy bajos, los tiempos de reacción disminuyen. En este sentido, los efectos de primacía, obtenidos en los experimentos diseñados por estos autores, se explican porque los estímulos que ocupan posiciones primeras en la lista pueden ser reexaminados antes de emitir la respuesta. Este segundo examen hace que la fuerza de la huella asociada con los estímulos aumente, y se elimine la necesidad del mecanismo de búsqueda. Asimismo, puesto que la intensidad de la huella parece que decae con el paso del tiempo, los items finales de la lista memorizada cuentan con una fuerza mayor que los intermedios, lo que explica el efecto de recencia encontrado en estos experimentos.

Ahora bien, el efecto de recencia parece depender del intervalo temporal entre la presentación del conjunto positivo y del item de prueba. Clifton y Birenbaum (1970), habían puesto a prueba esta hipótesis, en un trabajo anterior al de Corballis y colaboradores (1971). En los experimentos realizados por Clifton y Birenbaum se obtiene que tan solo en los intervalos más cortos (0.8 segundos), son evidentes los efectos de la recencia sobre el tiempo de reacción.

Por otra parte, la fuerza de la huella parece depender, asimismo, de la familiaridad de los items (Baddeley y Ecob, 1973; Corballis y Miller,

1973). En este sentido, Baddeley y Ecob (1973), observaron que se produce un efecto positivo sobre la latencia de la respuesta de la repetición de los items. Dicho efecto se interpreta suponiendo que la repetición origina un aumento en la fuerza de la huella asociada al item, de forma que se acentúa el grado de discriminación de la misma con respecto al criterio de decisión. No obstante, no parece claro que el efecto de la repetición sea siempre el mismo. Okada (1971), ya había probado, con anterioridad, que el aumento de la fuerza de la huella por la repetición de los items es un factor modulado por el intervalo temporal entre presentaciones sucesivas de items repetidos, con lo que no siempre se observan tales efectos. Lo que parece evidente es que la variable temporal juega un papel decisivo tanto en el efecto de la recencia como de la familiaridad de los estímulos sobre el tiempo de reacción.

Más recientemente, Pike y colaboradores (1977) formulan alguna especificación al modelo general que hay que mencionar. Estos autores consideran que el sujeto va recogiendo evidencia acerca del estímulo en un proceso continuo hasta superar algún criterio preestablecido. En el modelo de Pike y colaboradores se defiende la existencia de dos contadores diferenciados, uno positivo y otro negativo, que van acumulando información referente al estímulo en un proceso de muestreo aleatorio (similar al de Ratcliff, 1978), y que posteriormente comparan con un criterio ( $k$ ) para decidir la respuesta. Dicha respuesta se produce cuando la evidencia recogida acerca del estímulo alcanza un valor tal que ofrece ciertas garantías para una ejecución correcta. Una idea similar se ha defendido en algunos modelos que explican la discrepancia en el tiempo de reacción entre juicios afirmativos y negativos (p.e. Krueger, 1978), y que se expondrán en un capítulo posterior (Véase Capítulo 4).

Los resultados experimentales obtenidos por Pike y colaboradores (1977) parecen suponer que el valor del criterio varía en función del tamaño de la secuencia presentada. Esto se explica porque en los conjuntos con mayor número de items se aumenta la variabilidad asociada para dar una respuesta positiva (resultado que parece coherente con un modelo de búsqueda terminada), con lo que se enlentece el proceso de decisión. Sin embargo, y a diferencia de otros modelos que postulan la existencia de un criterio de respuesta, en la elaboración teórica de Pike y colaboradores, como en otros modelos basados en la fuerza de la huella, subyace la idea de que el sujeto puede acceder directamente a la representación interna del item test, mientras que en los modelos del muestreo aleatorio (p.e. Ratcliff, 1978) existe implícito un proceso de comparaciones que define la búsqueda de información en la memoria.

En general, las teorías del acceso directo parece que se han desarrollado para explicar la velocidad en la recuperación de información que cumple con ciertos requisitos (alta frecuencia, familiaridad, y recencia). Ahora bien, sigue existiendo un problema clave que tiene que ver con la cuestión de la *identificabilidad*. Como ha podido observarse, los modelos de la fuerza de la huella interpretan los datos proporcionados por el efecto de la posición serial de los items y su familiaridad, de forma diferente a como lo hacían ciertos modelos seriales (versiones terminadas). Aunque hay que resaltar que, en casi todas las versiones de los modelos de fuerza de la huella que se han formulado, se considera que los supuestos defendidos pueden formar parte de un modelo global que incluya, asimismo, la existencia de estrategias de comparación. Precisamente, uno de los modelos híbridos

serial-de acceso directo (McNicol y Stewart, 1980) que mayor repercusión ha tenido fue formulado por Atkinson y Juola (1974).

El modelo de Atkinson y Juola (1974) integra resultados experimentales obtenidos en tareas de memoria a corto y a largo plazo. El supuesto general que defienden Atkinson y Juola es que la razón de recuperación de un elemento almacenado en la memoria depende del grado de familiaridad que tenga asociado (el concepto de familiaridad de un item es comparable, en este caso, al de intensidad o fuerza de la huella). De forma que, el proceso de recuperación de información se realiza en los siguientes términos: la información presentada al sujeto pasa a integrarse a un almacén léxico formado por una red de nodos a los que se asocian códigos de entrada, de salida y códigos internos. Cada elemento, al identificarse con una señal de entrada y de salida, accede, directamente, al nodo apropiado en el almacén léxico. Asimismo, cada nodo tiene asociado un índice de familiaridad, definido como una función del tiempo desde el que se accedió por última vez al mismo, en relación con el número de veces que se ha accedido al nodo en el pasado. El inicio del proceso de búsqueda depende de cuál sea el valor de familiaridad asociado, y tan sólo se produce cuando dicho valor se encuentra en una zona intermedia (también en Corballis y Miller, 1973). Sin embargo, en ensayos que presenten elementos con valores de familiaridad muy altos o muy bajos existe un acceso directo y una recuperación que no requiere búsqueda (de ahí que los tiempos de reacción sean inferiores) (también en Theios et al, 1973). Los resultados obtenidos por Atkinson y Juola (1974) muestran que cuando se presenta al sujeto secuencias cuyos elementos cuentan con valores de familiaridad intermedios, el tiempo de reacción aumenta en función del tamaño de la secuencia ( $d$ ), de forma que,

$$TR = k + \theta_i (d)$$

donde,  $k$  es igual al tiempo de búsqueda del código apropiado del nodo léxico, y para el inicio de las comparaciones;  $\theta_i (d)$  es el tiempo para ejecutar la búsqueda (está en función tanto de  $d$ , como de si es o no un item positivo;  $i=1$  ó  $i=0$ ), y crece como una función lineal del tamaño del conjunto memorizado.

El proceso de recuperación de información propuesto por Atkinson y Juola (1974) hace hincapié en la posibilidad de una doble estrategia de búsqueda, tal y como ya aparecía en los modelos de Theios y colaboradores (1973), o en el de Murdock (1974), y en la posibilidad de que, bajo ciertas condiciones, el sujeto no necesite reconocer, íntegramente, la información para recuperarla con precisión. Esta última estrategia proporciona mucha más eficiencia a la respuesta del sujeto, y explica los efectos de familiaridad de los items que se observan con frecuencia, y que se habían interpretado de forma muy diferente por otros autores.

## 2.6. Conclusiones

Como conclusión de la revisión realizada en este capítulo, habría que mencionar que, históricamente, los modelos seriales son los que mayor cantidad de literatura teórica y experimental han desarrollado (en sus dos versiones de búsqueda exhaustiva y terminada). A ello han contribuido varios factores. En primer lugar, la solidez del método de los factores aditivos (revisado en el Capítulo anterior) que se sustenta en una lógica serial, y que ha permitido descomponer el tiempo de reacción

global en el tiempo de etapas, siendo el punto de partida de los modelos secuenciales. Y, en segundo lugar, la generalización en la investigación sobre estrategias de búsqueda de tareas experimentales que parecen forzar, en cualquier caso, a una búsqueda serial (Townsend y Ashby, 1983, consideran que la disposición lineal de los estímulos utilizada con frecuencia, favorece las estrategias seriales). Por su parte, la opción entre búsqueda serial exhaustiva o terminada, no parece resuelta, y está determinada, más bien, por las características de los diseños experimentales, de forma que bajo ciertas condiciones resulta más satisfactoria una estrategia que otra, pero sin que ello implique el fracaso global de una u otra especificación.

Por su parte, los modelos de búsqueda en paralelo no han podido superar las limitaciones que con frecuencia se atribuían a los seriales. De hecho, la cuestión de la *identificabilidad* entre las predicciones de la búsqueda serial y en paralelo sigue siendo de muy difícil solución, como para optar por los supuestos teóricos de uno u otro. Lo que parece claro es que en ambos casos (búsqueda serial y en paralelo) existe implícito un problema de capacidad de procesamiento del sistema. En los modelos seriales se defiende, explícitamente, que cada estímulo se procesa en un momento temporal dado, de ahí la exigencia de una búsqueda secuencial; y en la mayor parte de las versiones menos extremas de los paralelos se defienden, también, ciertos límites en la capacidad de procesamiento simultáneo (Fisher, 1982). Ello hace más difícil, si cabe, establecer una diferenciación clara entre ambos modelos.

Asimismo, este problema puede generalizarse a los modelos de acceso directo, que parten, en su formulación, de ciertos resultados considerados como indicio de búsqueda serial terminada. Por ello, las alternativas mixtas que defienden búsqueda serial (en ciertas



condiciones), simultáneamente a acceso directo (en otras condiciones), son sin duda de gran interés, y probablemente las que puedan proporcionar una visión más global de este complejo problema.

En el capítulo siguiente va a seguir abordándose la cuestión de la búsqueda, presentando, sobre todo, resultados que provienen de trabajos experimentales realizados a partir de paradigmas de búsqueda visual.

## **Capítulo 3**

### **La automatización de los procesos de búsqueda (visual y de memoria)**

A pesar de que la revisión presentada en el capítulo anterior suministraba credibilidad a los modelos en paralelo (p.e. Egeth et al., 1984; Hock et al., 1985; Mason, 1975; Murdock, 1971; Sperling et al., 1971; Townsend, 1969), en numerosas ocasiones, sigue presentándose evidencia experimental que hace pensar en la incidencia que la sobrecarga del sistema tiene sobre el proceso de búsqueda y que el sistema cuenta con una capacidad limitada (p.e. Estes y Taylor, 1964, 1966; Estes y Wessell, 1966; Gaffan, 1977; Gilford y Juola, 1976; Mohs et al., 1975; Nickerson, 1966; Snodgrass y Townsend, 1980; Sternberg, 1966, 1967b, 1967c, 1967d; Townsend y Roos, 1973). Estos dos resultados, que en principio podrían parecer contradictorios, sugieren una cuestión que ha sido profundamente debatida, a nivel teórico y experimental, en la literatura sobre búsqueda. Dicha cuestión se traduce en el estudio de las condiciones experimentales que definen la utilización de estrategias de búsqueda controlada (que correspondería con un procesamiento de la información dependiente del grado de sobrecarga del sistema) y automática (que se desarrollaría con independencia del número de unidades que deban procesarse). La existencia de dos procesos de búsqueda independientes, tal y como se ha defendido tradicionalmente por algunos autores (p.e. Egeth et al., 1972; Fisk y Schneider, 1983, 1984a, 1984b; Gleitman y Jonides, 1976, 1978; Kristofferson, 1972a, 1977; Schneider y Fisk, 1982a, 1982b, 1983, 1984 ; Schneider y Shiffrin, 1977a, 1977b; Schneider et al., 1981; Shiffrin y Schneider, 1977; Shiffrin et al., 1981), se está cuestionando en la actualidad. Recientemente, ciertas alternativas teóricas proponen factores diferentes al automatismo para explicar algunas contradicciones empíricas, que no podían justificarse desde los supuestos del procesamiento automático vs. controlado (p.e. Cheng, 1985a, 1985b;

Jones y Anderson, 1982), e incluso algunos autores, que con frecuencia se han considerado máximos representantes de los modelos del doble procesamiento, han comenzado a integrar en sus teorías estas consideraciones (p.e. Schneider, 1985, considera que la cuestión debe centrarse en el análisis de los procesos componentes de la tarea, más que en la consideración global del automatismo).

El propósito de este capítulo es realizar una exposición de la definición y de los criterios esenciales que explican el automatismo en los procesos de búsqueda, haciendo hincapié, sobre todo, en el modelo de Schneider y Shiffrin (Schneider y Shiffrin, 1977a; Shiffrin y Schneider, 1977), que es uno de los más influyentes para el estudio de dicha cuestión. Asimismo, y puesto que los supuestos de la búsqueda en paralelo parecen guardar una estrecha relación con el desarrollo de las estrategias de procesamiento automático, se expondrán algunos de los resultados experimentales más relevantes, obtenidos con paradigmas de búsqueda visual. A partir de dichos resultados parece que es posible esclarecer los mecanismos que están a la base del automatismo.

Sin embargo, y antes de comenzar a tratar estas dos cuestiones, se van a presentar algunos de los datos empíricos que delimitan la cuestión de la búsqueda automática y controlada.

### **3.1. Delimitación del problema**

La investigación general sobre el automatismo parece que se ha centrado, fundamentalmente, en tres cuestiones (Jonides et al., 1985): aislar los procesos cognitivos que pueden considerarse automáticos;

describir el papel que dichos procesos tienen; y desarrollar automatismo con la práctica. Evidentemente, el problema de base es definir los criterios para considerar que un proceso particular, o una tarea global, son automáticas, aunque antes de comenzar con su descripción se van a delimitar algunos aspectos centrados en el automatismo en la búsqueda.

Desde los paradigmas que estudian el desarrollo de estrategias de búsqueda automática en paradigmas de búsqueda, tema central de esta tesis, se plantea la posibilidad de que, tras un período de *práctica*, pueda ejecutarse más de una tarea de búsqueda de información, simultáneamente, sin que ello repercuta en la eficiencia de la respuesta (Shiffrin et al., 1981). Ahora bien, hay que considerar que la automatización se ha estudiado en cualquier situación de aprendizaje, ya que como proceso está a la base de un gran número de actividades humanas. Sin embargo, centrando la cuestión en el estudio de la búsqueda de información el problema supondría analizar el desarrollo de estrategias de búsqueda en paralelo (que implican un procesamiento automático de la información), a partir de una búsqueda secuencial (con procesamiento controlado).

Esta formulación se deriva, directamente, de ciertos resultados obtenidos en la literatura sobre búsqueda y que fueron revisados en el Capítulo 2. Al analizar las líneas de regresión de los tiempos de reacción promedios, en función del tamaño del conjunto presentado, se observa que los datos empíricos, obtenidos por algunos autores (p.e. Bersted, 1983; Chase y Calfee, 1969; DeRosa y Tkacz, 1976; Gaffan, 1977; Gilford y Juola, 1976; Klatzky et al., 1971; Larsen y Bundesen, 1978; Mohs, 1975; Murdock, 1971; Sternberg, 1966, 1967c), se ajustan a una función lineal con una pendiente positiva, que refleja el tiempo invertido en cada comparación simple. Estos resultados hacen suponer que el

sujeto lleva a cabo una búsqueda serial (con un costo atencional y de procesamiento alto), dependiente del tiempo invertido en cada nueva comparación adicional. Sin embargo, bajo ciertas condiciones experimentales, se ha observado, asimismo, que dicha pendiente puede reducirse, e incluso anularse cuando se somete al sujeto a sesiones extensas de práctica (p.e. Egeth et al., 1972; Fisk y Schneider, 1983, 1984a, 1984b; Kristofferson, 1972a, 1977; Schneider y Shiffrin, 1977a, 1977b; Schneider y Fisk, 1982a, 1982b, 1983, 1984 ; Schneider et al., 1984; Shiffrin y Schneider, 1977; Shiffrin et al., 1981). Una de las interpretaciones más evidentes que parecen derivarse de la obtención de pendientes planas, cuando se ajustan los tiempos de reacción en función del tamaño de la secuencia buscada, es que la latencia de respuesta es independiente del número de items que el sujeto debe buscar, o lo que es lo mismo que dicha tarea implica un costo atencional y de procesamiento bajo, tal y como se defiende desde la búsqueda automática.

Las aportaciones teóricas y experimentales, más relevantes, en el estudio de la automatización de los procesos de búsqueda provienen de las áreas de la atención y percepción (p.e. Allport, 1971; Barber y Hoffman, 1973; Duncan, 1980, 1984; Eriksen y Eriksen, 1979; Eriksen y Schultz, 1979; Eriksen y Hoffman, 1973; Hoffman y Nelson, 1981; LaBerge, 1981; Treisman y Paterson, 1984; Treisman y Schmidt, 1982; Treisman et al., 1984), y de la memoria (p.e. Fisk y Schneider, 1983, 1984a, 1984b; Schneider y Fisk, 1982a, 1982b, 1983, 1984 ; Schneider y Shiffrin, 1977a, 1977b; Shiffrin y Schneider, 1977). Desde dichas áreas, la posibilidad de procesamiento automático comienza a plantearse al analizar la eficiencia de la ejecución de los sujetos en diseños de doble tarea, desarrolladas simultáneamente. El hecho de que no se produzca

disminución en la tasa de respuestas correctas, ni aumento en el tiempo invertido en tareas dobles, parece implicar la ausencia de capacidad atencional y de procesamiento limitado, y, asimismo, la posibilidad de ejecución de una o ambas actividades automáticamente, y en paralelo. Este tipo de diseños sigue utilizándose, con frecuencia, actualmente en el análisis de las condiciones para el desarrollo de automatismo (p.e. Duncan, 1980; Fisk y Schneider, 1983, 1984a, 1984b; Hoffman et al., 1983; Naveh-Benjamin y Jonides, 1985; Schneider y Fisk, 1982a, 1982b, 1983, 1984 ; Schneider et al., 1984; Shaffer y LaBerge, 1979; Wickens, 1980).

El interés por diseñar y utilizar tareas dobles surge en el contexto de la evolución que se ha producido en el estudio sobre los procesos de atención y percepción, y que ha tenido una repercusión directa sobre el análisis del automatismo en la búsqueda de información. Hacia finales de la década de los cincuenta y principios de los sesenta, se formularon una serie de modelos generales de procesamiento de capacidad limitada (p.e. Broadbent, 1958), para interpretar ciertos resultados que provenían, sobre todo, de experimentos de escucha dicótica. La lógica de estos modelos se recoge en algunos de los supuestos de búsqueda secuencial, exhaustiva y terminada, como ya se expusieron en el Capítulo 2. Sin embargo, y sobre todo a partir de los resultados obtenidos en la ejecución de tareas dobles, y que se mencionaron más arriba, la hipótesis de capacidad limitada se sustituye por la de procesamiento ilimitado de información (p.e. Bjork y Estes, 1971; Briggs y Johnsen, 1973 ; Duncan, 1980; Eriksen y Spencer, 1969; Treisman, 1969), que a su vez implica no solamente el paralelismo en la ejecución, sino, plantea ya la posibilidad de generar procesos automáticos. En esta evolución se han formulado ciertas alternativas intermedias, como la hipótesis de las dos etapas (p.e.

Shiffrin y Gardner, 1972; Shiffrin y Geisler, 1973), que aúnan ambos tipos de procesos. Desde esta hipótesis se supone que el procesamiento perceptivo cuenta con una primera etapa donde la capacidad del sistema es ilimitada y donde el procesamiento ocurre sin control voluntario del sujeto; y, una segunda etapa, de decisión de respuesta, en la que está implicado un sistema de capacidad limitada (también en Kahneman y Henik, 1981; Neisser, 1963; Treisman et al., 1983, 1984). Ambos sistemas parece que pueden activarse simultáneamente, y no solo en el procesamiento perceptivo, sino en otras tareas relacionadas con las discrepancias en la identificación de pares de estímulos iguales y diferentes (p.e. Collins y Loftus, 1975; Taylor, 1976b), así como en los procesos de búsqueda de información (p.e. Schneider y Shiffrin, 1977a; Shiffrin y Schneider, 1977), problema que se va a tratar en el presente Capítulo.

La investigación en las áreas de la atención, percepción y memoria se ha centrado, asimismo, en analizar las condiciones para el desarrollo de automatismo en los procesos cognitivos humanos. Para ello se han manipulado, experimentalmente, ciertas variables con efectos significativos en el proceso de automatización. Tradicionalmente, la *práctica* en la tarea y la *consistencia* entre estímulo y respuesta han sido los dos factores más estudiados, lo que justifica que se vayan a tratar con cierta extensión a lo largo de este capítulo.

Parece evidente, y se ha observado con cierta frecuencia, que la *práctica* mejora la ejecución del sujeto en distintos tipos de tareas, y entre ellas en las que aquí se analizan, es decir en la búsqueda de información visual y de memoria (Briggs y Blaha, 1969; Graboi, 1971; Kristofferon, 1972a, 1972b, 1977; Pirolli y Anderson, 1985; Ross, 1970; Simpson, 1972). El ejercicio repetido en diseños de búsqueda



parece que produce la disminución, e incluso, en algunos casos, la anulación de las pendientes de las funciones lineales de los tiempos de reacción, tal y como se mencionó anteriormente. Sin embargo, los efectos de la *práctica* no pueden simplificarse excesivamente, ya que en todos los casos no producen los mismos resultados. De hecho, parece que el efecto de la *práctica* está modulado por las relaciones entre los estímulos que forman parte del conjunto presentado (items positivos) y aquéllos que no lo integran (items negativos o distractores). En las condiciones experimentales donde existe *consistencia* entre estímulo y respuesta (es decir, donde los items positivos pertenecen a una categoría, p.e. letras, y los negativos a otra, p.e. números; de forma que el sujeto desarrolla una estrategia coherente de respuesta) se ha observado que la *práctica* produce cambios tanto cuantitativos como cualitativos en la ejecución (p.e. Schneider y Shiffrin, 1977a), tiempos de reacción menores (p.e. Schneider y Shiffrin, 1977a), precisión en la respuesta sin limitación por la capacidad de la memoria (p.e. Neisser, 1963; Schneider y Shiffrin, 1977a), ni limitación por el número de canales (p.e. Duncan, 1980), o por las demandas atencionales (p.e. Logan, 1979). Sin embargo, en aquellas condiciones experimentales en las que no hay *consistencia* entre estímulo y respuesta (los items positivos y los distractores pertenecen a la misma categoría, lo que impide que el sujeto genere una estrategia coherente de reconocimiento), los efectos de la *práctica* parecen inexistentes, tanto en diseños de búsqueda visual como de memoria. Estos resultados sugieren dos procesos de búsqueda cualitativamente diferentes, que se van a analizar, con más profundidad, en los dos apartados siguientes. No obstante, hay que anticipar que el efecto de la *consistencia* no parece universalmente como condición única

para el desarrollo de automatismo, como se ha demostrado recientemente (Jones y Anderson, 1982).

### 3.2. Definición y criterios de búsqueda automática

Con frecuencia la búsqueda automática se define por oposición a la búsqueda controlada, sobre todo a partir del trabajo experimental desarrollado por Schneider y Shiffrin (1977). La obra de estos autores supone, sin duda, el punto de partida de la unificación de la investigación empírica que se había realizado sobre esta cuestión en las áreas de la atención, la percepción y la memoria. En este sentido, Schneider y Shiffrin consideran que la ejecución de una tarea, del tipo que sea, es el resultado de la interacción entre dos formas de procesamiento, definidas como *automático* y *controlado*, y que en tareas de búsqueda se denominan *búsqueda controlada* y *detección automática*. Las características que definen cada una de ellas van a exponerse a continuación.

En la revisión de la literatura sobre automatismo en la búsqueda, parece difícil encontrar una definición estricta de este proceso. No obstante, es posible extraer algunas notas que vayan centrando la cuestión. Ciertos autores (p.e. Jonides et al., 1985; Schneider y Shiffrin, 1977a; Shiffrin y Schneider, 1977; Shiffrin et al., 1981) consideran que la **capacidad** y el **control** del procesamiento son las dos características esenciales para poder distinguir la búsqueda automática de la controlada. Según Shiffrin y colaboradores (1981) para considerar que existe automatismo en una tarea deben cumplirse dos requisitos. El primero

tiene que ver con la capacidad de procesamiento, y dice explícitamente: "cualquier proceso que no utilice recursos de procesamiento generales o no específicos, y que no produzca una disminución en la capacidad de procesamiento general o no específico, es automático" (Shiffrin et al., 1981, p. 227). El segundo requisito, relacionado con el control del procesamiento, se expresa en los siguientes términos: "cualquier proceso que exija recursos en la respuesta a estímulos externos, indiferentes al esfuerzo del sujeto para ignorar la distracción, es automático" (Shiffrin et al., 1981, p. 228). Lo que en otras palabras significa que, una tarea automática se desarrolla sin control voluntario del sujeto, e independientemente del volumen de información que debe procesarse. Este último aspecto aparece en la definición formulada por otros autores (p.e. Logan, 1981), que distinguen entre un procesamiento controlado por las características del estímulo en unos casos (el estímulo externo es el que desencadena un proceso atencional), o por procesos centrales-atencionales, en otros (se trata de situaciones estimulares en las que el sujeto puede inhibir voluntariamente una respuesta).

Para probar la hipótesis del control atencional, Logan (1981) elaboró una serie de experimentos, en los que se introduce una señal de inhibición, tras la cual el sujeto no debe dar su respuesta (con lo que se genera un mecanismo de control atencional). Evidentemente, aquellas respuestas que el sujeto no pueda inhibir, tras la aparición de la señal, se considerarán automáticas. Los resultados muestran que los sujetos pueden inhibir sus respuestas cuando la señal aparece próxima al estímulo, de forma que, a medida que se aumenta la distancia entre señal y estímulo, la probabilidad de inhibición disminuye. Por otra parte, manipulando ciertos parámetros, asociados con las diferentes etapas de procesamiento, se observa que aquellos parámetros relacionados con las

etapas previas a que las respuestas adquieran automatismo no afectan el valor de las funciones de inhibición; mientras que se obtiene un resultado inverso en las etapas posteriores al automatismo de la respuesta. Estos datos parecen sugerir que en los primeros estadios del procesamiento, son las características del estímulo las que determinan el proceso atencional, que solamente puede ser voluntariamente controlado en las etapas siguientes.

Sin embargo, como reconocen Shiffrin y colaboradores (1981) los requisitos de control atencional y capacidad de procesamiento no son estrictamente necesarios, en todos los casos, para hablar de automatismo, de forma que, en ocasiones, por ejemplo, una tarea automática puede exigir un control voluntario del sujeto. Asimismo, la definición de búsqueda automática puede incluir otras características, no presentes en la formulación de Shiffrin y colaboradores, como la gran eficiencia de la tarea y su resistencia al cambio (LaBerge, 1981), que serán examinadas con detenimiento más adelante.

Las dificultades en la definición de la búsqueda automática y controlada, evidentes al revisar la literatura sobre el tema, parecen deberse, sobre todo, al problema de aislar tareas donde intervengan, tan solo, uno de los dos tipos de procesos (Schneider y Fisk, 1983; Schneider et al., 1984), y, en otras ocasiones, a la imposibilidad de definir los componentes esenciales de ambos (Shiffrin et al., 1981). Ahora bien, con frecuencia se reconoce que ambas formas de búsqueda de información interactúan continuamente, en cualquier tipo de tarea, no ya en el laboratorio (donde es más simple aislar condiciones para el desarrollo de un tipo u otro de procesos), sino en cualquier tipo de actividad humana (Schneider y Shiffrin, 1985), e incluso algunos autores consideran que forman parte de un continuo gradual, definido por otros factores como

la reestructuración o la competencia de respuestas (Cheng, 1985a, 1985b). El problema, entonces, se refiere a la validez empírica de los modelos teóricos que puedan extraerse bajo condiciones de excesiva simplicidad.

Recientemente, Jonides y colaboradores (1985) han vuelto a incidir en la dificultad de definir, de forma clara, las condiciones que determinan el automatismo. Para estos autores el problema central radica en que se ha abordado el estudio de la automatización desde una perspectiva inadecuada. La crítica central de Jonides y colaboradores a los trabajos que analizan el automatismo es que, con frecuencia, éstos se basan en considerar procesos complejos con el consiguiente riesgo de olvidar que tan solo algunos de los componentes de dichos procesos sean automáticos o voluntarios. Precisamente, la alternativa que proponen Jonides y colaboradores supone realizar un análisis de los procesos componentes de la tarea, y no un análisis global.

En algún trabajo experimental se ha encontrado evidencia a favor de la tesis de Jonides y colaboradores (1985). En esta línea, Fisk y Schneider (1984a), Greene (1984), Naveh-Benjamin y Jonides (1985), analizando el efecto de la búsqueda intencional (tan solo ciertos elementos del conjunto presentado deben buscarse), consideran un criterio de automaticidad referido a los componentes individuales de la tarea, concluyendo que pueden subsistir procesos automáticos junto a otros controlados voluntariamente.

Jonides y colaboradores (1985) reconocen, asimismo, que aunque los criterios de ausencia de demandas atencionales y de control voluntario, mencionados anteriormente, son los más difundidos en la literatura sobre automatismo, el problema surge a la hora de considerar si un criterio es o no suficiente para hablar de automaticidad. Para estos autores la

solución de este serio problema supondría una definición operativa de la cuestión, que se basara en el examen del modelo de procesamiento de la tarea en cuestión, y los cambios que en la misma pueden deberse al desarrollo de automatismo. Esta alternativa, hasta cierto punto, invalidaría la formulación de criterios universales de automatismo.

No obstante, y a pesar de todas las consideraciones anteriores, algunos autores (p.e. Logan, 1981) consideran que puede ser útil mantener la distinción entre búsqueda controlada y detección automática, aunque únicamente sea para la comprensión de los mecanismos de la actividad cognitiva compleja. Esta lógica explicativa es la defendida por el modelo de Schneider y Shiffrin (Schneider y Shiffrin, 1977a; Shiffrin y Schneider, 1977), que se va a exponer, a continuación, de forma más detallada, puesto que se trata de uno de los más sólidos y difundidos en la literatura sobre búsqueda automática.

El modelo de Schneider y Shiffrin completa la distinción, ya clásica, entre estructuras y procesos que se formula desde la teoría de Atkinson y Shiffrin (1968). El modelo parte de la distinción entre procesos de búsqueda automática y controlada, y supone un intento por resolver algunas de las contradicciones aparecidas en la literatura teórica y experimental sobre búsqueda. Dichas contradicciones se refieren, sobre todo, al efecto que el tamaño de la secuencia memorizada tiene sobre el tiempo de reacción. Ciertos resultados experimentales anteriores, que fueron examinados en otra parte de esta tesis (Véase Capítulo 2), habían puesto de relieve que la latencia de respuesta crece en función del número de elementos que componen el conjunto presentado (p.e. Gaffan, 1977; Gilford y Juola, 1976; Mohs et al., 1975; Sternberg, 1966, 1967b, 1967c, 1967d; Townsend y Roos, 1973), de forma que la mayor sobrecarga del sistema repercute enlenteciendo el proceso de respuesta.

Sin embargo, en algunos otros experimentos (p.e. Briggs y Johnsen, 1973; Kristofferson, 1972a, 1977), esta dependencia del tiempo de reacción en función de la variable amplitud no parece mantenerse. Si se revisa esta última literatura sorprende que es más bien el tipo de relación entre estímulo y respuesta (*consistencia* de respuesta), el factor que determina la estrategia de búsqueda utilizada, con resultados que se ajustan a pendientes con un crecimiento nulo o planas (Kristofferson, 1977). Estos datos parecen sugerir que el sujeto utiliza patrones de búsqueda diferentes. Por una parte, y bajo ciertas condiciones, se hace uso de una estrategia serial, dependiente del tamaño de la secuencia que se examina; y, en segundo lugar, y bajo otras condiciones experimentales, se utiliza una estrategia de búsqueda en paralelo, donde la dependencia del tiempo respecto al número de elementos a buscar es prácticamente nula. Schneider y Shiffrin (1977) definen ambas estrategias como *búsqueda controlada* y *detección automática*. La utilización de uno u otro de los procesos parece depender de las características propias de la estimulación, así como del nivel de aprendizaje logrado en la tarea, como ya se había observado con anterioridad (p.e. Atkinson y Juola, 1974; DeRosa y Tkacz, 1976; Kristofferson, 1972a, 1972b, 1977). Precisamente, el trabajo teórico y experimental de Schneider y Shiffrin se centra en analizar las condiciones para el desarrollo de ambos tipos de estrategias.

Para el análisis experimental de los procesos de automatismo en la búsqueda, Schneider y Shiffrin (1977) utilizan dos tipos de paradigmas de discriminación de items (también en Sperling et al., 1971; Neisser, 1963) en los que se presenta al sujeto un primer encuadre, formado por un conjunto de elementos, y uno o varios encuadres, posteriormente, para que identifique los items comunes entre ambos. Los dos paradigmas

diseñados por Schneider y Shiffrin difieren, básicamente, por el grado de **consistencia** entre estímulo y respuesta, y se han extendido, ampliamente, en la literatura sobre el tema. El primer paradigma, de *proyección variada*, se caracteriza porque los elementos positivos (que aparecen en las dos secuencias presentadas) y los distractores (presentes tan solo en el conjunto test) pertenecen a una misma categoría (con lo que se impide que se genere una estrategia de respuesta coherente). El segundo paradigma, de *proyección consistente*, presenta items positivos e items distractores de categorías diferentes (el sujeto desarrolla una norma de respuesta consistente). Estos diseños son similares a otros elaborados en tareas de búsqueda (p.e. Sternberg, 1966, diseña los paradigmas de conjunto fijo y de conjunto variado), donde la **consistencia** entre estímulo y respuesta es la variable más relevante, aunque los diseños de Schneider y Shiffrin parecen tener la ventaja de que permiten generar una estrategia de búsqueda automática con más rapidez que los de Sternberg, y por ello resultan más adecuados para tratar esta cuestión. Bajo estas condiciones, los experimentos diseñados por Schneider y Shiffrin tienen el propósito de poner a prueba el supuesto de que es posible generar una estrategia de búsqueda en paralelo (*detección automática*), a partir de una búsqueda secuencial (*búsqueda controlada*). Este supuesto parte de la aplicación a los procesos de búsqueda de la idea general de que cuando el sujeto comienza a ejecutar cualquier actividad compleja requiere un control atencional completo, sin embargo el aprendizaje permite que esa misma tarea pueda llegar a desarrollarse automáticamente.

La revisión de los resultados obtenidos por Schneider y Shiffrin (1977), con ambos tipos de paradigmas, permite definir, con más detalle, las dos estrategias de búsqueda propuestas. Los datos empíricos, a partir



del paradigma de *proyección variada* son idénticos a otros obtenidos, con anterioridad, en la literatura experimental utilizando diseños similares (p.e. Atkinson et al., 1969; Bersted, 1983; Burrows y Okada, 1971, 1973; Chase y Calfee, 1969; Gaffan, 1977; Gilford y Juola, 1976; Hanley y Scheirer, 1975; Howard, 1976; Kirsner y Craik, 1971; Miller y Pachella, 1976; Mohs et al., 1975; Sternberg, 1966, 1967c, 1967d; Theios, 1973; Theios y Walter, 1974; Theios et al., 1973). Estos resultados muestran una dependencia muy significativa de la precisión de la respuesta en función de la sobrecarga del sistema (puesto que, en este caso, se utilizan diseños de búsqueda múltiple, la precisión de la respuesta está en función del producto de  $M * B$ ; donde, M es igual al tamaño del conjunto memorizado; y, B a la amplitud del conjunto buscado). Considerando con más profundidad esta cuestión parece que la dificultad de la tarea se incrementa al aumentar el tamaño de M, y no tanto el de B. Completando estos resultados con los de diseños en los que se presenta, tan sólo, un conjunto a memorizar y otro a buscar, Schneider y Shiffrin obtienen ajustes lineales del tiempo de reacción en función del número de items buscados ( $M * B$ ), con pendientes en las respuestas negativas que son, aproximadamente, el doble que en las positivas. Estos datos parecen sugerir una estrategia de búsqueda con una fuerte dependencia del volumen de información examinada, y donde el proceso de comparaciones entre los items se realiza serialmente.

A partir de estos resultados, y siguiendo la lógica del método de los factores aditivos (Sternberg, 1969a), Schneider y Shiffrin consideran que el tiempo de reacción puede descomponerse en una serie de etapas independientes. La latencia de respuesta es igual a la suma de un tiempo base (tiempo de respuesta motora, y relativo a otros componentes del

proceso de respuesta), que permanece invariable en los distintos tamaños de las secuencias y que difiere para respuestas afirmativas y negativas; más un tiempo de comparaciones; un tiempo de decisión; y un tiempo de elección de un nuevo ítem del conjunto memorizado, o de un ítem a otro del conjunto de prueba. La aplicación del modelo aditivo permite analizar, aisladamente, el tiempo comprometido en la etapa de comparaciones. Los resultados de dicho análisis muestran que en las respuestas positivas el tiempo base se distribuye con una media de  $B_P$  y una varianza de  $\sigma^2_P$ , y en las negativas, con una media de  $B_N$ , y una varianza de  $\sigma^2_N$ . Los datos empíricos obtenidos por Schneider y Shiffrin parecen ajustarse a las predicciones del modelo terminado respecto a los valores más elevados de las varianzas en respuestas positivas que en las negativas, ya que en las primeras cuentan con un doble componente: el asociado con las comparaciones individuales, y el de la distribución aleatoria del punto final de la búsqueda. Predicciones que, ya, se habían hecho desde otros modelos anteriores y que, también, aparecen en otros posteriores (p.e. Donderi, 1983; Fisk y Schneider, 1983; Nickerson, 1967). No obstante, hay que mencionar que las predicciones de terminación automática en la búsqueda parece que fallan en los ensayos donde el conjunto memorizado y el de prueba son de tamaño 1. En estos casos se obtienen pendientes excesivamente pequeñas y muy próximas a cero, lo que puede sugerir una búsqueda mixta exhaustivo-terminada (Schneider y Shiffrin, 1977a). Este resultado llama la atención, porque es, precisamente, utilizando conjuntos prueba de amplitud 1 donde se han obtenido, con mayor frecuencia, indicios de búsqueda exhaustiva (p.e. Sternberg, 1966, 1967c, 1967d), como ya se expuso en un capítulo anterior (Véase Capítulo 2).

Asimismo, Schneider y Shiffrin (1977a) obtienen los indicios más claros de búsqueda en paralelo, independiente del tamaño de los conjuntos a comparar, a partir de los resultados experimentales en la tareas con diseños de *proyección consistente*. Analizando los datos empíricos, se observa que la ejecución global del sujeto es mejor en cualquiera de las condiciones de prueba consistente que en la variada (incluso, cuando se comparan las condiciones de máxima dificultad de *proyección consistente* con las de mínima dificultad de la *variada*; Schneider y Shiffrin, 1977a, Exp. 1). Por otra parte, los resultados obtenidos utilizando *proyección consistente* sugieren que no existe un efecto de sobrecarga del sistema (como muestra la independencia del tiempo de reacción respecto al total de información a procesar) ni sobre la precisión de la respuesta (Schneider y Shiffrin, 1977a, Exp. 1), ni sobre el tiempo de reacción promedio (Schneider y Shiffrin, 1977a, Exp. 2). No obstante, en alguna condición, los diseños de *proyección variada* muestran resultados favorables respecto a la *consistente*. Estos datos parecen deberse a los límites físicos del sistema de codificación estimular (posiblemente, por las máscaras que se utilizan en la presentación de los estímulos en ciertas condiciones y que pueden interferir el proceso de discriminación), más que a la propia estrategia de búsqueda.

Resultados similares a los de Schneider y Shiffrin han sido obtenidos por otros autores (p.e Ellis y Sanford, 1972; Lively y Sanford, 1971; Okada y Burrows, 1973; Paleff, 1977; Reynolds y Goldstein, 1974; Simpson, 1972). Por ejemplo, Ellis y Chase (1971) presentan letras para ser reconocidas por el sujeto, que varían en color en función de que sean items positivos o distractores, observando que el tiempo de reacción no se ve afectado por el tamaño. Este mismo efecto lo obtienen Lively y Sanford (1972), y Simpson (1972), utilizando letras y números, siendo

los items positivos de una categoría y los negativos de otra; y Okada y Burrows (1973), Paleff (1977), y Reynolds y Goldstein (1974), presentando items que pertenecen a distintas categorías semánticas, según se trate de distractores o elementos positivos.

A partir de estos resultados, se infiere que el mecanismo de búsqueda que el sujeto utiliza en los diseños de proyección consistente, definido por Schneider y Shiffrin como *detección automática*, parece que opera sin control voluntario del sujeto, sin requerir atención focalizada sobre el estímulo, ocurre cuando los estímulos y las respuestas son consistentes (o cuando el sujeto ha elaborado una estrategia coherente de respuesta), no está limitado por la memoria a corto plazo, es rápido y ocurre en paralelo (Schneider et al., 1984). De hecho, cuando la ejecución es automática el sujeto tiene grandes dificultades para modificar o alterar su respuesta, lo que se observa no solo en tareas de búsqueda de información, sino en un gran número de procesos cognitivos humanos.

Evidentemente, de la exposición que se ha realizado del modelo de Schneider y Shiffrin se deriva que la variable **consistencia** entre estímulo y respuesta juega un papel fundamental en el desarrollo de la búsqueda automática. Sin embargo, ciertos resultados experimentales sugieren que la consistencia no parece ser siempre una variable decisiva para el desarrollo de automatismo en la búsqueda, y que hay que considerar las características del procesamiento implicado en la tarea en cuestión para considerar si se satisfacen algunos de los criterios de automatismo (p.e. Jones y Anderson, 1982; McCloskey y Bigler, 1980; Reder y Anderson, 1980; Smith et al., 1978). En este sentido, Jones y Anderson (1982) han llevado a cabo varios experimentos para analizar el efecto que la categoría semántica de pertenencia de los items positivos y

los distractores (en diseños sin consistencia) tiene sobre la ejecución. El propósito de estos experimentos es determinar si puede generarse automatismo en la búsqueda, sin que exista consistencia entre estímulo y respuesta. Los resultados obtenidos por Jones y Anderson muestran una relación curvilínea entre el tiempo de reacción y el tamaño de la secuencia, cuando se utilizan condiciones de categoría simple (todos los items pertenecen a la misma categoría). Evidentemente, si la búsqueda estuviera afectada por el tamaño de la secuencia cabría esperar una relación de tipo lineal entre latencia de la respuesta y amplitud del conjunto. Jones y Anderson (1982) concluyen que existe un proceso de búsqueda en paralelo, no influido por el número de items que se buscan, y que es independiente de la relación o consistencia entre estímulo y respuesta. La cuestión es si este resultado invalidaría el modelo de Schneider y Shiffrin, puesto que parece estar basado, sobre todo, en los datos obtenidos con diseños de consistencia e inconsistencia. Más bien, el trabajo de Jones y Anderson hace hincapié en los argumentos expuestos por Jonides y colaboradores (1985), y que implicaban la dificultad por establecer criterios universales de automaticidad; de forma que son las características de cada tarea las que permitirán delimitar los criterios adecuados, e incluso parece posible considerar que una misma tarea cuente con componentes automáticos y controlados.

En este contexto, en un intento de exponer algunas condiciones que favorecen el desarrollo de búsqueda automática se ha puesto de manifiesto la intervención de la **práctica** como otra variable moduladora, cuyos efectos se van a analizar a continuación.

Los resultados del efecto de la práctica sobre la ejecución y el tiempo de reacción, en tareas de búsqueda, de nuevo parecen ser bien distintos según se trate de diseños de *proyección variada* o *consistente*

(Briggs y Blaha, 1969; Graboi, 1971; Kristofferon, 1972a, 1972b, 1977; Pirolli y Anderson, 1985; Ross, 1970; Simpson, 1972). En primer lugar, en el caso de ensayos que presentan *proyección consistente*, con sesiones de práctica extensa, se obtiene una reducción de las pendientes de los tiempos promedios de reacción, en función del tamaño de la secuencia (Egeth et al., 1972; Schneider y Shiffrin, 1977a; Shiffrin y Schneider, 1977). Este resultado se interpreta como indicio del desarrollo de una estrategia de búsqueda automática, cuando el sujeto identifica el tipo de relación entre estímulo y respuesta (proceso que, por otra parte, es relativamente, rápido en los diseños utilizados por Schneider y Shiffrin). Por su parte, en las secuencias de *proyección variada*, con idéntico grado de entrenamiento en la tarea, la sobrecarga de información del sistema (número de items a procesar) sigue siendo la variable determinante, sin que llegue a producirse una disminución en las pendientes de las funciones lineales de los tiempos de reacción. El problema se centra en cómo interpretar el efecto de la práctica, es decir los cambios que se producen en los mecanismos de búsqueda, y si esas alteraciones se llevan a cabo tan sólo a nivel de la información contenida en la memoria a corto plazo o afectan, asimismo, a material almacenado en la memoria a largo plazo.

Fisk y Schneider (1984a) realizan un análisis de las posibilidades de modificación que la búsqueda automática y controlada tienen sobre contenidos almacenados en la memoria a largo plazo. Los experimentos diseñados por estos autores utilizan un paradigma de estimación de la frecuencia de ocurrencia de palabras (Fisk y Schneider, 1984a, Exp. 1), que ha demostrado ser un diseño muy eficaz como medida precisa del almacenamiento en la memoria a largo plazo (Hasher y Zacks, 1979; Howell, 1973). Los resultados obtenidos por Fisk y Schneider parecen

concluir que el tipo y la cantidad de procesamiento controlado determinan dicho almacenamiento. De hecho, en las condiciones en las que se solicita procesamiento intencional (procesamiento controlado) de cierta información (a través de las instrucciones dadas a los sujetos), la frecuencia de estimación de ocurrencia es mayor que en aquellas otras condiciones en las que no se incide sobre ningún elemento en particular (procesamiento automático). Este resultado puede interpretarse como un indicio de la necesidad de atención consciente en el almacenamiento en memoria a largo plazo; por lo tanto, si se acepta el supuesto, ampliamente generalizado, de que la detección automática no implica atención voluntaria, entonces parece lícito suponer que ésta no produzca cambios en los contenidos de la memoria a largo plazo. Fisk y Schneider, someten a un grupo de sujetos a un extenso período de práctica utilizando diseños de tareas dobles, donde la tarea primaria consiste en la categorización de palabras y la secundaria en la búsqueda de números (se supone que esta segunda tarea, por su alto grado de dificultad, garantiza el que se desarrolle una estrategia de búsqueda controlada) (Fisk y Schneider, 1984a, Exp. 2). Los resultados se encuentran en la misma línea que los del experimento anterior, obteniéndose un bajo nivel de almacenamiento de la información en la memoria a largo plazo (la estimación de la frecuencia de palabras fue muy limitada), confirmando la hipótesis de que el procesamiento automático no modifica los contenidos de la memoria a largo plazo.

A partir de dichos resultados Fisk y Schneider concluyen que el procesamiento automático consiste en la formación de ciertas redes de gran extensión entre conjuntos de nodos en la memoria. De forma que la activación, aunque sea débil, de un nodo conlleva la de todos aquéllos otros relacionados con él, y la de los elementos que los integran. Esto

significa que dos tareas que impliquen utilizar información que ocupa posiciones próximas en la red pueden ejecutarse simultáneamente, con un procesamiento paralelo, y sin costo adicional que repercuta en la ejecución. Por su parte, el procesamiento controlado consiste en la activación de un nodo en la memoria, que a su vez produce activaciones parciales de los elementos conectados con él. Esto supone que existirá una fuerte interferencia sobre aquellas otras tareas que requieren utilizar información almacenada en la misma área de la red de nodos. Por lo que se produce un límite serial en la capacidad de procesamiento general, y mayores modificaciones en la memoria (Fisk y Schneider, 1984a).

En este contexto, la eficacia de la práctica en los diseños de proyección consistente se justifica porque el reconocimiento de la información en la memoria se ajusta a una función logarítmica del número de repeticiones de un elemento dado; de forma que,

$$F(j) = a + b \ln(j)$$

donde,  $F(j)$  es igual a la probabilidad de reconocimiento correcto;  $a$ , es igual al reconocimiento base para cada presentación;  $b$ , es el incremento del reconocimiento como función de las repeticiones adicionales; y,  $j$  es el número de repeticiones.

Por otra parte, los efectos de la práctica, también, pueden interpretarse como resultado de una transferencia, con carácter de facilitación o inhibición, en el reconocimiento de un ítem dado, en función de las relaciones que guarde con otros presentados con anterioridad. En los diseños, tradicionalmente, elaborados para analizar los efectos del contexto semántico se presentan ejemplares de una misma categoría, o de categorías diferentes, para que el sujeto reconozca el



grupo categorial de pertenencia de dichos items. A partir de estos diseños se ha formulado la hipótesis de la activación del contexto (Schneider y Fisk, 1984 ). Esta hipótesis supone que cuando se somete al sujeto a una situación experimental de doble aprendizaje, parece que se activa una especie de filtro que actúa sobre el procesamiento de la segunda tarea, impidiendo que el sujeto deje de atender información que había sido relevante para una tarea anterior. Para probar dicho supuesto Fisk y Schneider (1984b) elaboraron un diseño experimental con una tarea de búsqueda de categorías, y con un nivel de práctica elevado. El propósito del experimento era analizar si el adiestramiento, en búsqueda de categorías, puede transferirse a partir de la práctica con ciertos ejemplares a otros elementos de la misma, o si hay posibilidad de transferencia de ejemplares ensayados de una categoría a otros no ensayados. Evidentemente, estos supuestos implican un modelo general de almacenamiento en memoria en nodos interconectados, que se activan, simultáneamente, en función de su proximidad (Fisk y Schneider, 1984b). De ahí que parezca lógico esperar respuestas más rápidas cuando se presentan estímulos con un alto grado de asociación semántica (en este caso, elementos ejemplares de una misma categoría).

Los resultados obtenidos por Fisk y Schneider (1984b) muestran que la práctica en este tipo de tareas tiene efectos de transferencia en la ejecución, tan sólo en diseños de *proyección consistente* . En este tipo de paradigmas se observa una facilitación en el procesamiento de ejemplares con los que no ha habido ningún ensayo previo, a partir de otros estímulos de la misma categoría que ya han sido, previamente, ensayados (Fisk y Schneider, 1984b, Exp. 1b). Sin embargo, en los diseños de *proyección variada* , como ya se había puesto de relieve en anteriores experimentos (p.e. Fisk y Schneider, 1983; Schneider y

Shiffrin, 1977a), el efecto de la práctica es muy débil y no mejora la ejecución de los sujetos, aún a pesar de que exista un grado de relación alto entre los estímulos. La práctica tampoco parece reducir, en los diseños de *proyección variada*, la limitación de recursos que se evidencia en la peor ejecución de los sujetos cuando realizan tareas dobles, y que sí que desaparece en los diseños de *proyección consistente*. Estos resultados vuelven a incidir sobre los criterios generales que permiten hablar de automatismo en la búsqueda. Parece, en función de los datos obtenidos, que la *detección automática* se produce más bien por la consistencia entre condiciones, que por las veces que se han detectado ejemplares de una categoría (es decir, el grado de práctica en la tarea). De ahí que las ejecuciones sean mejores en función de la interacción del número de ensayos por categoría, que de la interacción del número de ensayos por ejemplar. Sin embargo, los efectos de la consistencia entre estímulo y respuesta son muy complejos, y no siempre parecen responder a la ley del todo o nada (Schneider y Fisk, 1982b).

El procedimiento experimental para probar la hipótesis de los efectos graduales de la consistencia consiste en diseñar condiciones que presenten distintos grados de consistencia entre estímulo-respuesta. En un paradigma de detección esto puede hacerse variando la frecuencia de presentación de un estímulo como distractor y manteniendo constante su probabilidad de ocurrencia como diana (o ítem positivo) (Schneider y Fisk, 1982b). En los resultados obtenidos en experimentos con encuadres de tamaño 1, y conjunto prueba de amplitud 4 (Schneider y Fisk, 1982b, Exp. 1), se observa mejor ejecución, en cualquiera de las condiciones, en función de la práctica. Sin embargo, el incremento no es absoluto sino que depende del grado de consistencia entre estímulo y respuesta, siendo

en los niveles más altos de consistencia, donde los efectos de la práctica son mayores.

Por su parte, el análisis de los efectos del grado de consistencia, en función del tipo de tarea (simple o doble), fue útil para determinar si la consistencia correlaciona con el esfuerzo atencional que requiere una determinada tarea (Schneider y Fisk, 1982b, Exp. 2). En este caso, las condiciones de proyección variada no se ven afectadas por la práctica; sin embargo, el ejercicio en tareas consistentes incrementa los niveles de ejecución, cuando la detección es la tarea secundaria (también en Schneider y Fisk, 1982a). Por lo que parece que los efectos de la práctica y de la consistencia de respuesta actúan multiplicativamente sobre la tasa de ejecución.

Evidentemente, estos resultados inciden sobre la distinción establecida por Schneider y Shiffrin (1977) entre procesamiento controlado y automático, como dos procesos complementarios, aunque cualitativamente diferentes. Sin embargo, la investigación sobre las condiciones en las que se desarrollan cada uno de ellos sigue aportando resultados, en ocasiones, contradictorios. Una revisión de dichas contradicciones, y una reelaboración completa de la teoría de Schneider y Shiffrin, se ha realizado muy recientemente (Cheng, 1985a, 1985b).

El modelo formulado por Cheng (1985a, 1985b) supone una propuesta alternativa al concepto de automatización, tal y como es definido por Schneider y Shiffrin. Según Cheng, la automatización en el procesamiento no consiste más que en la reestructuración de los componentes de la tarea en unidades nuevas. Esa reestructuración es completa en las tareas de proyección consistente, tal como fueron diseñadas por Schneider y Shiffrin; puesto que en ellas la categoría de pertenencia de los ítems positivos y distractores varía, con lo que el

sujeto puede asignar a modo de una etiqueta diferencial a cada grupo. En la tarea de búsqueda, lo que el sujeto compara son las categorías, y no los elementos individuales que han sido presentados, de forma que el tamaño de la secuencia resulta indiferente. Por su parte, en el diseño de proyección variada no pueden asignarse etiquetas porque los items pertenecen a una única categoría. Esto implica que las comparaciones deberán realizarse item a item, provocando un evidente efecto de sobrecarga del sistema.

La existencia de una estrategia categórica ha sido puesta a prueba en algunas otras ocasiones (p.e. Egeth et al., 1984; Hock et al., 1985; Krueger, 1984b). En este sentido, Hock y colaboradores (1985) analizan el efecto de la categoría de pertenencia de los items sobre la búsqueda de información. En sus experimentos utilizan dos tipos de condiciones: la búsqueda entre-categorías (supone buscar números entre un conjunto de letras), y la búsqueda intra-categorías (buscar números o letras entre conjuntos de estímulos que pertenecen a la misma categoría). Los resultados obtenidos por Hock y colaboradores no están en consonancia con los de Schneider y Shiffrin. Parece ser que, en la búsqueda visual, el efecto de las categorías es resultado de una respuesta de atención automática a la información del nivel categorial, es decir, en estos casos, el sujeto puede utilizar la información categorial y omitir la relativa a los items individuales.

Ahora bien, el efecto de las categorías parece que responde a cierta información física acerca de los estímulos (Duncan, 1983; Krueger, 1984b). De ahí que se hayan anulado las diferencias entre condiciones entre-categorías y las intra-categorías, controlando la semejanza física entre items positivos y negativos. La existencia de una estrategia categorial física puede explicar los resultados obtenidos por Schneider y

Shiffrin, evidentemente, pone en entredicho la conclusión que extraen dichos autores referente a que las funciones planas en los diseños de proyección consistente implican ausencia de efectos de sobrecarga del sistema (o independencia del procesamiento, con respecto a la cantidad de información manipulada), ya que no existe una base empírica real para hacer dicha extrapolación.

Según Cheng, los intentos realizados por Schneider y Shiffrin (utilizan condiciones inversas, en las que los items que pertenecen a la categoría de distractores, en unos ensayos, forman parte del conjunto de items positivos, en otros) para solucionar la posible confusión entre automatismo y estrategia categorial, no son satisfactorios, ya que en ningún caso se manipula el tamaño del conjunto. Esta característica de la tarea hace imposible extraer ninguna conclusión acerca de si existe o no capacidad independiente del número de items a buscar. Además el uso de condiciones inversas tiene una repercusión diferente en los diseños de proyección consistente y en los de variada.

Por su parte, Schneider y Shiffrin (1985) revisan las críticas realizadas por Cheng (1985a), y consideran que la hipótesis de la diferencia categorial no es suficiente para explicar los resultados obtenidos por ellos (Schneider y Shiffrin, 1977a; Shiffrin y Schneider, 1977), sino que éstos más bien se ajustan a una automatización del proceso de búsqueda. Por ejemplo, Schneider y Shiffrin afirman que la hipótesis de las categorías no puede explicar la ventaja a favor de la búsqueda consistente, respecto a las condiciones más simples de búsqueda variada; o, por qué en las condiciones inversas, el nivel de ejecución en las tareas de proyección consistente disminuye, con respecto a las condiciones no inversas; o, por qué en las condiciones de proyección variada, en las que no es posible la generación de una estrategia de

categorización, las diferencias debidas al tamaño del conjunto memorizado desaparecen a lo largo de la primera o la segunda sesión.

Ahora bien, el propio Schneider (1985) ha formulado, recientemente, un modelo cuantitativo que recoge la posibilidad de algún tipo de recursos limitados de capacidad e interferencia en el componente automático de una tarea con otras tareas, tanto automáticas como controladas. De esta forma la distinción radical entre detección automática y búsqueda controlada que ya resulta clásica parece, cuanto menos, artificial.

Evidentemente, la polémica en la definición de los criterios de búsqueda automática sigue estando abierta en la actualidad, como ha puesto de relieve la revisión de la literatura sobre el tema. Sin embargo, la solución no parece encontrarse en la definición de criterios universales de automatismo, sino más bien en la descomposición de la tarea en procesos integrantes para a partir del análisis de los mismos identificar qué rasgos de procesamiento son automáticos o controlados. Este planteamiento parece ajustarse con más precisión a la evidencia empírica que con frecuencia muestra que cualquier actividad cognitiva compleja implica procesos que se podrían considerar como automáticos, junto a otros que requerirían un control voluntario por parte del sujeto.

En el siguiente apartado va a seguir haciéndose hincapié en la definición de las características de la búsqueda automática, revisando los resultados que se han obtenido a partir de diseños de búsqueda visual.

### **3.3. Automatismo y búsqueda en paralelo: Datos de búsqueda visual que apoyan el procesamiento en paralelo**

Una de las conclusiones que se derivan del supuesto de automatización de los procesos de búsqueda es que la comparación entre items se realiza simultáneamente (todos los estímulos a la vez) y no de forma secuencial (un item después de otro); es decir, que la información se procesa en paralelo. Precisamente, en la literatura sobre búsqueda visual se ha tratado, con frecuencia, la posibilidad de un procesamiento en paralelo de los estímulos que se presentan en el campo visual (p.e. Allport, 1971; Bjork y Estes, 1971; Briggs y Johnsen, 1973; Ericksen y Hoffman, 1972, 1973, 1974; Ericksen y Ericksen, 1974; Ericksen y Rohrbaugh, 1970; Ericksen y Spencer, 1969; Krueger, 1984b; Neisser, 1963, 1967; Pollack, 1963; Rabbitt, 1959; Shiffrin y Gardner, 1972; Treisman y Schmidt, 1982; Treisman y Paterson, 1984; Treisman et al., 1983).

Tal y como se expuso en otra parte de esta tesis (Véase Capítulo 2), en un paradigma de búsqueda visual se presentan al sujeto un conjunto de estímulos (visuales) que permanece, permanentemente, expuesto hasta que el sujeto identifica si uno o varios items están contenidos en el mismo. En este apartado se va a presentar la evidencia empírica que apoya que los distintos procesos desde la transformación del estímulo hasta la emisión de la respuesta ocurren en paralelo.

Existe la idea ampliamente difundida en la investigación con estimulación visual de que el procesamiento de distintos puntos del campo visual se produce simultáneamente (Baddeley, 1976). Esta posibilidad de procesamiento en paralelo de información

complementaria del estímulo, propia del sistema visual humano, supone una clara ventaja con respecto a otros registros cognitivos de información (p.e. el acústico) que parecen más limitados por la presentación secuencial de la estimulación. Ahora bien, tampoco parece justificado suponer una capacidad de procesamiento ilimitado del sistema visual, ya que si se utilizan campos visuales excesivamente amplios el sujeto va a tener que realizar movimientos oculares para percibir la totalidad de estímulos y con ello, probablemente, se fuerce una estrategia de reconocimiento serial.

El primer problema que se plantea, considerando en su totalidad los procesos implicados en la búsqueda visual, es de qué forma se corresponde el paralelismo periférico (es decir, desde que se recibe la información, a nivel sensorial, hasta que se trasmite al córtex) con el de aquéllos otros sistemas centrales que integran, a un nivel más complejo, la información perceptiva del estímulo. En otras palabras, e intentando simplificar el complejo funcionamiento del sistema de procesamiento visual, se trata de identificar si existe o no interferencia en el procesamiento simultáneo durante las primeras etapas perceptivas del proceso de búsqueda (p.e. Banks y Prinzmetal, 1976; Estes, 1974), o si por el contrario dicha interferencia se produce en el resto de procesos que ocurren hasta la decisión de la respuesta (p.e. Ericksen y Ericksen, 1974; Ericksen y Schultz, 1977; Keren et al., 1977; O'Hara, 1977).

Durante mucho tiempo la resolución de esta cuestión pasó por proponer modelos de funcionamiento jerárquico del aparato cognitivo humano (p.e. Averbach y Coriell, 1961; Sperling, 1960), que suponían, ante todo, un procesamiento secuencial de los distintos mensajes elaborados y transmitidos por los canales periféricos a los centrales. Esta interpretación intentaba fundamentar por qué el número de estímulos



buscados influía sobre el tiempo de reacción (p.e. Atkinson et al., 1969; Estes y Taylor, 1964, 1969; Estes y Wessel, 1966; Hoffman, 1978, 1979; Nickerson, 1966; Snodgrass y Townsend, 1980), con lo que al menos en parte deberían reconocerse ciertos límites en la capacidad del sistema. Ahora bien, un modelo que defienda un funcionamiento del sistema de procesamiento, estrictamente serial no podría explicar cómo el elevado número de estimulación visual compleja que llega del exterior y la rapidez de respuesta que se le exige al sujeto no bloquean el sistema. Asimismo la idea del procesamiento serial, tampoco parece corresponder con ciertos resultados obtenidos en la investigación neurofisiológica y que sugieren un funcionamiento en paralelo (Véase Capítulo 1).

Por otra parte, la rapidez con que el sujeto extrae rasgos relevantes del estímulo, lo sitúa en una determinada categoría de pertenencia, lo compara con otros estímulos similares y decide la respuesta, hacen pensar que, al menos, algunos de dichos procesos se realizan simultáneamente (Rabbitt, 1982). Estas posibilidades del sistema visual se concretarían, en primer lugar, en que el sujeto puede atender más de un estímulo a la vez, con lo que debería existir más de un canal de entrada de información; y en segundo, que la recuperación de los items, una vez que han sido procesados es, asimismo, simultánea, y no se produce elemento a elemento (Wickens et al., 1981, 1985). Ahora bien, el problema sigue estando en delimitar qué procesos ocurren en paralelo, y con qué límites cuenta el sistema global, tanto a nivel periférico como central.

En la investigación sobre búsqueda visual, el trabajo desarrollado por Neisser representa uno de los primeros intentos por integrar los resultados empíricos obtenidos con este tipo de paradigmas. Neisser

(1967) formula un modelo ya clásico en el que se supone la existencia de dos etapas en el procesamiento de información visual, que, por otra parte, sigue teniendo un gran impacto en la actualidad (p.e. Duncan, 1980; Kahneman y Henik, 1981; Navon y Pearl, 1985; Treisman et al., 1983). La primera etapa, de procesamiento preatentivo, ocurre en paralelo (se produce antes de que se focalice la atención sobre el estímulo); y la segunda etapa, en la que se seleccionan los items relevantes, implica atención focalizada. Este modelo, como ya se ha indicado, integra algunos resultados que habían sido obtenidos, anteriormente, por el propio Neisser (1963), y por algún otro autor (p.e. Rabbitt, 1967), en los que se observaban efectos de facilitación en la búsqueda cuando el sujeto aprendía a reconocer letras que presentaban líneas curvas y letras formadas por líneas rectas. En el experimento de Rabbitt (1967), el grupo de sujetos que buscaba letras con rasgos curvos entre letras constituídas por líneas rectas mostró respuestas más rápidas que a la inversa. Este resultado parece sugerir que se desarrolla una estrategia de consistencia de respuesta para detectar los rasgos críticos del estímulo, y que evita tener que analizar todas las características presentes en el estímulo. El mecanismo de búsqueda selectiva implica un proceso de decisión más rápido que el secuencial, y hace posible que la eficiencia de la ejecución sea, asimismo, mayor.

Recientemente, Egeth y colaboradores (1984) han obtenido algunos resultados en búsqueda visual, que permiten afirmar que el sujeto no siempre realiza una búsqueda serial de toda la información, tal y como proponía Rabbitt en el experimento anteriormente expuesto. Estos autores diseñan un experimento en el que el color del estímulo es una variable relevante para la respuesta. Los resultados muestran que los sujetos tan solo buscan aquellos items que tienen el mismo color (rasgo

crítico), y desechan aquéllos otros que no contengan la característica relevante. Para Egeth y colaboradores (1984) la búsqueda selectiva supondría dos procesos distintos: el rechazo, en paralelo, de los estímulos que no cuentan con un rasgo crítico determinado (en el mismo sentido que en Rabbitt, 1967); y la búsqueda serial de aquéllos otros que sí contienen esa dimensión. Esta interpretación supone que la búsqueda secuencial y en paralelo ocurren simultáneamente ante ciertas características de la tarea.

La posibilidad de subsistencia de procesos seriales y en paralelo se discutió en el capítulo de búsqueda de memoria (p.e. Fisher, 1982) (Véase Capítulo 2), pero parece ser una cuestión que se extiende también a la búsqueda visual. De hecho, los resultados de Egeth y colaboradores (1984) han sido confirmados por algún otro trabajo (p.e. Gathercole y Broadbent, 1984), que obtiene evidencia de procesamiento mixto, serial y en paralelo. Gathercole y Broadbent (1984) diseñaron tres experimentos de procesamiento perceptivo de los rasgos estímulares de color y forma. Los resultados mostraron que la estrategia de procesamiento varía en función de la condición de búsqueda utilizada (p.e. categorial vs. identidad), de forma que cuando se presentan condiciones de identidad entre estímulos el sujeto parece adoptar una estrategia de procesamiento serial (dependiente del número de ítems procesados); mientras que en las condiciones de búsqueda categorial la estrategia responde, más bien, al procesamiento en paralelo (no estrictamente asociada a la amplitud de la secuencia buscada). Esta evidencia de procesamiento mixto hace hincapié en la necesidad de analizar, independientemente, los procesos componentes de la tarea de búsqueda, tal y como parece defenderse en la actualidad, ya que con

frecuencia una misma tarea implicará procesamiento secuencial y simultáneo (Jonides et al., 1985; Schneider, 1985).

Asimismo, Krueger (1984b) ha analizado, recientemente, la validez de la hipótesis de procesamiento preatentivo de Neisser en una tarea de búsqueda visual, para explicar el fenómeno, empíricamente probado, de mayor facilidad para identificar una letra entre dígitos que entre otras letras. La cuestión que se plantea es si el efecto de la categoría de pertenencia del ítem depende de diferencias en los rasgos físicos de los estímulos (y por lo tanto tiene que ver con el nivel de análisis perceptivo del estímulo), o de diferencias a nivel conceptual (e implica los procesos de análisis más complejos). Los resultados obtenidos por Krueger mostraron que cuando los números y las letras se compararon en función de las características físicas (tanto en los conjuntos en los que está presente el ítem crítico como en los que no lo está), desaparece el efecto debido a la categoría de pertenencia, con un tiempo de discriminación idéntico para los dos tipos de estímulos. Asimismo, cuando se eliminan las diferencias físicas, la búsqueda es más rápida y eficiente para las letras que para los números, tal vez porque el valor de familiaridad asociado a las letras sea mayor, y es evidente un efecto categorial.

Por su parte, Duncan (1984) utiliza la distinción entre procesos preatentivos y de atención focalizada (Neisser, 1963, 1967) para interpretar ciertos resultados obtenidos con búsqueda visual. Duncan presenta encuadres de pequeño tamaño (con un ángulo subtendido menor de 1°) formados por dos objetos sobreimpuestos (un recuadro, y una o varias líneas), utilizando tiempos de exposición muy bajos. Los resultados obtenidos muestran que los juicios relativos al mismo objeto pueden realizarse simultáneamente, sin que se produzca disminución en la precisión de la respuesta, mientras que los juicios relativos a objetos

diferentes no pueden ejecutarse sin que se observe un deterioro evidente. Según Duncan, estos resultados parecen apoyar la existencia de procesos preatentivos en paralelo que sirven para dividir el campo visual en objetos separados, y que van seguidos de un proceso de atención focalizada (serial) de un objeto en cada momento temporal.

Muy recientemente, Navon y Pearl (1985) han replanteado la posibilidad de establecer diferencias, al modo de Neisser, entre el procesamiento de la información visual que ocurre antes de que la atención se focalice sobre el estímulo, y el procesamiento posterior a la selección de los estímulos que serán atendidos. Los resultados obtenidos en los experimentos diseñados por estos autores parecen sugerir que no existen diferencias cualitativas entre el procesamiento preatentivo y el atencional, y que más bien puede hablarse de un período prefocal en el que los recursos se distribuyen, difusamente, entre todos los objetos presentes en el campo visual, seguido de un proceso de selección en el que se focaliza la atención. Dicho proceso prefocal cuenta con algún componente automático, aunque no exclusivamente.

Con anterioridad, Allport (1971) había planteado la cuestión de la búsqueda selectiva en otros términos. Para este autor el análisis perceptivo de los estímulos se realiza mediante sistemas de analizadores diferentes, cada uno de ellos comprometidos en la detección de rasgos específicos. Ahora bien, si dos analizadores diferentes están comprometidos en una discriminación, su actuación simultánea implicará interferencia. Para probar esta hipótesis Allport diseñó un experimento en el que se presentan tres formas coloreadas que contienen un número árabe en su interior. Se utilizan tres condiciones de atención dividida; la primera exige del sujeto el registro simultáneo del color y de la forma del estímulo; la segunda, del color y del número; y la tercera, de

la forma y del número. De acuerdo con los supuestos defendidos por Allport el nivel de ejecución más bajo se produce en las respuestas que exigen atención simultánea a los números y las formas, ya que en ambos casos se requiere un análisis de formas, y por lo tanto se produce una competencia en la ejecución de los analizadores que repercute negativamente sobre la eficiencia de la respuesta.

Felfoldy y Garner (Felfoldy y Garner, 1971; Garner y Felfoldy, 1970) obtienen ciertos resultados que pueden interpretarse de forma similar a los de Allport. Estos autores presentan en sus experimentos estímulos visuales (tarjetas de colores) variando las características de luminosidad y saturación. Los resultados muestran que cuando ambas dimensiones del estímulo covarían las respuestas con más rápidas, es decir el estímulo es más fácil de discriminar. Sin embargo, y en esto coinciden con el planteamiento de Allport, cuando se manipulan ciertos rasgos separables del estímulo parece que se impide el desarrollo de un procesamiento integrado, generándose una estrategia de consistencia de respuesta. En el caso de que, por ejemplo, existan dos rasgos críticos y separables del estímulo, el sujeto puede rechazar aquellos items que no contengan alguno de los dos, sin que sea necesario llevar a cabo dos decisiones (también habría una búsqueda selectiva).

Evidentemente, los resultados comentados hasta este punto sugieren que la hipótesis de las dos etapas de Neisser sigue contando con recursos suficientes para explicar un gran número de resultados obtenidos en la actualidad con paradigmas de búsqueda visual, sobre todo porque permite integrar mecanismos con una ejecución en paralelo junto a procesos con una base secuencial, permitiendo una mayor flexibilidad en el modelo general.

Sin embargo, con frecuencia, los experimentos en búsqueda visual, presentan secuencias largas de items, con lo que el sujeto debe realizar movimientos oculares para buscar el estímulo crítico (p.e. Neisser, 1963, 1967). En este caso, el tiempo de reacción implicaría no solamente la razón de procesamiento de la información, sino, asimismo, la razón debida a los movimientos sacádicos necesarios para percibir todos los estímulos que se presentan. Esta cuestión es de indudable importancia, sobre todo porque parece un hecho reconocido que la disposición de los items en el encuadre juega un papel decisivo en la estrategia de búsqueda utilizada (Townsend y Ashby, 1983).

Sperling y colaboradores (1971) elaboraron un diseño experimental para neutralizar el efecto de la disposición de los estímulos, que consistía en la presentación muy rápida de una cadena de letras en la que el sujeto tenía que buscar un número. Los resultados obtenidos por estos autores muestran una razón de búsqueda constante para una gran variedad de amplitudes (secuencias formadas por 9 a 25 letras), y de intervalos entre estímulos de cadenas sucesivas (de 40 a 160 milisegundos), lo que puede interpretarse como indicio de búsqueda en paralelo.

Por su parte, en un experimento diseñado por Treisman y colaboradores (1983) se plantea el papel que la disposición espacial de los items parece tener sobre la búsqueda en paralelo (también en Fryklund, 1975; Kahneman y Henik, 1977, 1981). Treisman y colaboradores presentan encuadres formados por palabras que en ciertas condiciones estaban rodeadas de un contorno (con una ruptura en el trazado) para que el sujeto identificase tanto la palabra como la localización del punto de ruptura. La ejecución de los sujetos fue mejor cuando el contorno rodeaba la palabra que cuando se presentaba en un punto de fijación

opuesto, aún a pesar de mantener la misma separación espacial entre ambos estímulos. Parece que la atención se focaliza sobre un área concreta del espacio visual, de forma que solo los estímulos contenidos en dicha área pueden ser discriminados simultáneamente (también en Ericksen y Hoffman, 1973; Treisman y Schmidt, 1982), y que si esa área se amplía se produce una pérdida en la definición de los caracteres. Similares resultados fueron obtenidos por Hoffman y Nelson (1981). En este caso, el sujeto debía buscar en un encuadre formado por cuatro letras la aparición de dos estímulos determinados. Simultáneamente, se presentaba un recuadro con uno de los lados partido, en una posición que podía variar en cuanto a su proximidad respecto de las letras, para que el sujeto identificase el punto en el que estaba localizada la ruptura. La búsqueda de letras fue más eficaz cuando el recuadro ocupaba una posición adyacente a las letras que cuando se situaba en un punto alejado (también en Hoffman et al., 1983), lo que parece incidir de nuevo en la limitación de la amplitud del área del campo visual que puede procesarse simultáneamente.

Estos resultados han sido una de las causas de que se elaboren ciertos procedimientos para la presentación de los estímulos que neutralicen el efecto del área espacial sobre la búsqueda visual. Los trabajos de Ericksen y colaboradores (Ericksen y Collins, 1969; Ericksen y Ericksen, 1974; Ericksen y Hoffman, 1972, 1973; Ericksen y Rohrbaugh, 1970; Ericksen et al., 1973) utilizan una disposición circular del encuadre centrado en un punto de fijación, para evitar el procesamiento serial que debe realizarse cuando se presentan estímulos (p.e. secuencias de letras) que ocupan un espacio visual que supera el ángulo que el sujeto puede percibir en el campo visual, y que por lo tanto exigen movimientos oculares. Ahora bien, con estas disposiciones



estimulares no se ha eliminado, completamente, el efecto que los items ruidos tienen sobre el procesamiento del estímulo crítico, y que parece sugerir que la interferencia en tareas de búsqueda visual no depende tan solo de procesos de índole central o de decisión, sino también de los procesos periféricos que ocurren previamente a la comparación entre estímulos.

El factor de la disposición espacial también ha sido controlado por Sternberg y Scarborough (1969) en un trabajo que parte del supuesto de que la rapidez en la búsqueda visual se debe a que las decisiones acerca de los diferentes estímulos se hacen al mismo tiempo. El procedimiento utilizado por estos autores consiste en el registro del tiempo de decisión (definido como intervalo en el que el sujeto percibe el estímulo), en una situación de búsqueda, donde se presentan los estímulos secuencialmente, con exposiciones rápidas, en un único punto del campo visual (y por lo tanto, donde se evitan los movimientos sacádicos). El intervalo de presentación corresponde con el tiempo de búsqueda obtenido en las tareas usuales. Los resultados muestran que el tiempo para una decisión positiva crece linealmente en función del número de items buscados, con lo que se confirma que la comparación de cada item memorizado con los del conjunto visualizado se realiza serialmente. Ahora bien, el tiempo de decisión es mayor que el intervalo entre estímulos sucesivos, por lo que parece que, aunque las comparaciones individuales se ejecutan secuencialmente, ocurren en paralelo con las del resto de items. Posteriormente, el propio Sternberg (1971) analiza esta misma cuestión aplicando la lógica del método de los factores aditivos a tareas de búsqueda visual (concretamente a un estudio realizado por Chase, 1969), con el propósito de analizar si existe solapamiento entre las etapas comprometidas en la transformación del estímulo. El trabajo de Chase

utiliza un procedimiento que permite que el sujeto comience el procesamiento de un ítem antes de completar el del anterior (esto puede realizarse controlando el tamaño de una ventana sobre la cadena de estímulos que se busca). Tomando como medida el tiempo de procesamiento de la cadena global, no el de búsqueda de los estímulos individuales, y considerando como factores la cualidad del estímulo y el tamaño del encuadre, los resultados obtenidos por Chase muestran que la codificación de los diferentes estímulos puede ocurrir en paralelo, mientras que la comparación sigue siendo serial. La aplicación del método de los factores aditivos incide, nuevamente, en la posibilidad de subsistencia de componentes en paralelo y seriales en una misma tarea de búsqueda, y sugiere que en ciertas condiciones es posible asumir que el número de ítems buscados repercute sobre el tiempo de procesamiento. Este resultado pone en cuestión uno de los aspectos más controvertidos de la búsqueda en paralelo que tiene que ver, directamente, con los límites de la capacidad de procesamiento.

Como algún autor ha apuntado (Fisher, 1982) la hipótesis de capacidad ilimitada en la búsqueda visual se utiliza para considerar que la comparación de un ítem en memoria con los del conjunto visualizado se lleva a cabo en paralelo, sin que se produzca un deterioro evidente en el nivel de ejecución causado por el número de ítems distractores. La cuestión del límite en la capacidad de procesamiento simultáneo es fundamental en la consideración del automatismo. De hecho, tradicionalmente, la dependencia del tiempo de reacción respecto al número de ítems buscados se considera como una clara evidencia de que el procesamiento de la información se produce secuencialmente, y esto no solamente en búsqueda visual sino también en búsqueda de memoria (p.e. Bersted, 1983; Gaffan, 1977; Gilford y Juola, 1976; Mohs et al.,

1975; Snodgrass y Townsend, 1980; Sternberg, 1966, 1967c, 1967d; Theios, 1973; Theios y Walter, 1974; Theios et al., 1973; Townsend y Ross, 1973). Por su parte, aquellos resultados donde no se aprecia una relación evidente entre latencia de la respuesta y tamaño del encuadre, son interpretados a favor de la búsqueda en paralelo (p.e. Bjork y Estes, 1971; Briggs y Johnsen, 1973; Duncan, 1980; Ericksen y Spencer, 1969; Shiffrin y Gardner, 1972). Ahora bien, la diferenciación entre las predicciones de un modelo serial y uno en paralelo, respecto a la dependencia del tiempo de reacción del número de items procesados no es una cuestión ni mucho menos resuelta (Townsend y Ashby, 1983). De hecho, tal y como se indicó en el capítulo anterior, ciertos modelos en paralelo, que defienden un sistema de capacidad limitada (p.e. Atkinson et al., 1969; Shaw, 1978; Taylor, 1976a), asumen un crecimiento lineal en las rectas de regresión del tiempo de reacción respecto al tamaño de la secuencia buscada. Este resultado no indicaría, sino, que el sistema de reconocimiento cuenta con ciertos límites en la cantidad de información con la que puede trabajar simultáneamente, aunque tampoco significa que el canal de entrada sea único, como se defiende desde un modelo secuencial. Precisamente, en esta línea se dirigen ciertas propuestas actuales que integran los resultados obtenidos en búsqueda visual, y que aún asumiendo un procesamiento en paralelo consideran que el sistema global cuenta con una capacidad limitada (p.e. Fisher, 1982). A continuación, se van a presentar algunos datos resultantes de la manipulación de la variable número de estímulos del encuadre y que permitirán delimitar más esta cuestión.

Rabbitt (1959) elaboró un diseño de tiempo de reacción de elección, en el que al sujeto se le presentaba un estímulo para que decidiera acerca de su pertenencia a una de dos categorías. Los resultados

mostraron que si el número de símbolos en cada conjunto pasaba de 1 a 2, el tiempo de reacción aumentaba significativamente; sin embargo, permanecía constante con secuencias de hasta 16 ó 17 símbolos. Por su parte, Pollack (1963) obtiene un resultado similar, en un experimento donde se presentaban dos columnas de nombres que eran ejemplares de una categoría semántica, para que el sujeto reconociera dicha categoría. Cuando el número de categorías diferentes pasaba de uno a dos, el tiempo de reacción sufría un aumento significativo, que no se evidenciaba al pasar de 2 a 20 ó más. Estos resultados se interpretan como evidencia de un proceso de comparación visual que puede desdoblarse en dos etapas: un primer proceso de decisión, donde el sujeto decide si el item presentado es o no un elemento positivo (se trata de una decisión categorial, de ahí que no se vea afectada por el número de símbolos que contenga el encuadre) (también en Cheng, 1985a, 1985b); y uno segundo, donde se decide qué item particular es el que se ha expuesto, y que depende del tamaño del conjunto. La cuestión de interés es si ambas decisiones son independientes, y por lo tanto se llevan a cabo una detrás de la otra, o si por el contrario ocurren simultáneamente, en paralelo. Es decir, si en una tarea de búsqueda visual se supone que el sujeto debe extraer los rasgos perceptivos críticos del estímulo y los rasgos nominales a la vez, o secuencialmente. Parece ser que las instrucciones proporcionadas a los sujetos tienen mucho que ver con el tipo de estrategia utilizada. Si se hace hincapié en la velocidad de la respuesta, con una probabilidad alta, el sujeto tomará una decisión al terminar uno de los dos procesos, con lo que se observará un evidente aumento del número de respuestas incorrectas, a la vez que un tiempo de reacción menor; si, por el contrario, se considera la precisión, las respuestas tenderán a ser más lentas, puesto que no se tomará una decisión hasta que

se hayan finalizado los dos procesos. Esta interpretación es interesante ya que implica que la estrategia de ejecución puede modificarse en función de cambios en los criterios de la respuesta, y que por lo tanto son las características de la tarea las que determinan la selección de una u otra estrategia en función de su eficacia.

Posteriormente, Neisser (1967) analizó el efecto del tamaño del encuadre sobre el nivel de ejecución de la respuesta. En los experimentos diseñados por este autor se presentaban secuencias largas de estímulos (letras), en condiciones de búsqueda visual, utilizando dos especificaciones del diseño general: la búsqueda simple, en la que el sujeto debía reconocer una letra en la secuencia; y la búsqueda múltiple en la que el número de estímulos a buscar era mayor que 1 (se utilizan condiciones hasta con 10 estímulos diana). Los resultados obtenidos por Neisser muestran que tras una práctica extensa (14 días de ensayos), el sujeto busca a igual velocidad 1 que 10 letras, con lo que el tiempo de reacción es independiente del número de estímulos buscados. Estos resultados parece que hacen hincapié en la ausencia de límites en la capacidad del procesamiento del sistema visual, al menos de límites tan evidentes como proponían los modelos seriales.

Sin embargo, no siempre se ha observado un efecto nulo del número de estímulos buscados sobre la latencia de la respuesta, tal y como se indicó anteriormente. Murdock (1971) propone un modelo de búsqueda en paralelo que predice ajustes lineales en función del tamaño de la secuencia y que se ajusta a ciertos resultados empíricos (también en Atkinson et al., 1969; Shaw, 1978; Taylor, 1976a). El modelo de Murdock supone que cuando el encuadre está formado por tan solo un ítem, el proceso de comparación finaliza al rebasar un criterio preestablecido. Ahora bien, cuando el número de estímulos contenidos

en el encuadre es mayor que 1, el procesamiento de todos los items se inicia a la vez, pero las constantes temporales varían en función de la posición serial de los items. Para cada posición serial el valor de las constantes temporales está integrado por dos componentes: uno se refiere a la primacía y tiene un efecto lineal, de forma que el tiempo aumenta cuanto mayor sea el número de items que preceden al estímulo relevante; el otro a la recencia, y tiene un efecto logarítmico, de forma que el tiempo de procesamiento es proporcional al logaritmo de la posición serial.

Estos resultados son consistentes con los obtenidos por Sperling, posteriormente (Sperling y Melchner, 1978). Sperling y Melchner (1978) realizaron una serie de experimentos en los que se analiza el papel de la atención en la detección visual. Estos autores utilizan un paradigma de búsqueda visual, en el que se presentan al sujeto una cadena de caracteres alfanuméricos, precedidos por una señal de fijación. En las instrucciones se pedía a los sujetos focalización de la atención bien sobre una parte del encuadre (los caracteres que ocupaban las posiciones centrales o las periféricas), o bien sobre el total de estímulos. Los resultados mostraron que en las condiciones en las que se pedía atención distribuída por igual a todo el conjunto, de forma que se evaluase la interferencia entre estímulos, se producen ensayos en los que la ejecución es mejor en las condiciones de búsqueda central y otros en la periférica. Lo que significa que sí existe un efecto del tamaño o número de items buscados sobre el nivel de ejecución.

Estos resultados, aparentemente contradictorios entre sí, se interpretan como límites en la capacidad de procesamiento del sistema visual. Ahora bien, la cuestión que sigue planteándose es si la interferencia entre estímulos se produce a nivel de los procesos

periféricos o de los centrales. Turvey (1973) formuló un modelo en el que se trata dicha cuestión, y donde se recogen algunos de los supuestos defendidos por el modelo del doble proceso propuesto por Neisser (1963).

El denominado modelo heterárquico de Turvey (1973), por contraposición al jerárquico (que implica procesamiento secuencial), supone que el procesamiento de estimulación visual se lleva a cabo en dos etapas que ocurren, en una relación de contingencia, con un solapamiento temporal. La primera etapa sucede a nivel de las unidades periféricas del sistema, que extraen y transfieren, en paralelo, ciertas características relativas al estímulo. Esta idea que ya se había defendido con anterioridad (p.e. Kolars, 1967; Weisstein, 1971), corresponde con la existencia, empíricamente demostrada, de agrupaciones de neuronas corticales que tan solo responden ante determinadas características y disposiciones de los estímulos. La transmisión de información por parte de estas unidades se produce continuamente, y es integrada a un nivel superior, posteriormente, en una segunda etapa en la que interviene un procesador central. A dicho procesador llegan, continuamente, los mensajes transferidos por las unidades periféricas, de ahí que en cada instante temporal el procesador deba modificar sus productos, o decisiones, para actualizarlas en función de la nueva información recibida. La hipótesis de las dos etapas fue probada por Turvey (1973) a nivel empírico. En los experimentos diseñados por este autor se utiliza la técnica del enmascaramiento, a partir de dos especificaciones: el enmascaramiento retroactivo (se presenta la máscara después del estímulo diana), y el proactivo (la máscara precede al estímulo diana). De esta forma, cada ensayo se compone de un estímulo a identificar (letras), y de una máscara. La presentación de los estímulos podía ser

binocular (diana y máscara se exponen uno en cada ojo), para analizar si la interferencia se produce cuando se integra la información en un sistema central; o monocular (ambos estímulos se presentan para que sean percibidos por el mismo ojo), para determinar si la interferencia ocurre en el sistema periférico. Turvey utiliza, como máscaras, ruido aleatorio (un patrón visual totalmente degradado), y patrones de máscara (que contienen rasgos físicos definidos y similares a los del estímulo que se presenta).

Los resultados obtenidos por Turvey (1973), con enmascaramiento retroactivo, muestran que, si se presenta como máscara ruido aleatorio, el tiempo de exposición del estímulo no es una variable relevante (se observa una relación multiplicativa entre energía luminosa del estímulo x intervalo crítico). Sin embargo, con patrones de máscara, el tiempo de exposición sí que actúa como una variable relevante (mostrándose una relación aditiva entre energía luminosa del estímulo + intervalo crítico). El efecto del enmascaramiento con ruido aleatorio solo se produce en las condiciones de presentación monocular; mientras que cuando se utilizan patrones definidos, el enmascaramiento tiene efectos tanto con presentación monocular como binocular. Estos resultados sugieren dos procesos diferentes de interferencia: uno periférico, que depende de la luminosidad del estímulo y de la máscara, y parece implicar el procesamiento de un compuesto de estímulo y máscara, no afectado por la práctica; y uno central, que depende de la existencia de contornos definidos (figura de la máscara), y que puede mejorar en función del grado de ejercicio.

Por su parte, en las condiciones de enmascaramiento proactivo, los resultados obtenidos con máscaras aleatorias (presentación monocular) producen los mismos resultados que los de las condiciones de



enmascaramiento retroactivo. Sin embargo, no se observa mas que un efecto débil de enmascaramiento cuando se presentan como máscaras patrones definidos (presentación binocular).

La hipótesis de la integración, defendida por Turvey, se ha recogido, posteriormente, en las denominadas teorías del *flujo continuo* (p.e. Ericksen y Ericksen, 1974, 1979; Ericksen y Schultz, 1979). Desde dichas teorías se supone que la información acerca del estímulo se acumula gradualmente en el sistema visual, de forma que, simultáneamente a la entrada de nueva información en el sistema, se van activando parcialmente las respuestas. En ese proceso global existen diferentes niveles que comprenden desde la recepción del estímulo hasta la emisión de la respuesta. Es decir, en el instante que un estímulo llega a los canales de entrada del sistema, se desencadena un proceso continuo de salidas a los detectores de rasgos, que a su vez conectan con las unidades de análisis de formas. El producto de éstas últimas actúa como un flujo de activación sobre el sistema de respuesta. En principio se produce la activación de un amplio rango de respuestas, pero puesto que el procesamiento en los niveles más bajos precede al nivel de decisión se van restringiendo las alternativas de respuestas posibles hasta seleccionar la adecuada (este supuesto correspondería con la hipótesis de Turvey que sugería que los procesos periféricos deben completarse con anterioridad al inicio del procesamiento central). Este proceso que es continuo parece que puede modificarse por la práctica y el aprendizaje de la tarea.

Ericksen y Shultz (1979) han obtenido ciertos resultados experimentales que apoyan la teoría del *flujo continuo*. En los experimentos diseñados por estos autores se presentan encuadres de tamaño variable, donde se manipula el nivel de asincronía estimular. Los resultados obtenidos por Ericksen y Shultz muestran que la tasa con que

la información acerca del estímulo va completándose varía en función de ciertos parámetros del estímulo, tales como el tamaño del conjunto, el punto de la retina donde ha sido proyectado, o el contraste entre figura y fondo (también en Banks y Prinzmetal, 1976). Este proceso de acumulación temporal de evidencia hasta la superación de un umbral de respuesta coincide con el propuesto, con anterioridad, por otros autores (p.e. Grice et al., 1977; Pachella, 1974; Wilkelgren, 1977). En aquellos ensayos en los que el encuadre está formado por un número elevado de elementos, las respuestas facilitadas por los items distractores (ruido) pueden inhibir la de reconocimiento del item positivo. En este caso el deterioro en la ejecución se produce, más bien, por un problema de competencia de respuestas, y por lo tanto implica, directamente, la etapa de decisión, más que las etapas de procesamiento previo. Ahora bien, el poder de discriminación de un item positivo con respecto a los elementos ruido parece que puede manipularse experimentalmente. De hecho, dicha discriminación mejora al situar el estímulo crítico en una posición que permita su proyección en un lugar más sensible de la retina, o proporcionando mayor contraste entre figura y fondo.

La hipótesis de la competencia de respuesta entre items positivos y ruido, tal y como aparece en el modelo de Ericksen y Shultz, ya se había sugerido con anterioridad. Ericksen y Ericksen (1974) realizaron un experimento en el que podía aparecer una de cuatro letras que habían sido previamente divididas en dos grupos, de forma que ante la presentación de estímulos de uno de los grupos el sujeto debía realizar una respuesta (mover una palanca hacia la izquierda), y en el caso de estímulos del otro grupo emitir otra respuesta diferente (mover la palanca hacia la derecha). En cada ensayo se exponía una única letra en un punto conocido del campo visual, que podía estar rodeada de otras

letras del mismo conjunto (respuestas compatibles), de letras del conjunto diferente (respuestas incompatibles), o de letras neutrales (no asociadas con ninguna de las dos respuestas). Los resultados del experimento de Ericksen y Ericksen (1974) mostraron que el tiempo de reacción aumenta, significativamente, cuando la letra expuesta se presenta rodeada de letras que exigen respuestas incompatibles. Estos efectos son máximos cuando las letras distractoras ocupan posiciones próximas al estímulo crítico, y disminuyen, aunque no desaparecen, cuando los distractores ocupan una posición alejada (también en Gardner, 1973; Keren et al., 1977; O'Hara, 1977; Shiffrin y Geisler, 1973). Estos resultados se interpretan a favor de la hipótesis de la competencia de respuestas, suponiendo que al procesar simultáneamente las letras distractoras junto a la relevante, las primeras activan códigos de respuesta que resultan inhibidores para la activación de la respuesta correcta de discriminación.

Estos mismos resultados habían sido obtenidos, anteriormente, por Ericksen y Hoffman (1973) al presentar a los sujetos, en un mismo encuadre, letras irrelevantes asociadas a la respuesta que el sujeto debía emitir tras la discriminación de una letra crítica. Ahora bien, este efecto parece que puede ser controlado manipulando la distancia entre la posición de los estímulos ruido y el crítico, de forma que sería posible desarrollar un procesamiento simultáneo sin que el proceso de decisión se viese influido (también en Treisman y Schmidt, 1982).

La revisión que se ha realizado de los datos ofrecidos a partir de paradigmas de búsqueda visual permite extraer ciertas conclusiones acerca de las condiciones que hacen posible el desarrollo de estrategias de búsqueda automática.

En primer lugar, los resultados de búsqueda visual indican que la aproximación más adecuada para el análisis del automatismo debe partir de la descomposición de la tarea global en sus procesos integrantes, de forma que no parece tener plena justificación defender criterios universales de búsqueda automática, puesto que con frecuencia en dicha actividad subsisten tanto el procesamiento serial como el automático (p.e. Fisher, 1982; Jonides et al., 1985; Sternberg, 1971). Por ello, los clásicos modelos de Neisser y Turvey, que defienden una doble etapa en el procesamiento de la información visual, siguen contando con apoyo empírico en la actualidad, confirmando, hasta cierto punto, su validez como modelos generales.

De esta primera observación se deriva que la existencia de límites en la capacidad del sistema, probados experimentalmente, no tiene por qué interpretarse como una prueba a favor de los modelos de búsqueda secuencial. Incluso la posibilidad de que algunos modelos de búsqueda en paralelo realicen predicciones idénticas a las de la búsqueda serial sugiere que la dependencia del tiempo de reacción respecto del tamaño de la secuencia no es un criterio relevante para decidir si la búsqueda es un proceso simultáneo o secuencial, y por lo tanto no puede utilizarse en la definición de automatismo. De hecho, recientemente, se ha formulado alguna clasificación de los modelos de búsqueda visual en paralelo en la que se contempla, claramente, aquellas propuestas desde las que se supone una búsqueda automática con límites en la capacidad del sistema (Véase Fisher, 1982).

Por otra parte, con frecuencia se ha observado que el desarrollo de estrategias automáticas parece depender de ciertas condiciones relativas a los estímulos. Una de dichas condiciones tiene que ver con la disposición espacial con la que cuentan los items en el campo visual, cuya

manipulación determina que la estrategia de búsqueda seleccionada sea serial (con presentaciones lineales), o en paralelo (con presentaciones en un único punto del espacio visual, o con disposiciones circulares). Asimismo, el punto de proyección en la retina de los estímulos visuales, o su poder de discriminación con respecto a los items ruido o distractores (p.e. pertenencia a categorías diferentes), son otras de las condiciones estimulares que influyen, decisivamente, en que la selección de un mecanismo de comparación serial o en paralelo.

Este último aspecto hace todavía menos eficaz el supuesto de criterios universales de automatismo, ya que incluso, como algún trabajo ha demostrado, parece posible manipular el tipo de estrategia de búsqueda utilizada, también, a través de las instrucciones proporcionadas a los sujetos por el experimentador.

Estas consideraciones finales inciden sobre la dificultad de definir con precisión no solamente los criterios que permiten considerar una tarea como automática, sino, asimismo, la propia delimitación de los rasgos que diferencian la búsqueda secuencial y en paralelo, sobre todo porque la capacidad de procesamiento del sistema, que venía considerándose como un aspecto decisivo, no parece ser tan relevante.

## **Capítulo 4**

### **Modelos explicativos de la discrepancia entre juicios afirmativos y negativos**

Uno de los resultados más sugerentes obtenidos con paradigmas de búsqueda de información se refiere a que el proceso de comparación de dos estímulos que son idénticos es, con frecuencia, más rápido que el de dos estímulos diferentes (p.e. Bamber, 1969; Krueger, 1978, 1983, 1984a; Krueger y Shapiro, 1981; Proctor, 1978, 1981; Proctor y Hurst, 1982; Proctor y Rao, 1982, 1983a, 1983b; Proctor et al., 1984; Ratcliff, 1979; Ratcliff y Hacker, 1981, 1982; Taylor, 1976b). La existencia de una estrategia de comparación diferencial, según el tipo de respuesta (positiva-negativa), es una posibilidad teórica realmente interesante, ya que parece sugerir que el tiempo de comparación no es un valor constante, sino que se distribuye en función de que los dos estímulos comparados sean o no idénticos, y lo que es más interesante teóricamente, sugiere que el proceso de análisis conceptual puede ser analizado con esquemas semejantes a los empleados en los experimentos de búsqueda.

Este dato ha sido puesto a prueba en numerosas ocasiones utilizando los denominados paradigmas de juicios *igual* y *diferente*. En un diseño de este tipo se suele presentar un par de estímulos (con frecuencia, letras), para que el sujeto decida si son iguales o diferentes (respuesta binaria). En estas condiciones es fácil suponer que las diferencias que se produzcan, en los tiempos de reacción o en las proporciones de error, entre ensayos que contengan items positivos (los dos estímulos son iguales) y negativos (los dos estímulos son diferentes), se deban al proceso mismo de comparación y no a otras características de la recuperación. Evidentemente, el nivel de dificultad de las tareas de comparación perceptiva, al igual que en los paradigmas de búsqueda, es muy bajo, por lo que cabe esperar que la precisión de la respuesta sea elevada (con frecuencia los porcentajes de error no exceden del 5 % del

total de ensayos. Véase p.e. Bamber, 1972, 1969; Proctor, 1981; Proctor y Hurst, 1982; Proctor y Rao, 1983a). De hecho, este es un resultado evidente si se considera que el tiempo de presentación de los estímulos, en los paradigmas de comparación perceptiva, es suficiente como para que el sujeto reconozca la información correctamente.

Sin embargo, a partir del paradigma general, utilizado en las tareas de juicios *igual-diferente*, se han introducido una serie de modificaciones que pasan, sobre todo, por presentar cadenas de estímulos (conjuntos de elementos), más que items simples (p.e. Bamber, 1969; Krueger, 1983, 1984a; Proctor y Hurst, 1982; Proctor et al., 1984; Taylor, 1976b). En estos casos, dos estímulos se consideran idénticos cuando son física o nominalmente iguales y además, ocupan la misma posición en el conjunto. Precisamente, ésta es una de las características diferenciales entre los diseños de juicios *igual-diferente* y los paradigmas tradicionales de búsqueda, ya que en estos últimos los items no tienen por qué ocupar la misma posición (Townsend y Ashby, 1983).

Uno de los resultados más frecuentes obtenidos cuando se le presentan al sujeto dos pares o cadenas de estímulos totalmente iguales o distintos en algún rasgo, es que aparecen diferencias significativas tanto en la latencia de la respuesta como en su precisión. El problema surge a la hora de determinar si tales discrepancias se producen porque existen dos tipos de estrategias de comparación diferentes (una para los items iguales y otra para los diferentes), o si son cambios criteriosales en el proceso de decisión los responsables de dichos efectos. De hecho estas dos han sido las alternativas teóricas más consistentes defendidas para explicar la discrepancia entre juicios *igual-diferente*. En el apartado siguiente se va a presentar, de forma más extensa, una clasificación de los



modelos, tanto clásicos como modernos, que se han propuesto en la interpretación de las estrategias de comparación perceptiva.

#### 4.1. Clasificación de los modelos explicativos de la discrepancia entre juicios *igual-diferente*

Tradicionalmente, los resultados experimentales han demostrado que las respuestas *igual* tienden a ser más rápidas que las *diferente* (Bamber, 1969; Keuss, 1977; Krueger, 1978); y, sin embargo, intuitivamente, se podría predecir lo contrario. En las respuestas *diferente* el sujeto tan solo debe encontrar una dimensión distinta entre los dos estímulos presentados para dar su respuesta. Por su parte, en los juicios *igual* siempre hay que examinar todas las características del estímulo antes de tomar una decisión (Krueger, 1978). Esto implica que la comparación de las características relevantes sea siempre exhaustiva en los juicios *igual*, y pueda ser terminada en los *diferente* (Krueger, 1984a). La terminación automática en el proceso de comparación produce respuestas de latencia corta y con una baja tasa de error; por su parte, la comparación exhaustiva implica tiempos de reacción más largos y probabilidad de error mayor.

Sin embargo, los resultados no han sido siempre tan claros. Cuando comenzó a analizarse experimentalmente, este tipo de problemas no aparecían datos consistentes que permitiesen proponer un modelo teórico unitario (Bamber, 1969); e, incluso, en algunos trabajos, las discrepancias se producían a favor de las respuestas *diferente* (p.e.

Nickerson, 1969). En esta misma línea, si se considera que la comparación puede implicar una prueba de múltiples características (p.e. Smith et al., 1974), parece evidente que para dar una respuesta negativa es necesario un menor número de comparaciones que para una positiva, y que cabría esperar resultados a favor de los juicios *diferente* .

Aunque los resultados ya mencionados parecen apuntar hacia ciertos supuestos teóricos básicos, sin embargo la elaboración posterior ha sido sumamente compleja. Esto, tal vez tenga que ver con la diversidad de áreas de investigación desde las que se han realizado aportaciones en el estudio de esta cuestión. De hecho, las teorías explicativas de la discrepancia *igual-diferente* pueden agruparse en dos grandes apartados. De un lado, aquéllas que apelando a la existencia de algún contador de diferencias entre los estímulos a comparar, formulan un criterio que sirve de base a la decisión del sujeto (p.e. Krueger, 1978; Nickerson, 1969; Ratcliff, 1981), y por otro aquéllas que asumen diferencias en el tipo de comparación de la información entre respuestas *igual-diferente* , o defienden la existencia de etapas extra en el procesamiento (p.e. Bamber, 1969; Proctor, 1981; Taylor, 1976b) .

Estas dos alternativas teóricas sobre las diferencias entre juicios afirmativos y negativos parece que recogen algunos de los supuestos defendidos en los primeros modelos explicativos del tiempo de reacción y de la precisión de la respuesta del sujeto; concretamente de los llamados modelos mixtos, y de prueba secuencial (Ratcliff, 1985), y que se van a describir a continuación.

En los modelos mixtos se asume que la etapa de decisión de la respuesta cuenta con un doble componente: el de respuesta controlada, con una latencia y tasa de error constante; y una estrategia de adivinación, con efectos muy potentes sobre el tiempo de reacción, y

donde se supone que los sujetos dan respuestas afirmativas antes de procesar todos los items, de ahí que la latencia en los juicios *igual* sea menor que en los *diferente* (p.e. Falmagne, 1965; Ollman, 1966; Yellot, 1967, 1971). La estrategia de adivinación implica que existe una probabilidad constante de emitir una respuesta, previamente, a haber finalizado la etapa de comparaciones (Taylor, 1976b).

Por su parte, en los modelos de prueba secuencial, la respuesta se produce tras un proceso de acumulación gradual de evidencia (Stone, 1960). Esta alternativa teórica ha contado con numerosas versiones (Audley, 1960, modelo de ejecución; Pike, 1973, modelo del contador; Vickers, 1979, modelo del acumulador), y se ha retomado, más tarde, en teorías modernas sobre la discrepancia entre juicios *igual-diferente*, de forma que se supone que la respuesta se produce una vez que se ha rebasado el criterio de decisión, previamente establecido (Krueger, 1978; Nickerson, 1969; Ratcliff, 1981).

En el presente capítulo va a realizarse una revisión de los modelos teóricos propuestos para explicar las diferencias entre respuestas afirmativas y negativas, presentando las versiones más actuales, así como sus antecedentes principales. Se ha dividido el capítulo en dos grandes apartados. El primero hace referencia a los modelos de prueba secuencial o del criterio de respuesta. En ellos se incluirán el modelo del doble contador de Nickerson (1969), como uno de los pioneros; y dos versiones modernas que mantienen una lógica explicativa idéntica: la teoría del operador en ruido de Krueger (1978), y una adaptación del modelo de difusión de Ratcliff (1981) a paradigmas de juicios *igual* y *diferente*. En segundo lugar, se expondrán los modelos del procesamiento diferencial, con los trabajos de Bamber (1969), Beller

(1971) y Posner y Mitchell (1967), como antecedentes de los modelos más actuales de Taylor (1976b) y Proctor (1981).

#### 4.2. Modelos de prueba secuencial

En los modelos de prueba secuencial se supone que el sujeto va registrando el resultado de los procesos de comparación simple (p.e. los pases en el modelo de Krueger, 1978) en un acumulador o contador (Nickerson, 1969), hasta que el valor de dicho contador alcanza cierto criterio (Ratcliff, 1981), y una vez superado se emite la respuesta. La existencia de un criterio de respuesta no es un concepto nuevo, ya que formaba parte de algunas de las teorías de búsqueda de información en la memoria (p.e. Atkinson y Juola, 1974; Murdock, 1974; Ratcliff, 1978), que se revisaron en un capítulo anterior (Véase Capítulo 2); ahora bien, su completa aplicación a los modelos de comparación perceptiva se realiza desde las teorías de la prueba secuencial.

Otro de los supuestos defendidos desde los modelos del criterio de respuesta hace referencia al proceso de comparación entre estímulos. Las teorías de la prueba secuencial presuponen dos formas de llevar a cabo el proceso de comparaciones (Krueger, 1978). Bien un procesamiento analítico donde las comparaciones entre los dos patrones se realizan dimensión a dimensión (p.e. Nickerson, 1969); bien, un procesamiento configuracional, en el que las comparaciones se realizan holísticamente (p.e. Nickerson, 1972). Aunque también existe la posibilidad de estrategias mixtas (p.e. Bamber, 1969, propone un modelo con

comparaciones globales, en cada nivel o dimensión). La estrategia analítica y la holística suponen dos formas de procesamiento de la información diferentes. El analítico implica un procesamiento serial, elemento a elemento, con comparaciones simples que van acumulando los resultados parciales en contadores independientes. La decisión de la respuesta supone la lectura aditiva de los acumuladores. En el holístico, se formula la existencia de contadores múltiples que operan en paralelo, siendo la respuesta el resultado acumulado por los mismos. Con frecuencia, la existencia de dos procesos comparativos diferentes se ha puesto a prueba manipulando el factor experimental tipo de presentación de las secuencias (p.e. Krueger, 1984a; Krueger y Shapiro, 1982; Proctor, 1981; Proctor y Healy, 1985; Proctor y Hurst, 1982; Proctor et al., 1984; Silverman y Goldberg, 1975). Se supone que con la presentación secuencial las comparaciones entre los items parecen corresponder con un proceso holístico, mientras que en la presentación simultánea el proceso comparativo es más bien analítico. No obstante, la discusión de los resultados obtenidos con ambos tipos de presentación se realizará en un apartado posterior de esta tesis (Véase Parte II).

En este grupo de teorías, se presupone que los criterios de decisión de respuesta varían en las diferentes situaciones experimentales (Ratcliff y Hacker, 1981). Si las discrepancias en las latencias medias de respuestas *igual* y *diferente* pueden manipularse experimentalmente y covariar en su precisión, entonces es difícil mantener la existencia de procesamiento diferencial entre los dos tipos de juicios (Ratcliff y Hacker, 1981). Puesto que si las respuestas *igual* y *diferente* implican una estrategia característica para procesar la información o codificarla, cambios en los factores del diseño utilizado no tendrán efecto sobre los tiempos de reacción y los errores.

De hecho, han aparecido en ciertos resultados experimentales factores que muestran efectos sobre la velocidad y precisión de las respuestas, tales como la frecuencia de los estímulos, o la generación de expectativas, entre otros (p.e. Laming, 1968; Sternberg, 1969a), aunque no siempre con los mismos resultados. El análisis más detenido de la probabilidad o frecuencia de los estímulos se ha revelado insuficiente para explicar los cambios en la posición de los criterios de respuesta (Ratcliff, 1985), aunque han ido apareciendo otros factores cuya manipulación produce resultados mucho más consistentes (p.e. Ratcliff y Hacker, 1981, analizan los efectos de las instrucciones proporcionadas a los sujetos). E incluso, ciertos trabajos se han dirigido a eliminar los efectos favorables en los ensayos positivos, demostrando que son los criterios de decisión los responsables de las discrepancias (p.e. Ratcliff y Hacker, 1981).

En los siguientes apartados se van a revisar algunos de los modelos más representativos de las teorías del criterio de respuesta.

#### *4.2.1. Teoría del doble contador (Nickerson, 1969)*

El modelo del doble contador de Nickerson (1969) se considera como una de las primeras teorías modernas que postula la existencia de un contador de diferencias entre estímulos, y de un criterio de decisión para explicar las discrepancias entre ensayos positivos y negativos. La importancia del trabajo de Nickerson radica en que más tarde sería recogido por otros modelos actuales basados en los mismos o similares conceptos (p.e. Krueger, 1978; Ratcliff, 1981).

La teoría de Nickerson (1969) propone que la respuesta del sujeto a la hora de detectar la igualdad o desigualdad de dos objetos, o estímulos, viene determinada por el estado de un contador de diferencias, que permite emitir una respuesta *diferente*, de forma directa, o *igual*, de forma indirecta (por defecto). El concepto de contador de diferencias había sido anteriormente utilizado en forma semejante por otros autores (McGill, 1963; Sekuler, 1965; Stone, 1960), aunque fue plenamente aplicado a la tarea experimental que aquí se discute, por Nickerson (1969). A continuación se van a exponer algunos de los antecedentes más directos de la formulación teórica elaborada por Nickerson.

Stone (1960) fue uno de los primeros autores en proponer el concepto de contador. En el modelo de Stone el acumulador registra el resultado de un muestreo continuo de la información procesada, hasta superar un criterio determinado. Estos supuestos no llegan, sin embargo, a conformar una teoría consistente, hasta más tarde (p.e. Krueger, 1978; Nickerson, 1969; Ratcliff, 1981).

No obstante, los antecedentes más directos de la elaboración teórica de Nickerson, aparecen en el trabajo experimental, en detección de señales, de Sekuler (1965). Este autor propone un modelo que se asemeja al de McGill (1963), aunque con la importante variante de que puede aplicarse a tareas de comparación entre juicios *igual* y *diferente*, en las que el sujeto debe discriminar la ocurrencia de un estímulo. Por su parte, McGill (1963), en experimentos de tiempo de reacción simple, postula la existencia de dos contadores, uno responsable del ruido, y otro del ruido más la señal, que posteriormente aparecerían en el modelo de Krueger (1978). En la formulación teórica de McGill, la respuesta del sujeto depende de que la discrepancia entre ambos contadores rebase un criterio dado. La extensión de este modelo a la teoría de Sekuler, permite afirmar

que la decisión de respuestas *diferente* puede emitirse, indirectamente, por defecto entre los dos contadores.

El modelo propuesto por Nickerson (1969) retoma algunas de estas ideas. Concretamente, la teoría de Nickerson supone la existencia de un contador, imperfecto por otra parte, de diferencias que acumula continuamente la información, y su estado viene reflejado en el parámetro  $\delta$ . Es imperfecto porque el mecanismo de conteo no es un reflejo totalmente directo del número de diferencias reales existentes entre estímulos, sino que se ve afectado por un término de error. Así pues, aún cuando la diferencia entre los estímulos sea realmente nula, el contador puede reflejar algún valor distinto de cero, aunque éste sea bajo. De igual forma, la tasa de conteo (variable aleatoria) puede variar en momentos distintos, a pesar de que las condiciones de prueba sean nominalmente idénticas.

El contador no solo se ve influido por la magnitud de la diferencia entre estímulos,  $\Delta$ , sino, asimismo, por ciertas características impresas por el observador (p.e. grado de atención y sensibilidad del receptor).

Junto al contador de diferencias, existen otros dos mecanismos, un reloj y un mecanismo comparador, que ayudan a determinar la diferencia.

El reloj, que también se ve afectado por un término de error, viene materializado en otro parámetro  $\tau$ . Así pues, cuando el mecanismo comparador determina que, ya sea el reloj, o el contador, han alcanzado un criterio preestablecido ( $C_\delta$  o  $C_\tau$ ), entonces se emite la respuesta. La respuesta *diferente* se produce, directamente, tras la lectura del contador, mientras que la respuesta *igual* se emite cuando no se ha



alcanzado el criterio para producir la *diferente* en un tiempo determinado.

El tiempo de decisión es el intervalo necesario para superar uno de los criterios, representado como  $\alpha$  para el criterio  $C_{\tau}$  y como  $\beta$  para el criterio  $C_{\delta}$ . La decisión *diferente* se toma cuando  $\delta$  contenga un valor inferior a  $\alpha$ , siendo el tiempo de decisión  $\beta$ . La decisión *igual* se emite si  $\alpha$  es menor que  $\beta$ , y en este caso el tiempo de decisión es  $\alpha$ .

El modelo predice las características de las cuatro distribuciones de interés: la de respuestas correctas *diferente*, respuestas correctas *igual*, respuestas incorrectas *diferente*, y respuestas incorrectas *igual*.

En función de los supuestos del modelo se predice, en primer lugar, que el tiempo para respuestas correctas *diferente* será menor que el de incorrectas *diferente*. En segundo lugar, que el tiempo para respuestas correctas *igual* será más elevado que para incorrectas *igual*. Una peculiaridad entre las distribuciones de respuestas positivas y negativas es que las diferencias entre latencias de juicios correctos e incorrectos, tiende a ser menor en los *igual* que en los *diferente*. En tercer lugar, con tasas bajas de error, los tiempos de respuestas correctas *diferente* tienden a ser menores que el de las correctas *igual* (también en Bindra et al., 1965). En cuarto lugar, con tasas altas de error, los tiempos para respuesta *igual* correctas pueden ser, bajo ciertas condiciones, menores que para respuestas *diferente*. Y en último lugar, puesto que la ejecución nunca llega a ser perfecta, las respuestas correctas *diferente* tenderán a ser más rápidas que las *igual*.

El modelo de Nickerson es más importante por la utilización de una serie de mecanismos posteriormente recogidos por otras teorías (p.e. Krueger, 1978), que por su capacidad generadora de datos empíricos.

Como Nickerson reconoce (1969, p.274), el modelo es más apropiado para analizar el proceso de comparación entre estímulos no verbales, tales como sonidos, colores, que entre estímulos verbales. De hecho, trabajos anteriores realizados por el propio autor (Nickerson, 1965) muestran resultados a favor de las respuestas *igual*, con estímulos letras y búsqueda en memoria. Lo que parece concluirse, con estos datos, es que el tipo de procesamiento utilizado con información verbal y no verbal es diferente.

El modelo, asimismo, puede extenderse a estímulos que varían en más de una dimensión (es decir, estímulos complejos). Esto implica cuatro posibles supuestos, que se van a analizar a continuación.

En el primer caso, el contador simple de diferencias acumula tanto el número de dimensiones diferentes, como la magnitud de esas diferencias (Nickerson, 1969).

En un segundo caso, uno de los contadores actúa, serial e independientemente, sobre cada una de las dimensiones simples del estímulo, hasta que se rebasa cualquiera de los dos criterios.

En un tercer caso, se asume que un conjunto de contadores operan de forma paralela, aunque independientes en sus resultados. De forma que la respuesta está en función de la comparación de cada uno de los resultados parciales con los criterios.

Por último, puede asumirse un conjunto de contadores que actúan en paralelo, produciendo un resultado aditivo. La combinación de los resultados parciales es la decisión final.

Sin embargo, tal y como ya se ha indicado, el modelo del doble contador no parece apropiado para ajustarse a los resultados obtenidos con estimulación verbal. Para ello se han formulado, actualmente, otros modelos que se van a presentar a continuación.

#### 4.2.2. Teoría del operador en ruido (Krueger, 1978)

La teoría del operador en ruido de Krueger (1978) es un modelo de procesamiento de la información en una única etapa, donde las diferencias en los tiempos de reacción y precisión de la respuesta se explican por variaciones en los criterios de decisión de los sujetos. De hecho, es una de las teorías llamadas de muestreo continuo de la información, que mantiene ciertos principios que ya habían aparecido en el modelo propuesto por Nickerson (1969), y que se ha revisado en el apartado anterior.

Desde el modelo de Krueger se supone que las ventajas en el tiempo de reacción que suelen aparecer a favor de las respuestas *igual* frente a las *diferente* se producen porque existe en el sujeto una tendencia a volver a examinar las características de los estímulos en el caso de respuestas *diferente*, incluso en aquellos casos en los que el sujeto percibe rápidamente las diferencias. Esta estrategia se utiliza por la existencia de cierto ruido interno, que hace que estímulos iguales pueden aparecer como diferentes, con lo que éstos últimos juicios llevan asociados un grado de incertidumbre mayor. Sin embargo, a pesar de la importancia que el factor ruido parece tener en esta teoría, durante mucho tiempo en el trabajo experimental y teórico sobre procesamiento visual había pasado desapercibido casi por completo (Krueger, 1978). No será hasta la formulación del modelo de Krueger cuando se incorpore, totalmente, a una teoría global.

Ahora bien, la teoría de Krueger cuenta con una limitación a priori, en cuanto a su rango de generalización. Los supuestos defendidos por el modelo del operador en ruido, tan sólo son aplicables cuando se presentan experimentos en los que se asume que existe una fijación única

para percibir los estímulos. Esto es, si se expone al sujeto un patrón estimular que requiere más de una fijación del sistema visual para ser aprehendido, se asume que el tiempo total de respuesta será menor para una respuesta *diferente* que *igual*, puesto que hay que admitir inmediatamente terminación automática de búsqueda cuando se detecta un estímulo diferente, mientras hay que buscar todos los estímulos siempre para emitir una respuesta *igual*. Evidentemente, estas características del proceso de comparación en el caso de estímulos complejos, invalida los supuestos defendidos por el modelo de Krueger.

Una vez aclaradas las posibilidades empíricas de la teoría del operador en ruido, se van a revisar algunos de sus supuestos fundamentales. Una de las características del modelo de Krueger es que asume, al igual que el de Nickerson (1969), en su rango de aplicabilidad, la existencia de un contador de diferencias con funciones semejantes a las propuestas por Nickerson, que se ve complementado por un factor de ruido interno. Por simple cálculo probabilístico, se puede fácilmente comprender que este ruido interno tiene como consecuencia el aumento, en cierto sentido espúreo, de las diferencias, en mayor medida que las igualdades, puesto que la probabilidad de aquéllas es mayor. Es decir, solamente existirá un caso en el que todos los rasgos de los dos patrones estimulares presentados coincidan, mientras que la posibilidad de rasgos diferentes entre los estímulos está en función del número de características contenidas en los dos estímulos.

En la teoría de Krueger el contador de diferencias acumula el número de características desiguales que el sujeto ha percibido. De hecho existen como dos contadores complementarios, de forma que en patrones con un número idéntico de rasgos, ambos contadores (el de igualdades y

el de diferencias) guardan la misma información, y la lectura puede hacerse de uno de los dos.

La distribución de diferencias para pares de estímulos iguales o diferentes se ven asociadas a un mecanismo de decisión, semejante al inicialmente postulado por Atkinson y Juola (1974), para la memoria de reconocimiento. Esto es, si el contador de diferencias marca un valor por encima de un criterio determinado, el sujeto emitirá con toda certeza un juicio de *diferente* mientras que si el contador está por debajo de otro (que no el mismo) criterio, dirá *igual*. Si el contador se sitúa entre ambos criterios entonces el sujeto tiene que llevar a cabo comprobaciones ulteriores para asegurarse una decisión, lo que le llevará a consumir más tiempo. La teoría asume, que debido a la postulación de formas específicas para las distribuciones (factores de variabilidad, sesgo, etc.) de conteo de diferencias, este proceso de comprobación será puesto en acción de forma más acusada en el caso de respuestas *diferente*, con lo que quedaría explicada la razón de la lentitud de éstas. Pero de hecho, las comprobaciones ulteriores pueden realizarse tanto en respuestas *igual* como *diferente*, hasta acumular la suficiente evidencia como para dar la respuesta.

Por otra parte, existen dos factores que modulan la respuesta de los sujetos; se trata del ruido interno y del ruido externo. El ruido externo, no excesivamente desarrollado en la teoría de Krueger, hace referencia al rango de diferencias o heterogeneidad de características de los estímulos, y que se manifiestan en los sesgos de las distribuciones. Por su parte, el ruido interno recibe una extensa atención en la teoría de Krueger, de forma que incluso dicha teoría ha pasado a llamarse como del operador en ruido.

El ruido interno actúa tanto a nivel del proceso de codificación, como de comparación y de decisión. El papel que el ruido interno juega en los procesos de decisión se traduce en el uso de criterios inapropiados que conducen a adoptar respuestas equivocadas.

El ruido interno produce, directamente, el incremento del contador de diferencias, porque distorsiona la huella de memoria, sin debilitar la fuerza de la misma. Esta pérdida de la fidelidad tiene como efecto que se incrementen los falsos positivos en respuestas *diferente* (decir *diferente* ante dos estímulos iguales), provocando un sesgo en la respuesta del sujeto.

El modelo propone formas específicas para las distribuciones:

-distribuciones simétricas, con alta varianza en las respuestas *igual*

-distribuciones simétricas, con alta varianza en las respuestas *diferente*

-distribuciones con sesgo positivo en respuestas *igual*

-distribuciones con sesgo negativo en respuestas *diferente*

Para la toma de decisiones Krueger propone un modelo de procesamiento de la información, presentada sin enmascaramiento, que será recogido posteriormente por Ratcliff (1981). Se trata de un modelo de prueba secuencial con pases sucesivos sobre la información, y con duraciones idénticas de los procesos implicados (codificación, comparación y decisión de respuesta), valorada en alrededor de 200 milisegundos por cada pase. Incluso este parámetro temporal ha sido utilizado como criterio para eliminar las discrepancias *igual - diferente*, al limitarse los tiempos de exposición de los conjuntos tanto de memorización como de prueba a dicho intervalo (Proctor y Rao, 1983a). Sin embargo, los resultados obtenidos con estos diseños han mostrado que no existe ningún efecto del tiempo de exposición, ya se enmascaran o

no los estímulos para evitar la persistencia de la imagen visual; aunque un comentario más extenso de esta cuestión se realizará en un apartado posterior de esta tesis (Véase Parte II).

El modelo de Krueger, supone que en cada pase sobre los estímulos, el contador de diferencias acumula nueva información respecto a la comparación, y continuamente compara su valor con el criterio de decisión, de forma que al alcanzar un determinado nivel, el sujeto emite su respuesta con un alto grado de confianza. Evidentemente, en aquellos ensayos que se requiera, tan solo, un pase sobre la información para rebasar el criterio, las respuestas serán de latencia corta; ahora bien, cuando se incremente el número de pases de análisis el tiempo de respuesta será mayor.

En la teoría de Krueger cada patrón estimular se descompone en atributos binarios, de forma que el proceso de comparaciones se realiza, de forma independiente, entre pares de características, aunque dichas comparaciones se solapan entre sí, para dar lugar a un procesamiento holístico, que contrasta con el analítico propuesto por otros autores (p.e. Nickerson, 1969; o Bamber, 1969 que presupone una estrategia mixta). El resultado de cada comparación binaria va acumulándose en los contadores, en la forma descrita anteriormente.

En el modelo de Krueger se asume que la probabilidad de cometer un error, por parte del sujeto, no tiene el mismo valor en el caso de respuestas *igual* que en las *diferente*. De forma que el análisis de la variable proporción de respuestas incorrectas ofrecerá información adicional sobre las características del proceso de comparación.

Por último, los tiempos base medios (interceptales de las líneas de regresión) son los mismos para respuestas *igual* y *diferente*, lo que hace pensar que no se producen diferencias entre ambos tipos de juicios

en cuanto a las etapas de procesamiento, sino, más bien, en función de los criterios de decisión de respuesta. Recuérdese que, siguiendo la lógica del modelo aditivo los tiempos de las interceptales suponen los implicados en las etapas de procesamiento, excepto la de comparaciones (Sternberg, 1969a).

La lógica general del modelo del operador en ruido de Krueger, sigue manteniéndose, al menos en parte, en la actualidad. Aunque el propio Krueger ha introducido algunos cambios, como suponer la existencia de un mecanismo de facilitación (Krueger y Shapiro, 1981), para explicar completamente, y a partir de un modelo unitario, las discrepancias obtenidas entre juicios *igual* y *diferente*.

En el apartado siguiente se va a presentar otro modelo que hace hincapié en algunos de los principios defendidos por Krueger.

#### 4.2.3. Modelo de difusión (Ratcliff, 1981)

La teoría de Ratcliff (1981) se desprende directamente de los postulados de su modelo general sobre recuperación de información en memoria, presentado anteriormente (Ratcliff, 1978) (Véase Capítulo 2). La teoría hace una distinción especial entre la representación de la información en la memoria, y su recuperación. El modelo considera tanto la información acerca de los items a ser comparados (múltiples) como el orden de los mismos.

Ratcliff (1978) propone un modelo de comparaciones en paralelo, en forma de movimientos aleatorios (*random walk*) donde la evidencia se recoge de forma continua (aunque hay versión discreta), y se acumula



para alcanzar una decisión positiva o negativa. Se postula la existencia de un muestreador continuo de las comparaciones entre items, de forma que una comparación positiva incrementa el contador, mientras que una negativa lo disminuye.

Respecto a la representación de la información en la memoria, se asume que cada elemento del conjunto presentado tiene asociado consigo una distribución normal en función de la posición que ocupa. Estas distribuciones están centradas a distancias iguales, y la cantidad con que un elemento toca a sus vecinos depende de la varianza de la distribución propia. Estas varianzas son los parámetros libres del modelo. Se asume que la distribución asociada con cada elemento de la prueba tiene una varianza pequeña y no se extiende en la de los elementos vecinos.

La hipótesis central que se defiende desde el modelo de difusión es que las diferencias entre juicios *igual -diferente* se deben a tendencias de respuesta de los sujetos; dichos criterios de respuesta pueden variar en función de las distintas tareas experimentales a las que se les haya sometido.

El modelo se diseñó para explicar ciertos resultados obtenidos por Ratcliff y Hacker (1981), en tareas de comparación entre juicios *igual* y *diferente*, con estímulos letras, secuencialmente presentados. Los estímulos que componían los conjuntos, tanto a memorizar como de prueba, estaban formados por un total de cuatro letras, fácilmente discriminables (también en Taylor, 1976b), que podían variar en alguno de sus elementos o ser completamente iguales o diferentes (Ratcliff y Hacker, 1981, Exp. I).

En estos experimentos, las instrucciones hacían hincapié en que los sujetos asegurasen sus respuestas antes de emitirlas, en unas condiciones a los juicios *igual*, y en otras a los *diferente*. El propósito de utilizar

condiciones de cautela era verificar si los resultados que, con frecuencia, se obtenían a favor de los juicios afirmativos, podían invertirse (con latencias menores para juicios negativos) en función de un criterio de respuesta.

Los resultados mostraron que en las condiciones de cautela para respuestas *igual* éstas eran más lentas que las *diferente*, excepto en la condición de una letra distinta; asimismo, la probabilidad de error en los juicios *igual* era más baja. En las condiciones de cautela de respuestas *diferente* las respuestas *igual* eran más rápidas que todas las *diferente*; es decir, se mantenía el resultado de ventaja a favor de *igual*. Esto parece significar que pueden manipularse los tiempos de reacción, tanto positivos como negativos, en función de cambios inducidos sobre los criterios de respuesta.

Asimismo, introduciendo una condición de mayor dificultad en las respuestas *diferente* (en lugar de sustitución de letras se producía una trasposición) los resultados mostraban respuestas *igual* más lentas, hasta 90 milisegundos, en algunas condiciones, y precisión de respuesta menor, acentuándose dicho efecto cuando las letras traspuestas eran las adyacentes.

Estos resultados se interpretan a favor de las teorías de los criterios de respuesta como responsables de la discrepancia entre juicios *igual* y *diferente* (p.e. podrían interpretarse desde la teoría de Krueger, 1978), puesto que el experimentador, a través de la manipulación de ciertas variables, puede producir cambios tanto en la precisión como en la velocidad de las respuestas de los sujetos. E incluso, la tradicional ventaja que se había obtenido en los experimentos de búsqueda a favor de las respuestas *igual* (p.e. Bamber, 1969, 1972; Beller, 1970; Keuss, 1977; Krueger, 1978, 1983, 1984a; Proctor, 1981; Taylor, 1976b), parece

disminuir al introducir otro sesgo, como es la trasposición, en las respuestas. El modelo de Ratcliff es el único, de los modelos de muestreo secuencial, que parece válido para explicar los efectos de la trasposición de elementos en los conjuntos, de la forma que se describe, a continuación.

La interpretación de los efectos de distancia de los elementos se realiza desde el modelo de Ratcliff (1978) a través de la integración de dos procesos (Ratcliff, 1985): por una parte, un proceso de muestreo secuencial de recuperación (del tipo establecido por Krueger, 1978); y un modelo específico, de representaciones de estímulos en memoria distribuidas espacialmente. El mecanismo de comparación entre juicios *igual* y *diferente* se produce evaluando la cantidad de solapamiento entre los conjuntos presentados, tal y como se mencionaba anteriormente. En el caso de letras adyacentes traspuestas (Ratcliff y Hacker, 1981, Exp. II) el solapamiento es tan grande como el que se produce en respuestas *igual*, explicando el efecto de ejecución disminuído en respuestas *diferente*. Las limitaciones en las respuestas *diferente* provienen de sesgos en los criterios de decisión, y no de estrategias de procesamiento diferenciales (Ratcliff, 1985).

De hecho, el modelo de Ratcliff es capaz de explicar los resultados obtenidos por Proctor y colaboradores (1984), y por Proctor y Rao (1983a), que se habían considerado como prueba de supuestos teóricos distintos (Ratcliff, 1985), y que serán expuestos con más detalle en un apartado posterior (Véase Apartado 4.3.3). Según Ratcliff, no parece necesario formular un modelo de procesamiento independiente (del tipo de facilitación-inhibición propuesto por Proctor, 1981) para el caso de los juicios *igual*, sino que los efectos del criterio de respuesta son los que

determinan las discrepancias entre ambos tipos de juicios (Ratcliff y Hacker, 1982).

En el modelo de difusión se proponen tres criterios independientes para la respuesta del sujeto. En primer lugar, las dos posiciones de los juicios de confianza positivos y negativos, tal y como se postula en el modelo de búsqueda de Ratcliff (1978). Y en segundo lugar, el punto cero.

El grado de confianza del juicio *igual* , para cualquier condición, varía a lo largo de los distintos ensayos, con una distribución propia para cada condición. De forma que  $z$ , el punto de inicio del juicio *igual* , se distribuye desde el valor 0, donde la respuesta que se emite es *diferente* , hasta,  $a$ , la posición de la respuesta *igual* . De tal forma que las diferencias entre ambas distribuciones podrían expresarse así:

$$d' = (u - v) / \eta$$

donde,  $u$  es la razón media de la distribución de los juicios *igual* y,  $v$  de la distribución de los *diferente* ; y,  $\eta$  es un parámetro de varianza.

Se especifican una serie de estadísticos  $d'$ , uno para cada condición *diferente* , escalado contra la misma *igual* . El modelo calcula  $d'$  a partir de diferencias en solapamiento entre las distribuciones *igual* y *diferente* , escaladas convenientemente (en unidades  $d'$  transformadas). De forma que las respuestas *igual* , rápidas, con mayor proporción de error en falsos positivos, se producirán cuando el criterio de respuesta se desplace hacia la distribución de respuestas *igual* . Asimismo, cuando el punto de comienzo esté cercano al criterio de confianza de respuestas *diferente* , entonces se emitirán respuestas *diferente* rápidas.

Por otra parte, si los rangos de confianza cuentan con una asimetría positiva, y el criterio de certeza-fiabilidad está centrado entre ambas distribuciones aparecerán mayor número de respuestas *igual* rápidas y de respuestas *diferente* falsas.

En resumen, el modelo de Ratcliff vuelve a incidir en la existencia de cambios en los criterios de respuesta como los responsables de la discrepancia observada entre juicios afirmativos y negativos (también en Krueger, 1978; Nickerson, 1969), de ahí que manipulando dichos criterios se obtengan resultados contrarios a los que ofrece, con frecuencia, la literatura experimental.

Ahora bien, no siempre la interpretación de los datos empíricos ha hecho hincapié en los factores de sesgos criteriosales, sino que se han formulado ciertas alternativas teóricas que se van a exponer a continuación.

#### 4.3. Modelos de procesamiento diferencial

Los modelos de procesamiento diferencial tienen en común proponer diferencias en cuanto a los procesos implicados en la transformación del estímulo, como los responsables de la discrepancia entre juicios *igual* y *diferente* (p.e. Bamber, 1969; Beller, 1970; Proctor, 1981; Proctor y Hurst, 1982; Proctor y Rao, 1983a, 1983b; Proctor et al., 1984; Taylor, 1976b). El procesamiento de respuestas positivas parece ser más rápido y holístico, siendo el de respuestas negativas más lento y analítico (Proctor, 1981), de ahí que, con

frecuencia, se obtengan resultados a favor de los juicios *igual* . Ciertos datos experimentales habían mostrado efectos selectivos y diferenciales de algunas variables sobre uno de los dos tipos de respuesta, bien efectos positivos, bien negativos (p.e. Ambler y Proctor, 1976; Krueger, 1970), que hacían pensar en una teoría del doble proceso como explicativa de dichos resultados.

De hecho, las diferencias entre los modelos de procesamiento diferencial responden a la consideración de alguna de las etapas como la determinante de las discrepancias. Dichas diferencias se supone que pueden producirse en el proceso de comparación de los estímulos, o en el de codificación de los mismos. Respecto a la etapa de comparación, se propone un tipo de procesamiento holístico y rápido para respuestas positivas, y uno analítico para negativas (p.e. Bamber, 1969, procesamiento serial; Taylor, 1976b un procesamiento en paralelo). Respecto a la de codificación, parece ser un proceso mas rápido para cadenas iguales, existiendo un efecto de facilitación, con presentaciones simultáneas, que no existe para las cadenas deferentes (Proctor, 1981).

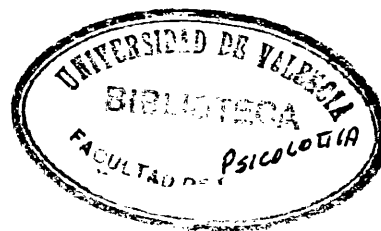
No obstante, aunque la diferenciación estricta entre procesos de comparación para respuestas *igual* y *diferente* es propia de los modelos de procesamiento diferencial, algunos de dichos principios estaban presentes, asimismo, en ciertos modelos del sesgo de respuesta como el del operador en ruido de Krueger (1978). Krueger, en esta misma línea de trabajo, distingue entre dos tipos de procesamiento; uno analítico, donde las comparaciones entre los dos patrones se realiza dimensión a dimensión; y, uno configuracional, donde las comparaciones se realizan holísticamente (también en Nickerson, 1972) . Aunque, debe admitirse la posibilidad de alternativas mixtas (p.e. Bamber, 1969, en cada nivel o dimensión las comparaciones son globales).

En el apartado siguiente se van a presentar algunos de los primeros modelos que defienden diferencias en las etapas de procesamiento de juicios *igual y diferente*.

#### *4.3.1. Antecedentes de los modelos del doble proceso*

En este apartado se van a revisar algunos de los primeros resultados experimentales y aportaciones teóricas que hacían suponer la existencia de diferencias a nivel de las etapas de procesamiento, entre las respuestas afirmativas y las negativas.

Ciertos resultados experimentales obtenidos por Neisser (1967), en búsqueda visual de información, le hicieron proponer dos etapas en el reconocimiento de patrones (Véase Capítulo 3), que más tarde serían generalizadas a la búsqueda y comparación de información en memoria (p.e. Bamber, 1969; Beller, 1971; Krueger, 1984a; Posner y Mitchell, 1967). Tal y como se indicó anteriormente, en el modelo teórico de Neisser (1967) se postulan dos etapas en el reconocimiento de estímulos: una primera de procesamiento preatentivo, que se produce muy rápidamente y ocurre en paralelo, atendiendo a las características físicas del estímulo; y una segunda, de procesamiento con atención focalizada, que, en esencia, es un proceso serial lento, y que opera sobre las características menos discriminables y sobre información grabada (Neisser, 1967). El modelo de Neisser, que en principio se formuló para explicar el proceso de búsqueda de información visual (Veáse Capítulo 3), ha sido recogido por alguno de los primeros trabajos que se ocupan,



centralmente, de las estrategias de comparación perceptiva entre items idénticos y diferentes, y que se van a exponer seguidamente.

Uno de los antecedentes más directos de los modelos del doble procesamiento, en tareas de comparación, es el trabajo de Posner y Mitchell (1967), llevado a cabo para analizar la discrepancia nominal-física que se había observado experimentalmente. Dicha discrepancia se define como la diferencia en la latencia temporal debida a que el proceso de comparación responde a los rasgos físicos de los estímulos (p.e. A A), o a características nominales (p.e. A a). En los experimentos de Posner y Mitchell se obtienen diferencias en los ajustes lineales de ensayos de identidad nominal y ensayos con identidad física de 70 a 90 milisegundos, a favor de la identidad física; resultados confirmados, posteriormente, en otros trabajos (p.e. Beller, 1970, en Exp. I obtiene una diferencia de 71 milisegundos, y en Exp. II de 85 milisegundos a favor de la identidad física) .

Posner y Mitchell (1967) explican dichas discrepancias desde el modelo de Neisser (1967), y proponen dos tipos de procesamiento diferentes. Las comparaciones físicas son el resultado del procesamiento preatentivo, por lo que el tiempo de reacción invertido es independiente del número de estímulos presentados (el proceso se lleva a cabo en paralelo). Por su parte, las comparaciones nominales parecen depender de un proceso serial; por lo que se observan efectos del tamaño del conjunto memorizado sobre el tiempo de reacción (las comparaciones se llevan a cabo secuencialmente).

Estos resultados sugieren que las discrepancias entre ensayos, con ambos tipos de identidad, parecen deberse a la existencia de una etapa extra en las comparaciones nominales (para Beller, 1971, se trataría de la etapa de búsqueda del código nominal en la memoria). Evidentemente,



los códigos nominales se encuentran almacenados en la memoria a largo plazo, por lo que se está produciendo cierta interferencia entre información registrada en memoria a corto y a largo plazo que no permite interpretar adecuadamente los resultados. Para evitar este posible sesgo, Beller (1971) utilizó un paradigma modificado del de Posner y Mitchell (1967), evitando que el sujeto tuviera que recuperar información de la memoria a largo plazo. Para ello elaboró un diseño propio de los paradigmas de activación, que permite introducir información en la memoria a corto plazo para realizar comparaciones perceptivas. En dichas tareas el par que debe compararse va precedido de un estímulo (*prime*) que proporciona información sobre la estimulación que se va a recibir. Los resultados parecen mostrar que el estímulo *prime* facilita la identidad nominal más que la física (107 milisegundos para la primera y 39 milisegundos para la segunda). Estos resultados sugieren que la discrepancia entre ambos tipos de identidad se debe a la facilitación que se produce tanto en la etapa de codificación del estímulo, como en la de acceso a la memoria.

Por su parte, el trabajo de Bamber (1969) constituye uno de los primeros modelos explicativos de la discrepancia *igual-diferente* desde el punto de vista de diferencias en las etapas de procesamiento, y es, asimismo, el primer estudio en esta línea con búsqueda múltiple de letras (Proctor y Hurst, 1982).

Bamber (1969) realizó experimentos de identidad física utilizando conjuntos de letras (con un tamaño de 1 a 4 estímulos), presentados secuencialmente, con la restricción de que para considerar dos letras como idénticas debían ocupar la misma posición en ambas secuencias. Los resultados fueron confirmados, más tarde con identidad nominal (Bamber, 1972). Los datos empíricos parecen apoyar un modelo de

procesamiento doble, según se trate de respuestas *igual* (procesamiento serial) o *diferente* (registro de identidad). Los resultados se ajustan a los predichos por la búsqueda serial terminada, en el caso de respuestas *diferente* . Sin embargo, en las respuestas *igual* aparecen pendientes inferiores a las predichas por el modelo, y funciones con una aceleración positiva; ahora bien, estos resultados no se han observado en otros trabajos utilizando identidad física, donde sí se obtiene evidencia de procesamiento en paralelo (p.e. Beller, 1971; Eichelman, 1970). Por su parte, la proporción de error es más elevada en respuestas *igual* , y en la condición de una letra *diferente* . Dichos resultados son la base para elaborar un modelo que propone la existencia de un registro de identidad que, al presentarse dos conjuntos idénticos, produce una señal interior, siendo este proceso rápido y holístico.

El sujeto parece que utiliza, simultáneamente, tanto el procesamiento serial como el registro de identidad. En el procesamiento serial (estrategia de respuesta lenta) se emiten dos señales diferentes según se trate de un juicio positivo o negativo. En el registro de identidad, tan solo se produce la señal cuando se trata de juicios *igual* . Con la estrategia del registro de identidad, las comparaciones se llevan a cabo entre las imágenes visuales de los items, de forma que ante un par de elementos cuyos rasgos sean idénticos se produce una respuesta *igual* . No emitiéndose ninguna respuesta al encontrar una diferencia entre ambos.

El modelo del registro de identidad ha sido retomado por ciertas teorías actuales explicativas de la discrepancia *igual-diferente* (p.e. Proctor, 1981), que se presentarán más adelante.

#### 4.3.2. Modelo de procesamiento mixto (Taylor, 1976)

El modelo de Taylor (1976b), sigue en la línea establecida por Bamber (1969), proponiendo un mecanismo adicional para detectar la igualdad, que se utiliza tanto en juicios afirmativos como negativos.

Las discrepancias obtenidas en los tiempos de reacción entre respuestas *igual* y *diferente* se explican por dos tipos de procesamiento mixtos (también en Beller, 1970); aunque en cierto sentido, el funcionamiento conjunto de ambos tipos de procesamiento puede resultar de difícil comprensión.

Taylor formula su modelo a partir de ciertos resultados con un paradigma modificado del de Bamber (1969). En respuestas positivas (cuando todos o alguno de los elementos del conjunto son iguales) los resultados se ajustan a los predichos por el modelo serial terminado, tal y como proponía Bamber (1969) y al modelo de comparaciones en paralelo. Es decir, el proceso de comparaciones se realiza simultáneamente; ahora bien, la razón o tasa de procesamiento depende de si las comparaciones son *igual* o *diferente*. Cuando hay uno o más estímulos *diferente* el sujeto debe realizar todas las comparaciones (búsqueda exhaustiva), con lo que la razón de búsqueda es más lenta, dando lugar a tiempos de reacción más elevados en respuestas *diferente*.

Estos resultados pueden parecer contradictorios, ya que los supuestos de ambas alternativas difieren significativamente. El procesamiento serial, tal y como se presentó en otra parte de esta tesis (Véase Capítulo 1), implica la secuencialidad en el acceso a la información que debe ser procesada (p.e. Sternberg, 1969a); por su parte, el procesamiento en paralelo supone el acceso simultáneo a los

items procesados (p.e. Taylor, 1976a). Estos dos sistemas pueden subsistir, tal como propuso Bamber (1969, cuando habla de registro de identidad y procesamiento serial), y producir dos tipos de respuesta, cuya latencia vendrá determinada por el proceso elegido. En cualquier caso, cuando el sujeto emite una respuesta positiva uno de los dos tipos de procesamiento puede estar implicado.

Sin embargo, los modelos de procesamiento serial terminado y en paralelo difieren en sus predicciones acerca de las respuestas negativas.

En el modelo serial terminado,

$$T^- = Nt$$

donde,  $t$  es igual al tiempo de comparación; y,  $N$  es la amplitud del conjunto.

En el modelo paralelo

$$T^- = Nt \sum_{i=1}^N (1/i)$$

donde,  $i$  es igual a cada uno de los niveles de la amplitud de la secuencia.

Tal y como puede observarse (primera ecuación) en el modelo de búsqueda serial terminada se predice un incremento lineal del tiempo de reacción en función de la amplitud de las secuencias. Sin embargo, en el modelo de búsqueda en paralelo se propone una aceleración positiva de la latencia con el tamaño, apareciendo una constante sumativa en función del nivel de  $i$ , o amplitud. El procesamiento, de acuerdo con los resultados obtenidos, es en parte autoterminado, de forma que los resultados parciales de cada comparación pueden estar disponibles para

el sujeto, bien como una razón constante, o bien como una razón moderadamente decreciente con el tiempo (Taylor, 1976b).

El modelo de Taylor acepta, asimismo, la existencia de un registro de identidad, que actúa como mecanismo independiente del proceso de comparaciones, similar al establecido por Bamber (1969). En dicho registro van acumulándose los resultados de las comparaciones parciales. De forma que, el sujeto para emitir su respuesta debe proceder a la lectura aditiva del contador (p.e. en Krueger, 1984a, y en Nickerson, 1969, también aparece un sistema de contador). Por otra parte, Taylor adopta la posibilidad de un procesamiento en paralelo, donde el efecto de identidad actúa facilitando el proceso de comparaciones. Dicho efecto es similar al de activación en pares de letras (p.e. Beller, 1971).

No obstante, la teoría no desarrolla de forma consistente los efectos de facilitación e inhibición debidos a un estímulo anterior sobre uno posterior, y que más tarde se integrarían, de forma consistente, en el modelo de Proctor (1981) que va a presentarse a continuación.

#### *4.3.3. Modelo de la facilitación en el procesamiento (Proctor,1981)*

El modelo de Proctor viene a llenar un espacio muy importante que existía en la literatura sobre la discrepancia entre respuestas positivas y negativas. De hecho, se había generado una gran cantidad de investigación experimental sobre el tema, sin que esto se acompañara de

una elaboración teórica consistente. El trabajo de Proctor (1981) tiene como objetivo, más que obtener nuevos resultados, organizar los ya existentes en una teoría general.

El modelo considera posible interpretar, de forma unitaria, la disparidad entre juicios *igual* y *diferente* y entre ensayos de identidad *física* y *nominal*, basándose en los mismos procesos que explican los efectos de repetición y de facilitación, y tomando como medida la razón con que se procesan los items (Proctor, 1981). En cualquier caso, parece que las diferencias entre *igual-diferente*, *física-nominal* se producen en la etapa de comparaciones.

Con anterioridad a la formulación del modelo teórico de Proctor (1981), ya se había observado un claro efecto de facilitación cuando se presenta un estímulo ( *prime* ) que es físicamente idéntico, o está altamente asociado con el siguiente, mientras que se obtiene un efecto de inhibición si el *prime* no está relacionado (Posner y Snyder, 1975). Estos resultados sugieren que el *prime* introduce ciertas modificaciones en el proceso de discriminación del siguiente item, con lo que mejora, muy significativamente, la eficiencia de la respuesta. En esta misma línea, otro de los resultados que ya habían aparecido y que recoge Proctor (1981) en su modelo, se refiere a que los items repetidos muestran tiempos de respuesta menores que los nuevos (p.e. Bertelson, 1963); obteniéndose un efecto de repetición máximo cuando los dos estímulos son físicamente idénticos.

A partir de estos resultados, Proctor (1981) formula una teoría que implica tres factores como causantes de la disparidad entre juicios *igual* y *diferente* : el nivel de procesamiento en el que se lleva a cabo la comparación (códigos físicos-códigos nominales); la facilitación en la codificación de un estímulo repetido (*respuesta igual* ); y la inhibición en

la identificación de estímulos cuando se activan códigos competidores (*respuesta diferente*).

En el modelo de Proctor, las variables independientes con efectos sobre la disparidad *igual-diferente* son el tipo de presentación de los conjuntos (secuencial-simultánea) y el tipo de identidad (identidad nominal-identidad física). Los tres factores, anteriormente expuestos, y considerados claves en la discrepancia entre juicios *igual* y *diferente* están modulados por estas variables.

#### 1.- Nivel de procesamiento de la comparación

Tan solo actúa cuando los estímulos se presentan simultáneamente.

Hay que diferenciar entre ensayos de identidad física, donde las comparaciones se basan en códigos físicos, y los ensayos de identidad nominal donde tales comparaciones se realizan sobre códigos nominales. Ahora bien, con presentación secuencial los factores componentes de la discrepancia *igual-diferente* son los mismos, con instrucciones de identidad física que nominal, ya que el sujeto en cualquier caso va a transformar el estímulo en una representación simbólica que almacena en la memoria y que utiliza en el proceso de la comparación. De hecho, cuando los estímulos se presentan secuencialmente los códigos que parecen utilizarse en la comparación son nominales más bien que físicos, y eso a pesar de que se utilice este último tipo de identidad (Proctor, 1981).

Por lo tanto, tan solo en los ensayos con presentación simultánea puede observarse el efecto del tipo de identidad, y la diferencia de códigos en el proceso de comparación. Los resultados experimentales con presentaciones simultáneas muestran latencias inferiores para respuestas de identidad física que para aquellas otras de identidad

nominal. Sin embargo, al establecer un intervalo de 2 segundos entre estímulos desaparece tal discrepancia; de hecho, se produce un incremento en el tiempo de reacción en pares iguales físicamente, mientras que los idénticos nominalmente permanecen igual. Dichos efectos no parecen deberse, exclusivamente, al decaimiento del código visual por el paso del tiempo, y para Proctor (1981) suponen la constatación de un efecto de facilitación tal y como se va a presentar a continuación.

## 2.- Facilitación (*priming*) en la codificación del estímulo repetido.

Por su parte, en presentaciones secuenciales la disparidad entre juicios *igual-diferente* sigue manteniéndose, y los tiempos de reacción son menores para respuestas positivas que negativas.

En este caso, como se indicaba anteriormente, no pueden suponerse diferencias en los códigos de comparación utilizados, ya que los sujetos se basan en una codificación nominal de los estímulos. En la presentación secuencial los items no permanecen expuestos hasta la emisión de la respuesta, como sucede en la presentación simultánea. De ahí que el sujeto realice sus comparaciones a partir de las representaciones en memoria de los items presentados, aunque se sigan instrucciones de identidad física. Ahora bien, dada esta característica de la presentación secuencial es común que se den instrucciones de identidad física en los experimentos, puesto que las de identidad nominal están implícitas.

Las discrepancias entre juicios *igual* y *diferente* que siguen apareciendo en las tareas que utilizan presentación secuencial, las interpreta Proctor en función de diferencias en el tiempo de procesamiento del segundo estímulo, que se ve afectado por la razón con que ese código se obtiene (Proctor, 1981). En este sentido, existe una



facilitación en el procesamiento de un ítem cuando el que le precede es idéntico (sea física o nominalmente).

### 3.- Inhibición en la codificación del estímulo *diferente*

Proctor (1981) enuncia el principio de la inhibición para explicar la desventaja que se produce en los juicios *diferente*.

La inhibición refleja la competencia que surge cuando se activa más de una respuesta nominal; con lo que respuestas *diferente* serán más lentas que las *igual*.

El factor inhibición actúa tanto con presentaciones de ítems secuenciales como simultáneas. Sin embargo, no parece actuar con identidad física, lo que explica los resultados a favor de una muy pequeña discrepancia entre respuestas *igual* y *diferente*, al utilizar instrucciones de identidad física.

Los resultados obtenidos por Proctor (1981) confirman la existencia de estos tres factores. En alguno de sus experimentos (p.e. Proctor, 1981, Exp.I) utiliza simultáneamente identidad física y nominal, con dos tipos de tareas: de comparaciones perceptivas, y otra donde el sujeto debe nombrar la segunda letra que se le muestra. Se supone que si existen diferencias en la latencia de la respuesta de ambos tipos de ensayos se deberán al proceso de comparación (ya que en principio se mantendrán el resto de procesos implicados en la respuesta). En este experimento el tiempo de reacción siempre es menor para las tareas de comparación perceptiva. Además, las respuestas *igual* fueron más rápidas, en ambas tareas, que las *diferente*, tal y como se había obtenido en otros experimentos anteriores. Evidentemente, la latencia de respuesta es, fundamentalmente, el tiempo que el sujeto requiere para identificar la relación del segundo estímulo con el primero, de ahí que la

discrepancia entre juicios *igual-diferente* se interprete como diferencias en la razón de procesamiento del segundo ítem (de forma que en el caso de estímulos idénticos se produce una facilitación o una activación del sistema de reconocimiento de patrones, de ahí la ventaja en el tiempo).

El principio de la facilitación-inhibición, sin duda, es una interpretación muy interesante de la discrepancia entre juicios *igual-diferente* que incluso se ha incorporado en teorías, que en principio defienden otro tipo de factores como los fundamentales en el mantenimiento de la discrepancia (p.e. Krueger y Shapiro, 1981).

#### 4.4. Conclusiones

Como ha podido observarse, tras la revisión realizada en este capítulo, la polémica que han suscitado los modelos explicativos de la discrepancia entre juicios *igual-diferente* sigue siendo una cuestión muy controvertida en la actualidad (para una reciente revisión, véase Farrell, 1985).

Las dificultades para explicar, de forma integrada, tanto el efecto de la velocidad de los juicios *igual*, como la existencia de sesgos en los criterios de decisión, ha sido una de las causas determinantes de que sigan manteniéndose posiciones teóricas que, en muchos casos, son contrapuestas. Este problema no es exclusivo de las tareas de comparación perceptiva, sino que se extiende a un gran número de procesos cognitivos. La cuestión central es cómo justificar la adecuación de los supuestos de uno u otro de los modelos teóricos a los resultados obtenidos, sobre todo porque parece posible encontrar datos que son

contrarios a los supuestos defendidos desde cualquiera de los planteamientos teóricos (Farell, 1985).

Aún considerando este problema básico, con frecuencia, se establece una distinción entre los modelos que defienden cambios en los criterios de decisión, como los responsables de la discrepancia entre respuestas positivas y negativas, por una parte, y los modelos que suponen dos tipos de estrategias de comparación diferentes según se trate de juicios afirmativos o negativos. Ahora bien, la distinción estricta entre teorías que asumen una de las dos posibles interpretaciones parece que tiende a desaparecer, sobre todo porque ninguno de los dos modelos puede explicar, satisfactoriamente, todos los resultados obtenidos.

La manipulación experimental de las variables tipo de presentación de las secuencias (simultánea vs. secuencial), y tipo de identidad entre estímulos (nominal vs. física) ha contribuido decisivamente a la formulación de un modelo integrado. De hecho, en la actualidad, incluso por parte de algunos autores que defendían el supuesto de cambios criteriales (p.e. Krueger, 1978), se sugiere la posibilidad de incorporación de un mecanismo, a modo de facilitación (p.e. Proctor, 1981), para explicar la complejidad del proceso de comparación. Estas alternativas intermedias parecen ser las más adecuadas para la formulación de un modelo global que revuelva, al menos, parte de las contradicciones en la interpretación de los procesos cognitivos que están a la base de las discrepancia entre juicios *igual* y *diferente*.

## **Resumen y Conclusiones Generales**

El objetivo de esta primera parte de la tesis ha sido plantear el estado actual de la investigación sobre procesos de búsqueda y comparación de información, para introducir las cuestiones que se tratarán en el planteamiento experimental.

La revisión realizada ha puesto de relieve, en primer lugar, que, históricamente, son los modelos metodológicos que defienden la existencia de etapas en el procesamiento de la información los que mayor apoyo empírico han encontrado, tanto por la simplicidad de análisis del tiempo de reacción que permiten, como por la posibilidad de aislar los procesos cognitivos de interés que pueden inferirse tras la manipulación de ciertas variables experimentales. Específicamente, es el método de los factores aditivos de Sternberg (1969a) el que mayor aplicabilidad ha tenido, y sigue siendo en la actualidad uno de los más influyentes. De hecho, ni siquiera los modelos que suponen un procesamiento en paralelo que, a priori, parecen contar con un fuerte respaldo desde las teorías que explican el funcionamiento nervioso en general, han conseguido extenderse como lo ha hecho el método aditivo de Sternberg. Ahora bien, recientemente, han comenzado a tomar cierto ímpetu algunas otras alternativas que cuestionan el fundamento de la metodología de Sternberg (p.e. Grice et al., 1982), en cuanto al supuesto de etapas de procesamiento. No obstante, la reciente formulación de dichas propuestas no permite hacer una valoración global.

Las ventajas que presenta el método de Sternberg son muy evidentes cuando se aplica a tareas de búsqueda y comparación de información. Incluso, podría afirmarse que es en el análisis de estos procesos psicológicos donde mayor extensión ha tenido el modelo. Estas posibilidades de aplicación del modelo de Sternberg a las tareas de búsqueda ha sido uno de los argumentos por los que se ha seleccionado

este método para el análisis del tiempo de reacción en las tareas de búsqueda y comparación diseñadas en la parte experimental de esta tesis.

Como ya se ha indicado, los paradigmas de búsqueda, tanto visual como de memoria, se han ocupado del análisis de las estrategias que el sujeto utiliza cuando tiene que identificar la presencia de un(os) estímulo(s) en otro conjunto. El tratamiento experimental de esta cuestión ha dado lugar a distintas posturas teóricas que, actualmente, siguen sin encontrar un apoyo empírico completo. De hecho, probablemente, la frecuente utilización del método de los factores aditivos en las tareas de búsqueda ha sido uno de los determinantes de que las posiciones que defienden una búsqueda serial sean las que más se han generalizado. Incluso, la metodología del análisis de regresión, propuesta por Sternberg, se ha utilizado como uno de los criterios para diferenciar entre búsqueda exhaustiva vs. terminada, y entre búsqueda serial vs. en paralelo. Ahora bien, la cuestión no puede simplificarse excesivamente. Mientras que en la búsqueda de memoria, son los modelos seriales los que han encontrado, con frecuencia, un apoyo empírico mayor, en la búsqueda visual son las versiones simultáneas (en paralelo) las que se defienden con más ímpetu. De hecho, en la actualidad la cuestión está lejos de considerarse resuelta, ni respecto al criterio de finalización de la búsqueda (exhaustiva vs. terminada), ni en cuanto al orden de procesamiento de los items (serial vs. paralelo), sobre todo porque no llega a encontrarse evidencia empírica completa a favor de una u otra posición.

Probablemente, uno de los factores que explica la diferenciación entre ambos tipos de modelos es la distribución espacial de los items, propia de las tareas de búsqueda visual y de memoria. En el caso de la búsqueda de memoria, con frecuencia, se presentan disposiciones lineales

que implican movimientos oculares para poder identificar cada uno de los estímulos que forman el conjunto. Con esta presentación parece que se produce una cierta tendencia a buscar serialmente la secuencia, impidiéndose que el sujeto pueda percibir simultáneamente toda la información. Por su parte, en la búsqueda visual la presentación de encuadres en disposiciones circulares, a partir de un único punto de fijación, neutraliza los movimientos oculares, con lo que se garantiza que, al menos, la percepción de los estímulos sea en paralelo.

A partir de las posibilidades que ofrecen los diseños de búsqueda visual se han obtenido una gran cantidad de resultados que apoyan el paralelismo en la búsqueda y que, en cierta medida, implican el desarrollo de estrategias de detección automática. La detección automática se ha asociado, al menos desde los primeros modelos que la integran en una teoría unitaria (p.e. Schneider y Shiffrin, 1977a), con una reducción en los costos atencionales requeridos por la tarea, y con sistemas de capacidad, prácticamente, ilimitada. Ahora bien, en la actualidad parece que estos dos criterios de automatismo no pueden generalizarse sin considerar las características de la tarea propuesta. De hecho, actualmente se defiende una postura contraria a la formulación de criterios universales, proponiendo esquemas analíticos que pasan por la descomposición de la tarea en los procesos integrantes. Desde esta línea de investigación se puede defender la coexistencia de procesos automáticos y controlados en una misma actividad, no solo en búsqueda de información sino en un gran número de tareas, con lo que su poder explicativo es mucho mayor que en el caso de los modelos unitarios.

Tradicionalmente, en los modelos de búsqueda se supone que una de las etapas en las que puede descomponerse el tiempo de reacción es la de comparación entre el(los) item(s) de prueba y el conjunto

memorizado. En dicha etapa es donde el sujeto contrasta los estímulos para determinar la identidad entre los mismos. El análisis del proceso de comparación resulta de indudable interés psicológico. En aquellas comparaciones con un resultado positivo el tiempo de reacción es menor que en aquéllas otras de resultado negativo. La interpretación de la base cognitiva de tal discrepancia ha sido una cuestión extensamente debatida, sobre todo a partir del desarrollo de los paradigmas de juicios *igual* y *diferente* . Aunque, con frecuencia, se han defendido dos posturas que explican las discrepancias entre respuestas afirmativas y negativas, en función, bien, de cambios en los criterios de decisión, bien en base a dos procesos de comparación diferentes, siguen sin aparecer resultados que apoyen completamente una de las dos posiciones. En la actualidad, parece que se acepta que los cambios criteriosales explican, al menos parte de la discrepancia entre juicios *igual-diferente* , pero en ningún caso pueden considerarse como el único factor de interpretación. Ciertos modelos contemporáneos han optado por considerar, junto a los sesgos en los criterios de decisión, un mecanismo de facilitación que se supone, asimismo, responsable de las diferencias en los tiempos de comparación positiva y negativa.

En la segunda parte de esta tesis van a replantearse a nivel experimental algunas de las cuestiones tratadas hasta este punto, centrando el tema en el análisis de los procesos de búsqueda y comparación de información, a partir de un diseño que permite aplicar el esquema de interpretación de un paradigma de búsqueda a una tarea de comparación.



## **PARTE II**

**Análisis experimental de los procesos de búsqueda y  
comparación**

**Planteamiento experimental**

El planteamiento experimental de este trabajo tiene como propósito central analizar el proceso de comparación en una tarea de búsqueda de información, a partir de varios parámetros experimentales; tales como la práctica extensa, el tipo de ítem que se compara, la consistencia entre estímulo y respuesta, el tamaño de la secuencia y el tipo de presentación de los estímulos.

La presente exposición se va a dividir en dos partes. En la primera, se definirá el propósito y las características de la tarea experimental que se ha diseñado, las relaciones de dicha tarea con otras elaboradas anteriormente, y sus ventajas en función de los objetivos que se pretenden. Y en la segunda parte, se revisarán las variables experimentales utilizadas en los experimentos aquí presentados, junto con un análisis de la literatura experimental que ha tratado dichas variables.

### *5.1. Definición de la tarea experimental*

La aplicación del método de los factores aditivos (Sternberg, 1969a) a las tareas de búsqueda de información, ha permitido inferir la existencia de una serie de etapas internas de duración independiente, en las que se lleva a cabo la transformación global del estímulo. Una de dichas etapas es la de comparación, en la que el sujeto contrasta los estímulos, previamente presentados. La existencia de una etapa de comparación, inherente a los procesos de juicio, se puede delinear al observar el efecto que el tamaño de la secuencia tiene sobre la latencia de la respuesta (Bersted, 1983; Gaffan, 1977; Gilford y Juola, 1976; Mohs et al., 1975; Sternberg, 1966, 1967c, 1967d, 1969a; Townsend y Roos,

1973; Theios, 1973; Theios y Walter, 1974; Theios et al., 1973). De dicho efecto resulta que los datos obtenidos en el tiempo de reacción en tareas de búsqueda, presentan ajustes lineales, con un crecimiento positivo, en función de la amplitud del conjunto buscado, y la pendiente de la línea de regresión revela el tiempo invertido en cada comparación simple (p.e. Sternberg, 1969a). Por otra parte, aplicando este mismo análisis, pueden estudiarse las posibles discrepancias en las pendientes dependiendo del resultado del proceso de comparación. Precisamente, este procedimiento de análisis va a ser utilizado en los experimentos que aquí se presentan para probar, empíricamente, que el proceso de comparación positivo (dos estímulos idénticos) difiere del de comparación negativo (dos estímulos distintos), y analizar esta discrepancia en función de diversas variables psicológicas de interés. Para ello se ha diseñado una tarea que consiste en una modificación de las clásicas tipo Sternberg (1966).

Dos son las cuestiones que se pretende resolver a partir de la tarea de búsqueda diseñada. La primera, examinar con claridad la diferencia entre respuestas positivas y negativas, ya que en las tareas de Sternberg no hay posibilidad de hacerlo, independientemente. Es interesante aclarar este punto un poco más. El procedimiento utilizado por Sternberg impide analizar el proceso de comparación positivo, por un lado, y negativo, por otro, ya que las pendientes de las líneas de regresión están contaminadas por comparaciones de ambos tipos. El modelo exhaustivo serial, formulado por Sternberg (1966, 1967c, 1969a), supone que el sujeto realiza siempre el máximo de comparaciones posibles entre el ítem de prueba y los elementos del conjunto memorizado. De forma que, en el caso de respuestas positivas, el tiempo de búsqueda implica tanto comparaciones positivas (el ítem prueba es

idéntico a uno de los elementos del conjunto memorizado), como negativas (el ítem prueba es diferente a todos los elementos del conjunto positivo); mientras que las comparaciones son siempre negativas, en el caso de las respuestas negativas.

La segunda cuestión que se plantea en los diseños aquí utilizados, es aprovechar la capacidad analítica de la tarea de Sternberg, y eliminar algunas de las etapas no interesantes, como fuente de la diferenciación entre juicios *igual* y *diferente*.

Para lograr estos objetivos, se modificó la tarea de Sternberg, de tal manera que, en un mismo tipo de respuesta, no hubiesen comparaciones mixtas (positivas y negativas). El procedimiento consistió en presentar dos conjuntos de estímulos, de igual tamaño ( $S=1, 2, 3, 4$ ), que el sujeto debía comparar para decidir el número de estímulos repetidos en uno y otro conjunto ( $I$ ). Las dos secuencias podían ser completamente idénticas ( $S=1$  e  $I=1$ ;  $S=2$  e  $I=2$ ;  $S=3$  e  $I=3$ ;  $S=4$  e  $I=4$ ), completamente diferentes ( $S=1$  e  $I=0$ ;  $S=2$  e  $I=0$ ;  $S=3$  e  $I=0$ ;  $S=4$  e  $I=0$ ), o contener algún elemento en común ( $S=2$  e  $I=1$ ;  $S=3$  e  $I=1$  ó  $I=2$ ;  $S=4$  e  $I=1$ ,  $I=2$  ó  $I=3$ ). Con esta modificación se consigue mantener las ventajas analíticas del procedimiento de los factores aditivos, junto con la posibilidad de probar el supuesto de igualdad de comparaciones, y la posibilidad de analizar la naturaleza del proceso de comparación per se.

El tratamiento experimental del proceso de comparación positivo-negativo, ha generado una línea de trabajo paralela a la de los diseños de búsqueda, que se ha concretado en los paradigmas de juicios *igual-diferente*. En dichas tareas, normalmente, se presenta un par de estímulos (con frecuencia letras), para que el sujeto determine si son iguales o distintos (respuesta binaria: si-no). Ahora bien, en este caso, la discrepancia en el tiempo de reacción según el tipo de respuesta puede

deberse al proceso de emisión de la respuesta, más que al proceso de comparación. Para eliminar este factor, que carece de interés psicológico, se han utilizado las posibilidades analíticas que ofrece el método de Sternberg.

La tarea que aquí se ha diseñado puede considerarse, por lo tanto, como una modificación de los paradigmas de juicios *igual -diferente*, aunque es más compleja porque implica un proceso de comparación múltiple sobre el que previsiblemente hay que llevar algún tipo de contador. Con cierta frecuencia, los diseños de juicios afirmativos y negativos han introducido conjuntos de estímulos que el sujeto debe comparar (p.e. Algarabel, 1985c; Bamber, 1969; Proctor y Hurst, 1982; Proctor y Rao, 1983a, 1983b; Proctor et al., 1984; Taylor, 1976b), pidiendo respuestas binarias. En la tarea aquí diseñada, las alternativas de respuesta varían en función del número de elementos comunes entre ambos conjuntos. Con este procedimiento se garantiza el análisis del tiempo de comparación, sin que se vea interferido por el tiempo de emisión de la respuesta, como ocurre en los paradigmas de juicios *igual-diferente*.

En función de los objetivos que se plantean en los dos experimentos realizados, este diseño comporta una serie de ventajas sobre las tareas clásicas de búsqueda y comparación perceptiva, que se van a enumerar seguidamente.

En primer lugar, y como ha podido observarse por la descripción anterior, el paradigma que se ha diseñado es de búsqueda múltiple. La búsqueda múltiple no se ha extendido en la investigación sobre procesos de búsqueda y comparación tanto como la simple, aunque cuenta con ciertas posibilidades empíricas interesantes.

En principio, la búsqueda múltiple implica un tipo de estrategia de comparación más compleja que la simple, al menos en cuanto al volumen de información manipulada. Ahora bien, respecto a la tarea aquí diseñada, en ningún caso se rebasan los límites de capacidad, de los que tradicionalmente se habla en la memoria a corto plazo, establecidos en un intervalo entre 5 y 9 items (Miller, 1956). El máximo de elementos que el sujeto procesa, simultáneamente, en los ensayos de mayor dificultad es de 4 (en aquellas condiciones en las que la secuencia memorizada y la de prueba cuentan con cuatro elementos cada una, el sujeto debe mantener en memoria cuatro items, puesto que los cuatro de la secuencia de prueba permanecen expuestos hasta la respuesta). Por lo tanto, considerando que los elementos repetidos en las dos secuencias ocupan siempre la misma posición (no pueden aparecer items idénticos en posiciones diferentes de ambos conjuntos), el número de comparaciones en las condiciones de máxima dificultad, será, tan solo, de 4. En el caso específico de la tarea de búsqueda utilizada no puede considerarse, a priori, que añada más dificultad a la propia de la búsqueda simple.

Sin embargo, sí podría considerarse que el proceso de decisión y elección de la respuesta es más complejo en esta tarea que en otras, incluso de búsqueda múltiple. Tradicionalmente, en los paradigmas de búsqueda múltiple se piden al sujeto respuestas binarias del tipo todos igual-todos diferentes, algún igual-todos diferentes, o algún diferente-todos igual (p.e. Algarabel, 1985b, 1985c; Bamber, 1969; Proctor y Rao, 1983a, 1983b; Taylor, 1976b). La manipulación de la variable número de elementos comunes entre las dos secuencias, tal y como se ha realizado en los dos experimentos, se traduce en un aumento progresivo de las posibles alternativas de respuesta en función del

tamaño de la secuencia; por lo que, al menos, a este nivel sí puede hablarse de una complejidad mayor.

De las observaciones anteriores se infiere que la aplicación del análisis de regresión sobre el tiempo de reacción en la búsqueda múltiple, debe hacerse con cierta precaución, sobre todo porque la interpretación de los valores de las pendientes difiere de la de un diseño de búsqueda simple. En esta tarea de búsqueda múltiple los tiempos de las pendientes, probablemente, serán más elevados que en la simple, ya que implican al menos tres etapas diferentes: en primer lugar, la de identificación de cada nuevo estímulo de la secuencia de prueba; en segundo, la de comparación entre ese elemento y el del conjunto memorizado; y por último la de elección de respuesta. Puesto que, en principio, no existe ninguna razón por la que los estímulos que dan lugar a una respuesta positiva o negativa sean diferentes, en cuanto a los tiempos de identificación, porque están elegidos aleatoriamente, o en cuanto a la decisión de la respuesta, ya que el número de alternativas se mantiene constante para cada amplitud, las diferencias en las pendientes tienen que estar influenciadas por el proceso de comparación. Esta consideración deberá tenerse en cuenta en la interpretación de los resultados que proporcionan dichos ajustes.

Por último, la búsqueda múltiple, tal y como aquí se utiliza, supone el desarrollo de una estrategia por la que el sujeto procesa, siempre, todos los items de ambos conjuntos. Este procedimiento impide, que se genere una búsqueda parcial que finalice al identificar un item diferente entre las dos secuencias, y que invalidaría el análisis del tiempo de comparación per se. De esta forma se garantiza que las discrepancias provienen de comparar dos secuencias que son totalmente iguales, diferentes, o entre las que hay algún elemento común y alguno distinto.



## 5.2. Variables experimentales

El análisis del proceso de comparación en la tarea anteriormente descrita, se ha realizado en función de una serie de variables. Estas variables son: tipo de presentación del conjunto positivo, número de items (tamaño), número de elementos comunes entre las secuencias comparadas, tipo de estímulo, grado de entrenamiento y proyección estímulo-respuesta.

Por *tipo de presentación* del conjunto positivo se entiende el orden de exposición de los estímulos simples que componen las secuencias experimentales, siendo secuencial o simultánea. En la presentación secuencial, los items de un mismo conjunto se muestran uno tras otro, de forma que la exposición del conjunto a comparar se realiza después de un intervalo de tiempo desde la desaparición del último item de la primera secuencia. En presentación simultánea, los dos conjuntos de estímulos permanecen expuestos hasta la emisión de la respuesta. La inclusión de esta variable en la tarea experimental tuvo como propósito analizar las características del proceso de comparación de información perceptivo-visual, por un lado, y de información en la memoria, por otro, tal y como se había hecho en algún trabajo experimental anterior (p.e. Proctor, 1981; Proctor y Healy, 1985; Proctor y Hurst, 1982; Proctor et al., 1984; Silverman y Goldberg, 1975; Taylor, 1976b).

Por *tamaño* de las secuencias se entiende el número de items que forman parte de cada uno de los conjuntos presentados. En los experimentos diseñados se exponían, en cada ensayo, dos conjuntos de amplitud 1, 2, 3 ó 4. Para considerar dos estímulos como idénticos, en cualquiera de los tamaños, debían ocupar la misma posición en la secuencia, de forma que en los ensayos de máxima dificultad (secuencias

de amplitud 4) el sujeto tenía que realizar un total de cuatro comparaciones (una por cada par), manipulando, en este caso, hasta ocho elementos diferentes (cuando las dos secuencias eran distintas). La introducción de la variable tamaño se realizó para determinar el tipo de relación entre tiempo de reacción y número de items examinados, y porque esta variable garantiza el análisis independiente del tiempo de comparación, por el procedimiento descrito anteriormente (p.e. Bersted, 1983; Gaffan, 1977; Gilford y Juola, 1976; Mohs et al., 1975; Sternberg, 1966, 1967c, 1967d, 1969a; Theios, 1973; Theios y Walter, 1974; Theios et al., 1973).

Por *número de elementos comunes* se entiende el total de items simples que se repiten, en la misma posición, en las dos secuencias comparadas. El número de elementos comunes determina el total de alternativas de respuesta, en cada amplitud. En estos experimentos, excepto en los conjuntos de tamaño 1 donde la respuesta era binaria (número de elementos comunes= 0 ó 1), el sujeto debía decidir su respuesta entre más de dos alternativas (en secuencias de amplitud 2, el número de elementos comunes podía ser de 0, 1 ó 2; en secuencias de amplitud 3, podía haber 0, 1, 2 ó 3 elementos comunes; y en secuencias de amplitud 4, las alternativas de respuesta eran cinco: 0, 1, 2, 3 ó 4). Por lo tanto, a diferencia de lo que ocurre en los paradigmas que analizan la discrepancia *igual-diferente*, en los que el sujeto siempre tiene que elegir entre una respuesta binaria (*si-no; igual-diferente*), en los dos experimentos presentados el total de alternativas de respuesta está en función del número de elementos comunes y de la amplitud de la secuencia. La inclusión de esta variable en los experimentos se realizó para analizar las discrepancias en el proceso de comparación entre ensayos en los que todas las comparaciones eran positivas, todas

negativas, y mixtas. De esta forma se superaban las limitaciones que presentaba un diseño como el introducido por Sternberg.

Por *tipo de estímulo* se entiende la categoría de pertenencia del item presentado. En este caso, se diseñaron secuencias formadas por letras o palabras. El propósito de introducir esta variable experimental fue analizar si existen discrepancias entre un proceso de comparación más bien físico (para letras), y un proceso de comparación físico+semántico (para palabras).

Por *consistencia entre estímulo y respuesta* se define el grado de relación entre los items positivos (forman parte de los dos conjuntos comparados), y los distractores (forman parte del segundo conjunto, pero no del primero). En los experimentos que se presentan, se utilizó una modificación de los diseños de conjunto fijo y de conjunto variado, introducidos por Sternberg (1966). En las secuencias diseñadas como de conjunto fijo, se mostraba una secuencia a memorizar que permanecía constante a lo largo de todos los ensayos de idéntica amplitud. De esta forma, el sujeto podía desarrollar una norma de respuesta coherente, que parece ser uno de los requisitos básicos para la generación de una estrategia de comparación en paralelo. Por su parte, en las secuencias de conjunto variado se impide el desarrollo de dicha regla de respuesta, ya que las secuencias memorizadas son diferentes en cada ensayo. La inclusión de esta variable en los experimentos se realizó para analizar de qué forma el proceso de comparación puede verse afectado por el grado de relación entre los items positivos y los negativos.

Por *práctica* se entiende el grado de entrenamiento en la tarea. En los experimentos que se presentan se utilizaron un total de ocho bloques de práctica, divididos en cuatro sesiones experimentales. El propósito de introducir esta variable fue analizar su incidencia sobre el proceso de

comparación de los items, a través de la observación de variaciones en las pendientes de las líneas de regresión, en función de la amplitud de la secuencia, según el nivel de práctica utilizado.

En los apartados siguientes se va a llevar a cabo una revisión de la literatura experimental sobre las variables más relevantes manipuladas en los diseños experimentales aquí presentados.

### *5.2.1. Tipo de presentación y tipo de identidad*

El estudio experimental de la discrepancia entre juicios *igual* y *diferente* ha hecho uso, con frecuencia, de las variables tipo de presentación de las secuencias y tipo de identidad entre estímulos, para inferir los procesos cognitivos comprometidos en las tareas de comparación perceptiva. En este apartado va a realizarse una revisión de los datos empíricos más relevantes que ofrece la literatura experimental a partir de ambas variables.

Como ya se ha definido, anteriormente, en la presentación secuencial se exponen los items del conjunto a memorizar durante un intervalo temporal definido, de forma que la aparición de un estímulo posterior se realiza tras la desaparición de uno anterior. Por lo tanto, cuando se presenta el(los) item(s) test, el(los) item(s) de memoria ya no están presentes. Este procedimiento implica que, los procesos de codificación, comparación, y organización de la respuesta se realizan a nivel de las representaciones internas de los estímulos. Por su parte, la presentación simultánea, supone que los dos conjuntos de estímulos que el sujeto debe comparar permanecen expuestos hasta que se emite la respuesta. De ahí que, los procesos cognitivos implicados en la

transformación del estímulo se basan en códigos fundamentalmente visuales de los items.

Con frecuencia se supone que estas dos modalidades de presentación utilizan códigos diferentes de comparación que pueden explicar, al menos en parte, la discrepancia entre juicios *igual* y *diferente* (p.e. Boles y Eveland, 1983; Proctor, 1981). En aquellos conjuntos de items que se presentan secuencialmente, el proceso de comparación parece que se realiza a partir de un código nominal-acústico de los estímulos, aún a pesar de que se pidan respuestas de identidad física (los rasgos perceptivo-visuales del estímulo deben ser iguales); mientras que en las secuencias con presentación simultánea, la codificación de los estímulos, probablemente, corresponde con un código físico. La relación entre tipo de presentación y tipo de identidad entre estímulos, justifica que se revisen, en un único apartado, los resultados obtenidos utilizando ambas variables. Aunque debe hacerse una aclaración previa. En el trabajo experimental que aquí se ha realizado no se va a manipular, como tal, la variable tipo de identidad, sino, tan solo, va a considerarse la relevancia que dicha variable parece tener en la utilización de dos códigos de comparación diferentes. Por otra parte, se revisará algún resultado ofrecido por la literatura de identidad física-nominal, que proporcione información sobre los procesos de comparación entre juicios *igual-diferente*.

Tal y como se mencionó en el Capítulo 4 de la parte teórica de esta tesis, uno de los datos más consistentes, obtenidos en los paradigmas de comparación perceptiva, es la ventaja en los tiempos de reacción favorable a los juicios *igual*, sobre todo cuando se utiliza estimulación perceptiva-letras (p.e. Ambler y Proctor, 1976; Bamber, 1969, 1972; Beller, 1970, 1971; Eichelman, 1970; Krueger, 1978; Nickerson, 1965,

1972; Posner y Mitchell, 1967; Ratcliff, 1981). Ahora bien, la disparidad entre juicios *igual* y *diferente* parece ser más evidente en los paradigmas que utilizan presentación secuencial que simultánea (Krueger, 1983, 1984; Krueger y Shapiro, 1982; Nickerson, 1967; Posner y Mitchell, 1967; Proctor, 1981; Proctor y Healy, 1985; Proctor y Hurst, 1982; Proctor y Rao, 1983a; Proctor et al., 1984; Silverman y Goldberg, 1975; Taylor, 1976b). La interpretación de este resultado se ha realizado desde dos posiciones teóricas diferentes: aquéllas que consideran que dicha discrepancia se debe a la existencia de sesgos en los criterios de decisión, sobre todo en secuencias con presentación simultánea (p.e. Ratcliff, 1981; Ratcliff y Hacker, 1981, 1982); y aquéllas otras posiciones que rechazan como única esta interpretación, defendiendo un factor de **facilitación** en el procesamiento que explicaría la ventaja a favor de los juicios positivos, sobre todo con presentación secuencial (p.e. Proctor, 1981; Proctor y Rao, 1983a, 1983b; Proctor et al., 1984; Silverman y Goldberg, 1975; Taylor, 1976b). Sin embargo, las características de dicho mecanismo de **facilitación** tampoco parecen estar suficientemente claras, y se mantienen dos posturas alternativas, según se considere que la **facilitación** cuenta con una naturaleza **analítica** u **holística** (p.e. Ambler y Proctor, 1976; Egeth y Blecker, 1971; Krueger, 1983, 1984; Proctor y Hurst, 1982; Proctor et al., 1984; Taylor, 1976b). Actualmente, la discusión se centra, fundamentalmente, en estas dos posiciones, por lo que se va a realizar, a continuación, una revisión de la literatura experimental que apoya cada una de ellas.

En primer lugar, se van a exponer los argumentos empíricos que atribuyen la ventaja a favor de las comparaciones positivas (con presentación secuencial y simultánea) a la variación de mecanismos de

decisión. Desde estas posiciones (Ratcliff y Hacker, 1981, 1982; Silverman y Goldberg, 1975) se supone que la discrepancia entre juicios afirmativos y negativos se produce por cambios en los criterios de decisión utilizados por el sujeto. Evidencia experimental a favor de la existencia de un sesgo de respuesta se obtendría si el criterio de decisión, y por lo tanto el tiempo de reacción y la proporción de errores, pudiese manipularse (p.e. a través de instrucciones proporcionadas al sujeto para asegurar las respuestas positivas, en unos casos, y negativas, en otros; o presentando mayor número de ensayos de respuesta *diferente* que *igual* .

En algún experimento de comparación perceptiva se ha comprobado que es posible invertir el resultado clásico a favor de los juicios *igual* manipulando los criterios de decisión (p.e. Ratcliff y Hacker, 1981, 1982). Ahora bien, en estos experimentos no se aclara si el sesgo de respuesta se produce, por igual, en estímulos presentados secuencial o simultáneamente. Parece ser que cuando se introducen ambos tipos de procedimiento, en un mismo experimento, los resultados no siempre coinciden, al menos completamente, con los esperados desde una u otra de las dos posiciones teóricas.

En esta línea, Silverman y Goldberg (1975) presentan un diseño experimental con dos condiciones de respuesta: *igual* , si los dos conjuntos son idénticos en una o más posiciones; y, *diferente* , cuando las dos secuencias difieren en todos los estímulos. Con este tipo de paradigma el sesgo de respuesta de terminar, prematuramente, las comparaciones solo podrá ocurrir cuando todos los pares sean diferentes. Los resultados obtenidos por estos autores muestran que, con este procedimiento, desaparece la ventaja a favor de los pares idénticos, en las secuencias presentadas simultáneamente. Por su parte, Taylor (1976b) sí detecta ventajas en el tiempo de reacción a favor de pares

idénticos (en las condiciones de respuestas todas diferentes-alguna igual), utilizando presentación secuencial. Tanto los resultados de los experimentos de Silverman y Goldberg (1975), como los de Taylor (1976b), parecen mostrar que el efecto de mayor velocidad en las respuestas *igual* es atribuible a sesgos de respuesta solo con estímulos presentados simultáneamente, mientras que los secuenciales responden a otro tipo de factores diferentes.

Dos experimentos posteriores (Proctor y Rao, 1983a; Proctor y Rao, 1983b) han permitido reexaminar, con mayor precisión, la cuestión de la atribución de la discrepancia *igual - diferente* a la acción de un sesgo de respuesta, obteniendo resultados similares a los de Silverman y Goldberg (1975) y Taylor (1976b).

Proctor y Rao (1983a) manipularon el sesgo de respuesta de una forma más directa de lo que lo hicieron Ratcliff y Hacker (1981). Utilizaron pares de estímulos letras, variando la proporción de ensayos *igual* o *diferente* que los sujetos recibían. Cuando esto se llevó a cabo (Proctor y Rao, 1983a) se observó que la diferencia a favor de *igual* se mantenía, a pesar de que la tasa de errores era mayor para la condición *igual* (respuesta *diferente* cuando el par es *igual*) y evidencia contraria a la existencia de un sesgo a responder *igual*. Además, la diferencia a favor de los ensayos *igual* era mayor para el caso de la presentación secuencial de estímulos (media de 26.4 milisegundos), de lo que lo fue para la simultánea (media de 9.8 milisegundos). Una serie de experimentos ulteriores, en los que se pretendía extender los resultados anteriores a conjuntos múltiples de letras (Proctor y Rao, 1983b) mostró que *diferente* era más rápido que *igual* en presentación simultánea, siendo este resultado confirmado por el patrón de errores que mostraba mayor número de falsos *diferentes*. Cabría interpretar estos resultados



suponiendo la existencia de un sesgo a decir *igual* , tal como defendía Ratcliff (1981). En presentaciones secuenciales, sin embargo, las respuestas *igual* eran más rápidas que las *diferente* , a pesar de no haber discrepancias en el patrón de errores.

A partir de esta serie de estudios, Proctor atribuye la discrepancia *igual-diferente* con presentación simultánea, a la existencia de un sesgo a responder *igual* , pero no toda la discrepancia encontrada con presentaciones secuenciales puede estar causada por tal sesgo de respuesta. En esta misma cuestión incide el estudio que se va a comentar a continuación.

Proctor, Rao y Hurst (1984), utilizando un paradigma similar al de Ratcliff y Hacker (1981), llevaron a cabo una serie de experimentos en los que presentan una proporción distinta de ensayos de pares *igual-diferente* para manipular el sesgo de respuesta. Utilizan cuatro niveles (80/20, 60/40, 40/60, 20/80, donde el primer número se refiere al total de ensayos que requieren un juicio afirmativo, y el segundo a un juicio negativo) en la distribución de respuestas positivas y negativas. Proctor y colaboradores (1984, Exp. 1) observan que, en general, en las condiciones de presentación simultánea las respuestas son más lentas (con una media de 1107 milisegundos) que en las secuenciales (media= 667 milisegundos). El sesgo a responder igual o diferente puede manipularse, en función de la proporción de ensayos de un tipo u otro, de forma que al aumentar el número de pares iguales, también lo hace el volumen de falsos *igual* ; mientras que el tiempo de reacción para este tipo de respuesta disminuye, lo que parece indicar una tendencia a responder *igual* . Este resultado general difiere según el tipo de presentación utilizada. El patrón de respuesta característico de la presentación simultánea muestra un aumento en el número de falsos *igual* , aunque

esto se acompaña de respuestas *diferente* más rápidas; resultado que no corresponde con el predicho desde las posiciones que defienden un sesgo en la respuesta, aunque indica que, si se minimiza la tendencia a responder *igual* (menor frecuencia de aparición de secuencias iguales), los juicios *diferente* son más rápidos.

Por su parte, en la presentación secuencial, las respuestas *igual* son más rápidas, y predomina el total de falsos *igual* ; lo que podría sugerir un sesgo a responder *igual* . Ahora bien, Proctor y colaboradores (1984, Exp. 2) presentan un segundo experimento para demostrar que el volumen de falsos *igual* puede eliminarse experimentalmente, por lo que habría que suponer la existencia de algún otro factor que explicara la ventaja de las latencias de respuestas positivas. Utilizan, en este caso, presentación secuencial, con distintos niveles de frecuencia de respuestas afirmativas y negativas. Los resultados muestran que no existen diferencias significativas entre falsos *igual* y *diferente* , mientras que sigue apareciendo una ventaja en los tiempos de respuestas positivas, lo que no parece estar de acuerdo con un sesgo a responder *igual* . En un tercer experimento, Proctor y colaboradores (1984, Exp. 3) consiguen mantener baja la tasa de error, y con magnitudes idénticas para los dos tipos de presentación. En este caso, obtienen latencias de respuesta más lentas con presentación simultánea que secuencial. Con presentación simultánea, aparecen tiempos de reacción inferiores en respuestas *diferente* . Sin embargo, con presentación secuencial, las respuestas *igual* siempre son más rápidas. Además, comparando el volumen de falsos *igual* , en presentación secuencial y simultánea, no hay una tendencia a que éste sea mayor en el primer caso que en el segundo, como cabría esperar si hubiese un sesgo de respuesta *igual* ; en ambos casos, la proporción de errores es similar.

Proctor y colaboradores interpretan estos resultados como evidencia de dos tipos de factores distintos en la discrepancia entre juicios *igual* y *diferente*, según se trate de conjuntos presentados secuencial o simultáneamente. Con la presentación simultánea, el efecto de respuestas afirmativas más rápidas parece deberse a sesgo en los criterios de decisión, de forma que al manipularse dicho sesgo las respuestas *diferente* se muestran más rápidas que las *igual* (Exp. 1 y 3). Para explicar estos datos se supone la existencia de un proceso de comparación analítico y autoterminado. Por su parte, con la presentación secuencial, el efecto de *igual* más rápido no parece deberse a un sesgo en la respuesta, y por ello el patrón de error *igual-diferente* no varía al manipular el total de ensayos de un tipo y otro de respuesta.

La cuestión que debe plantearse es la siguiente. Si la acción de un sesgo de respuesta no es la responsable de la discrepancia entre juicios *igual-diferente* con estímulos presentados secuencialmente, qué factor puede explicar la ventaja propia de las respuestas positivas. Para resolver esta cuestión se han diseñado tareas experimentales en las que se manipula, conjuntamente, el tipo de presentación de las secuencias (secuencial-simultánea), y el tipo de identidad entre estímulos (física-nominal) (Beller, 1971; Kroll, 1975; LaBerge, 1976; Neely, 1977; Posner, 1978; Posner y Mitchell, 1967; Posner y Snyder, 1975; Proctor, 1981). La variable tipo de presentación ya ha sido descrita, con anterioridad, por lo que ahora se va a realizar una definición del tipo de identidad, para, posteriormente, pasar a comentar los resultados obtenidos en la literatura experimental.

Los ensayos en los que se requiere una respuesta que haga referencia a la identidad física, se caracterizan por presentar al sujeto un par de estímulos para que éste discrimine si cuentan con los mismos

rasgos físicos (p. e. A A) o no (p. e. A E). Por otra parte, en los ensayos con identidad nominal, se exponen dos estímulos, físicamente distintos, aunque con un código nominal idéntico (p. e. A a) o diferente (p.e. A e).

En principio, se supone que con la presentación secuencial el sujeto utiliza en las comparaciones el código nominal, asociado a los estímulos; mientras que en las secuencias presentadas simultáneamente, el código que se maneja es, preferentemente, visual-físico (Posner y Snyder, 1975). Si esto es así, cabría esperar que la latencia de la respuesta fuera menor con estímulos físicamente idénticos y presentados simultáneamente, en comparación con los de identidad nominal; por su parte, con estímulos secuenciales y nominalmente idénticos los tiempos deberían disminuir en relación a los de identidad física. Ahora bien, con frecuencia, los resultados muestran latencias más cortas en los ensayos de identidad física, cuando las secuencias se presentan simultáneamente, y con presentaciones secuenciales de intervalos inferiores a los 2 segundos (p.e. Posner y Mitchell, 1967; Proctor 1978, 1981; Proctor y Hurst, 1982). Por lo que no parece confirmarse el supuesto de los dos tipos de códigos, y más bien se sugiere que en el proceso de comparación de estímulos presentados secuencialmente interviene algún mecanismo que tiene que ver con la identidad física de la información.

Como algunos autores han considerado, la discrepancia entre identidad física vs. identidad nominal parece modulada por un factor de **facilitación**, que ha sido con frecuencia puesto a prueba en la literatura experimental (p.e. Beller, 1971; LaBerge, 1976; Neely, 1977; Posner y Snyder, 1975). Los efectos de facilitación son máximos cuando el estímulo-señal (*prime*) es físicamente idéntico, o con un alto grado de asociación con el estímulo-test (p.e. Posner y Snyder, 1975; Neely, 1977; Taylor, 1977), y mínimos cuando el *prime* no guarda ninguna

relación con el ítem posterior (p.e. Posner y Snyder, 1975). Evidentemente, el efecto de facilitación mayor se obtendrá cuando el primero y el segundo estímulo sean idénticos (de forma, que el tiempo de reacción será menor en los ensayos positivos que en los negativos). Algunos autores (p.e. Proctor, 1981) interpretan los efectos de la señal como cambios en el procesamiento del ítem test. Dichos efectos, que se considera suceden automáticamente (recuérdese que los dos componentes del proceso de activación, clásicamente considerados en la literatura sobre activación, son uno automático y otro atencional) parecen causados por el propio procesamiento de la señal (p.e. Neely, 1977; Posner, 1978, 1981). De la misma forma, un ítem que sea idéntico, físicamente, a otro presentado posteriormente puede estar actuando como *prime* y modificando las características de procesamiento del elemento test (así se interpreta el efecto de facilitación observado en experimentos de identidad física).

En esta línea, Proctor (1981, Exp. 1) utiliza unos intervalos de presentación de estímulos secuenciales inferiores a los 2 segundos, y atribuye la discrepancia entre juicios *igual-diferente* a diferencias en el tiempo de identificación del segundo estímulo, en función de la relación que guarde con el primero. Los resultados obtenidos por Proctor muestran que hay un claro efecto de **facilitación** cuando el segundo estímulo es idéntico, físicamente (p.e. A A), al primero, que no aparece en los ensayos de identidad nominal. A partir de estos datos sugiere que la memoria parece consistir en la activación de un sistema de reconocimiento de patrones, de forma que se accederá con mayor rapidez a aquellos estímulos que por sus rasgos físicos estén más próximos. Sin embargo, concluye Proctor (1981, Exp. 3) que la disparidad entre identidad física-nominal, con presentación simultánea,

no se debe a una diferencia en la razón de procesamiento de los dos estímulos. Idénticos resultados fueron observados, posteriormente, por Proctor y Hurst (1982), con un paradigma en el que presentan conjuntos de letras de tamaño 1, 2 ó 4. Con este diseño obtienen tiempos de reacción menores en conjuntos presentados secuencialmente, en las tres condiciones de respuesta utilizadas (secuencias iguales, diferentes, y diferentes en un único elemento), que en los de presentación simultánea.

Por su parte, Krueger (1983) encuentra evidencia a favor de un mecanismo de facilitación. Dicha facilitación actúa sobre la codificación del segundo de los dos estímulos, físicamente idénticos, y contribuye decisivamente a la ventaja de pares iguales con presentación secuencial. Este factor, aparte de producir mayores diferencias entre respuestas afirmativas y negativas, en la presentación secuencial que en la simultánea, supone, además, que dicha discrepancia puede ocurrir sin que se produzca un aumento en la proporción de falsos *igual*, como cabría esperar desde los supuestos de los modelos de sesgo de respuesta (también en Chiguell y Krueger, 1984; Proctor y Rao, 1983).

Ahora bien, la definición de las características del proceso de facilitación no parecen estar suficientemente claras. En principio podrían mantenerse, al menos, dos posiciones teóricas diferentes: aquéllas que consideran que la facilitación en la codificación cuenta con una base analítica (p.e. Proctor, 1981; Proctor y Hurst, 1982; Proctor et al., 1984), de forma que el proceso de comparación será, asimismo analítico (item a item) y exhaustivo o autoterminado; y, aquéllas otras para las que la base de la facilitación es holística, por lo que el proceso de comparación se realizará de todo el conjunto simultáneamente (p.e. Krueger, 1983, 1984a, 1984b; Taylor, 1976b). El análisis de las características del proceso, que está a la base de la facilitación se ha

realizado, sobre todo, a partir de paradigmas que presentan cadenas múltiples de estímulos; de forma que es posible establecer comparaciones con aquéllos otros que muestran pares de items.

Proctor (1981) y Proctor y Hurst (1982) encontraron cierta evidencia a favor de que la facilitación en la codificación responde a un proceso de base analítica (es decir a nivel de los pares de letras componentes del conjunto). Este resultado proviene (Proctor y Hurst, 1982) del análisis comparativo de las diferencias en el tiempo de reacción entre pares de estímulos con identidad física y nominal, y las discrepancias que se obtienen en las pendientes (que indican el tiempo de las comparaciones simples), cuando se comparan pares de estímulos complejos (cadenas formadas por más de un estímulo simple). En principio, si se supone que el proceso de facilitación tiene una base holística, no deberían existir diferencias entre las condiciones en las que, tan solo, se presenta un par de estímulos, y aquéllas otras en las que las secuencias a comparar están formadas por más de un item. Sin embargo, los resultados de Proctor y Hurst (1982) no coinciden con esta predicción.

Asimismo, se ha observado que el número de falsos *igual* en comparación múltiple es mayor que en la simple (p.e. Proctor y Hurst, 1982; Proctor et al., 1984), sobre todo cuando las dos secuencias son diferentes en un único item. Por lo tanto, cabe esperar que exista un proceso de comparación analítico autoterminado que finaliza antes de haber realizado todas las comparaciones entre los pares de estímulos que componen cada secuencia.

Por su parte, Krueger (1983, 1984a, 1984b), atribuye la discrepancia mayor entre juicios *igual* y *diferente*, encontrada con la presentación secuencial, a la posibilidad de puesta en juego de un proceso

de comparación holístico en el caso secuencial, versus analítico, en el caso simultáneo. La posible prueba de la diferencia entre estos dos modos de procesamiento puede encontrarse, al menos en parte, en la existencia de terminación automática para el caso de la presentación simultánea, si bien no siempre se determina con precisión cuando va a producirse búsqueda terminada.

Ahora bien, para Krueger el proceso analítico terminado no se produce en las respuestas *diferente*, ya que en ellas parece existir un mecanismo de reanálisis que repercute en el tiempo de comparación de items diferentes (Krueger, 1983, 1984a, 1984b; Krueger y Shapiro, 1982). Krueger y Shapiro (1982) presentan tres experimentos que parecen apoyar la hipótesis del ruido interno y del reanálisis, que ya habían aparecido en la teoría del operador en ruido de Krueger (1978). Estos autores utilizan listas de letras como estímulos, con presentación secuencial y simultánea, a partir de las que se extrae un patrón de errores diferente según se trate de un tipo u otro de presentación. Con paradigmas simultáneos se muestra un menor número de falsas alarmas en listas iguales (Krueger y Shapiro, 1982, Exp. 1). Este resultado sugiere que cuando el sujeto cree que ha encontrado un par diferente vuelve a comprobar la secuencia para asegurar su respuesta, de ahí que el número de ensayos incorrectos en respuestas *diferente* sea menor. Posteriormente, Krueger y Shapiro (1982, Exp. 2 y 3) utilizan un procedimiento de presentación secuencial rápida para eliminar ese posible efecto, consiguiendo un aumento significativo del total de falsas alarmas.

Asimismo, la existencia de un mecanismo de reanálisis fue contrastada, empíricamente, por Proctor y Rao (1983). Estos autores manipularon el tiempo de exposición de la serie de letras que servía



como conjunto de comparación, bajo el supuesto de que tiempos ilimitados de exposición favorecen la posibilidad de comprobaciones sucesivas de los elementos sobre los que se va a emitir un juicio. En particular, Krueger fijó en 200 milisegundos el tiempo necesario para hacer una pasada de comprobación de los estímulos, por lo que valores de exposición de estímulos semejantes a este parámetro, deberían, según la teoría de Krueger, eliminar la discrepancia *igual -diferente*. Cuando esta deducción se puso a prueba (Proctor y Rao, 1983) se observó que el efecto del tiempo de exposición era nulo (tanto con estímulos enmascarados como no enmascarados). Ha de hacerse notar que este resultado no elimina, completamente, la posibilidad de puesta en juego del mecanismo de reanálisis porque, aún enmascarado el estímulo, el sujeto podría basar sus pasadas de comprobación sobre la información almacenada en la memoria. De igual forma, cuando se manipuló la heterogeneidad de las diferencias, ante los pares de estímulos *diferente* (ruido externo, según Krueger), tampoco se observó ningún efecto sobre el tamaño de la disparidad, en contra de la acentuación de la discrepancia, predicha a partir de la teoría de Krueger.

Por su parte, Taylor (1976b) sugiere que la facilitación responde a una estrategia de juicio holística, que ocurre, únicamente, cuando no hay presente ningún par diferente (los estímulos de ambas secuencias son iguales). Taylor (1976b) introduce una modificación en el paradigma general de comparaciones perceptivas que es conveniente mencionar. En los diseños elaborados por este autor se presentan conjuntos múltiples de letras, de forma que el sujeto da su respuesta cuando algún elemento es *igual*, o cuando todos son diferentes (condición contraria a la utilizada por los diseños de comparación perceptiva). Los resultados con el paradigma modificado muestran una clara ventaja de las condiciones en

las que todos los pares de estímulos son idénticos. Esto no podría explicarse si no es suponiendo un proceso de comparación global de los items, ya que en el paradigma modificado el sujeto puede dar una respuesta *igual* después de haber encontrado un par de estímulos idénticos. Por el contrario, si el sujeto utilizase una estrategia terminada, el tiempo de reacción para secuencias que son iguales en un solo par de elementos sería menor que el necesario para conjuntos totalmente idénticos (puesto que el número de comparaciones, en este último caso, es mayor). De ahí que Taylor concluya la existencia de un proceso holístico que justifica las latencias de respuesta menores para secuencias múltiples con todos sus elementos iguales.

Lo que parece deducirse, tras esta revisión experimental es que no existe evidencia empírica clara en favor de una posición teórica determinada. Lo que sí aparecen son factores que, dependiendo de la situación experimental concreta, determinan los juicios emitidos por el sujeto. Así, está suficientemente demostrado que parte de la discrepancia obtenida debe atribuirse a sesgos de respuesta, o, en forma más general, a cambios criteriales (Proctor y Rao, 1982, 1983a, 1983b; Ratcliff y Hacker, 1981, 1982). De igual forma que, parece aceptarse que, sobre todo con presentaciones secuenciales (Proctor, 1981), parte de la discrepancia es atribuible a la acción de un mecanismo de facilitación, y como tal ha sido incorporado recientemente por Krueger (Krueger y Shapiro, 1981), en un intento de unir este principio, junto con el del ruido interno, para mejor explicar los resultados experimentales. Krueger y Shapiro (1981) encuentran que, junto a respuestas *igual* más rápidas, con la presentación secuencial se obtiene un patrón de errores que apoya la existencia de un cierto sesgo de respuesta (el número de falsos *igual* es superior que el de falsos *diferente* ). Sin embargo, el

propio Krueger y otros autores (Krueger, 1983; Proctor y Rao, 1983) han encontrado que la predicción de un aumento en el número de falsos *igual* no parece mantenerse cuando se presentan pares simples de letras; de forma que la discrepancia no puede deberse, al menos únicamente, a cambios en la tendencia de respuesta.

Ahora bien, si la intervención de un principio de facilitación (a modo de activación) parece bien establecida, no está claro, sin embargo, el papel que juega en la posible existencia de estrategias de juicio que se podrían denominar holísticas o analíticas. Por su parte, Krueger (1984a, 1984b) asocia la estrategia analítica a la existencia de terminación automática de la búsqueda, para lo que encuentra mayor evidencia con presentaciones simultáneas, entrando en contradicción con Proctor. Por otra parte, Taylor (1976b) había obtenido evidencia respecto a la existencia de estrategias de juicio holísticas que, tampoco, pueden integrarse con los resultados de Krueger.

En el diseño experimental que aquí se ha elaborado se han introducido conjuntos presentados secuencial y simultáneamente, para observar, en primer lugar, qué efectos produce el tipo de presentación sobre la latencia de la respuesta. Por otra parte, dadas las características del diseño utilizado, en ningún caso es posible atribuir las posibles discrepancias entre juicios afirmativos y negativos a la existencia de un mecanismo de terminación automática (en la presentación simultánea), tal y como proponía Krueger (1983). De forma que las diferencias se deberán al proceso de comparación per se, o más específicamente a la existencia de un código de comparación distinto, según se trate de estímulos secuenciales o simultáneos.

*5.2.2. El efecto de la práctica y de la consistencia entre estímulo y respuesta sobre los códigos de comparación*

Uno de los propósitos del trabajo experimental que se ha realizado en esta tesis es analizar el efecto que el grado de entrenamiento en una tarea de búsqueda tiene sobre el tiempo de comparación. Con frecuencia se ha observado que la práctica en cualquier tipo de actividad mejora la ejecución. En el caso de tareas de búsqueda y comparación, este hecho puede comprobarse analizando el efecto que el nivel de ejercicio tiene sobre las pendientes (tiempo de comparación) de los tiempos promedios de reacción.

En principio, cabría esperar que el valor de las pendientes de las líneas de regresión disminuyese al someter al sujeto a sesiones extensas de práctica. Diversos autores (p.e. Algarabel, 1985b; Fisk y Schneider, 1983, 1984a, 1984b; Kristofferson, 1972a, 1972b, 1977; Schneider y Fisk, 1981, 1982a, 1983; Schneider y Shiffrin, 1977a; Shiffrin y Schneider, 1977) consideran que la obtención de pendientes con crecimiento nulo son indicio del desarrollo de estrategias de búsqueda automática, a partir de búsqueda serial (pendientes con un incremento positivo). La generación de mecanismos de detección automática sobre la base de una búsqueda controlada sigue siendo un tema controvertido en la actualidad, y se basa, sobre todo, en el análisis de los efectos sobre el tiempo de reacción de dos variables: la práctica en la tarea, y el tipo de relación entre items de prueba y distractores.

En la revisión experimental que se va a realizar a continuación, se presentarán, independientemente, los resultados obtenidos tras la manipulación del nivel de práctica, por una parte, y del grado de consistencia entre estímulo y respuesta, por otra. Sin embargo, a priori,

es muy difícil aislar los efectos debidos a una y otra variable, sobre todo considerando que la práctica no siempre presenta idénticos resultados, según se trate de un diseño de consistencia o inconsistencia (Kristofferson, 1977).

La práctica del sujeto en las tareas de búsqueda parece que produce una reducción del tiempo de búsqueda y comparación de los items (p.e. Briggs y Blaha, 1969; Briggs y Johnsen, 1973; Egeth et al., 1973; Graboi, 1971; Kristofferson, 1972a, 1972b, 1977; Mohs et al., 1975; Moray, 1975; Neisser, 1963; Neisser et al., 1963; Ross, 1970; Schneider y Fisk, 1982a, 1982b; Shiffrin et al., 1976; Simpson, 1972; Sperling et al., 1971), así como una disminución de la capacidad atencional global que requiere la tarea en cuestión (p.e. LaBerge, 1973; Logan, 1979; Fisk y Schneider, 1983; Schneider y Fisk, 1982a; Wickens, 1980).

En primer lugar, el análisis del efecto de la práctica sobre el tiempo de comparación positivo y negativo ha sido objeto de investigación empírica por parte de algunos autores (p.e. Graboi, 1971; Simpson, 1972). La interpretación de los cambios sobre el proceso de comparación debidos a la práctica hace referencia bien a efectos específicos sobre los items practicados, o bien a las relaciones entre todos los elementos del conjunto. Graboi (1971) utiliza un diseño de búsqueda visual con consistencia entre estímulo y respuesta para analizar estas dos posiciones. Cuando se somete a los sujetos a sesiones de práctica extensa se observa que el tiempo de comparación disminuye, de la misma forma que lo hace el efecto del tamaño del conjunto. Sin embargo, en cualquier caso no llegan a generarse funciones totalmente planas. Asimismo, cuando se modifica el diseño y se introducen nuevos items (no practicados) los ajustes lineales con pendientes positivas en función del tamaño del conjunto parecen los más adecuados. De estos resultados se

concluye, en primer lugar, que el efecto de la práctica no puede transferirse a otros ítems diferentes de los ensayados; y, en segundo, que en aquellos experimentos en los que los ítems (de prueba y distractores) varían de unos ensayos a otros, la práctica no produce ninguna variación sobre el tiempo de comparación.

Posteriormente, Kristofferson (1977) diseñó dos experimentos de proyección consistente con el propósito de generalizar los efectos de la práctica a ítems nuevos, no practicados. Para ello presentó a los sujetos secuencias de letras de tamaño variable (2, 4 y 6 letras), con un total de 26 sesiones experimentales, dividiendo a los sujetos en tres grupos, según si la tarea implicaba siempre ítems practicados o estímulos nuevos. Los resultados muestran que la práctica reduce el porcentaje de errores y la latencia de respuesta en los tres grupos. Es decir, tanto en las condiciones de respuesta con ítems practicados, como en las que introducían estímulos nuevos, las pendientes de los ajustes lineales de los tiempos de reacción disminuyen cuando el sujeto tiene una mayor práctica en la tarea, no existiendo diferencias significativas entre ninguno de los tres grupos. Kristofferson concluye que si el nivel de ejercicio en una tarea es alto, el efecto de la práctica sobre las pendientes de las líneas de regresión puede transferirse a otros conjuntos de ítems con los que el sujeto no ha ensayado anteriormente. Por lo tanto, el proceso de decisión de respuesta es independiente de los rasgos físicos de los estímulos con los que el sujeto ha tenido práctica (también en Ross, 1970); o en otras palabras, de la identidad del estímulo. Estos resultados, sin embargo, son contrarios a los obtenidos por Graboi (1971), y comentados más arriba. Probablemente, esta disparidad pueda deberse, como afirma Kristofferson (1977), al hecho de que los ítems utilizados como nuevos en el experimento de Graboi realmente no lo eran, ya que fueron

escogidos entre los que formaban parte del grupo de elementos negativos o distractores, produciéndose una transformación de un diseño, en principio, consistente a uno inconsistente.

La conclusión que puede extraerse de los experimentos comentados es que con niveles altos de práctica se consigue un efecto significativo de reducción del tiempo de comparación. Ahora bien, esa disminución parece independiente del grado de ejercicio anterior con esos mismos estímulos. La cuestión, entonces, parece centrarse en cómo explicar los cambios que produce la práctica sobre el proceso de búsqueda.

Para algunos autores (p.e. Schneider y Fisk, 1984) los efectos de transferencia, producidos por la práctica, son resultado de la activación del contexto semántico. Parece ser que cuando el sujeto ha llevado a cabo sesiones de práctica extensa, con un determinado material, éste actúa como filtro sobre el procesamiento posterior (Schneider y Fisk, 1984), de forma que se facilita la respuesta a los items no ensayados (también en Kristofferson, 1977), a partir de otros con los que éstos guardan cierta relación semántica. Para probar dicha hipótesis Schneider y Fisk (1984) elaboraron varios diseños experimentales de búsqueda de categorías con proyección consistente y variada. En dichos experimentos el sujeto recibe práctica extensa en una tarea en la que debe identificar los grupos categoriales de referencia a partir de ejemplares específicos de los mismos, para determinar si, posteriormente, es posible transferir este aprendizaje a secuencias con ejemplares de la misma categoría (es decir con relación semántica), pero no ensayados con anterioridad. Cuando el diseño es de proyección consistente, la práctica facilita la ejecución de tareas con material nuevo (aunque de un grupo categorial idéntico); sin embargo, en las condiciones de proyección variada, los efectos de la práctica parecen inexistentes. Es decir, el desarrollo del automatismo en

la búsqueda, no está determinado, únicamente, por el número de repeticiones de los items, sino que depende de la relación que exista entre dichos elementos. De ahí que en los experimentos de Schneider y Fisk (1984, Exp. Ia), sea la interacción entre el número de ensayos x categoría la que obtenga resultados más eficientes, comparativamente, con la del número de ensayos x ejemplar.

Ahora bien, el trabajo de Schneider y Fisk se basa en resultados con diseños de juicios de pertenencia, que, en principio, son tareas más complejas que las de búsqueda; observación que deberá considerarse en la interpretación de estos datos y en su comparación con aquéllos otros obtenidos con paradigmas de búsqueda propiamente (p.e. Graboi, 1971; Kristofferson, 1972a, 1972b, 1977; Ross, 1970).

Por otra parte, la práctica produce una disminución de los recursos atencionales que requiere la tarea, por lo que la dependencia del tiempo de búsqueda y comparación con respecto al número de items buscados, probablemente, será menos evidente. Es posible probar, empíricamente, este supuesto analizando el efecto que el tamaño de la secuencia tiene sobre el tiempo de reacción (p.e. Fisk y Schneider, 1983, 1984a, 1984b; Schneider y Fisk, 1982a, 1982b, 1983, 1984; Schneider y Shiffrin, 1977a; Shiffrin y Schneider, 1977; Wickens, 1980).

En este sentido, Wickens (1980) ha elaborado, recientemente, un diseño experimental de doble tarea, en el que el sujeto tenía que realizar dos actividades, simultáneamente, que implican un procesamiento independiente de dos estímulos. Los resultados mostraron que puede no haber interferencia en la ejecución de ambas tareas, y que la práctica disminuye las demandas de procesamiento que requiere una respuesta eficiente. Pero, sin lugar a duda son los trabajos de Fisk y Schneider los que han tratado con mayor extensión el problema de la reducción del



costo atencional de una tarea de búsqueda, en función del nivel de consistencia entre estímulo-respuesta y de la práctica.

Desde los diseños de Fisk y Schneider (Fisk y Schneider, 1983, 1984a, 1984b; Schneider y Fisk, 1982a, 1982b, 1983) se predice que la práctica actúa reduciendo la capacidad atencional necesaria para el procesamiento de la información, de forma que se genera una estrategia de detección automática que produce respuestas con un alto grado de eficiencia. Para tratar esta cuestión, Schneider y Fisk (1982a) elaboraron un diseño experimental de búsqueda diagonal de la información. La búsqueda diagonal consiste en presentar, en un mismo encuadre, items en una disposición de proyección consistente (p.e. en una de las líneas diagonales del encuadre) y variada (p.e. en el resto del encuadre). De esta forma, es posible analizar la eficiencia de la respuesta cuando se enfatiza la búsqueda de uno u otro de los dos subconjuntos de elementos. El procedimiento resulta, asimismo, adecuado para determinar las posibilidades de desarrollo, simultáneo, de búsqueda controlada y detección automática.

A partir de la búsqueda diagonal, Schneider y Fisk (1982a, Exp.I) observan que cuando el énfasis se sitúa sobre los items que forman parte de la diagonal diseñada con proyección consistente, aún a pesar de que el nivel de práctica sea alto, se producen tiempos de reacción y porcentaje de errores elevados en la ejecución de la búsqueda de los items que ocupan el resto de posiciones, en el subconjunto diseñado con proyección variada. Es decir, no resulta posible desarrollar, simultáneamente, en dos puntos diferentes del encuadre, las dos estrategias de búsqueda. Sin embargo, y curiosamente, en las condiciones que enfatizan la búsqueda de los elementos diseñados con proyección variada, se observó un nivel de ejecución alto para los items del subconjunto de proyección

consistente. Cuando la búsqueda controlada (aquella que se desarrolla sobre los elementos de la disposición variada) es la tarea primaria, ésta puede ejecutarse sin interferir una tarea secundaria de detección automática (búsqueda de los items de proyección consistente). Sin embargo, cuando la búsqueda controlada es la tarea secundaria, su eficiencia se ve deteriorada por la ejecución simultánea con otra actividad, aunque implique un costo atencional muy bajo (como es el caso de la detección automática).

Este mismo resultado fue obtenido por Fisk y Schneider (1983, Exp.III), posteriormente, con diseños similares de doble tarea. En dichos experimentos se observó que la práctica muestra efectos significativos sobre la ejecución en la tarea diseñada con proyección consistente (tarea primaria). Sin embargo, cuando se mide la ejecución de la tarea diseñada con proyección variada (tarea secundaria), el nivel de eficiencia de la respuesta parece estar afectado por la tarea primaria, sin que la práctica haga disminuir el deterioro observado. Estos últimos resultados aparecen al utilizar estimulación compleja (palabras y categorías), y sugieren que, en principio, no existen diferencias significativas en las estrategias de búsqueda según se trate de un tipo u otro de estimulación.

Ahora bien, la revisión experimental que se ha realizado evidencia que una de las variables, estrechamente relacionada con la práctica, es el tipo de *consistencia entre estímulo y respuesta*. Dicha variable se refiere al grado de relación que hay entre los items de prueba, por un lado, y los distractores, por otro, con los elementos del conjunto memorizado. Esta relación que puede ser máxima (los items de prueba pertenecen a una categoría y los distractores a otra) o mínima (los elementos de prueba y los distractores se extraen de la misma muestra), parece que determina el efecto que la práctica tiene sobre el tiempo de

búsqueda y comparación. Se supone que en las condiciones de consistencia máxima el sujeto desarrolla una regla de respuesta coherente en función del tipo de estímulos que se le presentan, de forma que llega a generarse una estrategia que permite la determinación rápida de los items positivos. La investigación experimental de esta variable ha sido extensa.

En esta línea, Neisser (1963) y, posteriormente, Rabbitt (1967), en una serie de experimentos con búsqueda visual, presentan un grupo de letras que contienen rasgos curvos, y otro líneas rectas, definiendo uno de los grupos como items de prueba y el otro como distractores. A partir de dicha regla categorial el sujeto desarrolla una estrategia de respuesta consistente, determinada por los rasgos críticos de las letras, que produce tiempos de reacción muy cortos. Asimismo, el sujeto establece una regla coherente de decisión cuando debe detectar estímulos que contienen más de un rasgo crítico, de forma que rechaza aquellos items en los que solamente aparece uno de los dos criterios de respuesta (Felfoldy y Garner, 1971). Esta regla de decisión produce latencias inferiores que las derivadas de un proceso de revisión exhaustivo del estímulo.

El propio Sternberg (1966), con anterioridad, había elaborado dos tipos de tareas de búsqueda en las que se manipulaba la relación entre conjunto memorizado, por una parte, y elementos de prueba y distractores, por otra. Dichas especificaciones son el diseño de conjunto fijo y variado (Sternberg, 1966), que se han descrito anteriormente (Véase Capítulo 2).

En los experimentos de Sternberg (1966), se obtiene un resultado hasta cierto punto sorprendente, observándose un efecto significativo muy potente del tamaño de la secuencia sobre el tiempo de reacción, que permanece constante tanto con diseños de conjunto fijo como variado. De

hecho, las pendientes de los ajustes lineales de los tiempos promedios muestran un crecimiento positivo, en función de la amplitud de la secuencia. En otros experimentos con diseños similares a los de Sternberg se han obtenido idénticos resultados (p.e. Burrows y Murdock, 1969; Kristofferson, 1972a, 1972b). El efecto del tamaño del conjunto sobre la latencia de la respuesta sigue mostrándose significativo, aún con niveles elevados de práctica. Por lo que, al menos, bajo estas condiciones experimentales, el sujeto no desarrolla dos tipos de estrategia de búsqueda diferentes, según se trate de un diseño consistente (conjunto fijo) o inconsistente (conjunto variado). Este resultado puede deberse a una práctica insuficiente en la tarea que impide la generación de una regla coherente de respuesta, ya que la consistencia estímulo-respuesta no es tan evidente como en otros diseños experimentales (p.e. Schneider y Shiffrin, 1977a; Shiffrin y Schneider, 1977).

Posteriormente, Schneider y Shiffrin (1977) elaboraron los diseños de proyección consistente y variada que permiten eliminar los movimientos sacádicos (que con frecuencia aparecen cuando se utilizan disposiciones de estímulos lineales), y por lo tanto controlar el tiempo que se emplea en dichos movimientos y que está contaminando las pendientes de las líneas de regresión (también en Sperling et al., 1971), o el tiempo de comparación per se. Por otra parte, el procedimiento experimental diseñado por Schneider y Shiffrin permite que el sujeto genere una regla coherente de respuesta con mayor rapidez, de forma que el efecto de la consistencia entre estímulo y respuesta pueda observarse desde los primeros ensayos con la tarea.

Los resultados obtenidos por Schneider y Shiffrin (1977) muestran que en el paradigma de proyección variada hay una dependencia muy

marcada del tiempo de reacción, respecto a los recursos atencionales que requiere la tarea. En estos experimentos se manipula la amplitud del conjunto a memorizar (S) y la del encuadre o conjunto buscado (I). La latencia de respuesta, en ensayos en los que se presenta una secuencia a memorizar y otra a buscar, es una función del producto  $S \times I$ . Y en aquellos otros ensayos, con una única secuencia a memorizar y varias para comparar, la dificultad de la tarea se acentúa al aumentar el tamaño de S, y no tanto el de I. Sin embargo, en ambos casos lo relevante es que la sobrecarga del sistema influye, negativamente, sobre el nivel de ejecución del sujeto, de ahí que se observen pendientes con un crecimiento positivo, en función del número de items que deben buscarse. Bajo estas condiciones experimentales, y sometiendo a los sujetos a sesiones extensas de práctica, no existe evidencia empírica que apoye el desarrollo de una estrategia de búsqueda automática en paralelo. Es decir, en estos casos siguen siendo las funciones lineales las que mejor explican los resultados. La estrategia de búsqueda que parece utilizar el sujeto es controlada, depende de la cantidad de información que manipula el sistema, y requiere una gran cantidad de recursos atencionales (Schneider y Shiffrin, 1977a).

Por su parte, los resultados obtenidos a partir de los ensayos de proyección consistente, elaborados por Schneider y Shiffrin (1977a), muestran tiempos de reacción, en cualquiera de las condiciones, inferiores a los del diseño variado. En segundo lugar, los tiempos de reacción se ajustan a funciones planas, independientes del tamaño de las secuencias. En otras palabras, la sobrecarga del sistema no tiene efectos sobre la ejecución de la tarea. Y, por último, cuando se somete a los sujetos a una extensa práctica, utilizando este tipo de paradigmas, los

tiempos de reacción disminuyen, y aún se hace menos evidente la dependencia de la respuesta con respecto al número de items buscados.

Resultados similares a los de Schneider y Shiffrin ya habían sido obtenidos por otros autores (p.e. Ellis y Chase, 1971; Briggs y Blaha, 1969; Kristofferson, 1972a, 1977; Lively y Sanford, 1972; Okada y Burrows, 1975; Paleff, 1977; Reynolds y Goldstein, 1974; Ross, 1970; Simpson, 1972). En estos trabajos no se observa un ajuste lineal en los diseños de consistencia entre estímulo-respuesta, sino más bien funciones con una aceleración negativa, o bien ajustes lineales en base al logaritmo del tamaño del conjunto positivo (Ross, 1970). Es decir, se obtienen efectos nulos de la amplitud de la secuencia cuando se ha sometido a los sujetos a sesiones de práctica extensa (p.e. Kristofferson, 1972a), mostrándose una disminución en las pendientes de los ajustes lineales a medida que el nivel de ejercicio en la tarea es mayor (Briggs y Blaha, 1969; Ross 1970). Por su parte, el trabajo de Kristofferson (1972a) muestra que aunque los efectos de la práctica se producen tanto en items positivos como negativos, sin embargo el efecto del tamaño de la secuencia sigue siendo mayor en los ensayos de respuesta positiva que en los de respuesta negativa.

A partir de estos resultados parece que los efectos de la consistencia de la respuesta sobre el tipo de búsqueda responden a la ley del todo o nada, es decir se producen siempre que se den ciertas condiciones experimentales, o no se desarrollan si dichas condiciones no están presentes. Esta cuestión no parece, sin embargo, tan evidente, puesto que en alguna ocasión se han observado efectos graduales de la variable consistencia entre estímulo y respuesta (p.e. Schneider y Fisk, 1982b). Schneider y Fisk (1982b) elaboraron ciertos diseños experimentales que permiten poner a prueba la hipótesis de los efectos graduales, a partir de

la manipulación de diferentes grados de consistencia entre estímulo-respuesta. Dicha prueba puede realizarse variando la frecuencia de aparición de un elemento como distractor y manteniendo constante su probabilidad de ocurrencia como ítem de prueba. Con este diseño es posible introducir condiciones en las que la consistencia entre estímulo y respuesta sea máxima (los ítems de prueba nunca pueden ser distractores), condiciones en las que la consistencia sea mínima (los ítems de prueba y los distractores se extraen de la misma muestra), e intermedias (los ítems cuentan con probabilidades ni muy altas ni muy bajas de ser positivos o negativos). De esta forma se garantiza la aparición de una estrategia de respuesta coherente tan sólo en las condiciones donde los ítems de prueba no pueden aparecer nunca como elementos distractores; el resto de condiciones corresponderían, más bien, con diseños de inconsistencia o de consistencia incompleta. Ahora bien, la práctica en la tarea no tiene efectos idénticos para los tres grados de consistencia entre estímulo y respuesta. Tan sólo en las condiciones con un nivel de consistencia más elevado se observa una independencia de los tiempos de reacción con respecto al tamaño de la secuencia, tras una serie de sesiones de práctica. Sin embargo, en las condiciones de consistencia intermedia o inconsistencia, es evidente un efecto muy marcado de sobrecarga del sistema, y por lo tanto una gran dependencia de la latencia de la respuesta respecto a la amplitud de los conjuntos presentados.

Estos resultados sugieren ciertas limitaciones en la generalización de las conclusiones extraídas con los diseños de Schneider y Shiffrin (1977). En suma, el efecto de la variable consistencia entre estímulo y respuesta parece depender de las propias características del diseño establecido por el experimentador, y muestra una influencia gradual

sobre el tiempo de búsqueda y comparación. De hecho, algún trabajo actual (p.e. Jones y Anderson, 1982; McCloskey y Bigler, 1980; Reder y Anderson, 1980; Smith et al., 1978) ha cuestionado, completamente, los resultados obtenidos por Schneider y Shiffrin. En esta línea, Jones y Anderson (1982) diseñaron una serie de experimentos para analizar el efecto de la categoría semántica sobre el tiempo de reacción, sin utilizar consistencia entre estímulo y respuesta. Los resultados mostraron que la distinción categorial tiene un marcado efecto sobre la ejecución. En las condiciones de categoría simple (todos los items pertenecen al mismo grupo categorial) se observa una relación curvilínea entre el tiempo de reacción y el tamaño de la secuencia, lo que parece sugerir un proceso de categorización no afectado por el número de items buscados, y la posibilidad de desarrollar una estrategia de búsqueda en paralelo, sin que exista consistencia entre estímulo y respuesta, con lo que los resultados en los que se basa la teoría de Schneider y Shiffrin se ven seriamente cuestionados.

Ahora bien, tal como se ha expuesto anteriormente, el propósito de la manipulación experimental de la práctica y del tipo de consistencia entre estímulo y respuesta en la literatura sobre búsqueda, ha sido establecer las condiciones que hacen posible el desarrollo de la detección automática a partir de la búsqueda controlada. Para ello se han utilizado, con frecuencia, niveles altos de práctica y relaciones entre items de prueba y distractores muy evidentes. Sin embargo, en la modificación del diseño de Sternberg, no interesa tanto desarrollar una búsqueda automática como analizar las modificaciones que sobre el tiempo de comparación produce la relación entre items de prueba y distractores. De ahí que en el experimento que va a tratar esta cuestión (Véase Experimento 1), tan solo, se presentan ocho sesiones de práctica, en cada



una de las cuales el sujeto recibe un total de 243 ensayos (por lo que al final del pase experimental, el número de secuencias para cada sujeto es de 1944; excepto en ciertas condiciones, donde el número total de ensayos fue de 1920). Puesto que interesa analizar el efecto diferencial del nivel de ejercicio sobre el tiempo de comparación, los bloques de práctica son de igual extensión para los ensayos con diseño de conjunto fijo y variado. En principio, se ha supuesto que la cuantía de la práctica utilizada es suficiente para producir cambios en el proceso de comparación, puesto que en algún trabajo anterior (p.e. Kristofferson, 1977), que presentaba un número de sesiones de práctica mucho mayor (hasta un total de 26), se observó que a partir del bloque de práctica cuarto no aparecían diferencias significativas en las pendientes de los ajustes lineales de los tiempos de reacción. El análisis del efecto del tipo de conjunto (variado-fijo), y de la práctica sobre el tiempo de comparación será el propósito central de uno de los dos experimentos diseñados (Véase Experimento 1).

### *5.2.3. El efecto del tipo de estímulo*

Cuando al sujeto se le somete a una tarea de búsqueda y comparación de información, de la misma forma que en cualquier otra actividad que requiera un procesamiento interno, se supone que el primer proceso que lleva a cabo es la transformación de los estímulos en ciertos códigos con los que el sistema cognitivo puede trabajar. Bajo este supuesto general se podrían esperar diferencias, psicológicamente interesantes, en función del tipo de código utilizado en la búsqueda. La cuestión es si las diferencias en los códigos internos influyen sobre la

etapa de codificación, únicamente, o también sobre la de comparación. En un experimento en el que se presenten dos tipos de estímulos diferentes, estas dos hipótesis pueden contrastarse, independientemente, mediante el análisis de las pendientes e interceptales de los ajustes lineales de los tiempos de reacción promedios. Si el efecto del tipo de estímulo tan solo resulta relevante sobre las pendientes de las líneas, entonces habrá que considerar que existe influencia selectiva de este factor sobre la etapa de comparación de la información. Si, por el contrario, el efecto es, asimismo, evidente sobre las ordenadas en el origen, entonces habrá que suponer que la influencia se extiende a alguna de las restantes etapas en la transformación del estímulo.

Intuitivamente cabría esperar, al menos en principio, que el proceso de búsqueda y comparación difiera en función de que el sistema manipule información con base semántica, o física del estímulo. Este es, precisamente, uno de los objetivos del planteamiento experimental que se está presentando. Para analizar el efecto diferencial del tipo de estimulación se han introducido secuencias formadas por letras o palabras.

En este apartado se va a realizar una revisión de la literatura experimental que ha tratado los efectos del tipo de estímulo sobre los procesos de búsqueda y comparación de información, para centrar la cuestión en su estado actual. La exposición constará de dos partes: la primera se ocupará de los resultados obtenidos con paradigmas de búsqueda, y la segunda de los datos empíricos ofrecidos por los paradigmas que analizan la discrepancia entre juicios afirmativos y negativos.

Tradicionalmente, en la literatura sobre búsqueda y recuperación de información visual y de memoria se ha utilizado estimulación simple,

como números (p.e. Corballis, 1967; Krueger, 1970; Miller y Pachella, 1976; Morin et al., 1967; Shiffrin y Schneider, 1977; Sternberg, 1966, 1967a, 1967b, 1967c, 1969b; Theios et al., 1973), o letras (p.e. Corballis et al., 1972; Gilford y Juola, 1976; Mason, 1975; Shiffrin y Schneider, 1977; Sperling et al., 1971; Townsend y Roos, 1973). El propósito de este tipo de paradigmas era establecer las características generales del proceso de búsqueda, por lo que se utilizaba, con frecuencia, las variables tamaño del conjunto, consistencia entre estímulo y respuesta o práctica, más que la del tipo de estímulo. Sin embargo, posteriormente, los trabajos empíricos sobre búsqueda presentan secuencias de palabras (Chastan, 1982; Fisk y Schneider, 1983, 1984a, 1984b; Gaffan, 1977; Gilford y Juola, 1976; Juola y Atkinson, 1971; Juola y McDermott, 1976; Juola et al., 1982; Kirsner y Craik, 1971; McFarland et al., 1974; O'Connor y Forster, 1981), y plantean la posibilidad de un proceso diferente de búsqueda, en función de los rasgos característicos de la estimulación.

En algún trabajo experimental (p.e. Cavanagh, 1972; Fisk y Schneider, 1983; Mohs et al., 1975; Schneider y Shiffrin, 1977a; Sternberg, 1966, 1967b, 1967c, 1967d; Sternberg y Scarborough, 1969) se han encontrado tiempos de comparación diferentes con estímulos simples y complejos. En este sentido, por ejemplo, Schneider y Shiffrin (1977a) identifican que el tiempo de comparación para letras es de 23 milisegundos, para palabras de 47 milisegundos, y para categorías de 92 milisegundos. Por su parte, Fisk y Schneider (1983) ajustan pendientes de 48 milisegundos para palabras, y de 92 milisegundos para juicios de pertenencia a categorías. Un resultado similar aparece en los experimentos de Cavanagh (1972), donde la comparación de números se realiza en aproximadamente 30 milisegundos (también en Sternberg,

1966, 1967b, 1967c, 1967d; Sternberg y Scarborough, 1969), mientras que la de formas aleatorias aumenta hasta aproximadamente 100 milisegundos. Por su parte, Mohs y colaboradores (1975), con secuencias de palabras, obtienen pendientes que oscilan entre 50 y 160 milisegundos, según el grado de entrenamiento en la tarea. Estos datos parecen sugerir que la recuperación basada en códigos físicos (letras) es un proceso más rápido que la que utiliza códigos semánticos.

Por su parte, McClelland y Rumelhart (1981, 1985) han realizado, recientemente, una revisión teórica, a partir de paradigmas de percepción visual, con el propósito de analizar el supuesto del procesamiento diferencial, en función de la complejidad del estímulo. De dicha revisión se desprenden algunos resultados que permiten suponer la existencia de distintos niveles de abstracción, según se trate de estímulos simples o complejos. En el caso de la percepción de palabras parece existir un primer nivel de análisis de rasgos, uno segundo de letras y uno tercero, propiamente, de palabras. Ahora bien, a partir de los resultados analizados no es posible suponer que el procesamiento de información perceptiva sea siempre unidireccional, y que el nivel de abstracción de palabras implique, en cualquier caso, los otros dos grados anteriores. De la misma forma, cabe esperar que el conocimiento que el sujeto tiene acerca de un nivel superior, como el de palabras, intervenga sobre el procesamiento de un nivel inferior, como el de letras. En este sentido, ya se había observado con anterioridad (p.e. Reicher, 1969) un reconocimiento más rápido de letras que forman parte de palabras, que de letras en pseudopalabras; lo que parece evidenciar, por otra parte, un efecto de facilitación del contexto semántico, y del influjo que un nivel de procesamiento superior tiene sobre uno inferior. Este mismo efecto facilitador del contexto familiar ha sido obtenido, recientemente

(Bruder, 1978; Chastain, 1982). Chastain (1982) analiza el fenómeno de la superioridad de las palabras (una letra se identifica más rápidamente en una palabra que entre otras letras), con resultados que apoyan la hipótesis de la codificación holística de las cadenas de letras que forman una palabra. Evidentemente, la codificación holística implica que no se requiere un proceso de análisis inferior (correspondiente al de letras en McClelland y Rumelhart) para reconocer, e incluso buscar, estímulos complejos.

Ahora bien, los trabajos revisados por McClelland y Rumelhart se refieren, básicamente, al análisis perceptivo del estímulo. Sin embargo, cuando se analiza la literatura sobre búsqueda, los datos revelan que, en muchas ocasiones, no puede diferenciarse entre la búsqueda de estímulos simples y complejos. Este problema fue tratado, centralmente, por Fisk y Schneider (1983). En un experimento diseñado por estos autores (Fisk y Schneider, 1983, Exp. III) para evaluar el efecto de la práctica y de la consistencia entre estímulo y respuesta sobre el tiempo de reacción, se utiliza estimulación compleja (palabras y categorías). En este caso, el efecto de la práctica en la tarea y la consistencia entre estímulo y respuesta sobre el tiempo de reacción guarda una correlación alta con los resultados obtenidos a partir de conjuntos con estimulación simple.

Ahora bien, considerando, únicamente, la estimulación compleja (palabras-categorías), parece que la búsqueda de categorías es más lenta que la de palabras (p.e. Juola y Atkinson, 1971; Schneider y Shiffrin, 1977a). No obstante, conviene aclarar que cuando se presentan categorías como estímulos, con frecuencia, se piden juicios de pertenencia que son más complejos que las tareas de búsqueda, aumentando, lógicamente, el valor de la pendiente de la línea de regresión (Cavanagh, 1972).

Ahora bien, al poner a prueba las características del proceso de comparación de estímulos categorías, junto al de ejemplares de las mismas no se obtienen resultados consistentes. Algarabel (1985a) ha llevado a cabo, recientemente, un experimento utilizando, como estímulos, etiquetas categoriales y palabras ejemplares de dichas categorías, con el propósito de analizar las posibles diferencias en el tiempo de comparación entre ambos. Los resultados obtenidos por este autor muestran que no aparecen efectos significativos del tipo de estímulo, con lo que no es posible, al menos desde el procedimiento utilizado por Algarabel, concluir que existen diferencias en el proceso de comparación debidas a la complejidad de la estimulación, cuando no se exigen juicios de pertenencia categorial.

Estos resultados deben completarse, no obstante, con aquéllos otros ofrecidos por la literatura experimental, y que se han centrado en analizar la discrepancia entre juicios afirmativos y negativos, ya que desde ellos se lleva a cabo un análisis exhaustivo del proceso de comparación entre items.

Con frecuencia, la estimulación utilizada por los diseños de juicios *igual-diferente* no parece tener un efecto significativo sobre la latencia de respuesta. Este tipo de paradigmas hacen uso de estímulos simples (pares o cadenas de letras) para poner a prueba la hipótesis de la discrepancia entre respuestas positivas y negativas (p.e. Bamber, 1969, 1972; Krueger, 1983, 1984a, 1984b; Proctor, 1981; Proctor y Hurst, 1982; Proctor y Rao, 1983a; Proctor et al., 1984). Sin embargo, la investigación con juicios *igual-diferente* se ha centrado, más bien, en analizar otras variables de interés (p.e. tipo de presentación de los estímulos, tipo de identidad), diferente al tipo de estimulación.

Hecha esta observación general, hay que considerar que, sin embargo, ciertos resultados obtenidos con los diseños de respuestas positivas-negativas, muestran diferencias significativas en los tiempos de reacción, entre letras-palabras y estímulos acústicos. En un experimento realizado por Nickerson (1969) se observan dichas discrepancias. Este autor presenta como estímulos sonidos que el sujeto debe discriminar como de igual o diferente frecuencia. En este experimento las latencias de respuesta más cortas corresponden a las respuestas *diferente*. Por otra parte, el propio Nickerson (1967), y con anterioridad Egeth (1966), presentando símbolos gráficos como estímulos, encontraron que al aumentar el número de dimensiones distintas entre los estímulos, el tiempo de reacción para juicios *diferente* era menor que para juicios *igual*, evidencia contraria a la que se observa con secuencias de letras o palabras. Estos resultados parecen sugerir que el sujeto lleva a cabo un proceso de comparación dimensión a dimensión (como, posteriormente y a otro nivel, propusieron Smith et al., 1974), de forma que la respuesta se produce al encontrar una característica diferente entre los dos estímulos comparados. Por el contrario, en el caso de los juicios *igual* debe realizarse el total de comparaciones posibles antes de poder emitir una respuesta con cierta probabilidad de no cometer error.

Sin embargo, cuando se utiliza estimulación perceptiva-letras los juicios negativos tienden a ser más lentos. Con frecuencia, como se ha mencionado anteriormente, se presenta al sujeto pares de letras (comparación simple), o bien cadenas de letras (comparación múltiple), para que éste decida si son *iguales* o *diferentes*. (p.e. Algarabel, 1985b, 1985c; Bamber, 1969; Boles y Eveland, 1983; Donderi, 1983; Krueger, 1984a, 1984b; Lindholm y Parkinson, 1983; Proctor y Hurst, 1982; Proctor y Rao, 1983a, 1983b; Proctor et al., 1984; Taylor, 1976b). Estos

diseños muestran tiempos de reacción menores para respuestas *igual* que *diferente* . La polémica actual se centra, más bien, en desarrollar sistemas teóricos explicativos de estos datos.

Por otra parte, ciertos resultados empíricos, utilizando letras y palabras, en tareas de comparación perceptiva, han mostrado que las comparaciones realizadas sobre el nivel de rasgos físicos se llevan a cabo con mayor velocidad que las que responden a comparaciones fonológicas o semánticas (Posner y Mitchell, 1967). En este caso, las comparaciones de grafemas parecen operar sobre códigos visuales de letras, y son muy sensibles a la similitud física (Posner y Mitchell, 1967), mientras que no lo son a diferencias o similitudes respecto al código nominal (Kleiman, 1975, Exp. 2).

Los resultados comentados sugieren que existe algún tipo de diferencias en el proceso de comparación, al menos relativas a las condiciones que utilizan estímulos perceptivos (letras-palabras) y acústicos (sonidos). Sin embargo, la ausencia de un mayor número de trabajos empíricos en esta línea no permite realizar otro tipo de generalizaciones.

En los diseños experimentales que se presentan en esta tesis, se va plantear el supuesto de un proceso de comparación diferencial, según el tipo de estímulo. Para ello se presentan secuencias formadas por letras y palabras. La aplicación de la lógica del método de los factores aditivos de Sternberg hará posible analizar, independientemente, el tiempo invertido en la etapa de comparación.



### 5.3. Propósito

Los dos experimentos que se han elaborado en esta tesis tienen el propósito general de estudiar las estrategias de comparación entre pares de estímulos en tareas de búsqueda múltiple de información. Para ello se va a presentar al sujeto dos conjuntos de estímulos que pueden ser completamente idénticos, completamente diferentes o contener algún elemento igual y alguno distinto. De esta forma, van a poder analizarse las características del proceso de comparación positivo (conjuntos idénticos), y del negativo (conjuntos diferentes), para confirmar si se mantiene la discrepancia a favor de los juicios *igual*. De interés secundario serán las estrategias de comparación mixtas (conjuntos idénticos o diferentes en algún elemento).

De igual manera, interesa analizar si la práctica en la tarea tiene algún efecto sobre los códigos de comparación entre pares de estímulos iguales, diferentes, y los de las condiciones mixtas. Este efecto podrá comprobarse mediante el análisis de las líneas de regresión de los tiempos de reacción promedios respecto a la amplitud del conjunto comparado. Cabría esperar que la práctica, en tareas de búsqueda y comparación, produjese una mejora en la ejecución, y por lo tanto redujese los tiempos de reacción tanto globales, como los propios de la etapa de comparación (pendiente de la línea de regresión). Aunque, dado el efecto complejo que parece tener el nivel de ejercicio de una tarea sobre la latencia de la respuesta, en general, y sobre el tiempo de comparación, en particular, el propósito general se va a operacionalizar a través del análisis, fundamentalmente, de otra variable independiente, que parece estar estrechamente ligada con la práctica, como es la consistencia entre estímulo y respuesta.

El propósito de introducir esta segunda variable (consistencia entre estímulo y respuesta) en el diseño experimental, es confirmar si la práctica influye diferencialmente sobre el proceso de comparación positiva y negativa, según se trate de paradigmas con consistencia entre estímulo y respuesta (conjunto fijo), o de paradigmas de inconsistencia (conjunto variado). En función de resultados experimentales anteriores se espera que la pendiente de la línea de regresión disminuya en función del grado de entrenamiento en los diseños de conjunto fijo, y tenga un efecto reducido o nulo sobre los de conjunto variado. Este efecto diferencial podrá evaluarse a través del análisis de la interacción entre el factor práctica y el tipo de conjunto, que, como ya se expuso en la revisión experimental, ha resultado en numerosas ocasiones significativo (p.e. Kristofferson, 1977; Schneider y Fisk, 1982b; Schneider y Shiffrin, 1977a, 1977b; Shiffrin y Schneider, 1977).

Por último, interesa determinar si la discrepancia entre juicios *igual-diferente* se produce y es de dimensión semejante, tanto en secuencias formadas por items simples como complejos. Para ello se introdujeron conjuntos formados por palabras y letras. Aplicando un análisis de regresión sobre los tiempos de reacción promedios obtenidos con letras y palabras, podrá confirmarse si existen diferencias en el proceso de comparación. En principio, se puede suponer que el sujeto utiliza un código de comparación físiconominal con las letras, y físiconominal más semántico con las palabras.

El análisis de las discrepancias entre juicios *igual* y *diferente* que se realiza en el Experimento 1 se ha basado, únicamente, en condiciones en las que la búsqueda y comparación se realizan en la memoria. Es decir, puesto que el tipo de presentación utilizada es siempre secuencial, los estímulos del primer conjunto se muestran uno tras otro, de forma

que la exposición de un item posterior implica la desaparición del anterior. Con este procedimiento, el sujeto debe realizar todos los procesos implicados en la identificación de los estímulos a partir de las representaciones internas de los mismos. El Experimento 2 introduce otro tipo de presentación (simultánea), en la que los estímulos están permanentemente visibles hasta que se produce la respuesta, de forma que los procesos de búsqueda y comparación, en principio, deberán basarse sobre códigos visuales de los estímulos.

Específicamente, los tres factores experimentales cuyos efectos sobre la latencia y precisión de la respuesta van a analizarse son: el tipo de presentación de la secuencia, el tamaño del conjunto y el tipo de estímulo. Los efectos de las dos últimas variables también se ponían a prueba en el Experimento 1. Ahora bien, respecto al tipo de presentación, si se supone que el proceso de comparación de los estímulos difiere según se utilice presentación secuencial (comparación holística) o simultánea (comparación analítica), entonces cabría esperar diferencias en la discrepancia entre juicios *igual* y *diferente* al considerar los ensayos con un diseño de búsqueda visual, únicamente, o de búsqueda mixta (visual y de memoria). Si, por el contrario, no aparecen diferencias se podría suponer un proceso de comparación idéntico. Ahora bien, parte de las diferencias en los tiempos de comparación entre presentación secuencial y simultánea se deben a que en esta última existe un tiempo extra de identificación de los estímulos de la secuencia de prueba que no aparece en la presentación secuencial, y que, indudablemente, va a repercutir aumentando, artificialmente, el tamaño de la pendiente de la línea de regresión.

Asimismo, con el diseño utilizado puede ponerse a prueba la hipótesis de la terminación automática de la comparación, que, según

algún autor (p.e. Krueger, 1983, 1984a, 1984b), explica la existencia de diferencias entre conjuntos presentados secuencial y simultáneamente. En los diseños que aquí se han elaborado, no es posible suponer que el sujeto desarrolle un proceso de terminación automática, ya que, en cualquier condición, ha de llevar a cabo la comparación exhaustiva entre todos los elementos que integran ambas secuencias (recuérdese que las alternativas de respuesta están en función del número de elementos comunes entre las dos secuencias). Evidentemente, cualquier discrepancia en los tiempos de reacción, en función de un tipo u otro de presentación, requerirá otra interpretación que tenga que ver no tanto con el proceso de búsqueda (exhaustivo-terminado), sino con las características del proceso de comparación.

En los dos experimentos diseñados para evaluar estas cuestiones teóricas se van a utilizar, como variables dependientes, el tiempo de reacción, y, complementariamente, la proporción de errores cometida por el sujeto. El tiempo de reacción, que es una de las variables dependientes más utilizadas en el estudio de las estrategias de búsqueda y comparación (McNicol y Stewart, 1980), se define como el intervalo temporal desde la presentación de la secuencia de prueba, hasta la emisión de la respuesta, y será la variable sobre la que se centrarán la mayor parte de los análisis. Sobre esta variable puede aplicarse la lógica del método de los factores aditivos (Sternberg, 1969a), que permite analizar, independientemente, el proceso de comparación (pendiente de la línea de regresión) del resto de etapas en la transformación del estímulo, y que no tienen demasiado interés teórico en el trabajo que se está realizando. Por ello, uno de los propósitos centrales de la parte experimental de esta tesis será aislar los efectos que las variables tipo de estímulo, tipo de presentación, grado de entrenamiento y consistencia

entre estímulo y respuesta, tienen sobre los valores de las pendientes de las líneas de regresión. A partir de los resultados obtenidos en dichos análisis se podrá analizar con mayor profundidad la discrepancia entre juicios *igual-diferente* .

Por su parte, el análisis de la proporción de errores hace posible detectar la existencia de sesgos en los criterios de decisión del sujeto, de ahí que se vaya a contrastar el volumen de respuestas incorrectas (falsos *igual* y falsos *diferente* ) para los juicios afirmativos y negativos. Los patrones de error característicos de las respuestas positivas y negativas se interpretan como indicadores de ciertos posibles sesgos en la decisión de la respuesta, y son fundamentales como apoyo de una teoría explicativa de la discrepancia entre juicios afirmativos y negativos.

A continuación se va a presentar, independientemente, los dos experimentos diseñados, así como los resultados y discusión de cada uno de ellos, para finalizar con una discusión conjunta.

**Método General**

En esta sección va a describirse la muestra de sujetos que participaron en el pase experimental, los estímulos que fueron presentados en cada uno de los experimentos realizados, el software desarrollado, tanto para el procedimiento experimental como para el tratamiento estadístico de los datos, los aparatos de que se dispuso para la presentación de estímulos, y, por último, el procedimiento general común a los dos experimentos. Las diferencias de los distintos diseños experimentales elaborados se tratarán en cada una de las secciones que preceden a la discusión de los resultados.

En la descripción del método general de los diseños experimentales va a utilizarse una nomenclatura unificada que debe definirse, previamente, para una clara lectura del resto de apartados.

Como *conjunto memorizado* se define aquella secuencia de items que se presenta en primer lugar, y que el sujeto debe retener (corresponde con el término de conjunto positivo en la terminología de Sternberg). Por su parte, el *conjunto prueba* (o test) es aquella secuencia de estímulos que el sujeto compara con el conjunto memorizado, para determinar el número de items que se repiten entre ambas.

Los *items positivos* (o *targets*) son los que forman parte del *conjunto memorizado* y del de *prueba*. Los *items negativos* (o *distractores*) son aquéllos que se incluyen en la secuencia de *prueba*, pero que, sin embargo, no lo están en la *memorizada*. Por lo tanto, una *comparación positiva*, es la que resulta tras encontrar un item positivo, y una *negativa* cuando se presenta un item distractor.

Una vez hecha esta aclaración terminológica se va a pasar a describir la muestra global de sujetos utilizada en ambos experimentos.

### *6.1. Sujetos*

Todos los sujetos fueron alumnos del primer ciclo de la licenciatura de Psicología de la Facultad de Psicología de la Universidad de Valencia. Su participación en los experimentos fue voluntaria.

La adscripción de los sujetos a cada uno de los dos experimentos se realizó al azar, a partir de una lista confeccionada con todos aquellos alumnos que se habían inscrito para participar en la investigación, sin establecer ningún tipo de restricción.

### *6.2. Estímulos*

Los dos experimentos realizados consistieron en la presentación de secuencias de estímulos visuales, letras o palabras, en caracteres mayúsculos generados por un ordenador (Véase Apartado Software y Aparatos), y expuestos a través de su pantalla. El tamaño de las secuencias podía ser de 1, 2, 3 o 4 elementos, y en ningún caso aparecían elementos repetidos en una misma secuencia.

Para la selección de los estímulos se contó con dos bases de datos. La primera de ellas fue un fichero de letras, formado por las consonantes del alfabeto español, exceptuando la ñ y la ll. Y en segundo lugar, el fichero de palabras Baspal de la Universidad de Valencia (Algarabel y Sanmartín, 1984), constituido por un total de 707 palabras extraídas del diccionario de Juilland y Chang-Rodriguez (1964), de las cuales se conoce su frecuencia de ocurrencia en el lenguaje escrito. Los requisitos para la inclusión de las palabras en el archivo Baspal fueron los siguientes: ser nombre común, con una longitud entre cuatro y siete



letras, ambas inclusive, y bisílabo. Los nombres de significación ambigua se eliminaron (Algarabel y Sanmartín, 1984).

Las secuencias de estímulos se elaboraron siguiendo un muestreo pseudoaleatorio de las dos bases de datos (letras y palabras), de forma independiente. Las secuencias eran específicas para cada sujeto (con la restricción de que no podían aparecer dos secuencias idénticas para un mismo sujeto), y para cada sesión (en el experimento donde se analizó el efecto de la práctica). Asimismo, en cada tamaño se equilibró el número de ensayos en función del número de elementos comunes entre ambas secuencias (Véase Procedimiento General).

### *6.3. Software y Aparatos*

La presentación de estímulos se realizó utilizando un equipo compuesto de un computador Apple IIe, una pantalla Philips de 12 pulgadas (fósforo monocolor, en caracteres ambar con fondo oscuro), y dos unidades de discos magnéticos. Todo ello instalado en una habitación que cumplía ciertos requisitos mínimos para el pase experimental. Los caracteres se construyeron en una matriz de 5 (ancho) x 7 (alto) puntos.

Para el pase experimental se elaboró un paquete de software con programas en Applesoft (versión Basic del Apple) y ensamblador (lenguaje de máquina del microprocesador 6502). Un programa en Basic se encargó de generar las secuencias de estímulos que, posteriormente, se iban a mostrar a cada sujeto, y que quedaban almacenadas en discos magnéticos hasta el momento del pase experimental. Asimismo, otro programa en Basic se encargó de mostrar las secuencias en la pantalla del

ordenador, encadenado, a su vez, con un tercero en lenguaje binario para el cálculo y registro del tiempo de reacción. El programa de presentación experimental contaba con tres módulos diferentes. El primero leía los ficheros de las secuencias almacenadas en los discos y presentaba los conjuntos en la pantalla, junto con cierta información adicional que se le proporcionaba al sujeto como control de su ejecución (por ejemplo, respecto al tiempo de reacción o precisión de la respuesta). El módulo segundo almacenaba, en matrices, el número del ensayo, el número de elementos comunes entre ambas secuencias, el acierto o error de la respuesta, y el tiempo de reacción. Posteriormente, el tercer módulo, grababa estos datos en el disco e imprimía una copia de seguridad de los mismos.

#### *6.4. Procedimiento General*

Cada ensayo del pase experimental se caracterizó por la presentación de una secuencia de estímulos (letras o palabras), definida como conjunto memorizado, seguida de otro conjunto (prueba) que contenía el mismo número de elementos. El tamaño de ambas secuencias podía ser de 1, 2, 3 ó 4 items. El tiempo de exposición de los estímulos de la secuencia memorizada varió en función de que el tipo de presentación fuese secuencial o simultánea (Véase Procedimiento Experimento 1 y 2). Por su parte, los elementos del conjunto de prueba aparecían, simultáneamente, en la pantalla hasta que el sujeto emitía su respuesta. Todos los estímulos de la secuencia de prueba se presentaban en la misma

línea (del margen izquierdo superior de la pantalla) separados, entre ellos, por un espacio en blanco.

La tarea del sujeto consistía en determinar el número de elementos comunes entre ambos conjuntos, considerando como tales aquéllos que eran físicamente idénticos y que ocupaban la misma posición en la secuencia (de forma que en las condiciones de máxima dificultad el sujeto tan sólo debía realizar un total de cuatro comparaciones). De hecho, una de las restricciones en la elaboración de las secuencias experimentales era que los items idénticos se mostraran en la misma posición. En ningún caso se utilizó identidad nominal.

El intervalo de tiempo desde la desaparición del conjunto memorizado hasta la presentación del conjunto de prueba era de dos segundos, durante el cual el sujeto recibía una señal de aviso (sonido generado por el computador) que servía de preparación para recibir la siguiente secuencia. El ensayo terminaba con la respuesta del sujeto, que hacía desaparecer de la pantalla la secuencia de prueba. El sujeto emitía su respuesta directamente en el teclado del ordenador, utilizando una de las cinco teclas que habían sido previamente etiquetadas. Dichas teclas correspondían con las de los números 1, 2, 3, 4 y 5 (que fueron etiquetadas como 0, 1, 2, 3 y 4, respectivamente). Tras la respuesta del sujeto la pantalla del ordenador mostraba el tiempo de reacción de ese ensayo, y el pase experimental continuaba, automáticamente, presentando la siguiente secuencia. El intervalo entre ensayos se prolongaba por espacio de 2 segundos.

La presentación experimental se dividió en cuatro bloques, en función del tamaño de las secuencias, de forma que cada uno de dichos bloques contaba con secuencias de idéntico tamaño. Los bloques aparecían en un orden aleatorio para evitar posibles sesgos derivados de

que las secuencias con mayor dificultad (presumiblemente las de tamaño 4) se presentaran siempre al final. Un mensaje en la pantalla del ordenador, al comienzo de cada bloque, indicaba a los sujetos cuál era la amplitud de los conjuntos que se le iban a presentar. La presentación no comenzaba hasta que el sujeto apretaba la tecla *Return* del ordenador; a continuación se iniciaba el proceso de presentación que no finalizaba hasta completar el total de ensayos correspondientes a ese bloque. Esto mismo sucedía para cada uno de los cuatro bloques.

Cada bloque contaba con un total de 60 ensayos, excepto el de tamaño 4, con un total de 63 intentos (sin embargo, en las condiciones de presentación simultánea del Experimento 2 con estímulos palabras, el bloque de tamaño 4 también estaba compuesto por 60 ensayos). En total, se presentaban al sujeto 243 ensayos, a excepción de las secuencias de palabras con presentación simultánea (ver Experimento 2) en las que el número de ensayos fue de 240. En cada bloque se equilibró el número de ensayos en función del total de elementos comunes ( $I$ ) entre ambas secuencias. De forma que, en el bloque de tamaño 1, 30 ensayos mostraban dos secuencias iguales ( $I=1$ ), y los otros 30, dos secuencias diferentes ( $I=0$ ). En el bloque de tamaño 2, en 20 ensayos las secuencias eran iguales ( $I=2$ ), en otros 20 las secuencias diferían en un elemento ( $I=1$ ), y en los 20 restantes diferían en dos ( $I=0$ ). En el bloque de tamaño 3, 15 ensayos presentaban conjuntos iguales ( $I=3$ ), otros 15 secuencias que diferían en un elemento ( $I=2$ ), otros 15 con dos elementos diferentes ( $I=1$ ), y los 15 restantes presentaban los tres elementos del conjunto distintos ( $I=0$ ). En el bloque de tamaño 4, 12 secuencias contenían items idénticos ( $I=4$ ), 12 presentaban un elemento diferente ( $I=3$ ), 12 con dos elementos distintos ( $I=2$ ), 12 con tres elementos diferentes ( $I=1$ ) y las 12 restantes con todos los items distintos ( $I=0$ ).

Al terminar la sesión experimental se grababan en discos magnéticos los siguientes datos para cada ensayo: número de elementos comunes entre el conjunto memorizado y el de prueba, precisión de la respuesta (acierto-error) y tiempo de reacción. Un listado adicional, con esta misma información, se realizaba como medida de seguridad.

Los sujetos, antes de comenzar el pase experimental recibían un bloque de práctica con un total de 43 ensayos, para familiarizarse con la tarea. Las instrucciones proporcionadas enfatizaban la velocidad de la respuesta, sin mermar su precisión.

## **Experimento 1**

**Efecto de la consistencia entre estímulo y respuesta, de la práctica y del tipo de estímulo sobre la velocidad y la precisión de la respuesta en una tarea de búsqueda en memoria a corto plazo**

## **7.1. Método**

En el presente apartado se va a describir la muestra de sujetos que han participado en el experimento, los estímulos que se han utilizado en la elaboración de las secuencias experimentales, así como las características del procedimiento seguido. En la exposición se van a obviar todos aquellos aspectos comunes al Experimento 2, y que fueron descritos en el apartado del Método General.

### *7.1.1. Sujetos*

En el experimento 1 participaron un total de 24 sujetos, de los que 7 eran varones y 17 mujeres, distribuidos al azar, para controlar posibles efectos debidos a las diferencias entre sexos. La edad de los sujetos estaba comprendida en un rango entre los 18 y los 22 años (con una media de 20.5 años). La participación en el experimento fue voluntaria y gratificada con 500 pesetas por sujeto.

### *7.1.2. Estímulos*

Se utilizaron estímulos visuales formados por secuencias de letras y palabras (variable entresujetos). El tamaño de los conjuntos fue de 1, 2, 3 ó 4 elementos cada uno.

La generación de las secuencias se realizó tal y como se describe en el método general.

### 7.1.3. Procedimiento

En el experimento se utilizaron dos variables entresujetos: el tipo de conjunto presentado (fijo y variado), y el tipo de estímulo (letras y palabras). De forma, que a un grupo de 12 sujetos se les administró secuencias con un diseño de conjunto fijo (6 de ellos con letras, y los otros 6 con palabras), y a los 12 restantes secuencias con un diseño de conjunto variado (6 con letras, y los otros 6 con palabras). Las variables bloques de práctica en la tarea (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8), tamaño del conjunto (1, 2, 3 y 4), y número de elementos comunes entre ambas secuencias, fueron intrasujetos. Con lo que todos los sujetos que participaron en el experimento recibieron ocho sesiones de práctica, dividida cada una de ellas en cuatro bloques según el tamaño de la secuencia, y con un número de elementos comunes que variaba en función de la amplitud del conjunto.

Cada uno de los pases experimentales estaba dividido en cuatro bloques, en función de la amplitud de las secuencias que en él se iban a presentar.

En las secuencias con diseño de conjunto fijo, cada ensayo se caracterizó de la siguiente forma. Al inicio de cada uno de los bloques de secuencias, de igual tamaño, el sujeto recibía un mensaje en la pantalla del ordenador que le indicaba cuál era la secuencia memorizada para ese bloque. Este mensaje permanecía en la pantalla hasta que el sujeto decidía dar comienzo al pase experimental, apretando la tecla *Return*. Una vez hecho esto desaparecía el mensaje, y tras un intervalo de 2 segundos, aparecía la primera de las secuencias de prueba. Los elementos del conjunto de prueba se presentaban simultáneamente en el ángulo superior izquierdo de la pantalla, separados entre sí por un espacio en



blanco. La secuencia de prueba se exponía hasta que el sujeto emitiera su respuesta. A continuación, y tras 1 segundo, se presentaba en la pantalla del ordenador el tiempo de reacción de ese ensayo y un mensaje de incorrecto, cuando la respuesta era errónea. Una señal sonora emitida por el ordenador indicaba el final del ensayo, y la aparición de la siguiente secuencia de prueba, que se mostraba en pantalla tras 1 segundo. El proceso se repetía hasta finalizar la exposición de todos los conjuntos de prueba de un mismo tamaño. Cuando esto había sucedido el pase experimental se detenía, con la aparición en la pantalla de un mensaje que indicaba el tamaño de las secuencias del bloque siguiente, y el conjunto a memorizar para dicho bloque.

En el grupo de sujetos que recibían secuencias con diseño de conjunto variado, cada ensayo se caracterizaba por presentar una secuencia positiva y una de prueba diferentes. La presentación del conjunto memorizado era secuencial, de forma que el primer item aparecía en el ángulo superior izquierdo de la pantalla del ordenador y se exponía durante 1 segundo; a continuación el estímulo desaparecía y en el mismo punto de localización se mostraba el siguiente de la secuencia. Este proceso se repetía hasta finalizar la presentación de todos los items del conjunto. Tras un intervalo de 2 segundos se exponían los estímulos del conjunto de prueba, simultáneamente, en el ángulo superior izquierdo del ordenador, uno tras otro y separados por un carácter en blanco.

Puesto que uno de los propósitos de este experimento fue evaluar el efecto de la práctica sobre el nivel de ejecución, todos los sujetos recibieron un total de 8 pases experimentales (cada uno de ellos con 243 ensayos), divididos en cuatro sesiones (4 días consecutivos), de forma que cada sujeto recibía 1944 ensayos, en total.

En las secuencias diseñadas con conjunto fijo el conjunto memorizado era el mismo a lo largo de los 8 pases experimentales. Por su parte, las secuencias diseñadas con conjunto variado fueron generadas, específicamente, para cada sujeto y para cada uno de los pases experimentales.

Antes del inicio de la primera sesión experimental cada sujeto recibió un total de 43 ensayos de práctica, para familiarizarse con la tarea.

## **7.2. Resultados**

En el presente apartado se van a exponer los resultados obtenidos a partir de los análisis estadísticos que se han llevado a cabo sobre las dos variables de pendientes utilizadas. Dichas variables son el tiempo de reacción y la proporción de error. Por lo tanto la exposición de los resultados se va a dividir en dos apartados según se trate de los análisis realizados sobre la latencia de la respuesta, o sobre la precisión de la ejecución.

Respecto a la variable tiempo de reacción hay que aclarar, previamente, que los análisis estadísticos partieron de las latencias de cada sujeto en cada una de las condiciones experimentales. A continuación se van a exponer los diferentes análisis que se realizaron sobre el tiempo de reacción.

Como ya se ha indicado en la introducción a este experimento, el propósito central era analizar el efecto que la práctica y el grado de consistencia entre estímulo-respuesta, tienen sobre los procesos de búsqueda y comparación, haciendo una distinción entre aquellas

condiciones de la tarea que exigen una comparación entre ítems positiva, negativa o mixta. Por ello se realizó un primer análisis de varianza en el que se pusieron a prueba los efectos de las variables independientes tipo de conjunto, tipo de estímulo, bloques de práctica y tipo de respuesta sobre el tiempo de reacción. En este primer análisis tan solo se consideraron las latencias de respuesta en los ensayos donde las secuencias presentadas eran totalmente iguales o totalmente diferentes. Uno de los resultados obtenidos a partir de dicho análisis fue el efecto significativo de la amplitud de la secuencia sobre el tiempo de reacción. Puesto que los datos parecían ajustarse a una función lineal con un crecimiento positivo de las latencias de respuesta determinado por la amplitud de las secuencias, parecía justificado aplicar un análisis de regresión sobre el tiempo de reacción tomando como variable independiente el número de elementos iguales o desiguales entre las dos secuencias.

Este tipo de análisis se desprende, directamente, de la lógica de los modelos de descomposición del tiempo de reacción, que suponen que la latencia de respuesta puede desglosarse en tiempos parciales, cada uno de ellos comprometidos en un proceso diferente en la transformación del estímulo. De forma que aplicando un análisis de regresión, la pendiente de la línea representa el tiempo invertido en la etapa de comparación, y la interceptal el tiempo del resto de etapas (como pueden ser la de codificación del estímulo, la de organización y decisión de la respuesta).

Los resultados obtenidos a partir de dicho análisis fueron sometidos a dos análisis de varianza diferentes; uno para las pendientes de la línea de regresión y otro para las interceptales. En ambos análisis se trataba de identificar el efecto de las variables tipo de conjunto, tipo de estímulo, bloques de práctica y tipo de respuesta, bien sobre el proceso

de comparación, bien sobre el resto de etapas en la transformación del estímulo.

En los análisis anteriores tan solo se consideraron las condiciones de respuesta en las que todas las comparaciones que el sujeto debía realizar eran positivas o negativas; sin embargo, y puesto que otro de los propósitos del presente experimento era el estudio de las estrategias en la búsqueda mixta (la respuesta suponía comparaciones positivas y negativas), se llevó a cabo un análisis de varianza para cada una de las amplitudes consideradas. En los cuatro análisis de varianza realizados se puso a prueba el efecto sobre el tiempo de reacción de las variables tipo de conjunto, tipo de estímulo, bloques de práctica y número de elementos comunes.

Complementariamente, se realizaron cinco análisis de varianza sobre la proporción de error. Al igual que para la variable tiempo de reacción un primer análisis evaluó los efectos del tipo de conjunto, tipo de estímulo, bloques de práctica, amplitud de la secuencia y tipo de respuesta, considerando, tan solo, las condiciones de respuesta *igual* y *diferente*. Los cuatro análisis restantes se llevaron a cabo sobre la proporción de error para cada una de las amplitudes consideradas. En dichos análisis se puso a prueba el efecto de las variables tipo de conjunto, tipo de estímulo, número de elementos comunes y bloques de práctica. Se pretendía obtener patrones de errores característicos de la búsqueda positiva, negativa y mixta.

En los apartados siguientes se van a exponer los resultados que han sido obtenidos a partir de los análisis anteriormente mencionados, para, a partir de ellos, pasar a su posterior discusión.

### 7.2.1. Tiempo de reacción

A continuación se presentan los análisis realizados sobre los tiempos de reacción globales, en primer lugar para las condiciones Si-No de cada una de las cuatro amplitudes; y, en segundo lugar, desglosados según el número de elementos componentes del conjunto que se compara (amplitud).

#### *7.2.1.1. Análisis de los tiempos de reacción para las condiciones de respuesta Igual-Diferente*

Los datos brutos de los tiempos de reacción de cada sujeto para las condiciones 1-1, 1-0, 2-2, 2-0, 3-3, 3-0, 4-4 y 4-0, fueron sometidos a un análisis de varianza de 2 (Tipo de Conjunto: variado, fijo) x 2 (Tipo de estímulo: palabras, letras) x 8 (Bloques de práctica: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) x 4 (Amplitud: 1, 2, 3, 4) x 2 (Tipo de respuesta: si, no), siendo la dos primeras variables entresujetos, y las tres últimas intrasujetos. Los resultados obtenidos pasan a enumerarse a continuación.

El análisis mostró la significación del efecto principal del tipo de conjunto,  $F(1,20)=11.017$ ,  $p<.005$ ,  $MSe=100.747$  (Véase Figura 1), y de la práctica,  $F(7,140)=48.693$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=2.342$  (Véase Figura 2). Se realizaron pruebas de Newman-Keuls para examinar las diferencias entre los distintos niveles de la variable práctica. Dichos análisis pusieron de relieve que son significativas ( $p<.01$ ) las diferencias entre B1 y el resto de niveles, B2 con los otros niveles del factor, B3-B8, B3-B7, B4-B8, y ( $p<.05$ ) entre B3-B6, B4-B7 (donde, B indica el número del bloque de práctica).

Figura 1.- Efecto del tipo de conjunto sobre el tiempo de reacción global para las condiciones de respuesta Si-No

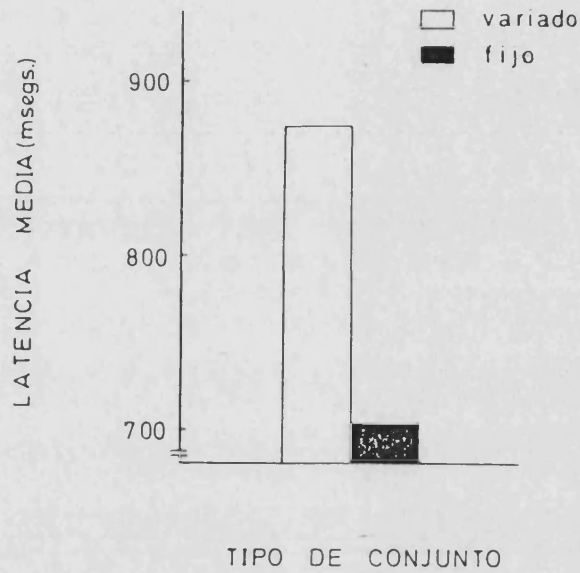
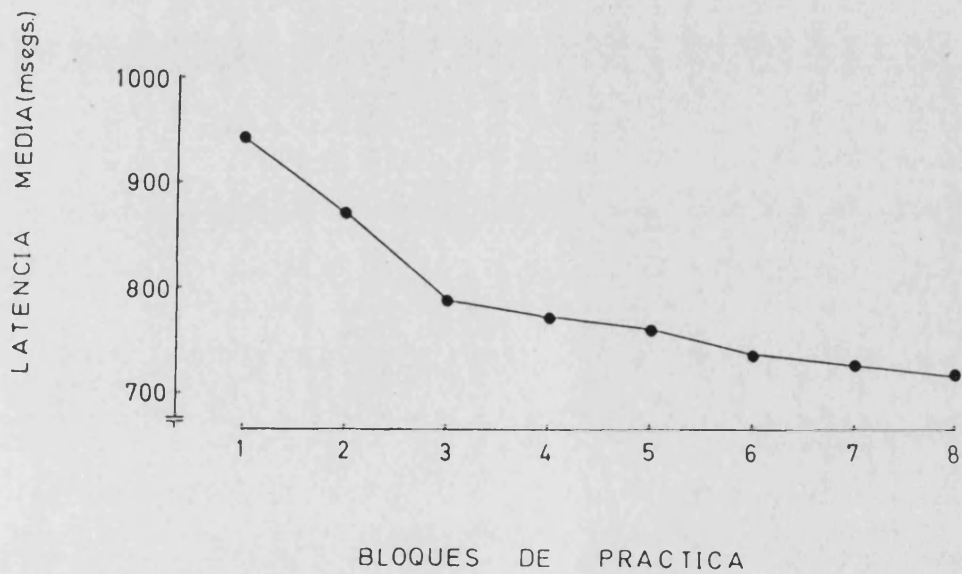


Figura 2.- Efecto de la práctica sobre el tiempo de reacción global para las condiciones de respuesta Si-No



Por otra parte, también resultó significativo el efecto principal de la amplitud del conjunto,  $F(3,60)=460.253$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=7.963$  (Véase Figura 3). Se realizaron pruebas de Newman-Keuls para examinar las diferencias entre los distintos niveles de la variable amplitud. Los resultados mostraron que todas las diferencias entre niveles fueron significativas ( $p<.01$ ).

Por último, el efecto principal del tipo de respuesta alcanzó la significación estadística,  $F(1,20)=132.579$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=5.994$  (Véase Figura 4).

Respecto a las interacciones de primer orden, resultó significativa la del tipo de conjunto x práctica,  $F(7,140)=6.964$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=2.342$  (Véase Figura 5); la del tipo de conjunto x amplitud,  $F(3,60)=13.546$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=7.963$  (Véase Figura 6); la de la práctica x amplitud del conjunto,  $F(21,420)=6.143$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=1.039$  (Véase Figura 7); la del tipo de estímulo x tipo de respuesta,  $F(1,20)=17.110$ ,  $p=.001$ ,  $MSe=5.994$  (Véase Figura 8); la del tipo de conjunto x tipo de respuesta,  $F(1,20)=5.748$ ,  $p<.05$ ,  $MSe=5.994$  (Véase Figura 9); y, la de la amplitud del conjunto x tipo de respuesta,  $F(3,60)=47.413$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=1.663$  (Véase Figura 10).

Respecto a las interacciones de segundo orden se mostró significativa la del tipo de conjunto x práctica x amplitud,  $F(21,420)=2.609$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=1.039$  (Véase Figura 11); y, la del tipo de estímulo x amplitud x tipo de respuesta,  $F(3,60)=18.769$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=1.663$  (Véase Figura 12).

Figura 3.- Efecto de la amplitud de la secuencia sobre el tiempo de reacción global para las condiciones de respuesta Si-No

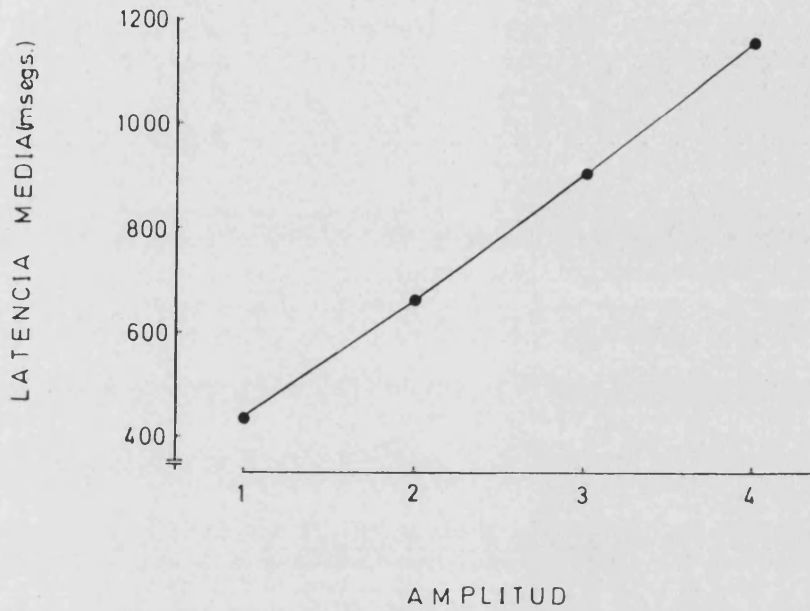


Figura 4.- Efecto del tipo de respuesta sobre el tiempo de reacción global para las condiciones de respuesta Si-No

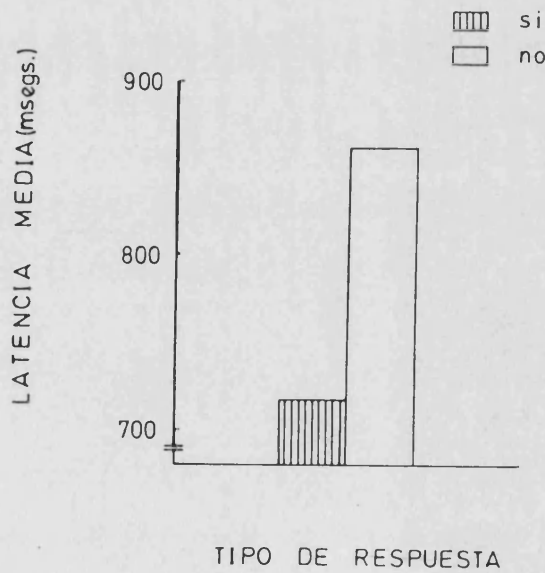




Figura 5.- Efecto de la interacción del tipo de conjunto x práctica sobre el tiempo de reacción global para las condiciones de respuesta Si-No

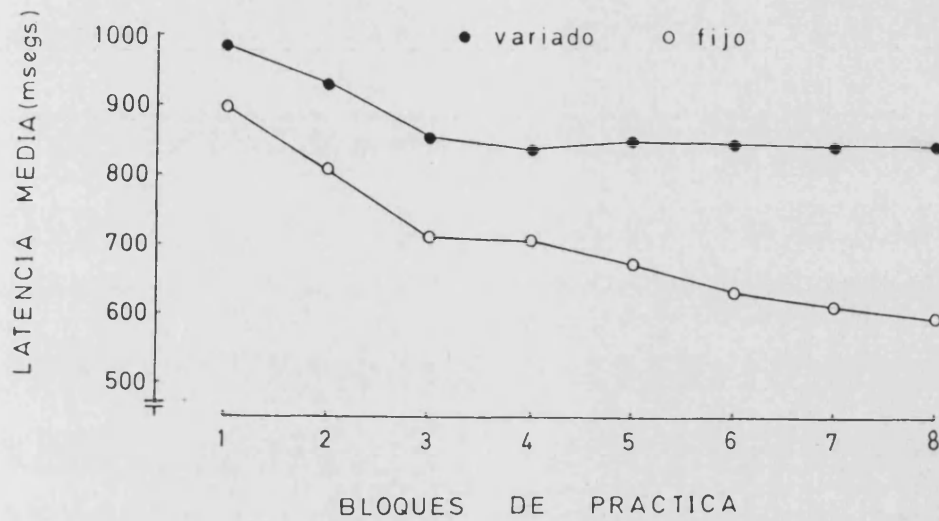


Figura 6.- Efecto de la interacción del tipo de conjunto x amplitud de la secuencia sobre el tiempo de reacción global para las condiciones de respuesta Si-No

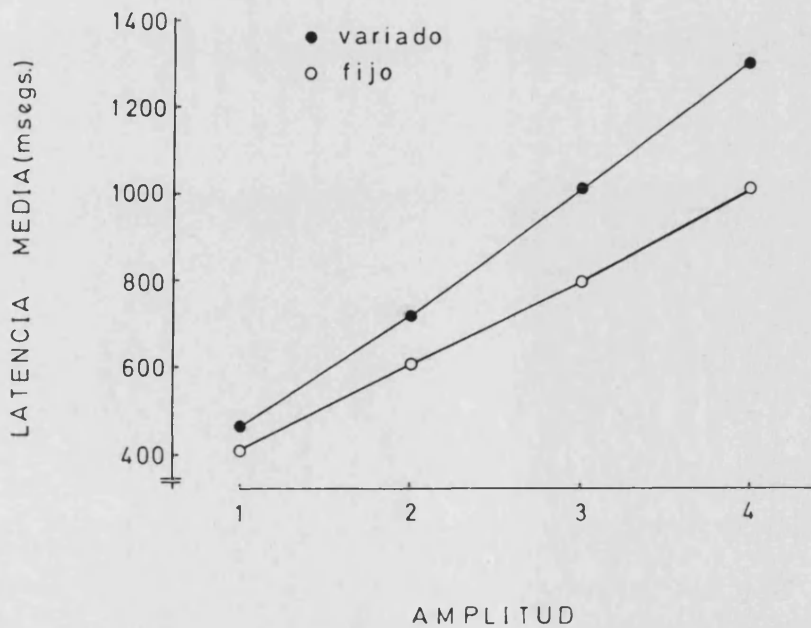


Figura 7.- Efecto de la interacción de la práctica x amplitud de la secuencia sobre el tiempo de reacción global para las condiciones de respuesta Si-No

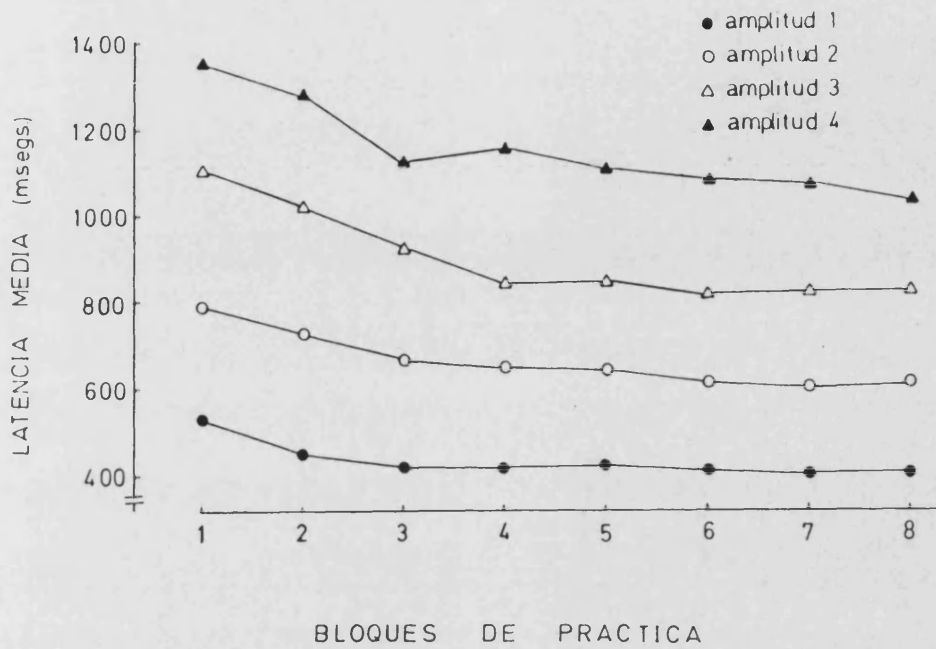


Figura 8.- Efecto de la interacción del tipo de estímulo x tipo de respuesta sobre el tiempo de reacción global para las condiciones de respuesta Si-No

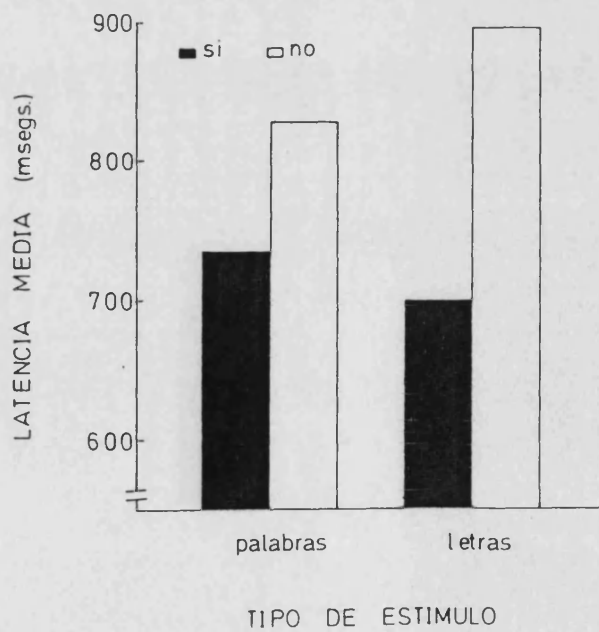


Figura 9.- Efecto de la interacción del tipo de conjunto x tipo de respuesta sobre el tiempo de reacción global para las condiciones de respuesta Si-No

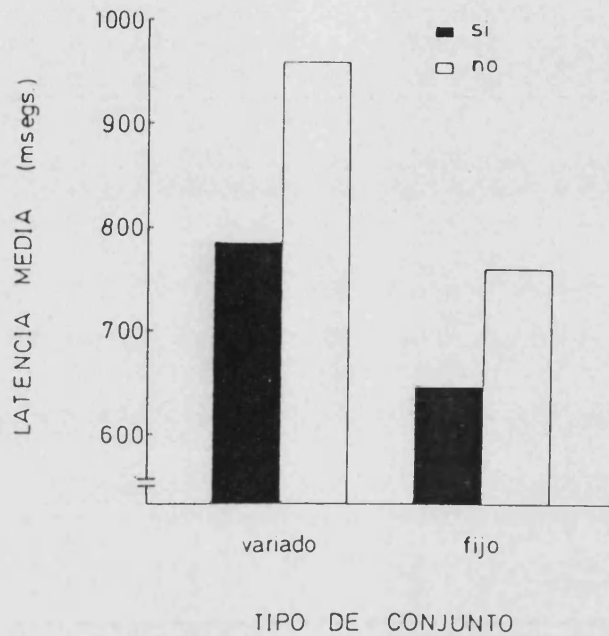


Figura 10.- Efecto de la interacción de la amplitud de la secuencia x tipo de respuesta sobre el tiempo de reacción global para las condiciones de respuesta Si-No

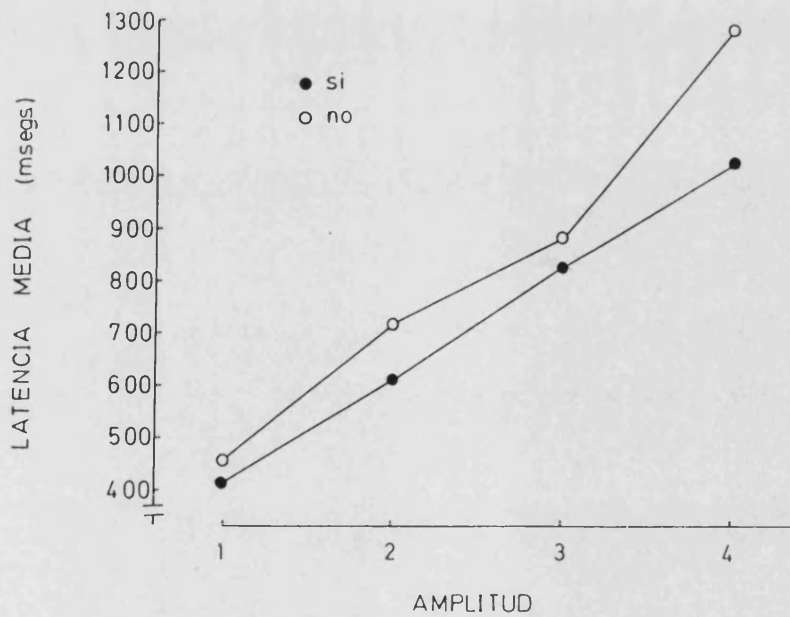


Figura 11.- Efecto de la interacción del tipo de conjunto x práctica x amplitud de la secuencia sobre el tiempo de reacción global para las condiciones de respuesta Si-No

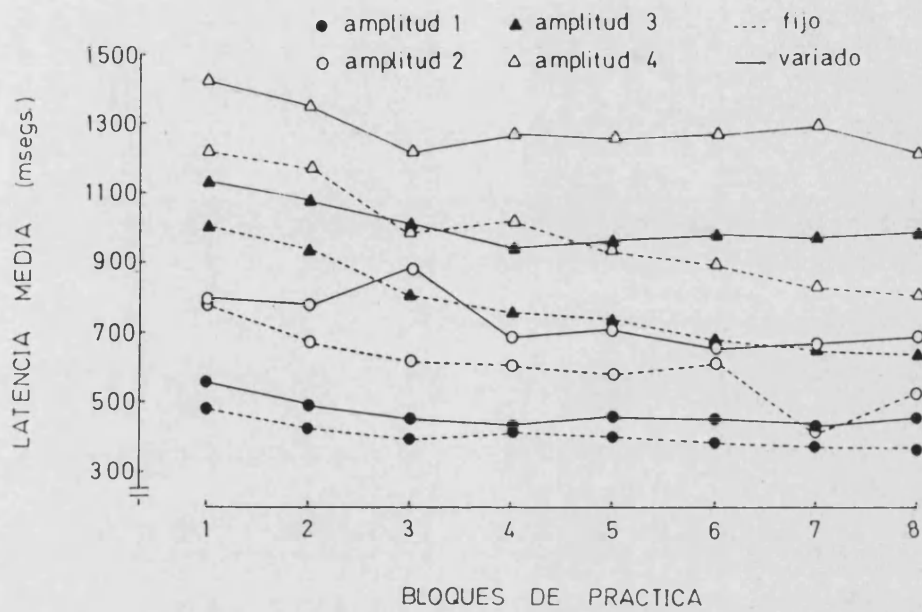
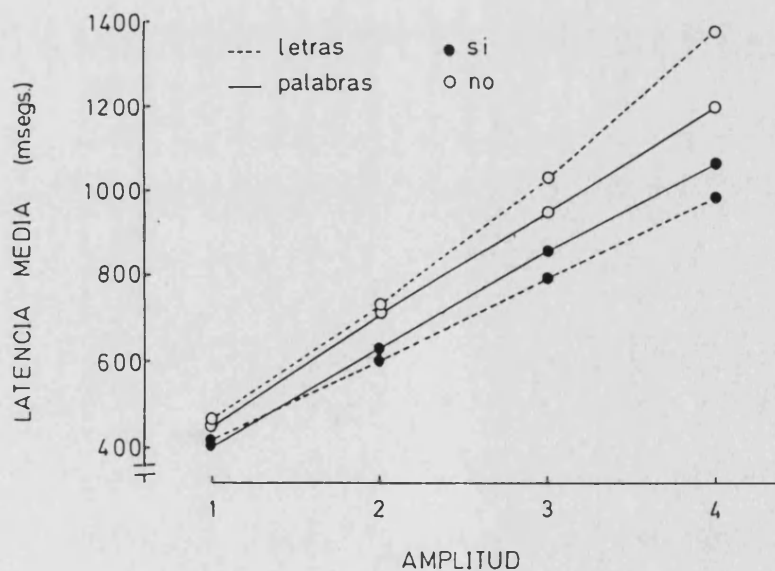


Figura 12.- Efecto de la interacción del tipo de estímulo x amplitud de la secuencia x tipo de respuesta sobre el tiempo de reacción global para las condiciones de respuesta Si-No



Ningún otro efecto principal o de interacción resultó estadísticamente significativo, aunque la interacción de tercer orden del tipo de conjunto x tipo de estímulo x práctica x tipo de respuesta,  $F(7,140)=1.898$ ,  $p=.074$ ,  $MSe=1.072$ , estuvo próxima.

*7.2.1.2. Análisis de las pendientes y ordenadas en el origen de las líneas de regresión obtenidas a partir de las condiciones de respuesta Igual-Diferente*

Los datos brutos de los tiempos de reacción de cada sujeto para las condiciones 1-1, 2-2, 3-3, 4-4, por un lado, y 1-0, 2-0, 3-0 y 4-0, fueron sometidos a un análisis simple de regresión, en el que la variable independiente la constituía el número de elementos iguales o desiguales, según el caso.

Se llevaron a cabo dos análisis separados, uno para los conjuntos de elementos iguales, y otro para los desiguales. Las correspondientes pendientes y ordenadas en el origen fueron sometidas a diversos análisis de varianza cuyos resultados más relevantes se pasan a presentar.

Se realizó un análisis de varianza de 2 (Tipo de conjunto: variado, fijo) x 2 (Tipo de estímulo: palabras, letras) x 8 (Bloques de práctica: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) x 2 (Tipo de respuesta: si, no) sobre las pendientes resultantes del análisis de regresión, siendo las dos primeras variables entresujetos, y las dos restantes intrasujetos.

De tal análisis resultó significativo el efecto principal del tipo de conjunto,  $F(1,20)=14.115$ ,  $p<.005$ ,  $MSe=42299.245$ , (Véase Figura 13);

y de la práctica,  $F(7,140)=15.704$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=2487.417$  (Véase Figura 14). Se realizaron pruebas de Newman-Keuls para examinar las diferencias entre los distintos niveles de la variable práctica. Los resultados mostraron significativas ( $p<.01$ ) las siguientes diferencias: B1 con el resto de niveles, excepto con B2, B2 con los otros niveles del factor, B4-B8; y ( $p<.05$ ) B3-B8 (donde, B indica el número del bloque de práctica).

Por último, el efecto principal del tipo de respuesta alcanzó la significación estadística,  $F(1,20)=84.698$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=5599.782$  (Véase Figura 15a y b).

Respecto a las interacciones, se mostró significativa la de primer orden del tipo de estímulo x tipo de respuesta,  $F(1,20)=26.185$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=5599.782$  (Véase Figura 16a y b); y la del tipo de conjunto x práctica,  $F(7,140)=5.435$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=2487.417$  (Véase Figura 17).

Ningún otro efecto principal o de interacción resultó significativo.

Un análisis de varianza idéntico al anterior, llevado a cabo sobre los valores de las ordenadas en el origen, dió como resultado un efecto significativo del tipo de respuesta,  $F(1,20)=5.465$ ,  $p<.05$ ,  $MSe=19407.529$  (Véase Figura 18); y de la práctica,  $F(7,140)=3.289$ ,  $p<.005$ ,  $MSe=7899.241$  (Véase Figura 19). Se realizaron pruebas de Newman-Keuls para examinar las diferencias entre los distintos niveles de la variable práctica. Los resultados mostraron significativas ( $p<.01$ ) las diferencias entre B1-B7, B1-B4, y ( $p<.05$ ) B1-B6, B1-B2, B1-B5.

Respecto a las interacciones, alcanzó la significación la de primer orden del tipo de estímulo x tipo de respuesta,  $F(1,20)=11.590$ ,  $p<.005$ ,  $MSe=19407.529$  (Véase Figura 20). Ningún otro efecto principal o de interacción fue significativo, aunque la interacción del tipo de conjunto x práctica,  $F(7,140)=2.053$ ,  $p=.052$ ,  $MSe=7899.241$ , se aproximó.

Figura 13.- Efecto del tipo de conjunto sobre las pendientes medias de los tiempos de reacción

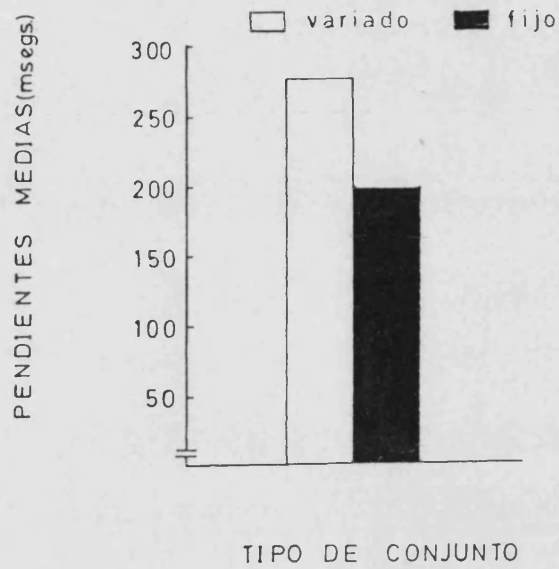


Figura 14.- Efecto de la práctica sobre las pendientes medias de los tiempos de reacción

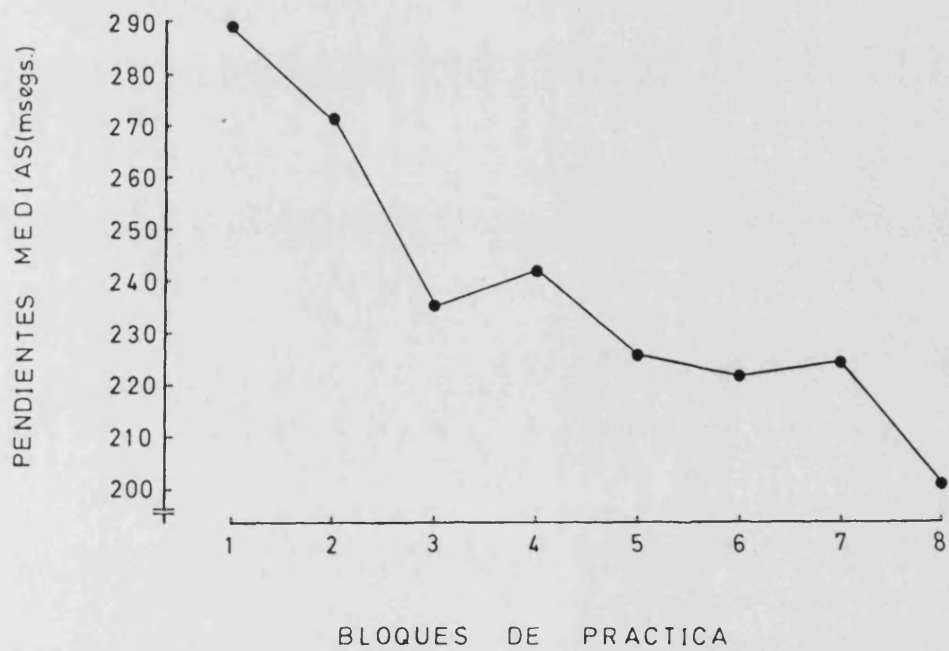


Figura 15a.- Efecto del tipo de respuesta sobre las pendientes medias de los tiempos de reacción en un diseño de conjunto fijo

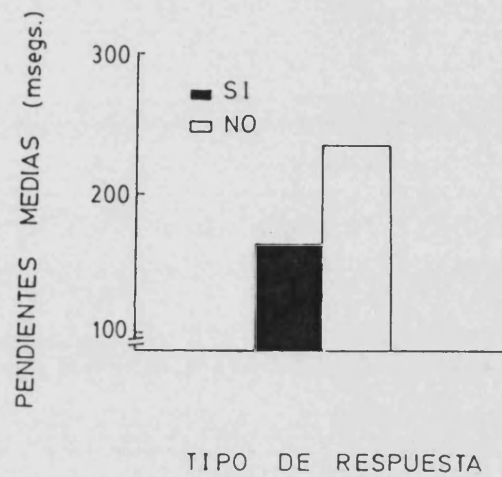


Figura 15b.- Efecto del tipo de respuesta sobre las pendientes medias de los tiempos de reacción en un diseño de conjunto variado

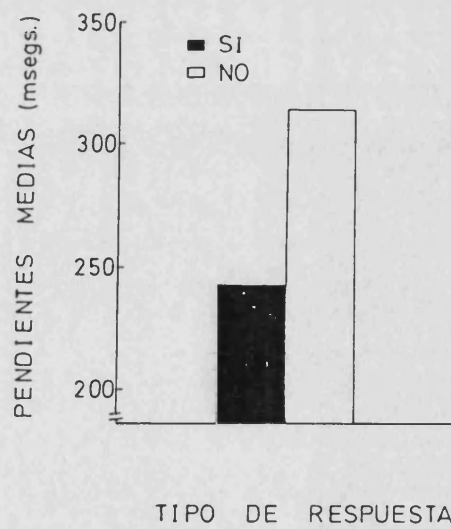




Figura 16a.- Efecto de la interacción del tipo de estímulo x tipo de respuesta sobre las pendientes medias de los tiempos de reacción en un diseño de conjunto fijo

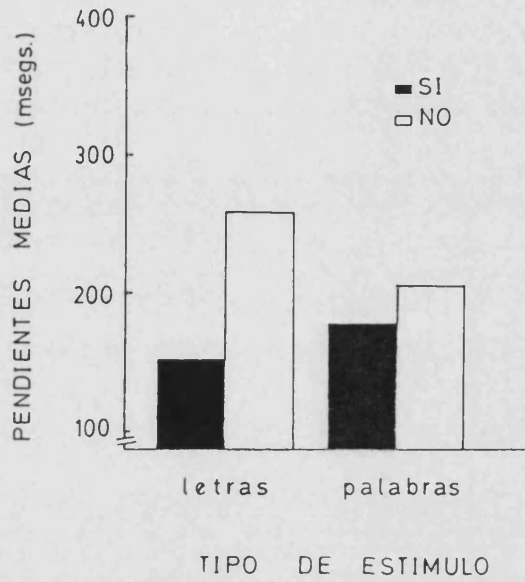


Figura 16b.- Efecto de la interacción del tipo de estímulo x tipo de respuesta sobre las pendientes medias de los tiempos de reacción en un diseño de conjunto variado

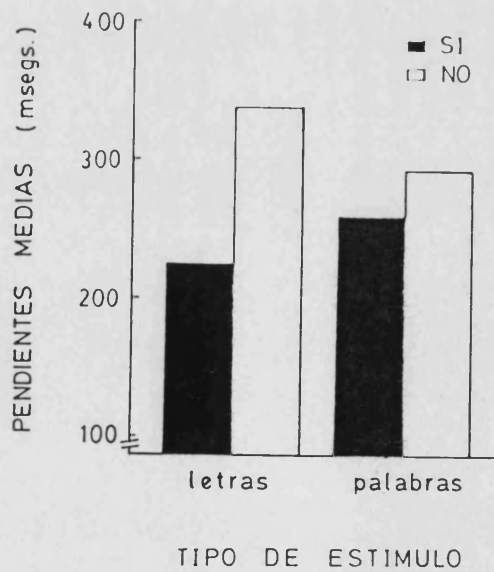


Figura 17.- Efecto de la interacción del tipo de conjunto x práctica sobre las pendientes medias de los tiempos de reacción

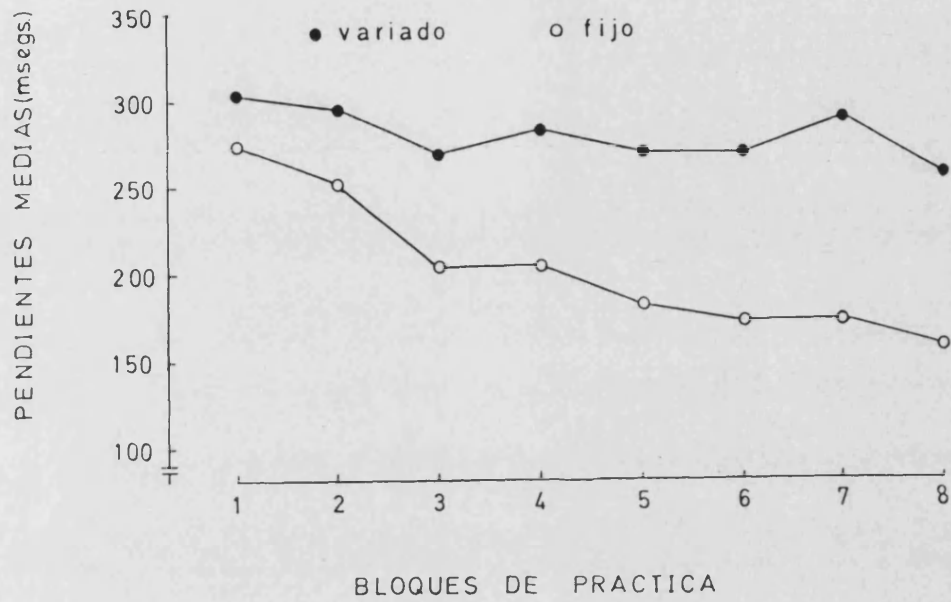


Figura 18.- Efecto del tipo de respuesta sobre las ordenadas en el origen de los tiempos de reacción

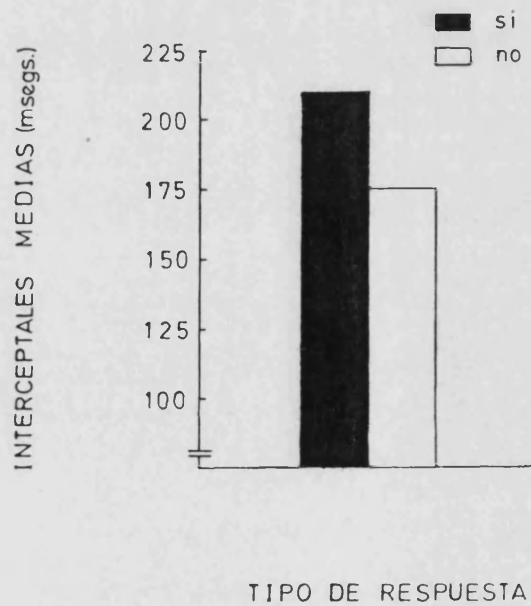


Figura 19.- Efecto de la práctica sobre las ordenadas en el origen de los tiempos de reacción

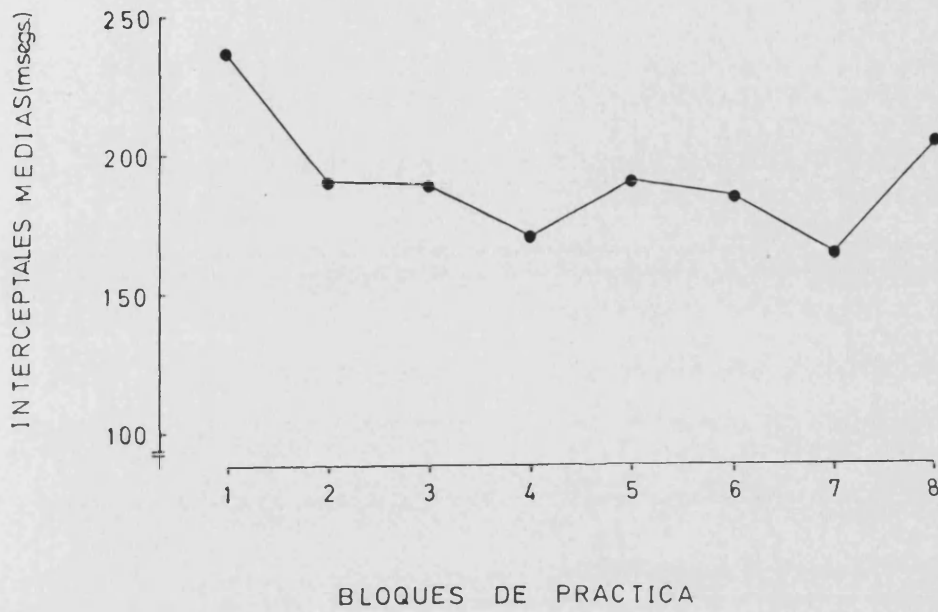
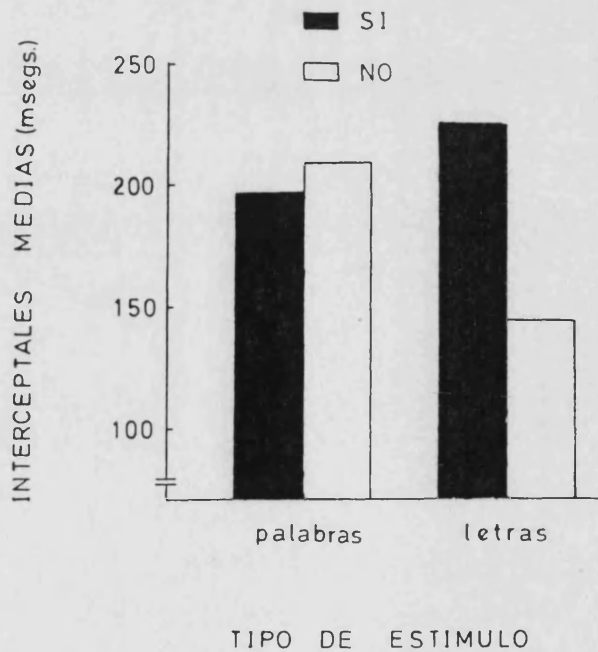


Figura 20.- Efecto de la interacción del tipo de estímulo x tipo de respuesta sobre las ordenadas en el origen de los tiempos de reacción



### 7.2.1.3. Análisis de los tiempos de reacción en función de la amplitud de la secuencia

#### *Amplitud : 1*

Los datos globales, sin ningún tipo de transformación, de las condiciones 1-1 y 1-0 se sometieron a un análisis de varianza de 2 (Tipo de conjunto: variado, fijo) x 2 (Tipo de estímulo: letras, palabras) x 8 (Bloques de práctica: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) x 2 (Número de elementos comunes: 0, 1).

Alcanzó la significación el efecto principal del tipo de conjunto,  $F(1,20)=4.612$ ,  $p<.05$ ,  $MSe=78134.128$  (Véase Figura 21); y de la práctica,  $F(7,140)=19.794$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=3460.149$  (Véase Figura 22a y b). Se realizaron pruebas de Newman-Keuls para examinar las diferencias entre los distintos niveles de la variable práctica. Los resultados mostraron significativas ( $p<.01$ ) las diferencias entre B1 con el resto de niveles, B2-B6, B2-B7, B2-B8; y ( $p<.05$ ) B2-B3, B2-B4, B2-B5.

Asimismo, el efecto principal del número de elementos comunes resultó significativo,  $F(1,20)=41.742$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=4897.220$  (Véase Figura 23a y b).

Respecto a las interacciones, alcanzó la significación la de primer orden del tipo de conjunto x número de elementos comunes,  $F(1,20)=7.948$ ,  $p=.01$ ,  $MSe=4897.220$  (Véase Figura 24).

Por último, resultó significativa la interacción de segundo orden del tipo de conjunto x práctica x número de elementos comunes,  $F(7,140)=2.546$ ,  $p<.05$ ,  $MSe=868.060$  (Véase Figura 25).

Figura 21.- Efecto del tipo de conjunto sobre el tiempo de reacción en secuencias de amplitud 1, 2, 3 y 4

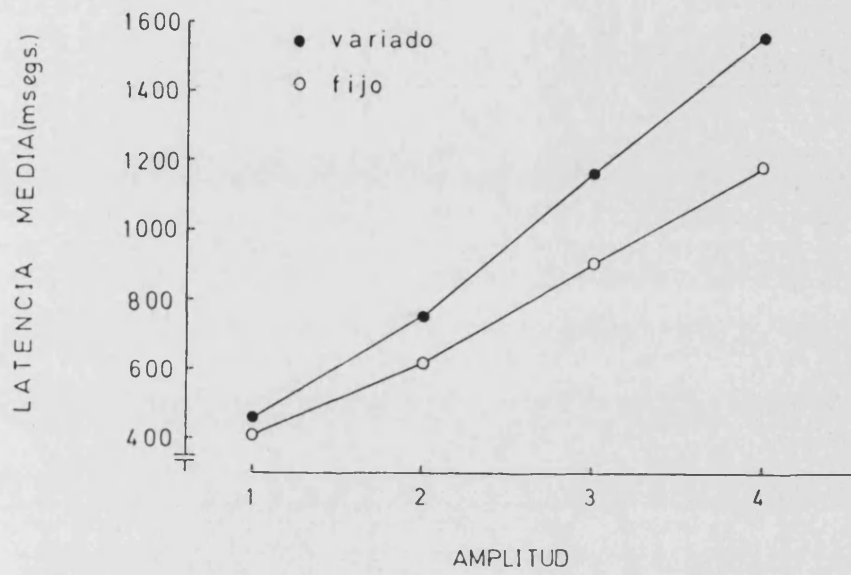


Figura 22a.- Efecto de la práctica sobre el tiempo de reacción en secuencias de amplitud 1, 2, 3 y 4 en un diseño de conjunto fijo

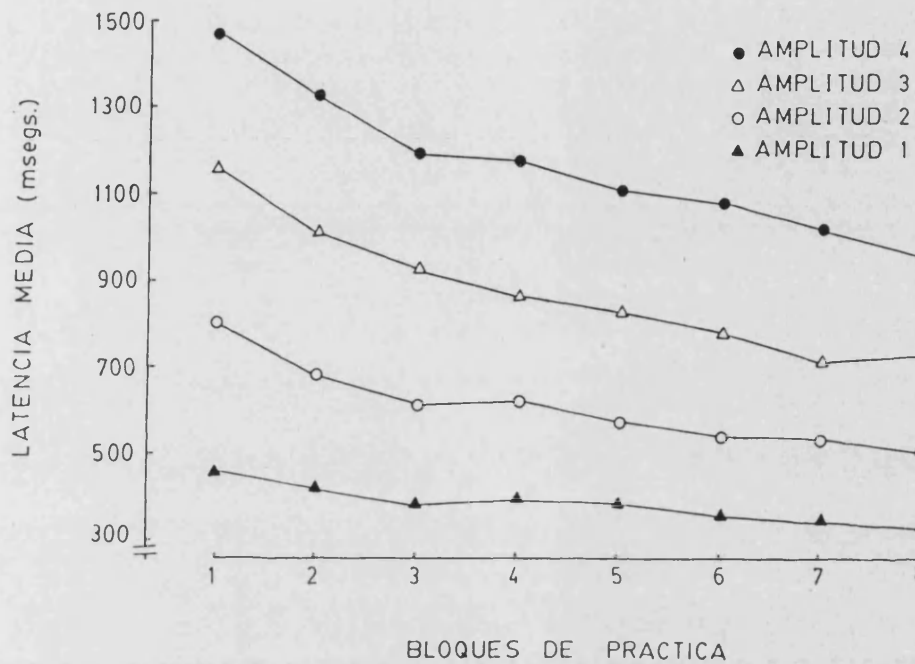


Figura 22b.- Efecto de la práctica sobre el tiempo de reacción en secuencias de amplitud 1, 2, 3 y 4 en un diseño de conjunto variado

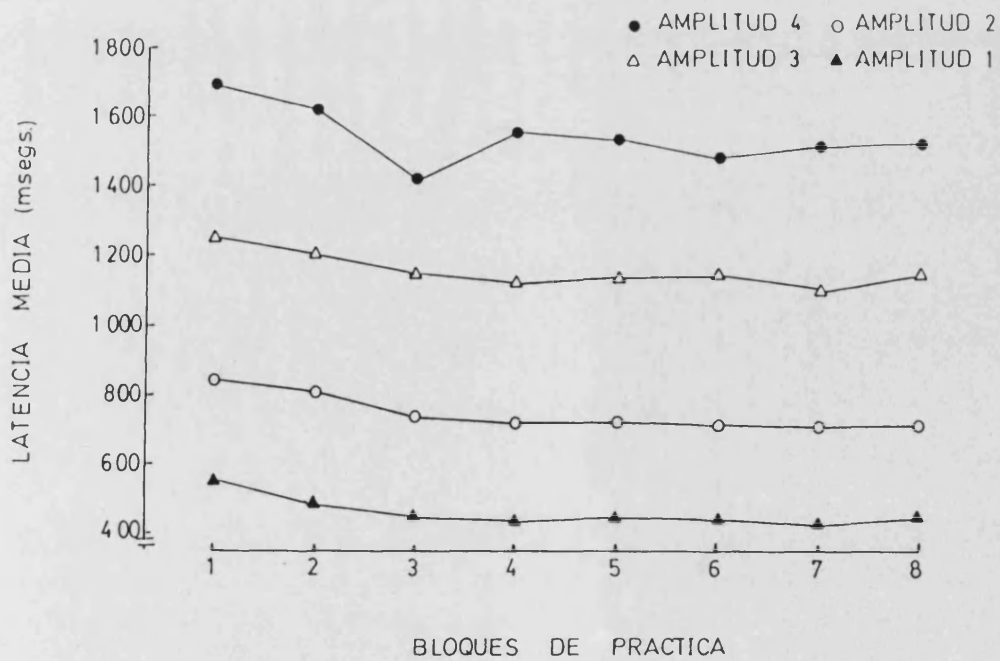


Figura 23a.- Efecto del número de elementos comunes sobre el tiempo de reacción en secuencias de amplitud 1, 2, 3 y 4 en un diseño de conjunto fijo

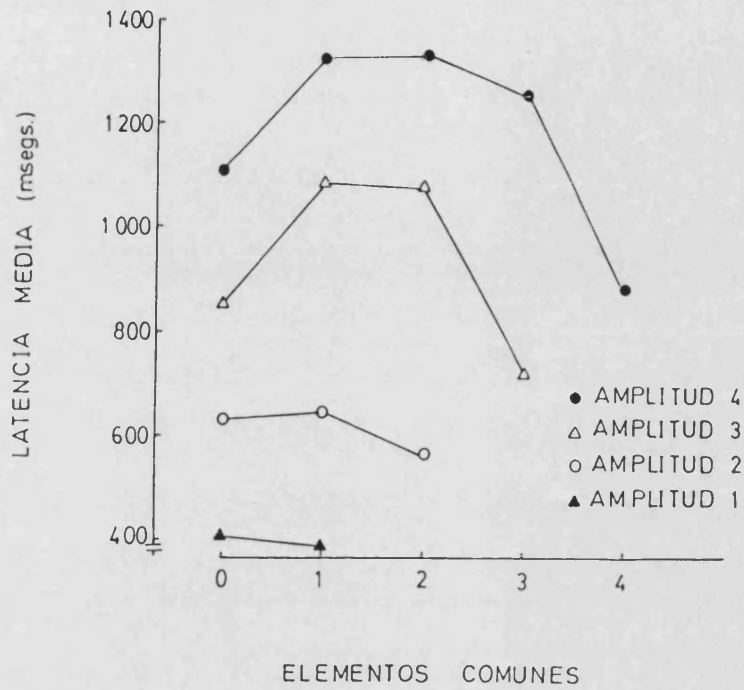


Figura 23b.- Efecto del número de elementos comunes sobre el tiempo de reacción en secuencias de amplitud 1, 2, 3 y 4 en un diseño de conjunto variado

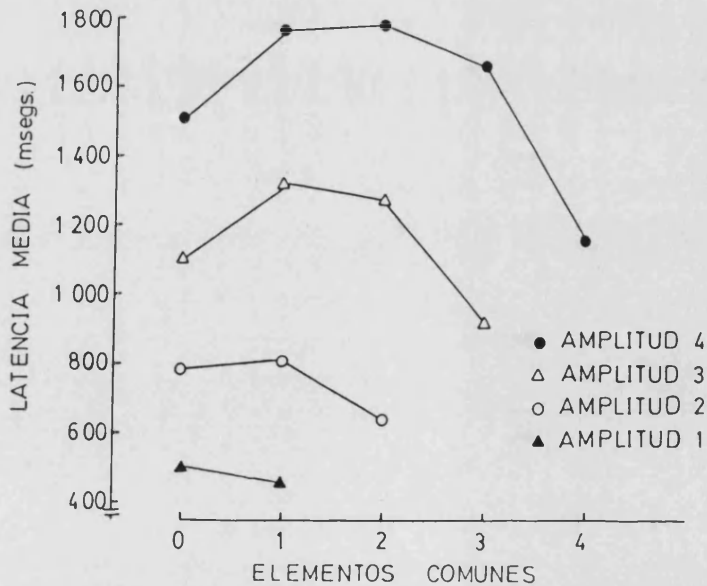


Figura 24.- Efecto de la interacción del tipo de conjunto x número de elementos comunes sobre el tiempo de reacción en secuencias de amplitud 1, 2 y 4

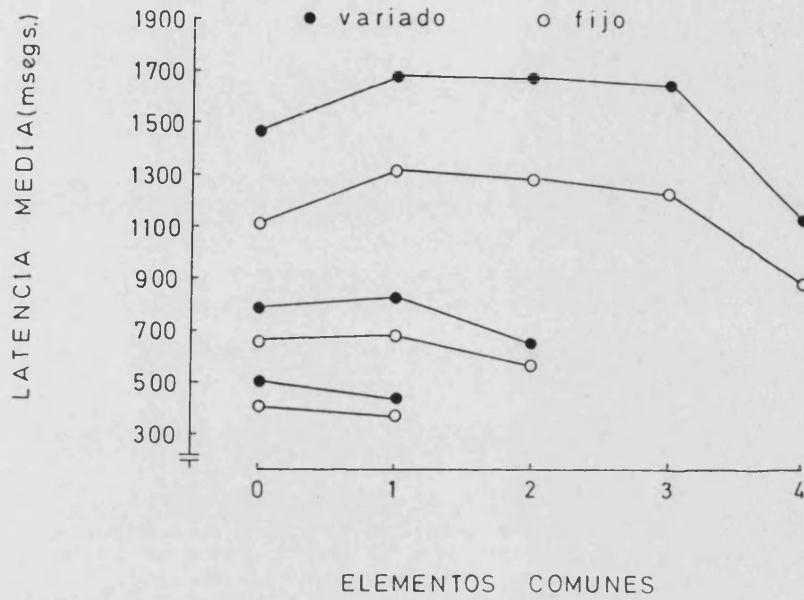
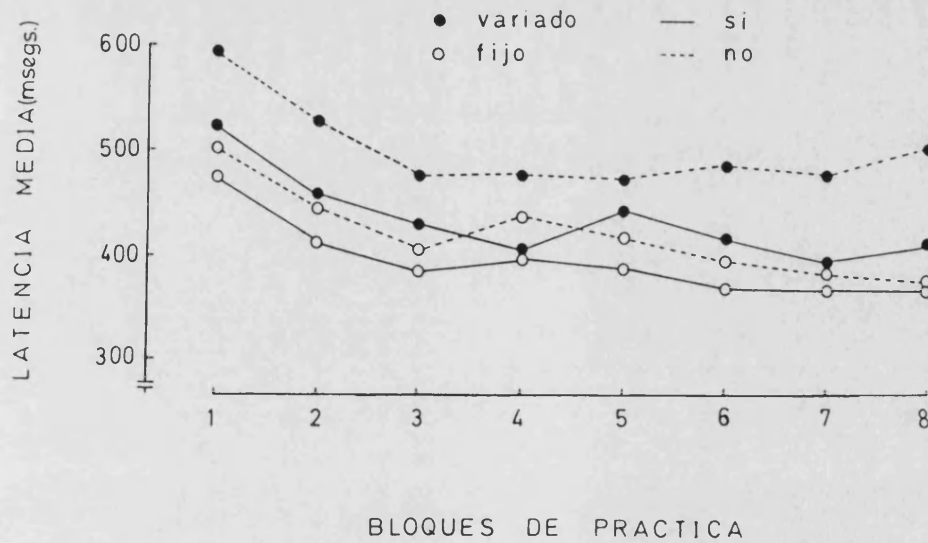


Figura 25.- Efecto de la interacción del tipo de conjunto x práctica x número de elementos comunes sobre el tiempo de reacción en secuencias de amplitud 1





Ningún otro efecto principal o de interacción alcanzó la significación estadística.

*Amplitud : 2*

Los datos globales, sin ningún tipo de transformación, de las condiciones 2-2, 2-1, y 2-0, se sometieron a un análisis de varianza de 2 (Tipo de conjunto: variado, fijo) x 2 (Tipo de estímulo: letras, palabras) x 8 (Bloques de práctica: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) x 3 (Número de elementos comunes: 0, 1, 2).

Alcanzó la significación el efecto principal del tipo de conjunto,  $F(1,20)=8.407$ ,  $p<.01$ ,  $MSe=264160.675$  (Véase Figura 21); y de la práctica,  $F(7,140)=34.011$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=10941.601$  (Véase Figura 22a y b). Se realizaron pruebas de Newman-Keuls para examinar las diferencias entre los distintos niveles de la variable práctica. Los resultados mostraron significativas ( $p<.01$ ) las diferencias entre B1 y el resto de niveles excepto B2, B2 con todos los otros niveles exceptuando B1, B3-B6, B3-B7, B3-B8; y entre ( $p<.05$ ) B4-B6, B4-B7 (donde, B indica el número de bloque de práctica).

Asimismo, el efecto principal del número de elementos comunes resultó significativo,  $F(2,40)=60.226$ ,  $p<.001$ .  $MSe=15049.478$  (Véase Figura 23a y b). Se realizaron pruebas de Newman-Keuls para examinar las diferencias entre los distintos niveles de la variable elementos comunes, siendo significativas ( $p<.01$ ) las diferencias entre EC1-EC2, EC0-EC2 (donde, EC indica el número de elementos comunes entre ambas secuencias).

Respecto a las interacciones, resultó significativa la de primer orden del tipo de conjunto x práctica,  $F(7,140)=3.068$ ,  $p=.005$ ,

MSe=10941.601 (Véase Figura 26); la del tipo de conjunto x número de elementos comunes,  $F(2,40)=8.493$ ,  $p=.001$ , MSe=15049.478 (Véase Figura 24); y la de la práctica x número de elementos comunes,  $F(14,280)=1.864$ ,  $p<.05$ , MSe=4570.588 (Véase Figura 27).

Ningún otro efecto principal o de interacción alcanzó la significación estadística.

### *Amplitud : 3*

Los tiempos de reacción globales, sin ningún tipo de transformación, para las condiciones 3-3, 3-2, 3-1 y 3-0, se sometieron a un análisis de varianza de 2 (Tipo de conjunto: variado, fijo) x 2 (Tipo de estímulo: palabras, letras) x 8 (Bloques de práctica: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) x 4 (Número de elementos comunes: 0, 1, 2, 3).

De dicho análisis resultó significativo el efecto principal del tipo de conjunto,  $F(1,20)=13.370$ ,  $p<.005$ , MSe=948875.050 (Véase Figura 21).

Por otra parte, el efecto principal de la práctica apareció estadísticamente significativo,  $F(7,140)=39.309$ ,  $p<.001$ , MSe=23722.589 (Véase Figura 22a y b). Se realizaron pruebas de Newman-Keuls para examinar las diferencias entre los distintos niveles de la variable práctica. Resultaron significativas ( $p<.01$ ) las diferencias entre B1 con el resto de niveles, B2 con los otros niveles, B3-B6, B3-B7, B3-B8, B4-B8; y entre ( $p<.05$ ) B3-B4, B5-B7, B5-B8 (donde, B indica el número del bloque de práctica).

Asimismo, alcanzó la significación estadística el efecto principal del número de elementos comunes,  $F(3,60)=107.644$ ,  $p<.001$ , MSe=44442.867 (Véase Figura 23a y b). Se realizaron pruebas de

Figura 26.- Efecto de la interacción del tipo de conjunto x práctica sobre el tiempo de reacción en secuencias de amplitud 2, 3, y 4

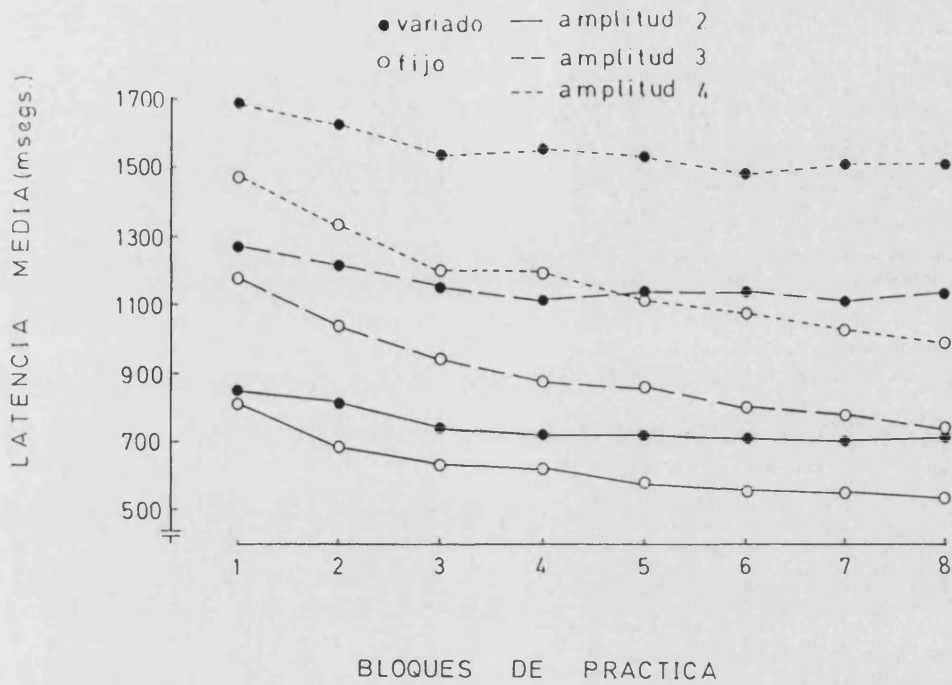
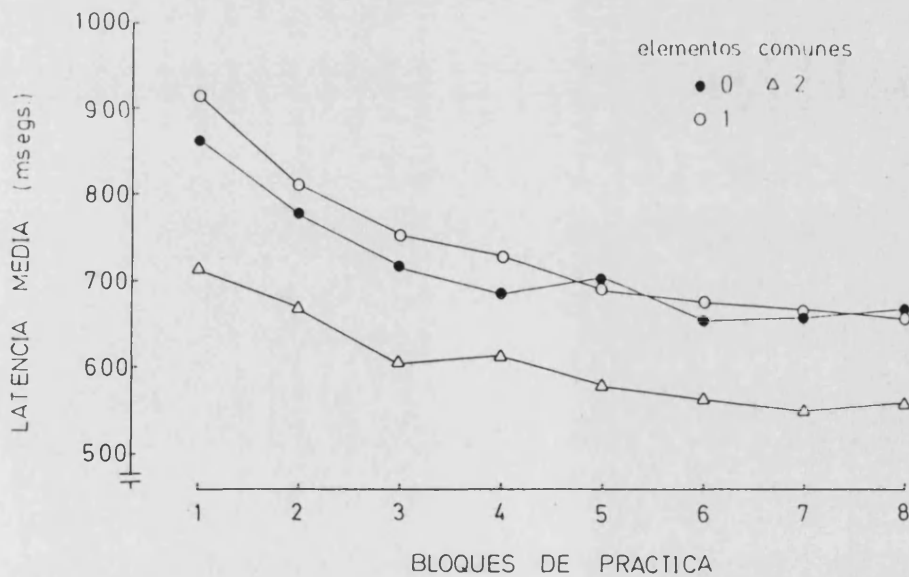


Figura 27.- Efecto de la interacción de la práctica x número de elementos comunes sobre el tiempo de reacción en secuencias de amplitud 2



Newman-Keuls para analizar las diferencias entre los distintos niveles de la variable número de elementos comunes. Resultaron significativas ( $p < .01$ ) las diferencias entre EC1-EC3, EC1-EC0, EC2-EC3, EC2-EC0, EC0-EC3 (donde, EC indica el número de elementos comunes).

Respecto a las interacciones resultó significativa la de primer orden del tipo de estímulo x número de elementos comunes,  $F(3,60)=6.520$ ,  $p=.001$ ,  $MSe=44442.867$  (Véase Figura 28a y b); y la del tipo de conjunto x práctica,  $F(7,140)=9.542$ ,  $p < .001$ ,  $MSe=23722.589$  (Véase Figura 26).

De las interacciones de segundo orden apareció significativa la del tipo de estímulo x práctica x número de elementos comunes,  $F(21,420)=1.827$ ,  $p < .05$ ,  $MSe=7037.927$  (Véase Figura 29).

Por último, resultó significativa la interacción de tercer orden del tipo de conjunto x tipo de estímulo x práctica x número de elementos comunes,  $F(21,420)=1.647$ ,  $p < .05$ ,  $MSe=7037.927$  (Véase Figura 30a y b).

Ningún otro efecto principal o de interacción alcanzó la significación estadística, aunque la del tipo de conjunto x número de elementos comunes,  $F(3,60)=2.336$ ,  $p=.082$ ,  $MSe=44442.867$ , estuvo próxima.

#### *Amplitud : 4*

Los tiempos de reacción globales, sin ningún tipo de transformación, para las condiciones 4-4, 4-3, 4-2, 4-1 y 4-0, se sometieron a un análisis de varianza de 2 (Tipo de conjunto: variado, fijo) x 2 (Tipo de estímulo: palabras, letras) x 8 (Bloques de práctica: 1,

Figura 28a.- Efecto de la interacción del tipo de estímulo x número de elementos comunes sobre el tiempo de reacción en secuencias de amplitud 3 en un diseño de conjunto fijo

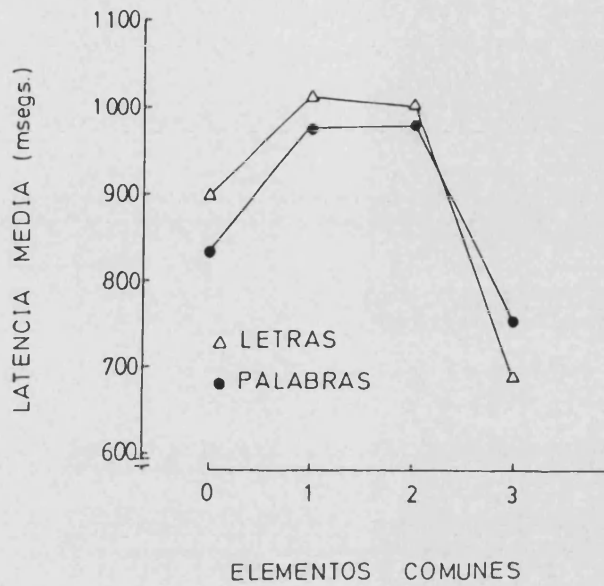


Figura 28b.- Efecto de la interacción del tipo de estímulo x número de elementos comunes sobre el tiempo de reacción en secuencias de amplitud 3 en un diseño de conjunto variado

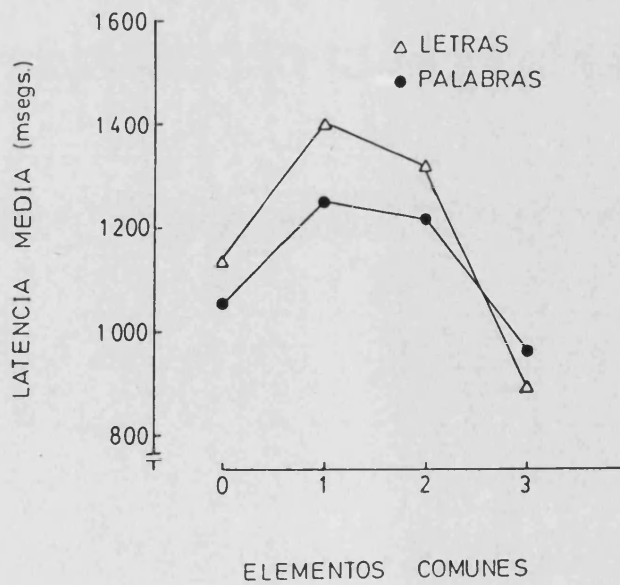


Figura 29.- Efecto de la interacción del tipo de estímulo x práctica x número de elementos comunes sobre el tiempo de reacción en secuencias de amplitud 3

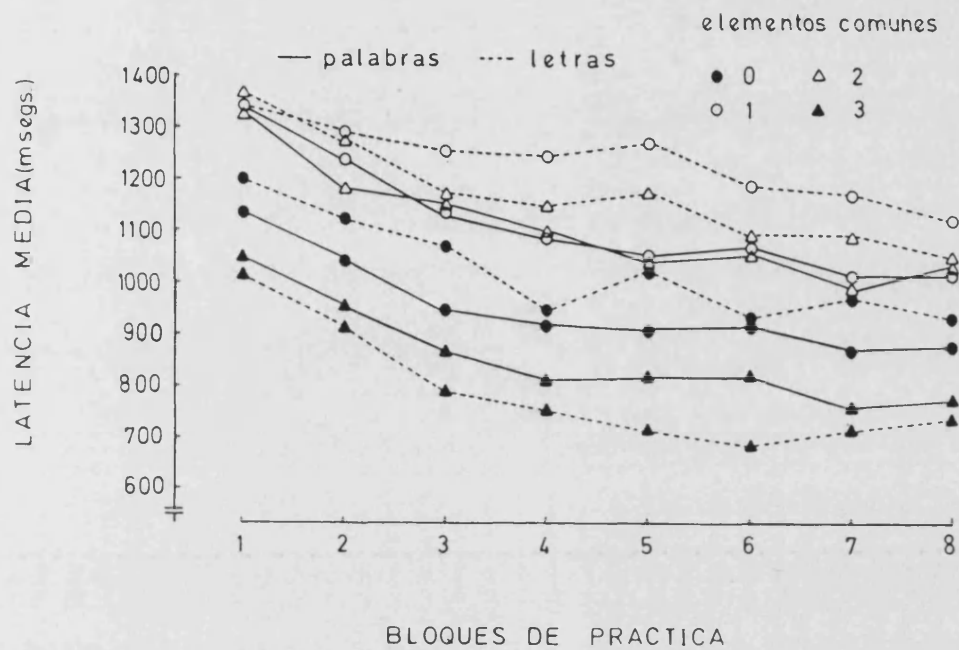


Figura 30a.- Efecto de la interacción del tipo de conjunto x tipo de estímulo x práctica x número de elementos comunes sobre el tiempo de reacción en secuencias de amplitud 3 en un diseño de conjunto fijo

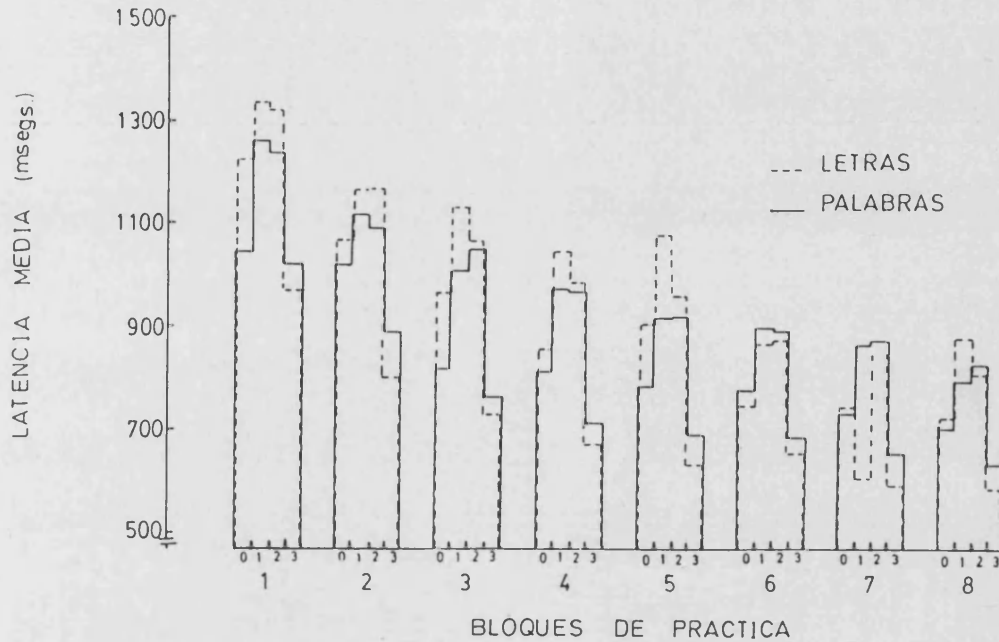
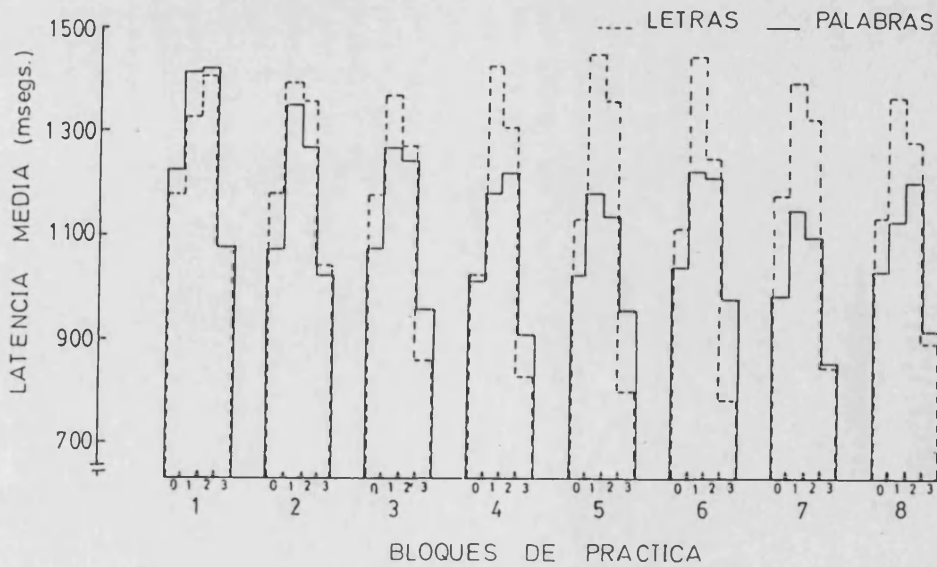


Figura 30b.- Efecto de la interacción del tipo de conjunto x tipo de estímulo x práctica x número de elementos comunes sobre el tiempo de reacción en secuencias de amplitud 3 en un diseño de conjunto variado



2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) x 5 (Número de elementos comunes: 0, 1, 2, 3, 4), siendo las dos primeras variables entresujetos y las otras dos intrasujetos.

En primer lugar, fueron significativos el efecto principal del tipo de conjunto,  $F(1,20)=15.024$ ,  $p=.001$ ,  $MSe=230.057$  (Véase Figura 21); y de la práctica,  $F(7,140)=40.257$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=3.799$  (Véase Figura 22a y b). Se realizaron pruebas de Newman-Keuls para examinar las diferencias entre los distintos niveles de la variable práctica. Los resultados mostraron que todas las diferencias fueron significativas ( $p<.01$ ).

Asimismo, resultó significativo el efecto principal del número de elementos comunes,  $F(4,80)=108.315$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=8.708$  (Véase Figura 23a y b).

Respecto a las interacciones, alcanzó la significación la de primer orden del tipo de estímulo x número de elementos comunes,  $F(4,80)=8.477$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=8.708$  (Véase Figura 31a y b); la del tipo de conjunto x práctica,  $F(7,140)=7.309$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=3.799$  (Véase Figura 26); y la del tipo de conjunto x número de elementos comunes,  $F(4,80)=3.543$ ,  $p=.01$ ,  $MSe=8.708$  (Véase Figura 24).

Ningún otro efecto principal o de interacción resultó significativo.

### 7.2.2. Proporción de errores

A continuación se van a someter a análisis de varianza los errores cometidos por cada sujeto en las distintas condiciones experimentales anteriores, transformados en proporciones.



Figura 31a.- Efecto de la interacción del tipo de estímulo x número de elementos comunes sobre el tiempo de reacción en secuencias de amplitud 4 en un diseño de conjunto fijo

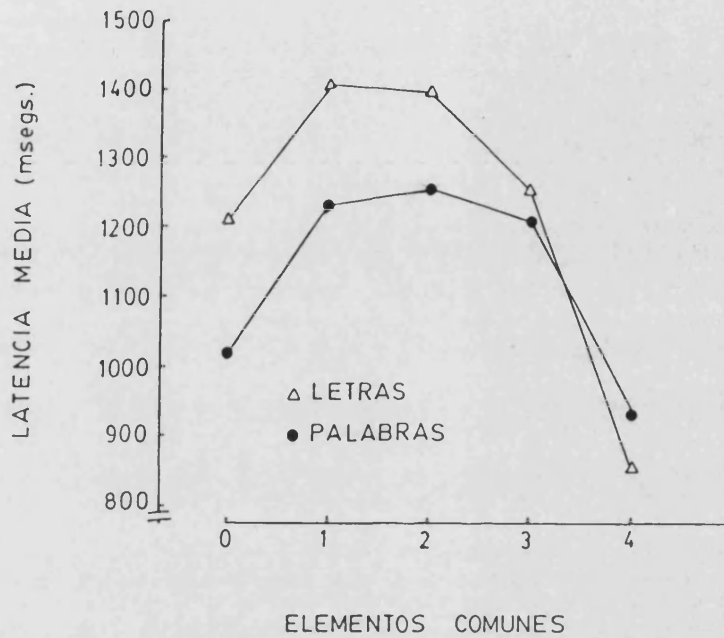
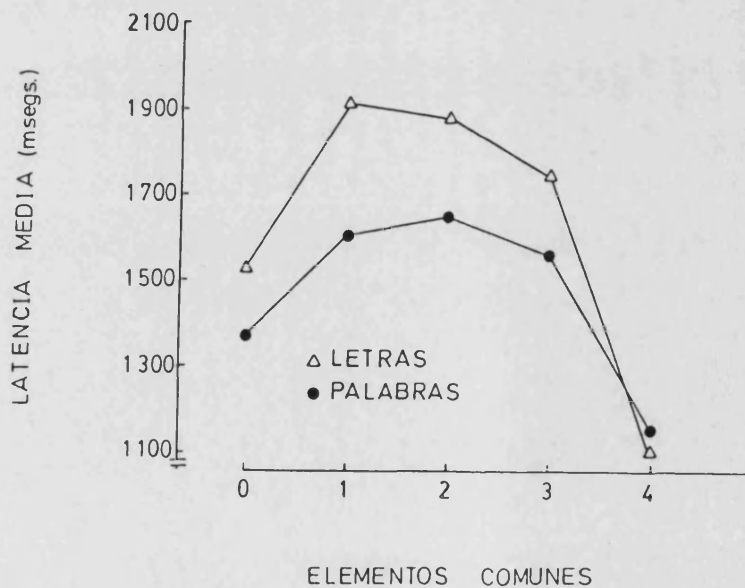


Figura 31b.- Efecto de la interacción del tipo de estímulo x número de elementos comunes sobre el tiempo de reacción en secuencias de amplitud 4 en un diseño de conjunto variado



### 7.2.2.1. Análisis de la proporción de errores para las condiciones de respuesta Igual-Diferente

Las proporciones de errores cometidas en las condiciones 4-4, 3-3, 2-2, 1-1 y 1-0, 2-0, 3-0, 4-0, fueron sometidas a un análisis de varianza de 2 (Tipo de conjunto: variado, fijo) x 2 (Tipo de estímulo: letras, palabras) x 8 (Bloques de práctica: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) x 4 (Amplitud: 1, 2, 3, 4) x 2 (Tipo de respuesta: Si, No), siendo las dos primeras variables entresujetos y las tres restantes intrasujetos.

El efecto principal de la amplitud alcanzó la significación estadística,  $F(3,60)=6.000$ ,  $p<.005$ ,  $MSe=.003$  (Véase Figura 32a y b). Se realizaron pruebas de Newman-Keuls para examinar las diferencias entre los distintos niveles de la variable amplitud. Los resultados mostraron que todas las diferencias alcanzaron la significación ( $p<.01$ ).

Asimismo, resultó significativo el efecto principal del tipo de conjunto,  $F(1,20)=4.789$ ,  $p<.05$ ,  $MSe=.019$  (Véase Figura 33); y del tipo de respuesta,  $F(1,20)=10.750$ ,  $p<.005$ ,  $MSe=.004$  (Véase Figura 34).

Respecto a las interacciones de primer orden, alcanzó la significación la del tipo de estímulo x amplitud,  $F(3,60)=3.000$ ,  $p<.05$ ,  $MSe=.003$  (Véase Figura 35a y b); la del tipo de conjunto x práctica,  $F(7,140)=2.500$ ,  $p<.05$ ,  $MSe=.002$  (Véase Figura 36); y la del tipo de conjunto x tipo de respuesta,  $F(1,20)=6.000$ ,  $p<.05$ ,  $MSe=.004$  (Véase Figura 37).

Respecto a las interacciones de segundo orden tan solo la del tipo de conjunto x tipo de estímulo x amplitud, resultó significativa,  $F(3,60)=4.000$ ,  $p<.05$ ,  $MSe=.003$  (Véase Figura 38).

Figura 32a.- Efecto de la amplitud del conjunto sobre el porcentaje de errores en las condiciones de respuesta Si-No en un diseño de conjunto fijo

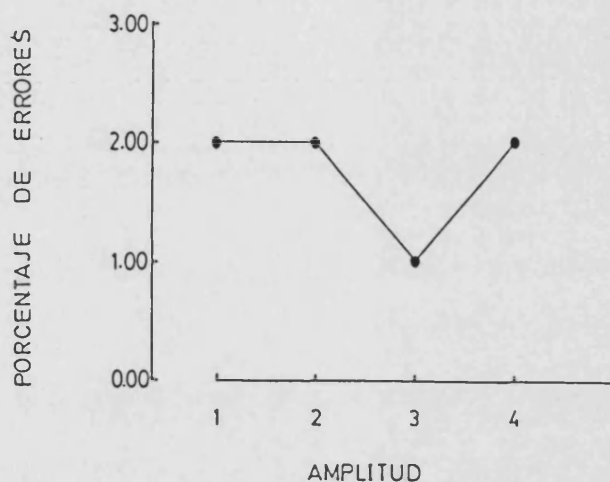


Figura 32b.- Efecto de la amplitud del conjunto sobre el porcentaje de errores en las condiciones de respuesta Si-No en un diseño de conjunto variado

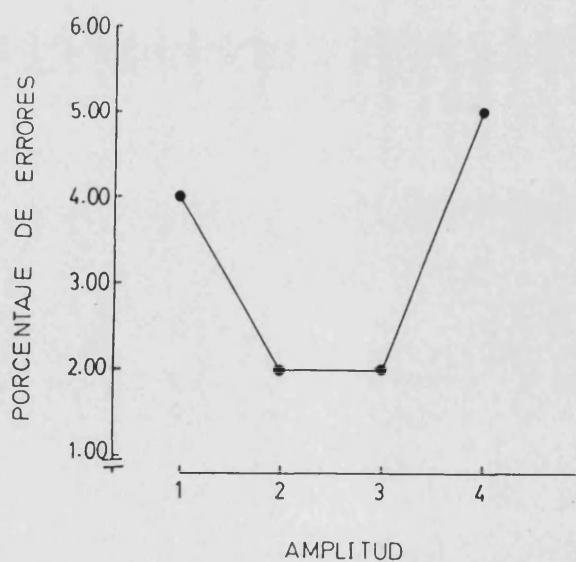


Figura 33.- Efecto del tipo de conjunto sobre el porcentaje de errores en las condiciones de respuesta Si-No

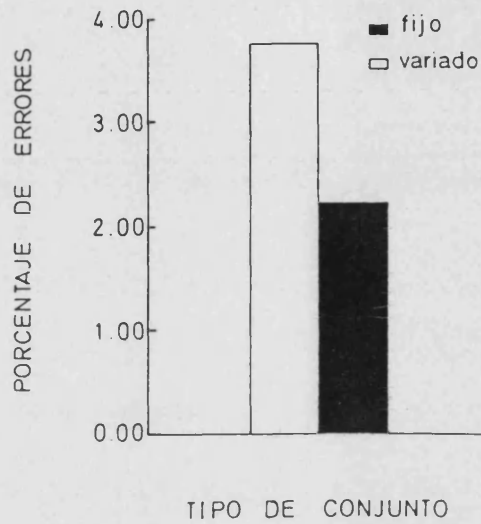


Figura 34.- Efecto del tipo de respuesta sobre el porcentaje de errores en las condiciones de respuesta Si-No

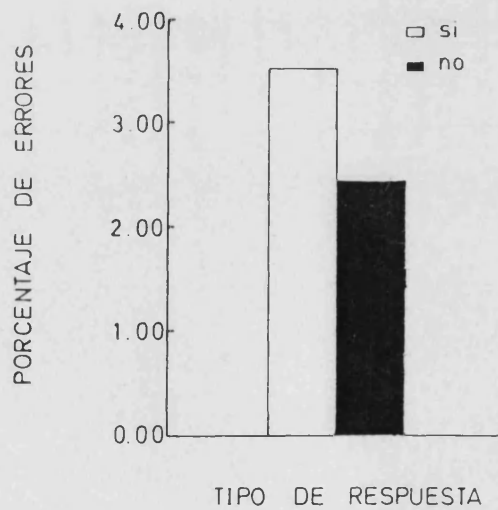


Figura 35a.- Efecto de la interacción del tipo de estímulo x amplitud del conjunto sobre el porcentaje de errores en las condiciones de respuesta Si-No en un diseño de conjunto fijo

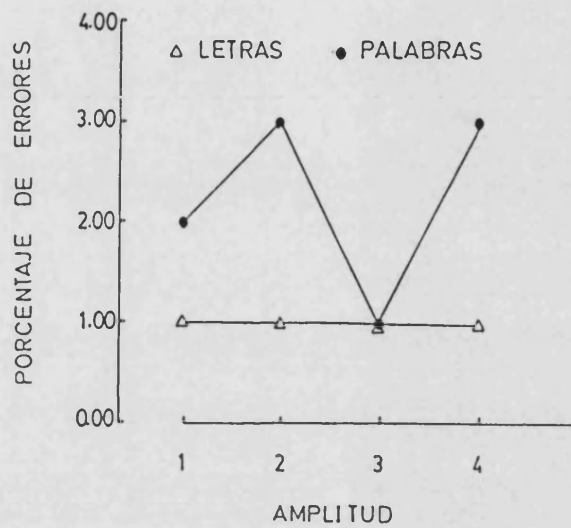


Figura 35b.- Efecto de la interacción del tipo de estímulo x amplitud del conjunto sobre el porcentaje de errores en las condiciones de respuesta Si-No en un diseño de conjunto variado

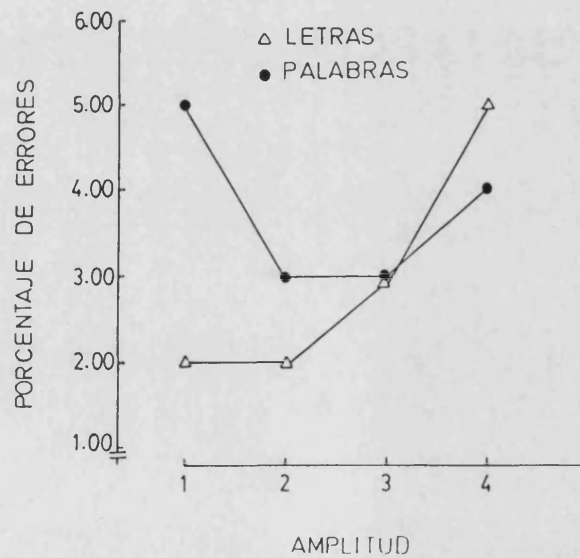


Figura 36.- Efecto de la interacción del tipo de conjunto x práctica sobre el porcentaje de errores en las condiciones de respuesta Si-No

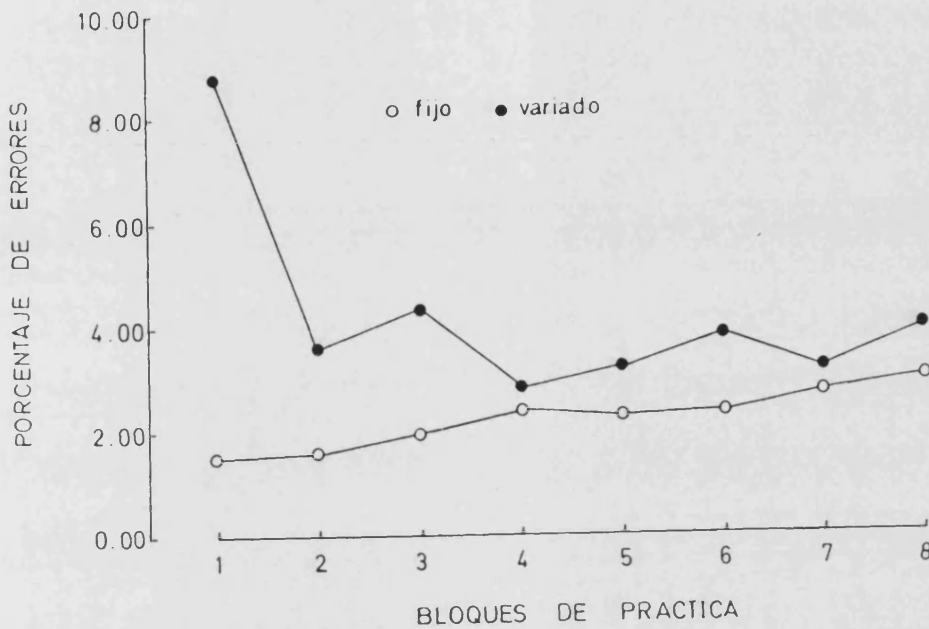
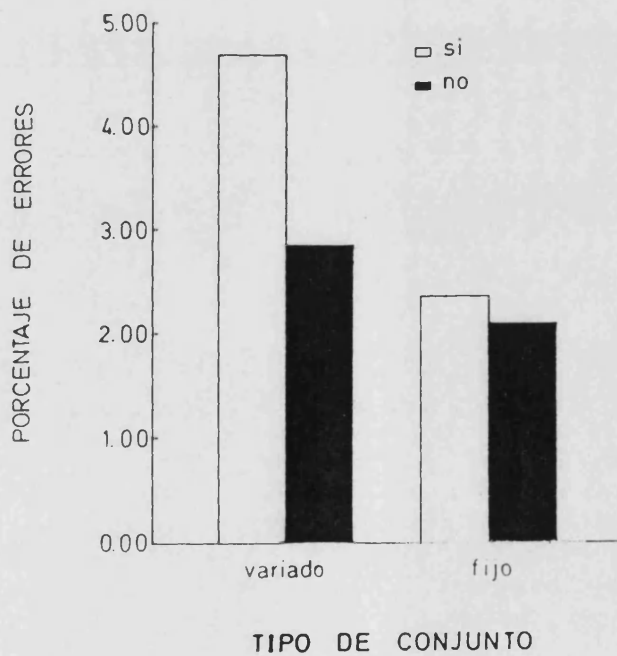


Figura 37.- Efecto de la interacción del tipo de conjunto x tipo de respuesta sobre el porcentaje de errores en las condiciones de respuesta Si-No



Por su parte, la interacción de tercer orden del tipo de conjunto x tipo de estímulo x amplitud x tipo de respuesta, alcanzó la significación,  $F(3,60)=4.500$ ,  $p<.01$ ,  $MSe=.002$  (Véase Figura 39a y b).

Ningún otro efecto principal o de interacción resultó significativo, aunque estuvo próxima la interacción del tipo de conjunto x amplitud,  $F(3,60)=2.333$ ,  $p=.082$ ,  $MSe=.003$ , la del tipo de conjunto x práctica x respuesta,  $F(7,140)=2.000$ ,  $p=.059$ ,  $MSe=.002$ , y la de la amplitud x respuesta,  $F(3,60)=2.500$ ,  $p=.067$ ,  $MSe=.002$ .

#### *7.2.2.2. Análisis de la proporción de errores en función de la amplitud de la secuencia*

##### *Amplitud : 1*

Las proporciones de errores correspondientes a las condiciones 1-1 y 1-0 fueron sometidas a un análisis de varianza de 2 (Tipo de conjunto: variado, fijo) x 2 (Tipo de estímulo: letras, palabras) x 2 (Número de elementos comunes: 0, 1) x 8 (Bloques de práctica: 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8), siendo las dos primeras variables entresujetos y las dos restantes intrasujetos.

Figura 38.- Efecto de la interacción del tipo de conjunto x tipo de estímulo x amplitud sobre el porcentaje de errores en las condiciones de respuesta Si-No

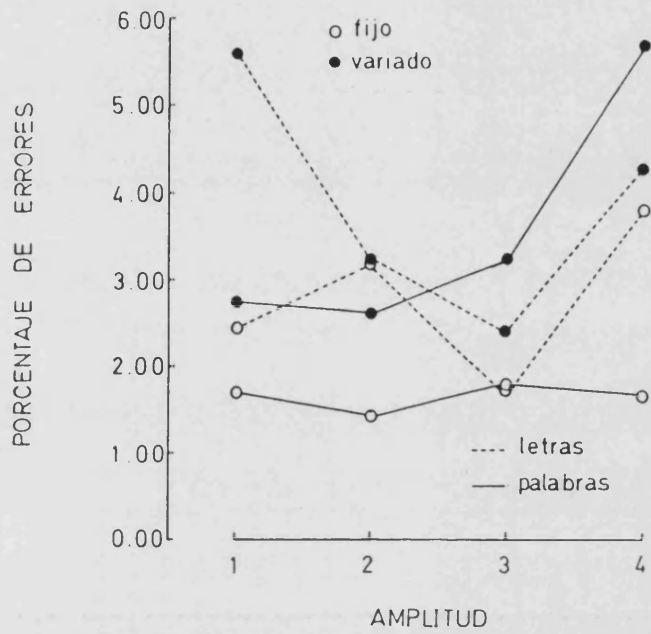




Figura 39a.- Efecto de la interacción del tipo de conjunto x tipo de estímulo x amplitud del conjunto x tipo de respuesta sobre el porcentaje de errores en las condiciones de respuesta Si-No en un diseño de conjunto fijo

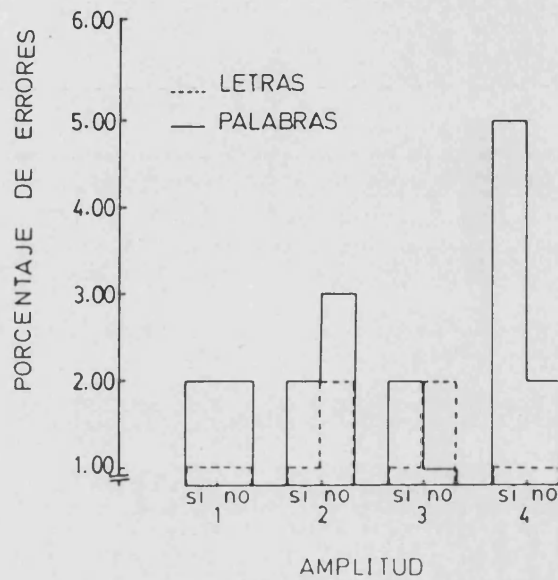
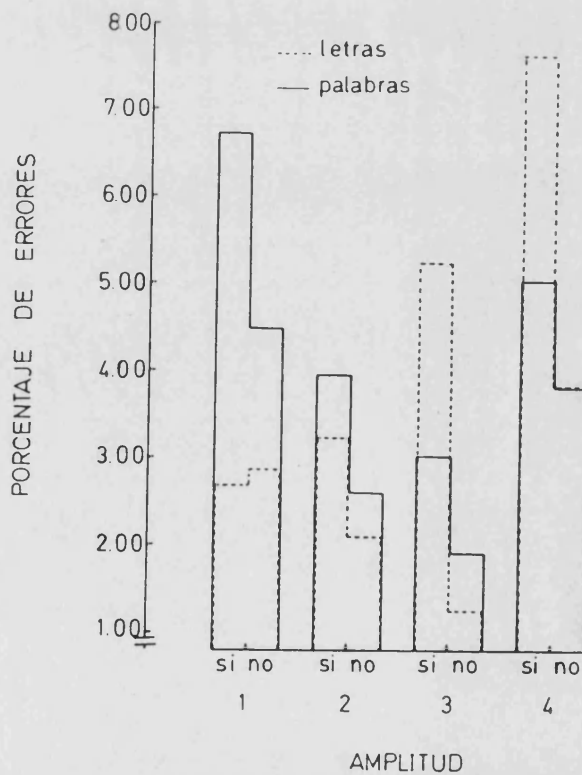


Figura 39b.- Efecto de la interacción del tipo de conjunto x tipo de estímulo x amplitud del conjunto x tipo de respuesta sobre el porcentaje de errores en las condiciones de respuesta Si-No en un diseño de conjunto variado



Los resultados de dicho análisis mostraron un efecto significativo del tipo de conjunto,  $F(1,20)=7.333$ ,  $p<.05$ ,  $MSe=.006$  (Véase Figura 40); y del tipo de estímulo,  $F(1,20)=5.000$ ,  $p<.05$ ,  $MSe=.006$  (Véase Figura 41).

Respecto a las interacciones, tan solo alcanzó la significación estadística la de primer orden del tipo de estímulo x número de elementos comunes,  $F(1,20)=7.000$ ,  $p<.05$ ,  $MSe=.001$  (Véase Figura 42).

Ningún otro efecto principal o de interacción se mostró significativo, aunque el efecto principal del número de elementos comunes,  $F(1,20)=4.000$ ,  $p=.057$ ,  $MSe=.001$ , y de la práctica,  $F(7,140)=2.000$ ,  $p=.059$ ,  $MSe=.001$ , junto con la interacción de primer orden del tipo de conjunto x práctica,  $F(7,140)=2.000$ ,  $p=.059$ ,  $MSe=.001$ , se aproximaron a los límites estadísticos.

### *Amplitud : 2*

Las proporciones de error correspondientes a las condiciones 2-2, 2-1, y 2-0 fueron sometidas a un análisis de varianza de 2 (Tipo de conjunto: variado, fijo) x 2 (Tipo de estímulo: letras, palabras) x 3 (Número de elementos comunes: 0, 1, 2) x 8 (Bloques de práctica: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8), siendo las dos primeras variables entresujetos y las dos restantes intrasujetos.

Tan solo el efecto principal del número de elementos comunes resultó significativo,  $F(2,40)=12.000$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=.007$  (Véase Figura 43a y b). Se realizaron pruebas de Newman-Keuls para examinar las diferencias entre los distintos niveles de la variable número de

Figura 40.- Efecto del tipo de conjunto sobre el porcentaje de errores en secuencias de amplitud 1, 3 y 4

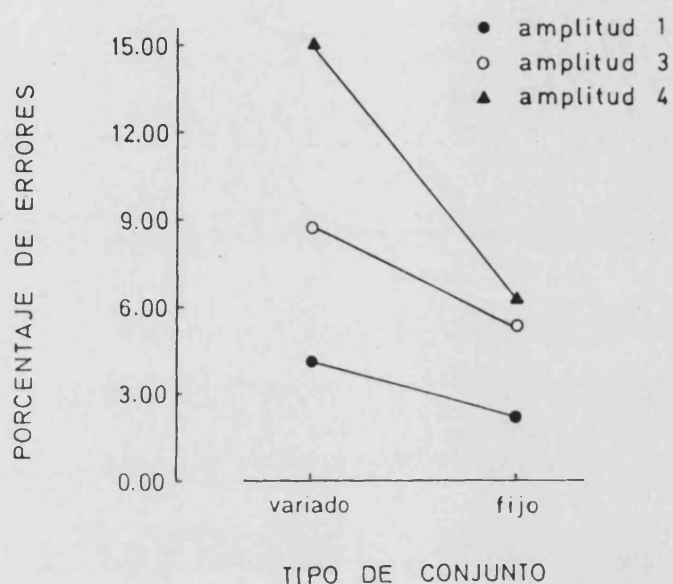


Figura 41.- Efecto del tipo de estímulo sobre el porcentaje de errores en secuencias de amplitud 1

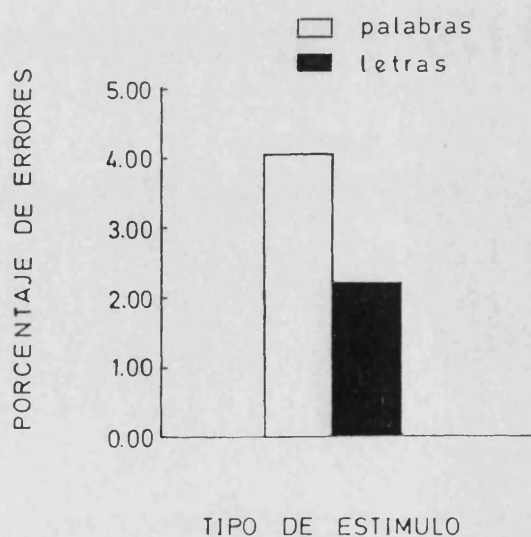


Figura 42.- Efecto de la interacción del tipo de estímulo x número de elementos comunes sobre el porcentaje de errores en secuencias de amplitud 1 y 4

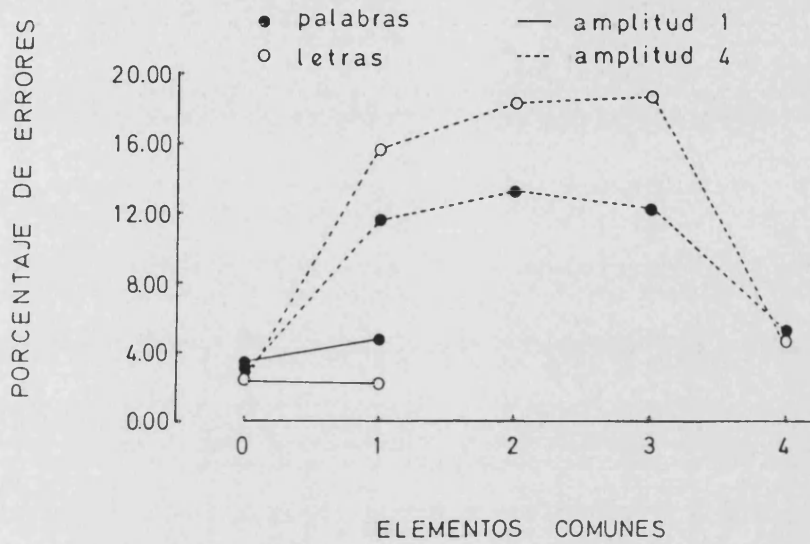


Figura 43a.- Efecto del número de elementos comunes sobre el porcentaje de errores en secuencias de amplitud 2, 3 y 4 en un diseño de conjunto fijo

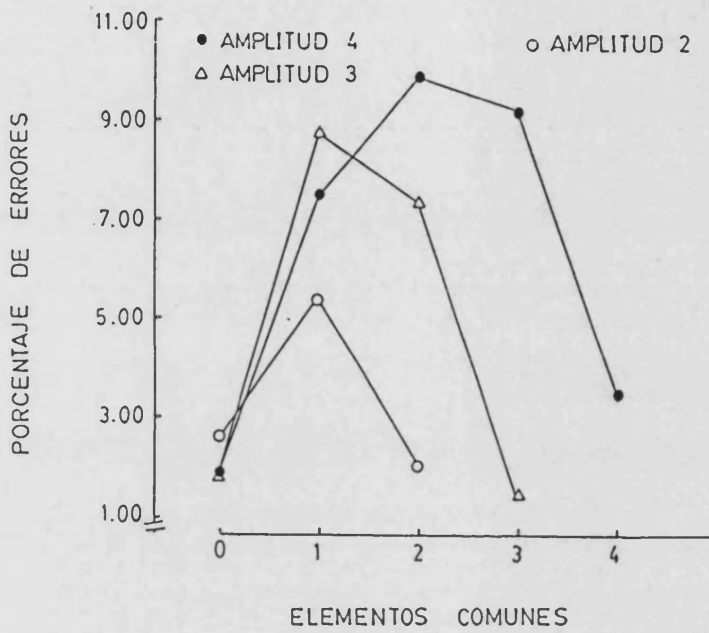
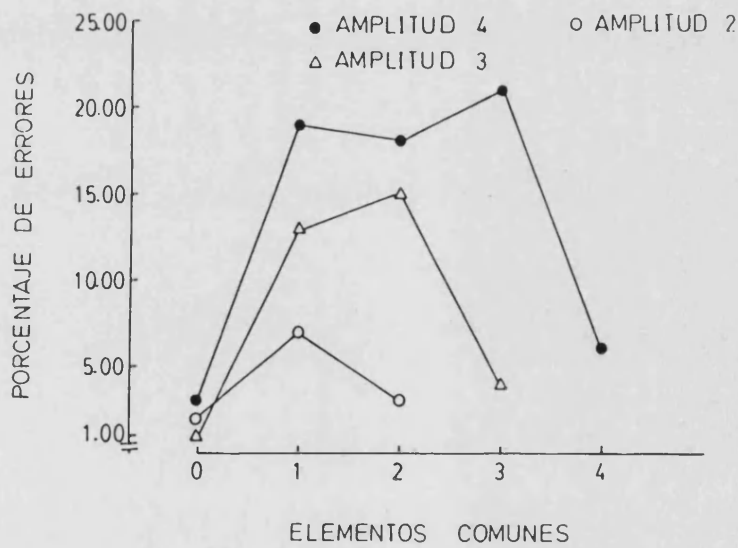


Figura 43b.- Efecto del número de elementos comunes sobre el porcentaje de errores en secuencias de amplitud 2, 3, y 4 en un diseño de conjunto variado



elementos comunes. Los resultados mostraron que las diferencias entre EC1-EC2 ( $p < .01$ ) y EC1-EC0 ( $p < .05$ ) fueron significativas (donde, EC indica el número de elementos comunes entre ambas secuencias).

Ningún otro efecto principal o de interacción alcanzó la significación estadística, aunque la interacción del número de elementos comunes x práctica,  $F(14,280) = 1.667$ ,  $p = .062$ ,  $MSe = .003$ , estuvo próxima.

### *Amplitud : 3*

Se realizó un análisis de varianza sobre las proporciones de errores cometidos en las condiciones 3-3, 3-2, 3-1, 3-0, de 2 (Tipo de conjunto: fijo, variado) x 2 (Tipo de estímulo: letras, palabras) x 4 (Número de elementos comunes: 0, 1, 2, 3) x 8 (Bloques de práctica: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8), siendo las dos primeras variables entresujetos y las dos restantes intrasujetos.

Los resultados mostraron un efecto principal del factor tipo de conjunto,  $F(1,20) = 5.638$ ,  $p < .05$ ,  $MSe = .047$  (Véase Figura 40); y del número de elementos comunes,  $F(3,60) = 25.650$ ,  $p < .001$ ,  $MSe = .020$  (Véase Figura 43a y b). Se realizaron pruebas de Newman-Keuls para examinar las diferencias entre los distintos niveles de la variable número de elementos comunes. Dichas pruebas mostraron significativas ( $p < .01$ ) las diferencias entre EC2-EC0, EC2-EC3, EC1-EC0, EC1-EC3 (donde, EC indica el número de elementos comunes entre ambas secuencias).

Por último, asimismo, el efecto principal de la práctica resultó estadísticamente significativo,  $F(7,140) = 2.750$ ,  $p < .05$ ,  $MSe = .004$  (Véase Figura 44). Se realizaron pruebas de Newman-Keuls para

examinar las diferencias entre los distintos niveles de la variable práctica. Resultaron significativas ( $p < .05$ ) las diferencias entre B1-B7, B1-B8, B2-B8, B3-B7, B3-B8, B5-B7, B5-B8 (donde, B indica el número de bloque de práctica).

Respecto a las interacciones, se mostró significativa la de primer orden del tipo de conjunto x número de elementos comunes,  $F(3,60)=3.150$ ,  $p < .05$ ,  $MSe=.02$  (Véase Figura 45).

Por último, la interacción de tercer orden del tipo de conjunto x tipo de estímulo x número de elementos comunes x práctica resultó estadísticamente significativa,  $F(21,420)=2,500$ ,  $p < .001$ ,  $MSe=.004$  (Véase Figura 46a y b).

Ningún otro efecto principal o de interacción alcanzó la significación, aunque la interacción de primer orden del tipo de conjunto x práctica,  $F(7,140)=2.000$ ,  $p=.059$ ,  $MSe=.004$ , y la del número de elementos comunes x práctica,  $F(21,420)=1.500$ ,  $p=.073$ ,  $MSe=.004$ , estuvieron próximas.

#### *Amplitud : 4*

Las proporciones de errores de las condiciones 4-4, 4-3, 4-2, 4-1, y 4-0 fueron sometidas a un análisis de varianza de 2 (Tipo de conjunto: variado, fijo) x 2 (Tipo de estímulo: letras, palabras) x 5 (Número de elementos comunes: 0, 1, 2, 3, 4) x 8 (Bloques de práctica: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8), siendo las dos primeras variables entresujetos y las dos restantes intrasujetos.

Figura 44.- Efecto de la práctica sobre el porcentaje de errores en secuencias de amplitud 3 y 4

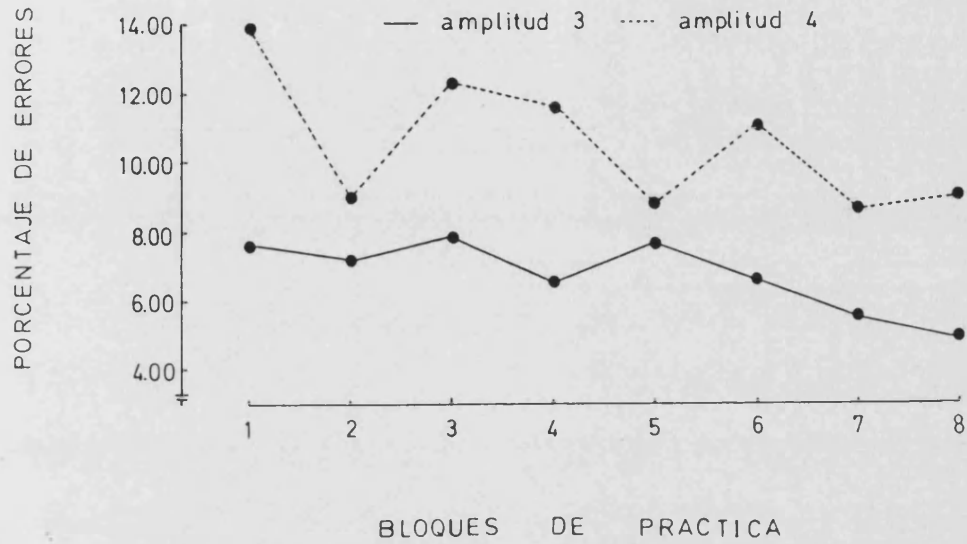


Figura 45.- Efecto de la interacción del tipo de conjunto x número de elementos comunes sobre el porcentaje de errores en secuencias de amplitud 3 y 4

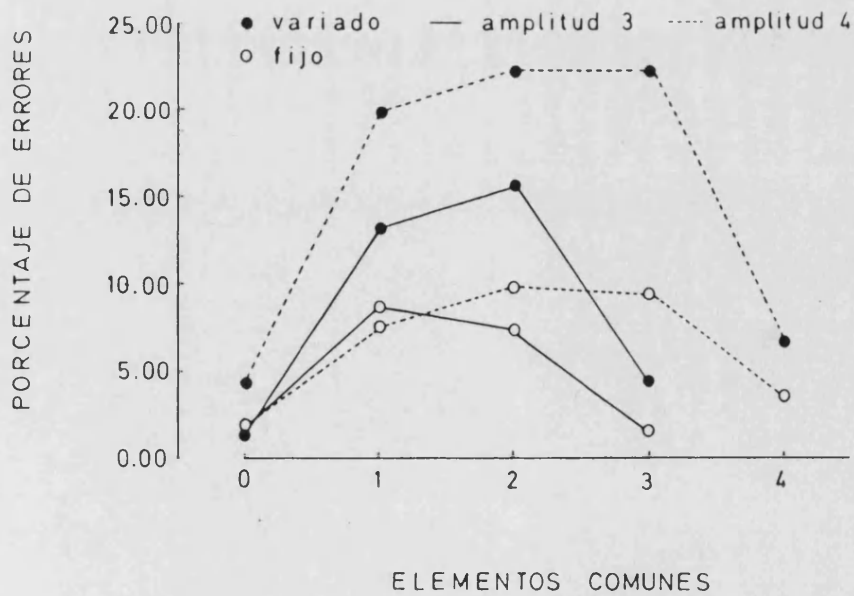




Figura 46a.- Efecto de la interacción del tipo de conjunto x tipo de estímulo x número de elementos comunes x práctica sobre el porcentaje de errores en secuencias de amplitud 3 en un diseño de conjunto fijo

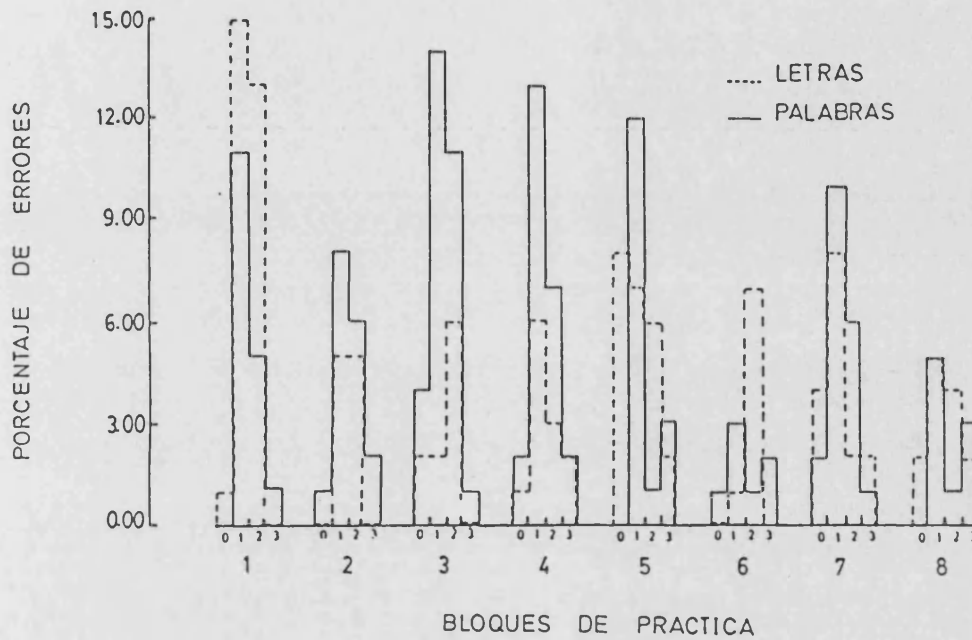
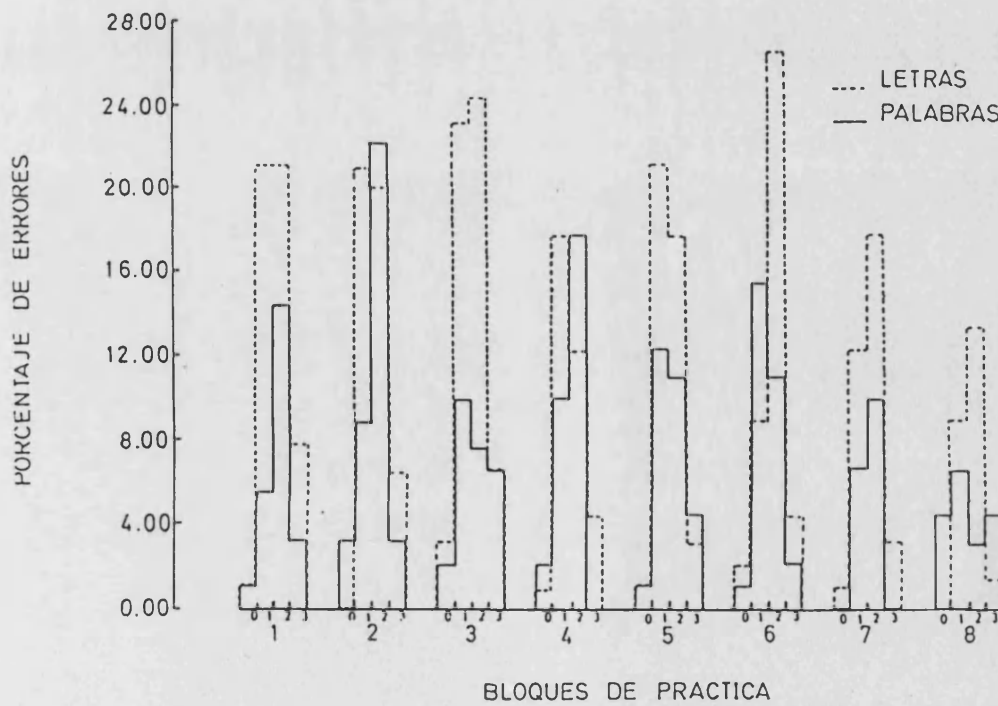


Figura 46b.- Efecto de la interacción del tipo de conjunto x tipo de estímulo x número de elementos comunes x práctica sobre el porcentaje de errores en secuencias de amplitud 3 en un diseño de conjunto variado



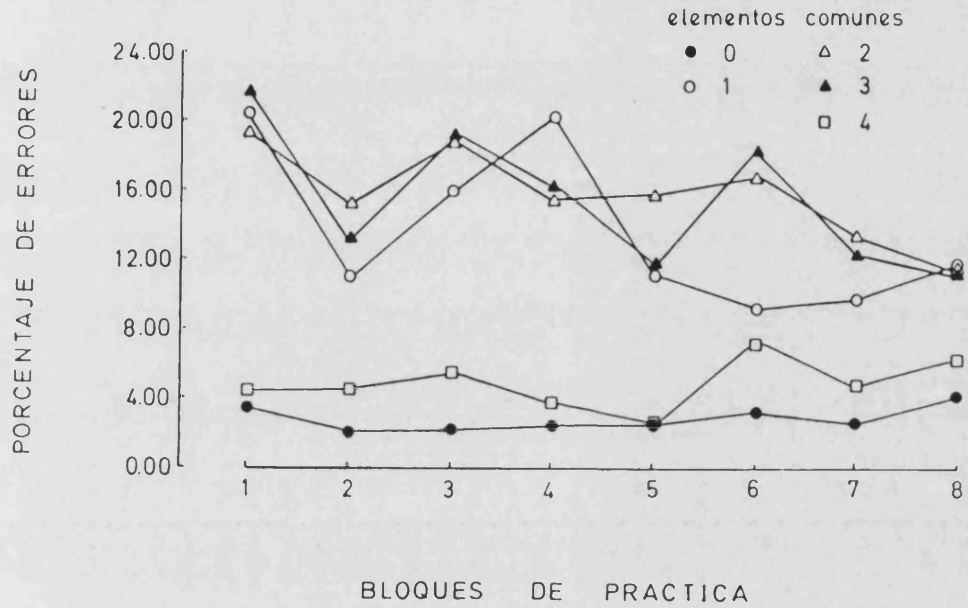
Los resultados de dicho análisis mostraron efectos significativos del tipo de conjunto,  $F(1,20)=13.000$ ,  $p<.005$ ,  $MSe=.129$  (Véase Figura 40); y del número de elementos comunes,  $F(4,80)=41.056$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=.018$ . (Véase Figura 43a y b). Se realizaron pruebas de Newman-Keuls para examinar las diferencias entre los distintos niveles de la variable número de elementos comunes entre ambas secuencias. Los resultados mostraron significativas ( $p<.01$ ) las diferencias entre EC2-EC0, EC2-EC4, EC3-EC0, EC3-EC4, EC1-EC0, EC1-EC4; y entre ( $p<.05$ ) EC4-EC0 (donde, EC indica el número de elementos comunes).

Por último, el efecto principal de la práctica resultó significativo,  $F(7,140)=5.000$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=.009$  (Véase Figura 44). Se realizaron pruebas de Newman-Keuls para examinar las diferencias entre los niveles de la variable práctica. Dichas pruebas mostraron que eran significativas ( $p<.01$ ) las diferencias entre B1-B2, B1-B5, B1-B7, B1-B8, B3-B2, B3-B8; y entre ( $p<.05$ ) B1-B4, B3-B5, B3-B7, B4-B7, B4-B8, B6-B8 (donde, B indica el número del bloque de práctica).

Respecto a las interacciones, alcanzó la significación la de primer orden del tipo de conjunto x número de elementos comunes,  $F(4,80)=8.111$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=.018$  (Véase Figura 45); la del tipo de estímulo x número de elementos comunes,  $F(4,80)=2.667$ ,  $p<.05$ ,  $MSe=.018$  (Véase Figura 42); y la del número de elementos comunes x práctica,  $F(28,560)=2.000$ ,  $p<.005$ ,  $MSe=.008$  (Véase Figura 47).

Ningún otro efecto principal o de interacción alcanzó la significación estadística.

Figura 47.- Efecto de la interacción del número de elementos comunes x práctica sobre el porcentaje de errores en secuencias de amplitud 4



### 7.3. Discusión

#### *Automatización en la búsqueda de información*

En primer lugar, hay que indicar que los resultados del tiempo de búsqueda muestran que existe un efecto evidente del tipo de respuesta, de forma que los juicios *igual* son, en todas las condiciones, más rápidos que los *diferente* (Véase Figura 4), resultado que, por otra parte, no hace sino confirmar la ya conocida discrepancia a favor de las respuestas positivas (p.e. Ambler y Proctor, 1976; Bamber, 1969, 1972; Beller, 1970, 1971; Eichelman, 1970; Krueger, 1978, 1983, 1984a; Nickerson, 1972; Proctor, 1981; Proctor y Hurst, 1982; Proctor y Rao, 1983; Taylor, 1976b). Ahora bien, especificar las condiciones en que es más evidente la discrepancia, en función de los propósitos formulados.

Uno de los objetivos del experimento que aquí se presenta era analizar de qué forma la práctica en la tarea influye sobre el proceso de búsqueda y comparación. Para ello se ha analizado el efecto que tienen sobre el tiempo de reacción el grado de entrenamiento en la tarea, y la consistencia entre estímulo y respuesta (también en, Fisk y Schneider, 1983, 1984a, 1984b; Graboi, 1971; Kristofferson, 1977; Ross, 1970; Schneider y Fisk, 1982a, 1983, 1984; Schneider y Shiffrin, 1977a; Shiffrin y Schneider, 1977; Simpson, 1972; Wickens, 1980). Estas dos variables se han introducido, con frecuencia, para el estudio de las estrategias de búsqueda automática (Véase Capítulo 3). Sin embargo, hay que hacer una aclaración previa, ya que la utilización del término *automatismo* podría presentar cierta confusión respecto al propósito del experimento que se está discutiendo. De hecho, en este experimento

no interesa tanto analizar las condiciones que hacen posible el desarrollo de un mecanismo de búsqueda automática, de lo que se ha ocupado, centralmente, el trabajo de algunos autores (p.e. Duncan, 1980; Fisk y Schneider, 1983, 1984a, 1984b; Jones y Anderson, 1982; Jonides et al., 1985; LaBerge, 1981; Naveh-Benjamin y Jonides, 1985; Schneider y Fisk, 1982a, 1983, 1984; Schneider y Shiffrin, 1977a; Shiffrin y Schneider, 1977), como analizar qué efecto tienen, sobre la discrepancia entre juicios positivos y negativos, dos variables que se consideran estrechamente relacionadas con el automatismo (la práctica y la consistencia entre estímulo y respuesta). De ahí que el grado de entrenamiento utilizado no ha sido elevado.

Considerando los tiempos de reacción globales para las condiciones de respuesta *igual y diferente*, se han obtenido dos resultados que confirman otros aparecidos en la literatura experimental. En primer lugar, los ensayos diseñados con conjunto fijo presentan, en ambos casos (respuesta afirmativa y negativa), latencias de respuesta inferiores que los de conjunto variado. En otras palabras, cuando el sujeto busca una secuencia de items que permanece constante a lo largo de una serie de ensayos, el tiempo que invierte en la tarea es significativamente menor que cuando en cada ensayo se le presentan nuevos items que debe memorizar. La diferencia entre ambos tipos de conjuntos es de, aproximadamente, 170 milisegundos, a favor del conjunto fijo (Véase Figura 1), y está de acuerdo con otros resultados anteriores (p.e. Kristofferson, 1972a, 1972b, 1977; Fisk y Schneider, 1983, 1984a, 1984b; Schneider y Fisk, 1982a, 1982b, 1983, 1984; Schneider y Shiffrin, 1977a; Shiffrin y Schneider, 1977).

En segundo lugar, y puede resultar obvio, el grado de práctica en la tarea disminuye, progresivamente, el tiempo de reacción global (también

en Graboi, 1971; Kristofferson, 1972a, 1977; Schneider y Fisk, 1984b; Simpson, 1972); de forma que, desde la primera sesión hasta la última, se produce una disminución de 220 milisegundos en la latencia total de respuesta, aunque con un efecto mucho más marcado durante los tres primeros bloques de ensayos (en los que se produce una disminución de 159 milisegundos) (Véase Figura 2).

Por su parte, la interacción del tipo de conjunto x práctica confirma que la disminución del tiempo de reacción global no es homogénea, según se trate de diseños de conjunto fijo o variado (Véase Figura 5). En los ensayos de conjunto variado los resultados se ajustan a una línea plana a partir del tercer bloque de práctica. Es decir, aunque el tiempo absoluto de búsqueda se reduce, aproximadamente, 132 milisegundos durante las tres primeras sesiones experimentales a partir de la cuarta se estabiliza, sin que se observe variación en el resto de niveles de práctica. El proceso de búsqueda global en diseño variado no es, pues, completamente insensible al grado de entrenamiento en la tarea; aunque resulta difícil predecir qué ocurriría con niveles más extensos de práctica.

Sin embargo, en los ensayos de conjunto fijo, la disminución del tiempo de reacción es homogénea a lo largo de las ocho sesiones, e incluso parece sugerir que una práctica mayor produciría efectos más potentes sobre la latencia de respuesta global. La disminución total sobre el tiempo de reacción, desde la primera hasta la última sesión de práctica, es de, aproximadamente, 300 milisegundo. Estos resultados dan a entender que es posible desarrollar ciertas condiciones de automatismo en la búsqueda, a partir de una modificación de los diseños de conjunto fijo elaborados por Sternberg, como este mismo autor observó (Véase Sternberg, 1975).

Por último, como cabía esperar por el tipo de diseño utilizado, el factor tamaño de la secuencia tiene un efecto muy marcado sobre el tiempo de reacción. La latencia de respuesta se ajusta a una función lineal con un crecimiento positivo, de forma que a mayor número de items en las secuencias, el tiempo de reacción aumenta significativamente (Véase Figura 3). El efecto del tamaño se mantiene constante tanto para secuencias diseñadas con conjunto fijo como variado, así como para juicios positivos y negativos (Véase Figura 6). Este resultado no tiene interés explicativo ya que es una conclusión lógica del diseño utilizado. Ahora bien, el efecto de la práctica es diferencial según el tamaño de la secuencia, debido probablemente al distinto rango de variabilidad que permite esta variable (Véase Figura 7). De hecho, aunque en términos absolutos se produce una disminución en el tiempo global de aproximadamente 325 milisegundos, desde el bloque primero al octavo, en conjuntos de amplitud 4, esa disminución es de tan solo 110 milisegundos en el tamaño 1. No obstante, transformando estos valores en porcentajes, apenas si se percibe una variación significativa (en secuencias de tamaño 3 y 4, la disminución del tiempo de reacción es del 25 %; del 23 %, en tamaño 2; y del 21 % en amplitud 1).

#### *Automatismo en el proceso de comparación*

Una de las conclusiones extraídas del análisis del proceso de búsqueda, que se ha realizado en el apartado anterior, ha sido la constatación empírica de diferencias en los tiempos de reacción en función de que el juicio fuera afirmativo o negativo. Lo que interesa analizar en este punto es si dichas discrepancias se refieren a la etapa de

comparación, o a alguno de los restantes procesos en los que puede descomponerse el tiempo de reacción global. Para ello se realizó un análisis de regresión, considerando la latencia de respuesta en función del número de items comparados (Sternberg, 1966). De esta forma es posible descomponer el tiempo de reacción global, y analizar independientemente el proceso de comparación.

En el experimento que se está discutiendo, los juicios *igual* implican siempre tiempos de comparación inferiores que los *diferente*, en ambos tipos de consistencia entre estímulo-respuesta (conjunto fijo: la pendiente para juicios afirmativos es de, aproximadamente, 165 milisegundos y de 234 milisegundos para los negativos; conjunto variado: la pendiente para juicios afirmativos es de 243 milisegundos y para los negativos de 314 milisegundos) (Véase Figura 15a y 15b). Los valores más bajos de las pendientes se producen en secuencias de letras con diseño de conjunto fijo (alrededor de 150 milisegundos) y comparación positiva (Véase Figura 16a y 16b). Existe una discrepancia muy marcada entre respuestas afirmativas y negativas en secuencias de letras (tanto en conjunto fijo como variado); sin embargo, la diferencia entre ambos tipos de respuesta, con palabras es mucho menor. El tiempo invertido en comparar letras iguales es, en cualquier caso, menor que para las diferentes. Hay que considerar que, a pesar de otros resultados anteriores (p.e. Schneider y Shiffrin, 1977a), el efecto del tipo de estímulo sobre el tiempo de comparación no resulta significativo. No es posible suponer un proceso de comparación diferencial, según se trate de estímulos simples (letras) o complejos (palabras).

Una vez confirmada experimentalmente la existencia de discrepancia entre juicios *igual* y *diferente*, interesa analizar si la práctica tiene algún efecto sobre el proceso de comparación positiva y



negativa. El análisis del efecto de la práctica sobre el tiempo de la etapa de comparación permite confirmar el resultado ya conocido e intuitivo de que el nivel de ejercicio en la tarea disminuye el tiempo invertido en ese proceso (Graboi, 1970; Kristofferson, 1972a, 1977; Schneider y Shiffrin, 1977a; Shiffrin y Schneider, 1977; Simpson, 1972). En el experimento que aquí se presenta esta disminución, en términos absolutos, se sitúa en alrededor de 90 milisegundos, desde el primer bloque hasta el octavo, y parece que la tendencia sigue siendo descendente, por lo que cabría esperar que con un nivel mayor de ejercicio en la tarea, el efecto de la práctica sobre el tiempo de comparación fuese más marcado (Véase Figura 14). Sin embargo, la influencia de esta variable no parece ser idéntica, según se trate de ensayos de conjunto fijo o variado.

El efecto de la práctica sobre el tiempo de comparación en los ensayos de conjunto variado es casi nulo; mientras que resulta muy evidente en los de proyección fija (Briggs y Blaha, 1969; Fisk y Schneider, 1983, 1984a, 1984b; Kristofferson, 1972a, 1972b, 1977; Ross, 1970; Schneider y Fisk, 1982a, 1983, 1984; Schneider y Shiffrin, 1977a; Shiffrin y Schneider, 1977). Las pendientes en los ensayos de conjunto variado apenas si disminuyen desde el primer bloque de práctica hasta el último (la discrepancia según el bloque de práctica se sitúa en alrededor de los 50 milisegundos, pero sin guardar una tendencia homogénea en los distintos niveles de ejercicio). En el caso de las secuencias de conjunto fijo, las pendientes disminuyen progresivamente a lo largo de los ocho bloques de práctica, en alrededor de 125 milisegundos. En los ensayos de conjunto fijo, pueden ajustarse para explicar los datos funciones lineales negativa con un crecimiento atenuado, aunque progresivo. Probablemente, la disminución sería más

evidente con niveles de práctica mayores; sin embargo, el valor de las pendientes nunca podría ser cero (Véase Figura 17).

La interacción de la práctica y la consistencia entre estímulo y respuesta sobre el tiempo de comparación ya se había observado en otros diseños similares al que se ha utilizado en este experimento (p.e. Schneider y Shiffrin, 1977a; Shiffrin y Schneider, 1977). En los diseños de proyección consistente (similar a los de conjunto fijo), introducidos por Schneider y Shiffrin (1977), se consigue que el sujeto desarrolle rápidamente una norma de respuesta coherente, ya que los items positivos y los distractores pertenecen a dos categorías diferentes. Por su parte, en los diseños de proyección variada (similar al conjunto variado), los items positivos y negativos forman parte del mismo grupo categorial, con lo que el sujeto deberá llevar a cabo una búsqueda serial. El paradigma de este experimento, aunque no idéntico al de Schneider y Shiffrin, consigue generar, en los ensayos de conjunto fijo, una norma consistente de respuesta que se traduce en tiempos de comparación menores en comparación con los de ensayos de conjunto variado, aún sin utilizar grupos categoriales diferentes (también en Sternberg, 1975).

Resulta evidente, en función de estos resultados, que en los diseños de conjunto fijo el sujeto desarrolla una estrategia de comparación que cuenta con un cierto componente de automatismo, generado tras una práctica no, excesivamente, extensa (8 bloques). En principio, si la consistencia entre estímulo y respuesta, en los diseños de conjunto fijo, no es tan evidente como en los ensayos de proyección consistente (tipo Schneider y Shiffrin), es porque el sujeto tiene mayor dificultad en captar la relación entre items de prueba y distractores, y por lo tanto la influencia de la práctica sobre la comparación podría ser menor. Sin embargo, la disminución de los valores de las pendientes en las

secuencias de conjunto fijo, desde el primer bloque hasta el tercero es de aproximadamente 70 milisegundos; es decir, que más de la mitad de la reducción del valor de las pendientes se produce a lo largo de las tres primeras sesiones de práctica. En otras palabras, el sujeto llega a captar la relación entre items de prueba y distractores, y automatiza el proceso de comparación, rápidamente; adquisición que no se observa en los ensayos de conjunto variado.

El efecto diferencial de la práctica sobre el tiempo de reacción, según el tipo de diseño utilizado, parece apoyar la hipótesis de los dos tipos de búsqueda (búsqueda controlada-detección automática) formulada por Schneider y Shiffrin (1977), y que se expuso en la parte teórica de esta tesis. En el modelo propuesto por Schneider y Shiffrin se supone que el efecto del tamaño de la secuencia buscada debe influir, únicamente, sobre el tiempo de comparación de los ensayos con proyección variada (en este caso de conjunto variado), sin influencia en las pendientes para los ensayos con proyección consistente (en este caso conjunto fijo). Desde este modelo se defiende que una de las características diferenciales entre el proceso de búsqueda controlada y el de detección automática es la ausencia de recursos atencionales limitados en la detección automática, por lo que el volumen de información que debe buscarse no altera la eficiencia de la respuesta. Sin embargo, desde este diseño experimental no puede considerarse la adecuación de tal supuesto, ya que, en cualquier condición, el sujeto necesariamente desarrolla una búsqueda exhaustiva de todos los elementos de la secuencia (en ambos tipos de conjunto se observa un ajuste lineal del tiempo de reacción en función de la amplitud de la secuencia).

El ajuste lineal sobre el tiempo de reacción permite no solo el análisis, independiente, de la etapa de comparación, sino asimismo, del

resto de procesos comprometidos en la tarea de búsqueda, que pueden inferirse a partir del valor de las ordenadas en el origen de las líneas de regresión.

El valor promedio de las interceptales para cualquiera de las condiciones experimentales es de, aproximadamente, 190 milisegundos. Este resultado sorprende por ser, substancialmente, inferior a los de otros trabajos en búsqueda múltiple (p.e. Algarabel, 1985b, ajusta interceptales medias que oscilan entre 586 y 676 milisegundos, según el nivel de práctica en la tarea), y con búsqueda simple (p.e. Sternberg, 1966, obtiene ordenadas en el origen con valores promedios entre 369 y 393 milisegundos, según se trate de diseños de conjunto fijo o variado, respectivamente). Hay que considerar que la disminución en el valor de las interceptales, probablemente, se debe a que el tiempo de elección de respuesta está incluido en la pendiente, y por lo tanto no tiene gran interés explicativo.

El análisis del efecto del tipo de respuesta sobre los valores de las interceptales, confirma que la discrepancia observada en los tiempos absolutos para juicios positivos y negativos se debe al tiempo de comparación y no al resto de etapas en la transformación del estímulo. Los valores de las ordenadas en el origen para respuestas negativas son significativamente menores que para las respuestas positivas (en alrededor de 80 milisegundos) (Véase Figura 18). Sin embargo, la interpretación de las interceptales resulta difícil ya que, por ejemplo, en las secuencias formadas por palabras, apenas si existe diferencia entre juicios *igual-diferente*, y de hecho la discrepancia se produce a favor de las respuestas negativas (Véase Figura 20). Por otra parte, la discrepancia en los valores de las ordenadas en el origen entre juicios

*igual-diferente* no se reduce con la práctica en la tarea, ni con el tipo de conjunto presentado.

Los resultados discutidos parecen apoyar que, bajo las condiciones impuestas, el sujeto desarrolla dos procesos de búsqueda que pueden identificarse, al menos en parte, con la búsqueda controlada (en conjunto variado) y la detección automática (en conjunto fijo), sobre todo atendiendo al efecto diferencial de la práctica.

### *Mecanismo de reanálisis*

La evidencia de un mecanismo de reanálisis (tal y como fue propuesto por Krueger, 1978), se pone de relieve al observar el efecto que el número de elementos iguales tiene sobre el tiempo de reacción global.

La posibilidad de analizar, independientemente, los ensayos en los que las secuencias se diferencian en algún elemento viene dada por las características del diseño utilizado, ya que además de las dos condiciones extremas en las que todos los items de los dos conjuntos (memorizado y de prueba) son iguales o diferentes, se presentan ciertas condiciones mixtas en las que el sujeto tiene que realizar, simultáneamente, comparaciones positivas y negativas. En este último caso el proceso de decisión está contaminado por comparaciones simultáneas entre estímulos iguales y diferentes.

Tal y como se ha expuesto en esta misma discusión, el proceso de comparación positivo es siempre más rápido que el negativo. Ahora bien, considerando, globalmente, ambos tipos de respuesta (*igual-diferente*), se observa que la latencia total es mucho menor en

estas dos condiciones que en las de comparación mixta; manteniéndose esta misma tendencia en todas las amplitudes consideradas.

Los resultados indican que al aumentar el número de items diferentes entre las dos secuencias, el tiempo de reacción global es mayor. No se observan diferencias entre ensayos de conjunto fijo y de conjunto variado (aunque hay que considerar que en las secuencias de amplitud 3 no aparece un efecto significativo de la interacción entre el tipo de conjunto y el número de elementos comunes). Para ambos tipos de conjunto la latencia de la respuesta se ajusta a una función con forma de U invertida, al considerar el número de elementos comunes; aunque siempre con tiempos absolutos inferiores en el caso de las secuencias de conjunto fijo que en las de variado (Véase Figura 23a y 23b, 24, 28a y 28b). Estos resultados corresponden con los obtenidos en el análisis de la discrepancia entre juicios *igual-diferente*. Es decir, parece lógico pensar que si una comparación positiva se realiza más rápidamente que una negativa, cuanto mayor sea el número de pares de estímulos idénticos menor será el tiempo global necesario para emitir la respuesta. Por otra parte, la tendencia a un reanálisis de la secuencia es más evidente cuanto mayor es el número de diferencias entre ambos conjuntos, revelándose aquí, explícitamente, el mecanismo de reanálisis (recuérdese que para Krueger el enlentecimiento de las respuestas *diferente* se debe a la existencia de un factor de ruido interno que interfiere la ejecución del sujeto).

Ahora bien, otro de los puntos de interés del presente experimento era examinar si la práctica en la tarea disminuye el efecto del ruido interno sobre la discriminación de estímulos diferentes. Como se puso de relieve al exponer los resultados con juicios *igual* y *diferente*, existe un efecto de la práctica muy evidente sobre las condiciones de búsqueda

positiva y negativa; sin embargo, no se observa dicho efecto en las condiciones de búsqueda mixta y parece improbable que puedan llegar a automatizarse los procesos de búsqueda en aquellas tareas en las que el sujeto debe realizar simultáneamente comparaciones con resultado positivo y negativo. El mecanismo de reanálisis sigue siendo evidente en estas condiciones y su utilización no se reduce en función del grado de ejercicio en la tarea. Por lo tanto, el efecto del ruido interno no disminuye ni presentando una relación consistente entre estímulos de prueba y distractores (no hay interacción entre el tipo de conjunto y el número de elementos comunes), ni con un grado de ejercicio alto en la tarea.

### *Sesgos en los criterios de decisión*

El análisis global de los errores en las condiciones de respuesta *igual y diferente* muestra la existencia de un sesgo a responder *diferente* (decir *diferente* ante dos secuencias idénticas); de forma que se observa un porcentaje menor, y estadísticamente significativo, de respuestas incorrectas en los juicios negativos (con, aproximadamente, un 2.5 % de ensayos incorrectos), que en los positivos (con, alrededor, de un 3.5 % de respuestas falsas) (Véase Figura 34). Este patrón de error se podría interpretar a partir de los supuestos del ruido interno y del reanálisis en las secuencias diferentes, ya que en estos casos se supone que el enlentecimiento de la respuesta se acompaña de una mayor precisión en la ejecución (Krueger, 1978). Tal como se defiende desde la teoría del operador en ruido, el factor de ruido interno produce un deterioro en la huella de memoria, de tal forma que los items iguales tienden a

percibirse como diferentes, de ahí que aumente la proporción de errores en las respuestas *igual* . Por su parte, desde alguna otra teoría (p.e Proctor, 1981) se supone que la ventaja en la latencia de las respuestas positivas no tiene por qué ir acompañada de un aumento en la proporción de los falsos *igual* , si se defiende que es un mecanismo de facilitación el que explica que las respuestas positivas sean más rápidas que las negativas. Sin embargo, los resultados de este experimento no apoyarían esta última tesis.

Ahora bien, la tendencia a responder *diferente* parece estar influenciada por el tipo de conjunto presentado. En las secuencias de conjunto variado las respuestas *diferente* son más precisas (con alrededor del 3 % de ensayos incorrectos) que las *igual* (con aproximadamente un 5 % de ensayos con error) (Véase Figura 37). Sin embargo, en los ensayos de conjunto fijo no aparece sesgo en los criterios de decisión, probablemente por el alto nivel de precisión de las respuestas.

El análisis del porcentaje de los errores globales en los dos tipos de diseño (conjunto fijo-conjunto variado), completa el punto anterior. Los resultados de este experimento muestran que en las secuencias de conjunto fijo el número de respuestas incorrectas es menor, en aproximadamente un 2 % de ensayos, que en las de conjunto variado (tal y como se indicaba anteriormente) (Véase Figura 33). Este resultado, vuelve a incidir en la posible existencia de un componente de automatismo, que actúa reduciendo el grado de incertidumbre de las respuestas en ensayos de conjunto fijo. Dicho componente, que parece estar estrechamente vinculado al grado de ejercicio en la tarea, debería implicar, asimismo, una disminución en el volumen de respuestas incorrectas en función de la práctica.



Sin embargo, el grado de entrenamiento en la tarea no tiene efecto sobre la precisión de la respuesta, al menos de una forma generalizada en todas las condiciones experimentales. La ausencia de influencia consistente de esta variable, sobre el porcentaje de error, puede deberse a que el volumen global de respuestas incorrectas es muy bajo, tanto para secuencias de conjunto fijo (los ensayos con respuesta incorrecta son aproximadamente un 2 % del total), como de conjunto variado (los ensayos con respuesta incorrecta son alrededor del 4 % del total). Y de hecho, tan solo en las secuencias de amplitud 3 y 4, se produce una disminución progresiva, aunque muy débil, del porcentaje de errores, y un perfil que se caracteriza por cambios aleatorios a lo largo de los ocho bloques de práctica, en las secuencias de tamaño 4 (Véase Figura 44). Ahora bien, si se considera que una proporción de dichos errores se debe a fallos en la respuesta motora, como reconocía algún sujeto experimental, es difícil esperar que la práctica pueda aumentar la eficiencia de la ejecución.

No obstante, se observa un efecto diferencial de la práctica en función de la consistencia entre estímulo y respuesta (Véase Figura 36). Analizando dicho efecto, en los diseños de conjunto variado el porcentaje de errores disminuye significativamente del primer al segundo bloque de práctica (en el primer bloque hay, aproximadamente, un 9 % de ensayos incorrectos; mientras que en el segundo bloque el volumen de errores se reduce hasta alrededor de un 4 % de ensayos). Es a partir de la segunda sesión de práctica y hasta la última, donde el porcentaje de respuestas incorrectas permanece prácticamente constante. Por su parte, en las secuencias de conjunto fijo, el porcentaje de error está próximo al 2 % del total de ensayos durante los ocho bloques de práctica, observándose

un claro efecto de límite inferior, que anula cualquier modificación en el volumen de respuestas incorrectas.

Como cabría esperar en función de otros resultados anteriores (p.e. Fisk y Schneider, 1983, 1984a, 1984b; Schneider y Fisk, 1982a, 1982b, 1983, 1984b; Schneider y Shiffrin, 1977a; Shiffrin y Schneider, 1977a), la amplitud de la secuencia parece que influye sobre la precisión de la respuesta, aunque de forma diferente según se trate de un tipo u otro de conjunto (Véase Figura 32a y 32b). En los diseños de conjunto variado, el porcentaje de error se ajusta a una función en forma de U, donde los conjuntos de tamaño 1 y 4 muestran mayor número de respuestas incorrectas (con alrededor de un 4 y un 5 % de error, respectivamente). Llama la atención el alto porcentaje de errores en las condiciones de tamaño 1, teóricamente las de menor dificultad, y sin embargo con un volumen de falsos positivos y negativos muy elevado, próximo al de las secuencias de tamaño 4. Este efecto puede explicarse, tal vez, por una cierta tendencia a sobrevalorar el factor velocidad de la respuesta en detrimento de la precisión, o bien por la utilización de una estrategia de adivinación que permite al sujeto antipar su respuesta antes de haber identificado completamente el estímulo de prueba (existe un 50 % de probabilidad de responder correctamente por azar. Asimismo, en aquellos ensayos donde hay una mayor información en la memoria (secuencias de tamaño 4) el porcentaje de error es mayor. No obstante, el efecto del tamaño sobre el porcentaje de error no es homogéneo en las distintas condiciones. Ahora bien, si la magnitud de los ensayos incorrectos dependiera, exclusivamente, del número de estímulos presentados, entonces se podría esperar que los datos empíricos se ajustasen a una función lineal, con crecimiento positivo, considerando el tamaño de la secuencia. Estrictamente, el único resultado que anula el

crecimiento lineal del porcentaje de errores es el elevado volumen de respuestas incorrectas en las secuencias de amplitud 1; ya que en el resto de tamaños si que se observa dicha relación.

El patrón de errores para las secuencias de conjunto fijo es bien diferente. En dichas condiciones, el porcentaje de error se mantiene constante (alrededor de un 2% de ensayos incorrectos) en todos los tamaños, excepto en amplitud 3 (alrededor de un 1% de ensayos incorrectos), pero, evidentemente, estas diferencias no son significativas, e indican un claro efecto de límite inferior que impide que se produzca disminución en la tasa de error observada. Estos resultados sugieren que en los ensayos de conjunto fijo el sujeto alcanza, rápidamente, niveles de precisión de la respuesta muy elevados e independientes del volumen de información utilizada, con un marcado efecto de suelo que impide mejorar la ejecución, y que incluso anula cualquier efecto que la práctica pudiera tener. Por su parte, en los ensayos de conjunto variado existe una evidente mejora en la precisión de la respuesta, en función de la práctica en la tarea, y una dependencia muy marcada de la sobrecarga del sistema.

Sin embargo, el efecto de la amplitud sobre el porcentaje de errores parece estar estrechamente ligado al tipo de estímulo (letras-palabras) que compone la secuencia. Llama la atención que el efecto nulo de la amplitud, observado en las secuencias de conjunto fijo (los datos se ajustan a una función plana), se debe a las secuencias formadas por letras (en cualquiera de los tamaños el porcentaje de error se mantiene muy bajo, situándose en alrededor del 1 % de los ensayos) (Véase Figura 35a y 35b). El efecto del tamaño en conjunto fijo con palabras, es mucho más difícil de interpretar ya que los datos no presentan un ajuste coherente, aunque siempre se mantienen por debajo

del límite del 3 % de ensayos incorrectos, con lo que hay un efecto de límite inferior evidente.

Por su parte, en las secuencias de conjunto variado, con letras, hay un marcado efecto de capacidad limitada, de forma que al aumentar la amplitud de la secuencia memorizada crece, asimismo, el porcentaje de error. Sin embargo, no se aprecia tanto en las secuencias de palabras, debido, sobre todo, a un porcentaje de error mayor en los conjuntos de tamaño 1 (alrededor del 5%), que en las secuencias de tamaño 4. Los datos se ajustan a una función en forma de U atenuada positivamente.

Asimismo, el efecto de la amplitud de la secuencias, en los conjuntos fijos, interactúa con el del tipo de respuesta. Las respuestas *diferente* muestran, en cualquier condición, un porcentaje de error inferior que las *igual*, e incluso, el efecto de sobrecarga parece nulo; de forma que, apenas si existe variación en el volumen de respuestas incorrectas, en función del tamaño. Sin embargo, en las respuestas *igual*, el volumen de ensayos incorrectos en las secuencias de amplitud 4 es mayor que en el resto de tamaños (aunque la distribución de errores por tamaños es muy aleatoria). Estos resultados hacen hincapié en el dato observado anteriormente que suponía una menor precisión en la búsqueda de items positivos que en la de los negativos y en la existencia de sesgos en los criterios de decisión de la respuesta.

El análisis de los errores para cada una de las amplitudes consideradas, proporciona cierta información referente a la estrategia de reanálisis. Tal como se expuso al discutir los resultados de las latencias, en las condiciones mixtas se observa una tendencia a reanalizar las secuencias, de forma que el tiempo de reacción aumenta significativamente. Por su parte, el efecto del número de elementos comunes sobre el porcentaje de error es significativo para tres de las

cuatro amplitudes consideradas (secuencias de tamaño 2, 3 y 4), y tanto en el conjunto fijo como variado (Véase Figura 43a y 43b). Los datos obtenidos parecen ajustarse a una función en forma de U invertida, donde, como cabría esperar, las condiciones intermedias son las que producen un porcentaje de error más elevado. Concretamente, en las secuencias de tamaño 4 (diseño de conjunto variado) existe una diferencia muy marcada en el porcentaje de errores entre ensayos que difieren en uno, dos o tres pares de estímulos, y aquéllos otros donde todos los elementos son iguales o todos diferentes (Véase Figura 45). Mientras en las condiciones *igual-diferente* los porcentajes de respuestas incorrectas varían, aproximadamente, entre un 2 y un 7 % del total de ensayos, en el resto de condiciones las discrepancias se producen entre un 12 y un 27 % del volumen de respuestas. Estos resultados parecen sugerir que aunque el sujeto utilice una estrategia de reanálisis para asegurar sus respuestas en el caso de secuencias donde no todos los elementos son iguales o diferentes, dicha estrategia no reduce la incertidumbre de la respuesta, que sigue siendo mucho mayor que en las condiciones positivas-negativas, de la misma forma que no disminuía el tiempo de búsqueda.

Un análisis más detallado del efecto del número de elementos comunes sobre la precisión de la respuesta muestra que existe una diferencia cuantitativa muy marcada entre los resultados obtenidos en ensayos de conjunto fijo y variado. El intervalo de error en el conjunto fijo varía desde, alrededor del, 2 % hasta el 10 % del total de ensayos; mientras que en el variado se sitúa entre el 1 % hasta el 20 % de respuestas. Las diferencias entre los dos tipos de conjuntos se presentan, no solo, en cuanto al volumen global de errores cometidos, sino que se extienden al perfil que caracteriza las respuestas incorrectas en función

del número de elementos comunes. En las secuencias con diseño de conjunto fijo las respuestas incorrectas tienden a disminuir cuando se aumenta el número de pares de estímulos idénticos entre las dos secuencias, aunque el volumen global de errores no es excesivamente elevado. Por su parte, en los ensayos de conjunto variado el porcentaje de errores crece en función del número de elementos comunes a las dos secuencias.

Estos resultados muestran dos perfiles diferentes de respuesta, según se trate de ensayos de conjunto fijo o variado, y, de nuevo, inciden sobre dos posibles estrategias diferenciales en los procesos de búsqueda y comparación, estrechamente ligadas a la consistencia entre estímulo y respuesta.

## **Experimento 2**

**Efecto del tipo de presentación y del tipo de estímulo sobre la  
velocidad y la precisión de la respuesta en una tarea de  
búsqueda de información**

Uno de los resultados obtenidos en el Experimento 1 fue la constatación empírica de diferencias significativas en el proceso de comparación entre items positivos y negativos. Sin embargo, en el anterior experimento interesaba, sobre todo, analizar el efecto que la práctica y la consistencia de respuesta tienen sobre el proceso de comparación, y por ello se utilizó un único tipo de presentación experimental. Por su parte, en el Experimento que se va a describir a continuación, las secuencias pueden presentarse simultánea o secuencialmente.

El propósito del diseño experimental aquí elaborado, es analizar las discrepancias que se generan en el proceso de comparación por la utilización de una estrategia de búsqueda visual o de memoria. Asimismo, se va a manipular el tipo de estímulo, para determinar si la discrepancia en el tiempo de comparación se mantiene con estimulación simple (letras) y compleja (palabras).

En los apartados siguientes van a presentarse las características del método experimental, los resultados obtenidos y una discusión de los mismos.

### **8.1. Método**

A continuación se va a realizar una descripción de la muestra de sujetos utilizada en este experimento, los estímulos que componían las secuencias, y el procedimiento específico que se ha seguido.

En todas las secciones siguientes se ha omitido la información general, común al Experimento 1, y que ya se expuso en el Apartado del Método General.



### *8.1.1. Sujetos*

El experimento 1 se realizó, de forma individual, sobre un total de 56 sujetos. De los 56 sujetos experimentales 16 eran varones y 40 mujeres, distribuidos aleatoriamente entre los distintos grupos experimentales de forma que se equilibrasen los posibles efectos debidos a las diferencias entre sexos. El rango de edades estaba comprendido entre los 19 y los 27 años (media de 20.9 años). Todos los sujetos poseían visión normal y su colaboración fue voluntaria y gratuita.

La selección de los sujetos se llevó a cabo de la forma descrita en el método general.

### *8.1.2. Estímulos*

Los estímulos fueron secuencias de letras o de palabras (variable entresujetos) cuyo tamaño podía ser de 1, 2, 3 ó 4 elementos cada conjunto. La generación de las secuencias coincide con la indicada en la sección del método general.

### *8.1.3. Procedimiento*

En el experimento se utilizaron dos variables entresujetos: el tipo de presentación del conjunto positivo (secuencial y simultánea), y el tipo de estímulo (letras y palabras). Las variables tamaño del conjunto ( $S= 1, 2, 3$  ó  $4$  items) y número de elementos comunes entre ambas secuencias ( $I$ ) (para  $S=1$ ,  $I=0$  ó  $I=1$ ; para  $S=2$ ,  $I=0$ , ó  $I=1$ , ó  $I=2$ ; para  $S=3$ ,  $I=0$ , ó

I=1, ó I=2, ó I=3; para S=4, I=0, ó I=1, ó I=2, ó I=3, ó I=4), fueron intrasujeto. De forma que todos los sujetos que participaron en el experimento recibieron cuatro bloques de secuencias, formado cada uno por conjuntos de un determinado tamaño, con un número de elementos comunes que variaban según la amplitud.

Los sujetos se dividieron, al azar, en dos grupos; de forma que 28 de ellos recibieron secuencias de estímulos visuales letras y los otros 28 de palabras. Asimismo, dentro de cada grupo se administró conjuntos con presentación secuencial a un total de 14 sujetos, y con presentación simultánea a los 14 restantes.

Es importante destacar que la presentación del conjunto positivo podía ser secuencial (los elementos que componen el conjunto aparecen uno detrás de otro), o simultánea (todos los elementos de la secuencia se presentan a la vez). En la presentación secuencial, cada elemento del conjunto se mostraba, en el ángulo superior izquierdo de la pantalla del ordenador, durante 1 segundo; a continuación, desaparecía de la pantalla, y se exponía el siguiente estímulo en el mismo lugar. El proceso se repetía hasta que todos los elementos del conjunto positivo habían aparecido. Una vez finalizada la presentación de la secuencia memorizada, y tras un intervalo de 2 segundos, se mostraba, simultáneamente, el conjunto de prueba. En este caso, todos los elementos que componían la secuencia aparecían en la misma línea, también en el ángulo superior izquierdo de la pantalla, separados, cada uno del siguiente, por un espacio en blanco. El conjunto se mantenía expuesto hasta que el sujeto emitía su respuesta.

Por su parte, la presentación simultánea se realizaba de la forma siguiente. En la pantalla del ordenador se mostraban todos los items del conjunto positivo en una misma línea (en el ángulo superior izquierdo de

la pantalla), separados por un espacio en blanco. Y, en la línea siguiente, todos los elementos del conjunto de prueba (también separados entre sí por un espacio en blanco). La exposición de ambos conjuntos finalizaba cuando el sujeto emitía su respuesta.

El diseño experimental fue de conjunto variado, por lo que la secuencia memorizada y la de prueba eran diferentes en cada ensayo.

Cada uno de los cuatro bloques de secuencias, en que se dividió el experimento (Véase Método General), estaba compuesto por un total de 60 ensayos, excepto el de tamaño 4 que contaba con 63. Sin embargo, en los conjuntos de palabras, con presentación simultánea, todos los bloques contenían 60 intentos. En esta última condición se añadía como restricción para elaborar las secuencias, que las palabras fueran de igual longitud en ambos conjuntos, para neutralizar ciertas estrategias que el sujeto pudiese desarrollar, evitando que diera su respuesta tras observar, únicamente, el tamaño de las palabras (Véase Método General).

## **8.2. Resultados**

En esta sección van a presentarse los análisis estadísticos realizados, así como los resultados obtenidos en los mismos.

En primer lugar, hay que especificar que se utilizó como variables dependientes el tiempo de reacción y la proporción de error. Por lo tanto, los análisis serán independientes, según se trate de una u otra variable. En ambos casos, los análisis se realizaron a partir de los valores promedio de cada sujeto para cada una de las condiciones experimentales.

En función del propósito central del experimento que aquí se presenta, se analizó por un lado los tiempos de reacción y las proporciones de error para las condiciones en las que todas las comparaciones, que el sujeto debía realizar, eran positivas o todas negativas, y las condiciones en las que el proceso de comparación era mixto. De esta forma se llevó a cabo un primer análisis de varianza donde se pusieron a prueba los efectos del tipo de presentación, del tipo de estímulo, de la amplitud de la secuencia, y del tipo de respuesta, sobre el tiempo de reacción, considerando, únicamente, los datos obtenidos por los sujetos cuando todos los elementos de las dos secuencias eran iguales, y cuando todos eran diferentes. A partir de estos resultados, y puesto que se observó, tal y como cabía esperar, evidencia empírica de una relación lineal entre el tamaño de la secuencia y el tiempo de reacción (al igual que en el Experimento 1), se realizó un análisis de regresión en función de la amplitud de las secuencias. Los resultados obtenidos fueron sometidos a dos análisis de varianza independientes, uno para las pendientes de la línea, y otro para los valores de las interceptales.

A continuación, y para analizar la posible variabilidad en los resultados debida a la presencia de condiciones experimentales en las que el sujeto realizaba comparaciones mixtas (positivas y negativas) antes de emitir su respuesta, se llevó a cabo un análisis de varianza independiente para cada una de las amplitudes consideradas (para secuencias de tamaño 1, 2, 3 y 4). En dichos análisis se trataba de determinar el efecto de las variables tipo de presentación, tipo de estímulo y número de elementos comunes, sobre el tiempo de reacción.

Respecto a la variable dependiente proporción de errores se realizaron un total de cinco análisis de varianza. El primero de ellos para extraer el patrón de error característico de las condiciones de respuesta

*igual* frente a las *diferente* , analizando los efectos del tipo de presentación, tipo de estímulo, amplitud de la secuencia y tipo de respuesta sobre la proporción de error. Los cuatro análisis de varianza restantes, se llevaron a cabo, de forma independiente, para cada una de las cuatro amplitudes de las secuencias presentadas. El propósito de estos análisis fue determinar si existían patrones de error diferentes en función del número de comparaciones positivas o negativas que debía realizar el sujeto para emitir su respuesta.

A continuación se van a presentar los resultados de cada uno de los análisis, siguiendo el orden que se acaba de exponer.

### **8.2.1. Tiempo de reacción**

En este apartado se enumeran los resultados de los análisis estadísticos realizados sobre el tiempo de reacción global, en primer lugar para las condiciones Si-No de cada una de las cuatro amplitudes consideradas; en segundo lugar, para las pendientes e interceptales de las líneas de regresión, obtenidas a partir de los tiempos de reacción promedios de las condiciones de respuesta Si-No; y en tercer lugar, para los tiempos de reacción globales desglosados según el número de elementos componentes del conjunto que se compara (amplitud).

### 8.2.1.1. Análisis de los tiempos de reacción para las condiciones de respuesta Igual - Diferente

Los datos brutos de los tiempos de reacción de cada sujeto para las condiciones 1-1, 1-0, 2-2, 2-0, 3-3, 3-0, 4-4 y 4-0, fueron sometidos a un análisis de varianza de 2 (Tipo de presentación: secuencial, simultánea) x 2 (Tipo de estímulo: palabras, letras) x 4 (Amplitud: 1, 2, 3, 4) x 2 (Tipo de respuesta: Si, No); siendo las dos primeras variables entresujetos, y las dos últimas intrasujetos. Los resultados obtenidos pasan a enumerarse a continuación.

Resultó significativo el efecto principal del tipo de presentación,  $F(1,52)=44.257$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=38.504$  (Véase Figura 48); del tipo de estímulo,  $F(1,52)=10.066$ ,  $p<.005$ ,  $MSe=38.504$  (Véase Figura 49); y del factor amplitud,  $F(3,156)=771.258$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=3.102$  (Véase Figura 50). Se realizaron pruebas de Newman-Keuls para examinar las diferencias entre los distintos niveles de la variable amplitud. Los resultados mostraron que todas las diferencias eran significativas ( $p<.01$ ).

Por último, alcanzó el nivel de significación requerido el efecto principal del tipo de respuesta,  $F(1,52)=229.932$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=1.738$  (Véase Figura 51).

Respecto a las interacciones de primer orden, resultó significativa la del tipo de presentación x tipo de estímulo,  $F(1,52)=5.067$ ,  $p<.05$ ,  $MSe=38.504$  (Véase Figura 52); la del tipo de presentación x amplitud,  $F(3,156)=23.670$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=3.102$  (Véase Figura 53); la del tipo de estímulo x amplitud,  $F(3,156)=11.731$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=3.102$  (Véase Figura 54). Por último se mostró significativa la interacción de la

Figura 48.- Efecto del tipo de presentación sobre el tiempo de reacción global para las condiciones de respuesta Si-No

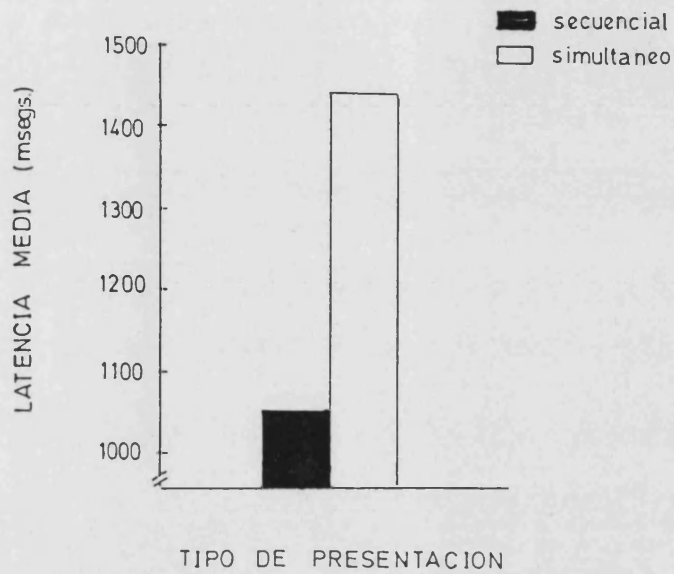


Figura 49.- Efecto del tipo de estímulo sobre el tiempo de reacción global para las condiciones de respuesta Si-No

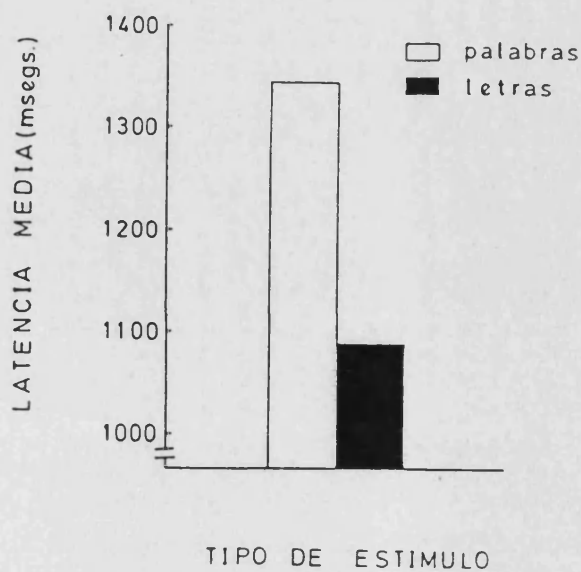


Figura 50.- Efecto de la amplitud de la secuencia sobre el tiempo de reacción global para las condiciones de respuesta Si-No

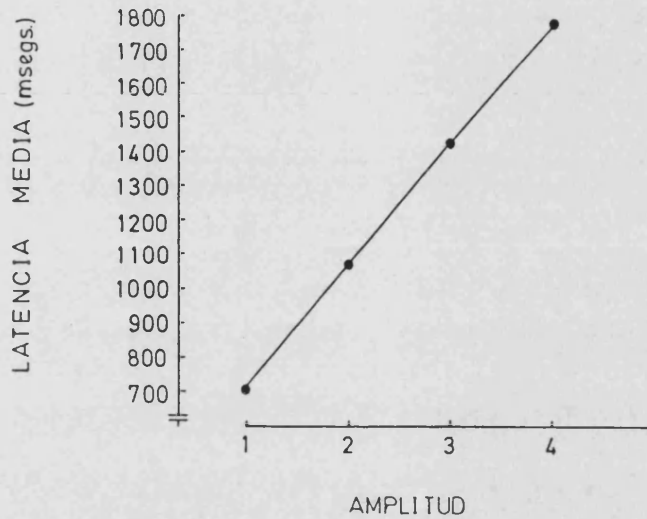


Figura 51.- Efecto del tipo de respuesta sobre el tiempo de reacción global para las condiciones de respuesta Si-No

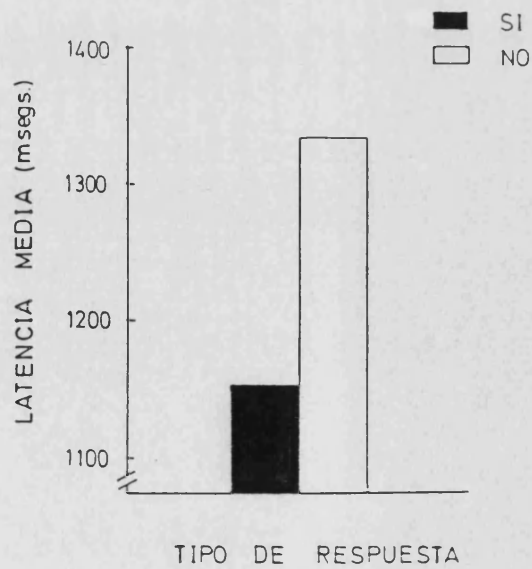




Figura 52.- Efecto de la interacción del tipo de presentación x tipo de estímulo sobre el tiempo de reacción global para las condiciones de respuesta Si-No

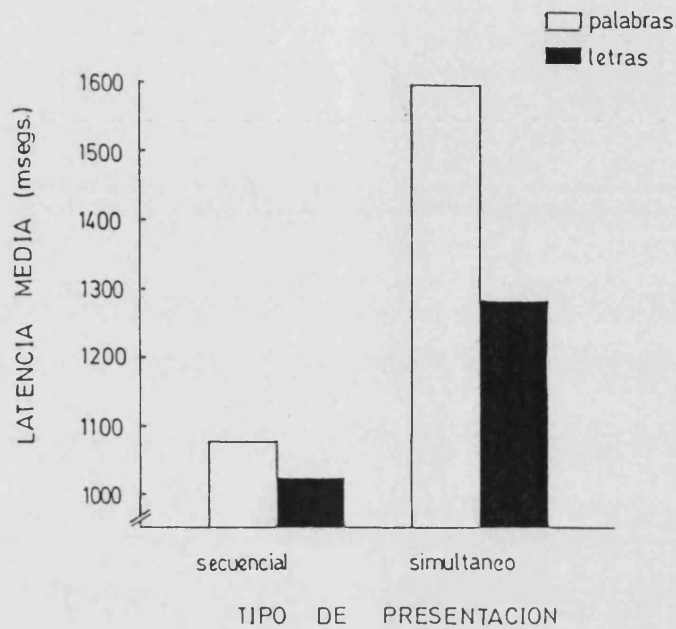
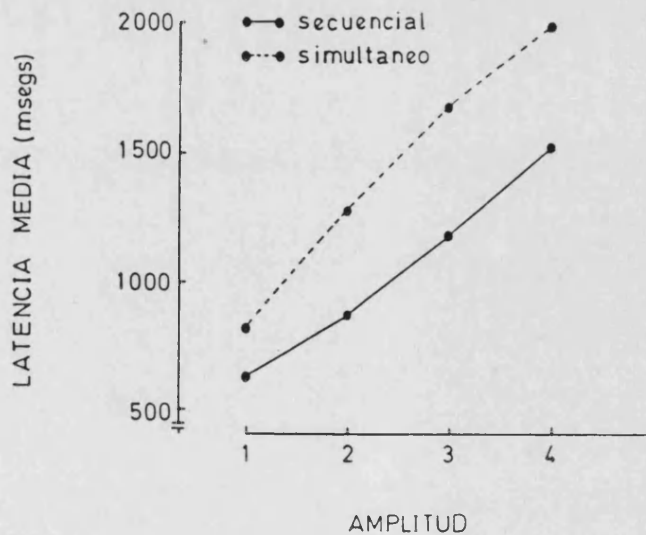


Figura 53.- Efecto de la interacción del tipo de presentación x amplitud de la secuencia sobre el tiempo de reacción global para las condiciones de respuesta Si-No



amplitud de la secuencia x tipo de respuesta,  $F(3,156)=39.266$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=.928$  (Véase Figura 55).

Por su parte, de las interacciones de segundo orden, alcanzó la significación estadística la del tipo de presentación x tipo de estímulo x amplitud,  $F(3,156)=10.624$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=3.102$  (Véase Figura 56); y la del tipo de presentación x tipo de estímulo x tipo de respuesta,  $F(1,52)=9.901$ ,  $p<.005$ ,  $MSe=1.738$  (Véase Figura 57).

Por último, resultó significativa la interacción de tercer orden del tipo de presentación x tipo de estímulo x amplitud x tipo de respuesta,  $F(3,156)=8.791$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=.928$  (Véase Figura 58).

#### *8.2.1.2. Análisis de las pendientes y ordenadas en el origen de las líneas de regresión obtenidas a partir de las condiciones de respuesta Igual-Diferente*

Los datos brutos de los tiempos de reacción de cada sujeto para las condiciones 1-1, 2-2, 3-3, 4-4, por un lado y 1-0, 2-0, 3-0 y 4-0, fueron sometidos a un análisis simple de regresión, en el que la variable independiente la constituía el número de elementos iguales o desiguales, según el caso. Se llevaron a cabo dos análisis separados, uno para los conjuntos de elementos iguales, y otro para los desiguales.

Las correspondientes pendientes y ordenadas en el origen fueron sometidas a dos análisis de varianza de 2 (Tipo de presentación: secuencial, simultánea) x 2 (Tipo de estímulo: palabras, letras) x 2 (Tipo de respuesta: si, no), obteniéndose los resultados que a continuación se pasa a enumerar.

Figura 54.- Efecto de la interacción del tipo de estímulo x amplitud de la secuencia sobre el tiempo de reacción global para las condiciones de respuesta Si-No

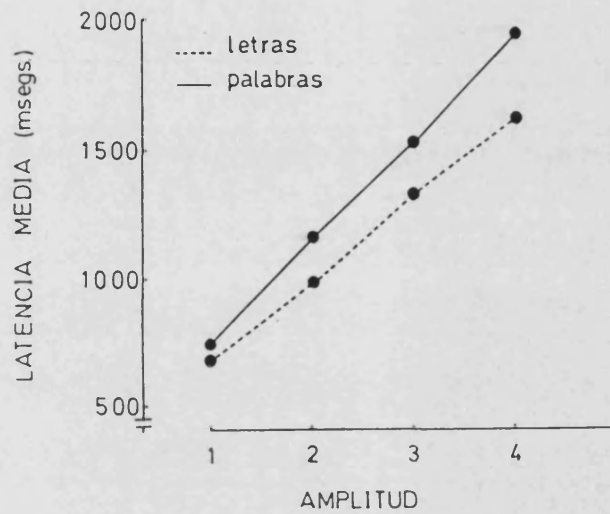


Figura 55.- Efecto de la interacción de la amplitud de la secuencia x tipo de respuesta sobre el tiempo de reacción global para las condiciones de respuesta Si-No

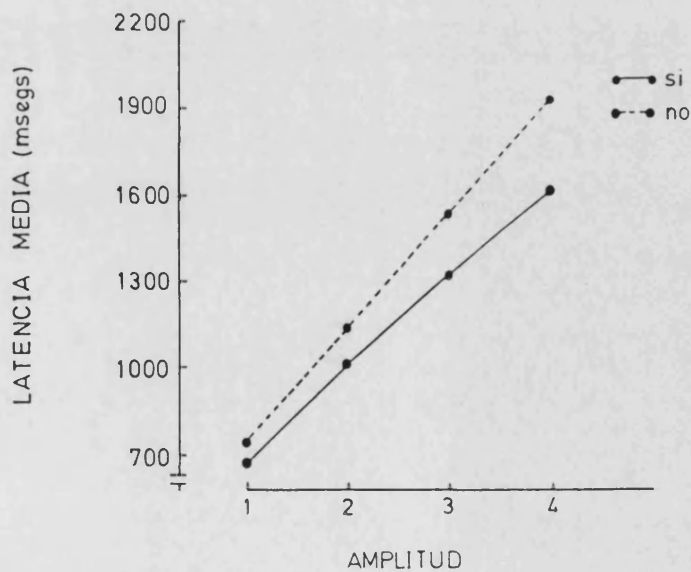


Figura 56.- Efecto de la interacción del tipo de presentación x tipo de estímulo x amplitud de la secuencia sobre el tiempo de reacción global para las condiciones de respuesta Si-No

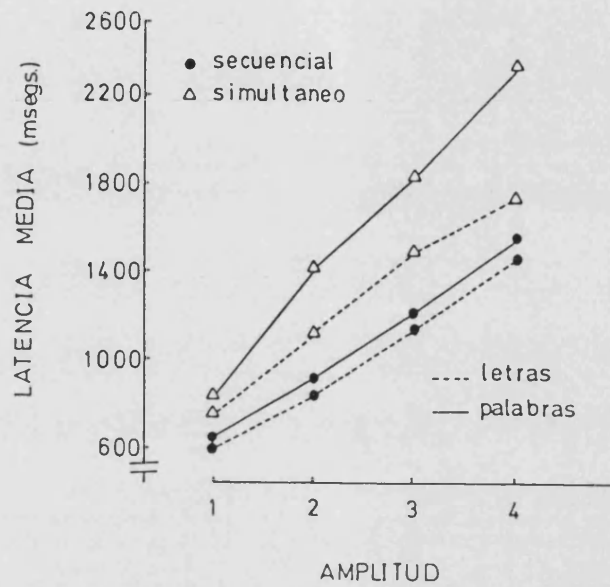
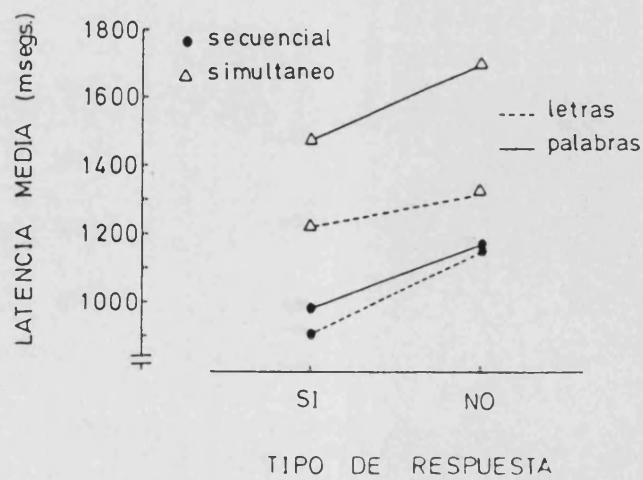


Figura 57.- Efecto de la interacción del tipo de presentación x tipo de estímulo x tipo de respuesta sobre el tiempo de reacción global para las condiciones de respuesta Si-No



En el análisis de varianza, siendo las pendientes de la línea de regresión la variable dependiente, se mostró significativo el efecto principal del tipo de presentación,  $F(1,52)=31.599$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=12944.872$  ( Véase Figura 59 ) ; del tipo de estímulo,  $F(1,52)=16.162$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=12944.872$  (Véase Figura 60); y, del tipo de respuesta,  $F(1,52)=77.296$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=2825.044$  (Véase Figura 61).

Respecto a las interacciones, alcanzó la significación estadística la de primer orden del tipo de presentación x tipo de estímulo,  $F(1,52)=14.815$ ,  $p=.001$ ,  $MSe=12944.872$  (Véase Figura 62).

Por último, la interacción de segundo orden del tipo de presentación x tipo de estímulo x tipo de respuesta resultó, asimismo, significativa,  $F(1,52)=12.594$ ,  $p=.001$ ,  $MSe=2825.044$  (Véase Figura 63).

Ningún otro efecto principal o de interacción alcanzó la significación estadística.

Por otra parte, los resultados del análisis de varianza realizado sobre las interceptales de las líneas de regresión, fueron los siguientes.

El efecto principal del tipo de presentación resultó significativo,  $F(1,52)=5.920$ ,  $p<.05$ ,  $MSe=36585.954$ . (Véase Figura 64).

Asimismo la interacción de primer orden del tipo de presentación x tipo de estímulo, se presentó significativa,  $F(1,52)=4.297$ ,  $p<.05$ ,  $MSe=36585.954$  (Véase Figura 65)

Por último, la interacción de segundo orden del tipo de presentación x tipo de estímulo x respuesta alcanzó la significación estadística,  $F(1,52)=7.284$ ,  $p<.01$ ,  $MSe=9556.420$  (Véase Figura 66).

Ningún otro efecto principal o de interacción resultó significativo.

Figura 58.- Efecto de la interacción del tipo de presentación x tipo de estímulo x amplitud de la secuencia x tipo de respuesta sobre el tiempo de reacción global para las condiciones de respuesta Si-No

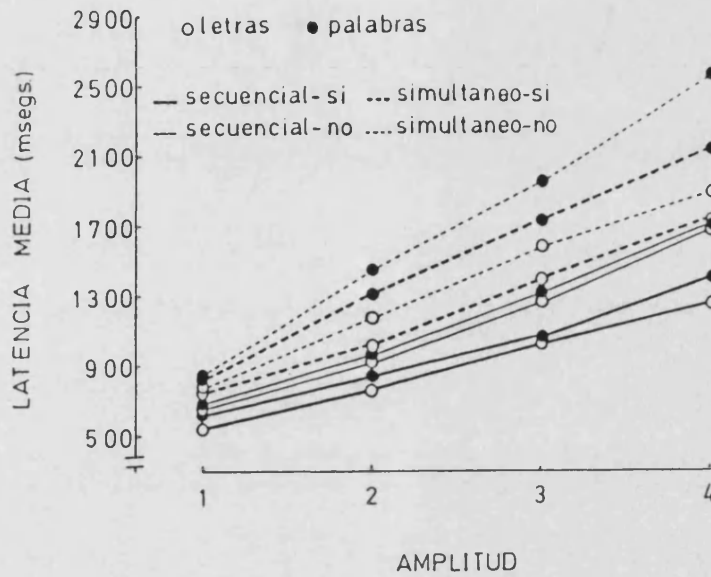


Figura 59.- Efecto del tipo de presentación sobre las pendientes medias de los tiempos de reacción

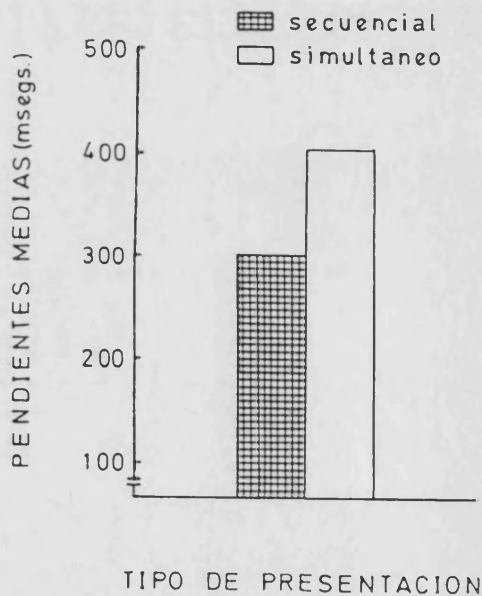


Figura 60.- Efecto del tipo de estímulo sobre las pendientes medias de los tiempos de reacción

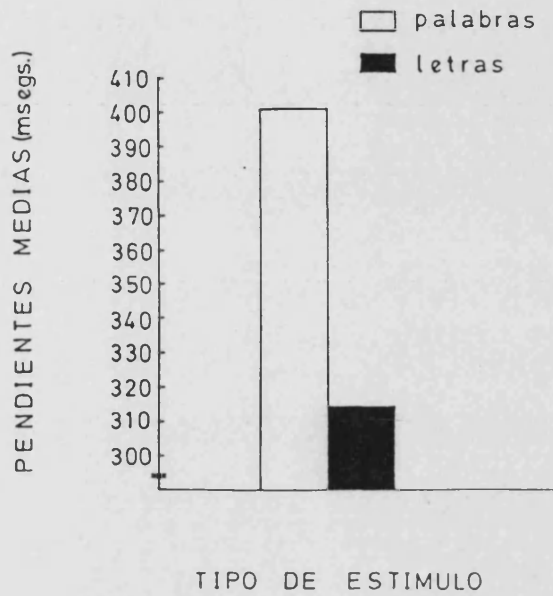


Figura 61.- Efecto del tipo de respuesta sobre las pendientes medias de los tiempos de reacción

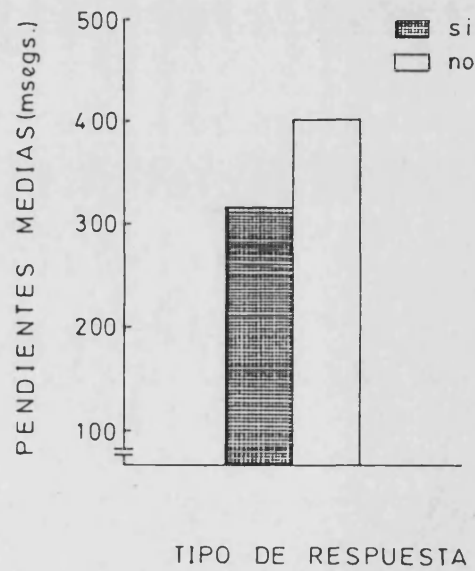


Figura 62.- Efecto de la interacción del tipo de presentación x tipo de estímulo sobre las pendientes medias de los tiempos de reacción

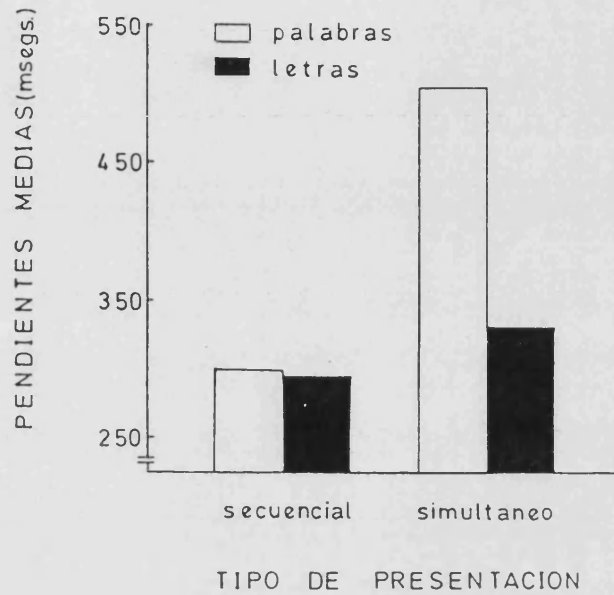


Figura 63.- Efecto de la interacción del tipo de presentación x tipo de estímulo x tipo de respuesta sobre las pendientes medias de los tiempos de reacción

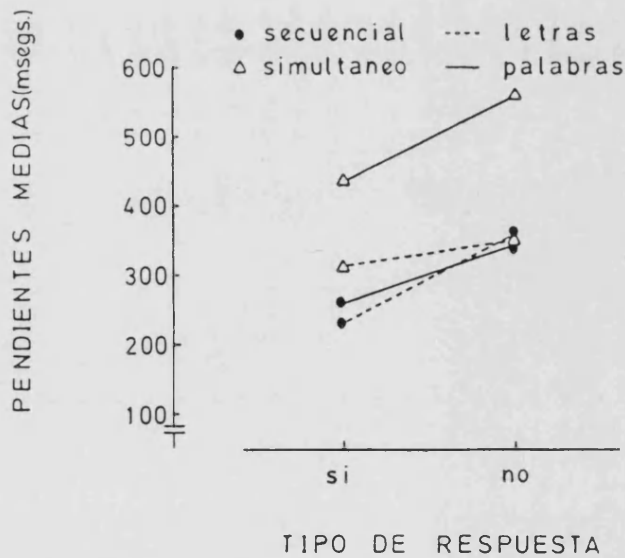




Figura 64.- Efecto del tipo de presentación sobre las ordenadas en el origen de los tiempos de reacción

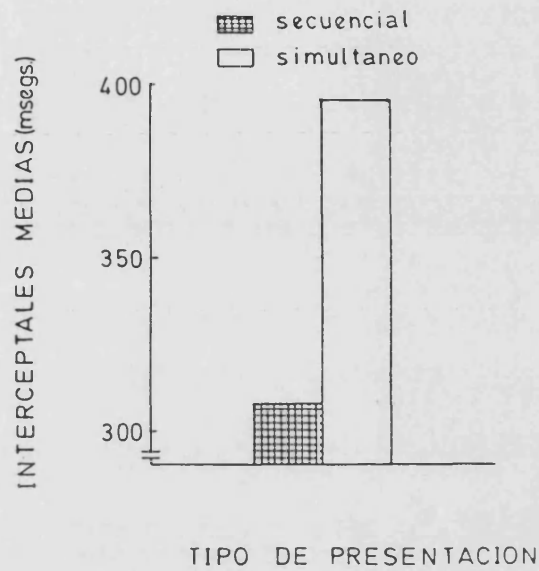
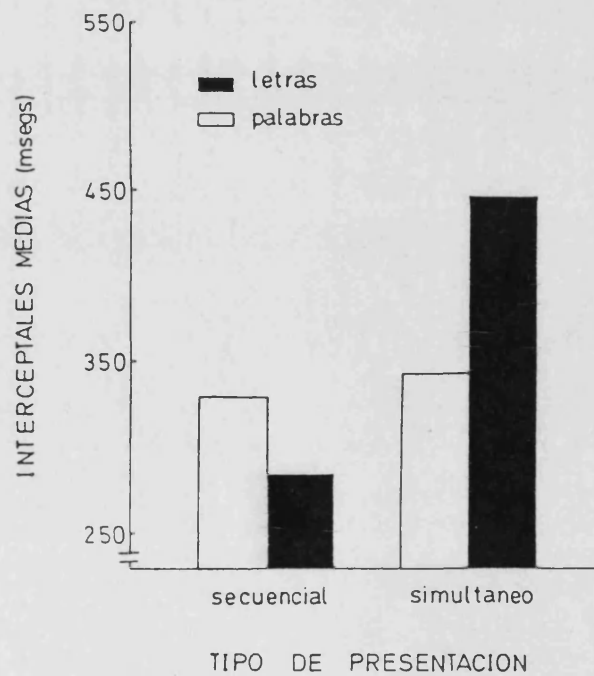


Figura 65.- Efecto de la interacción del tipo de presentación x tipo de estímulo sobre las ordenadas en el origen de los tiempos de reacción



### 8.2.1.3. Análisis de los tiempos de reacción en función de la amplitud de la secuencia

#### *Amplitud : 1*

Los datos globales de los tiempos de reacción, sin ningún tipo de transformación, de las condiciones 1-1, y 1-0 se sometieron a un análisis de varianza de 2 (Tipo de presentación: secuencial, simultánea) x 2 (Tipo de estímulo: palabras, letras) x 2 (Número de elementos comunes: 0, 1). Siendo las dos primeras variables entresujetos y la última intrasujetos.

Se mostró significativo el efecto principal del tipo de presentación,  $F(1,52)=17.274$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=47885.045$  (Véase Figura 67); y del número de elementos comunes,  $F(1,52)=28.624$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=3552.980$  (Véase Figura 68).

Ningún otro efecto principal alcanzó la significación estadística, y tan solo la interacción de primer orden entre tipo de presentación x número de elementos comunes resultó significativa,  $F(1,52)=4.293$ ,  $p<.05$ ,  $MSe=3552.980$  (Véase Figura 69).

#### *Amplitud : 2*

Los datos globales del tiempo de reacción, sin ningún tipo de transformación, de las condiciones 2-2, 2-1, 2-0, se sometieron a un análisis de varianza de 2 (Tipo de presentación: secuencial, simultánea) x 2 (Tipo de estímulo: palabras, letras) x 3 (Número de elementos

Figura 66.- Efecto de la interacción del tipo de presentación x tipo de estímulo x tipo de respuesta sobre las ordenadas en el origen de los tiempos de reacción

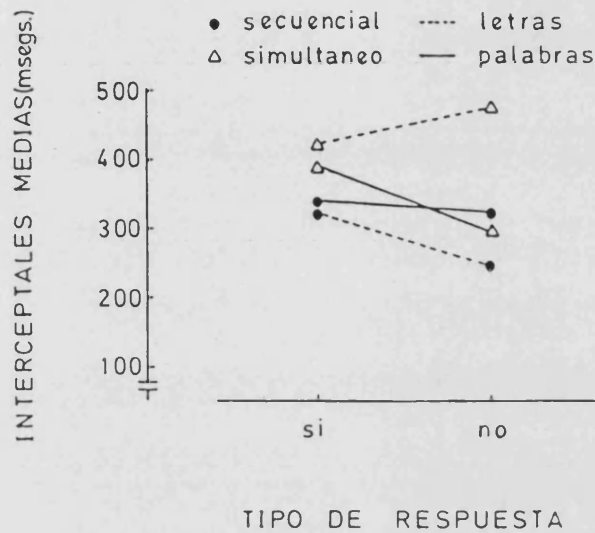


Figura 67.- Efecto del tipo de presentación sobre el tiempo de reacción en secuencias de amplitud 1, 2, 3 y 4

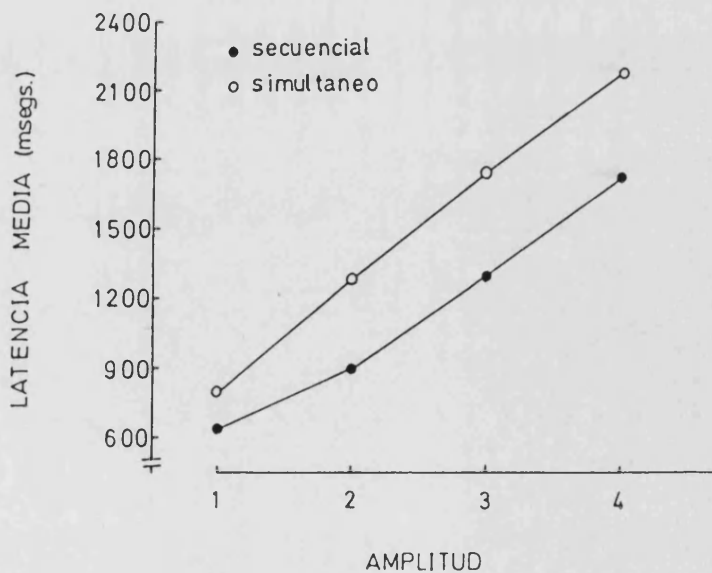


Figura 68.- Efecto del número de elementos comunes sobre el tiempo de reacción en secuencias de amplitud 1, 2, 3 y 4

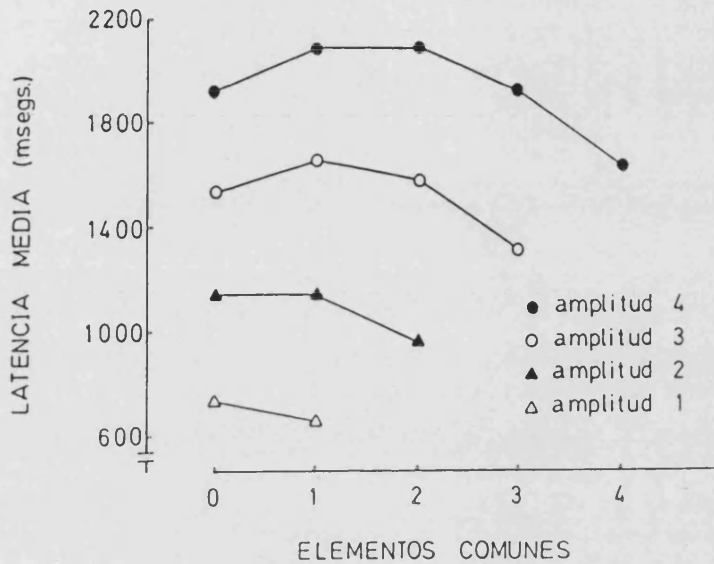
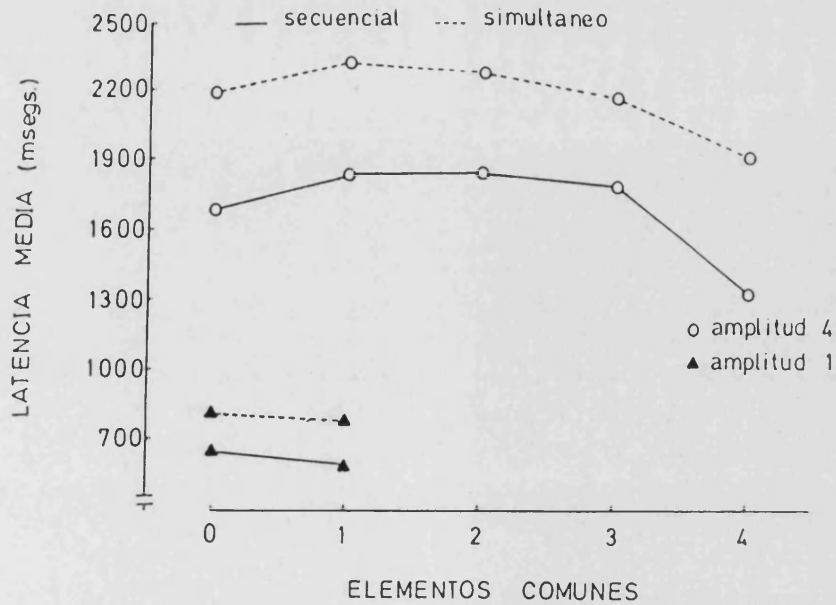


Figura 69.- Efecto de la interacción del tipo de presentación x número de elementos comunes sobre el tiempo de reacción en secuencias de amplitud 1 y 4



comunes: 0, 1, 2). Siendo las dos primeras variables entresujetos y la tercera intrasujetos.

Resultaron significativos el efecto principal del tipo de presentación,  $F(1,52)=65.183$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=88152.770$  (Véase Figura 67); y el del número de elementos comunes,  $F(2,104)=66.851$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=6511.508$  (Véase Figura 68). Se realizaron pruebas de Newman-Keuls para examinar las diferencias entre los distintos niveles de la variable número de elementos comunes. Los resultados mostraron significativas ( $p<.01$ ) las diferencias entre EC0-EC2 y EC1-EC2 (donde, EC se identifica con el número de elementos comunes entre ambas secuencias).

Por último, el efecto principal del tipo de estímulo alcanzó la significación,  $F(1,52)=11.801$ ,  $p<.005$ ,  $MSe=88152.770$  (Véase Figura 70).

Tan solo la interacción de primer orden del tipo de presentación x tipo de estímulo apareció significativa,  $F(1,52)=6.672$ ,  $p<.05$ ,  $MSe=88152.770$  (Véase Figura 71).

### *Amplitud : 3*

Los tiempos de reacción globales, sin ningún tipo de transformación, para las condiciones 3-3, 3-2, 3-1 y 3-0, se sometieron a un análisis de varianza de 2 (Tipo de presentación: secuencial, simultánea) x 2 (Tipo de estímulo: palabras, letras) x 4 (Número de elementos comunes: 0, 1, 2, 3); siendo las dos primeras variables entresujetos y la tercera intrasujetos.

El efecto del tipo de presentación resultó estadísticamente significativo,  $F(1,52)=37.987$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=353451.837$  (Véase Figura

67); así como el del tipo de estímulo,  $F(1,52)=7.480$ ,  $p<.01$ ,  $MSe=353451.837$  (Véase Figura 70); y el efecto del número de elementos comunes,  $F(3,156)=92.511$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=13929.122$  (Véase Figura 68). Se realizaron pruebas de Newman-Keuls para examinar las diferencias entre los distintos niveles de la variable número de elementos comunes. Los resultados mostraron que todas las diferencias eran significativas ( $p<.01$ ), excepto la diferencia entre EC2-EC0 que resultó a un nivel de  $p<.05$ .

Respecto a las interacciones de primer orden, se mostró significativa la del tipo de presentación x tipo de estímulo,  $F(1,52)=7.475$ ,  $p<.01$ ,  $MSe=353451.837$  (Véase Figura 71).

Ninguna otra interacción de primer orden alcanzó la significación estadística.

Por último, resultó significativa la interacción del tipo de presentación x tipo de estímulo x número de elementos comunes,  $F(3,156)=5.512$ ,  $p<.005$ ,  $MSe=13929.122$  (Véase Figura 72).

Ningún otro efecto principal o de interacción se mostró significativo.

#### *Amplitud : 4*

Los tiempos de reacción globales, sin ningún tipo de transformación, para las condiciones 4-4, 4-3, 4-2, 4-1, 4-0, se sometieron a un análisis de varianza de 2 (Tipo de presentación: secuencial, simultánea) x 2 (Tipo de estímulo: palabras, letras) x 5 (Número de elementos comunes: 0, 1, 2, 3, 4); siendo las dos primeras variables entresujetos, y la tercera intrasujetos.

Figura 70.- Efecto del tipo de estímulo sobre el tiempo de reacción en secuencias de amplitud 2, 3 y 4

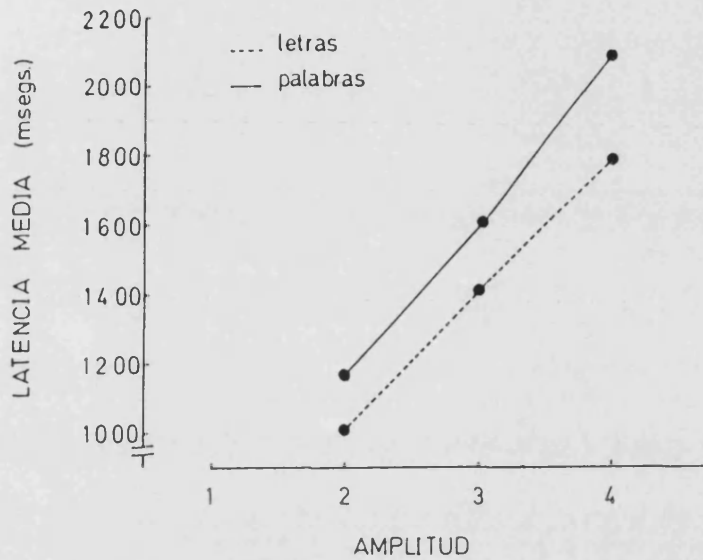
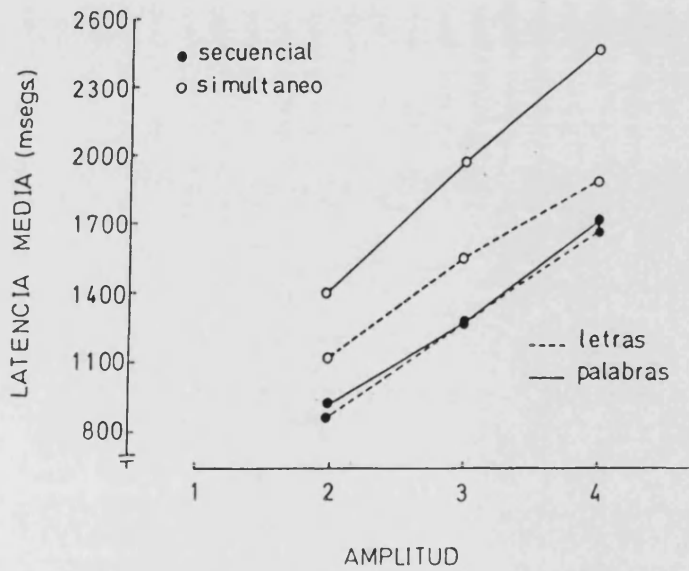


Figura 71.- Efecto de la interacción del tipo de presentación x tipo de estímulo sobre el tiempo de reacción en secuencias de amplitud 2, 3 y 4



De tal análisis resultó significativo el efecto principal del tipo de presentación,  $F(1,52)=32.388$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=492438.808$  (Véase Figura 67); el del tipo de estímulo,  $F(1,52)=13.346$ ,  $p=.001$ ,  $MSe=492438.808$  (Véase Figura 70); y el del número de elementos comunes,  $F(4,208)=101.621$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=19237.269$  (Véase Figura 68). Se realizaron pruebas de Newman-Keuls para examinar las diferencias entre los distintos niveles de la variable número de elementos comunes. Los resultados mostraron significativas ( $p<.01$ ) las diferencias entre EC1 con el resto de niveles excepto con EC2, EC2-EC4, EC2-EC0, EC2-EC3, EC3-EC4, EC0-EC4 (donde, EC indica el número de elementos comunes entre ambas secuencias).

Ningún otro efecto principal alcanzó la significación estadística.

Respecto a las interacciones, resultó significativa la de primer orden del tipo de presentación x número de elementos comunes,  $F(4,208)=3.730$ ,  $p<.01$ ,  $MSe=19237.269$  (Véase Figura 69); y la del tipo de presentación x tipo de estímulo,  $F(1,52)=10.606$ ,  $p<.005$ ,  $MSe=492438.808$  (Véase Figura 71).

Por último, también apareció significativa la interacción de segundo orden del tipo de presentación x tipo de estímulo x número de elementos comunes,  $F(4,208)=6.516$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=19237.269$  (Véase Figura 73).



Figura 72.- Efecto de la interacción del tipo de presentación x tipo de estímulo x número de elementos comunes sobre el tiempo de reacción en secuencias de amplitud 3

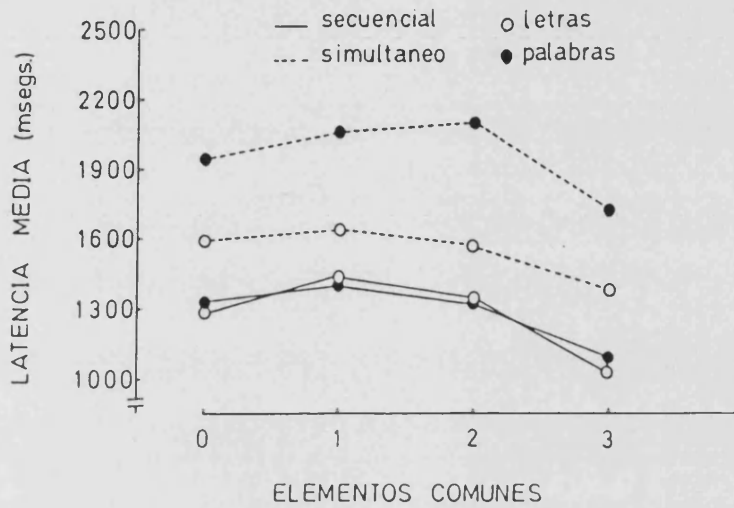
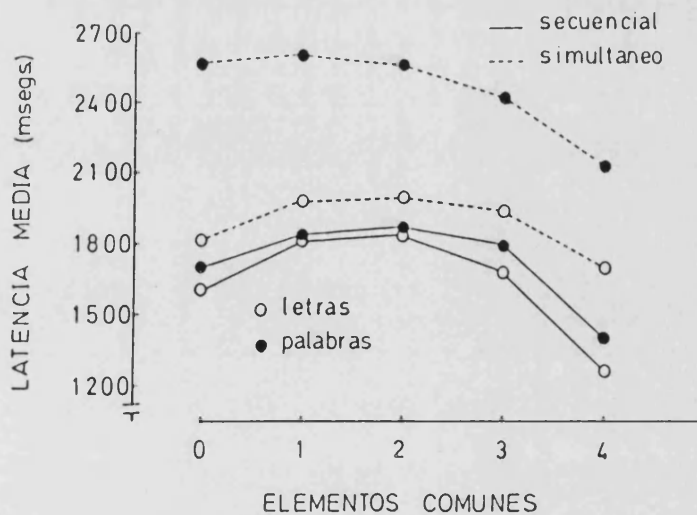


Figura 73.- Efecto de la interacción del tipo de presentación x tipo de estímulo x número de elementos comunes sobre el tiempo de reacción en secuencias de amplitud 4



## 8.2.2. Proporción de errores

A continuación y en primer lugar, se van a someter a análisis de varianza los errores cometidos por cada sujeto en las condiciones experimentales de respuesta Si-No; y en segundo, se realizará un análisis de varianza sobre los errores desglosados en función del número de elementos que componen la secuencia (amplitud). Con tal fin el número de errores cometidos por cada sujeto se transformó en proporciones.

### *8.2.2.1. Análisis de la proporción de errores para las condiciones de respuesta Igual-Diferente*

Las proporciones de errores cometidas en las condiciones 4-4, 3-3, 2-2, 1-1, y 1-0, 2-0, 3-0, 4-0, fueron sometidas a un análisis de varianza de 2 (Tipo de presentación: secuencial, simultánea) x 2 (Tipo de estímulo: palabras, letras) x 4 (Amplitud: 1, 2, 3, 4) x 2 (Tipo de respuesta: Si, No), siendo las dos primeras variables entresujetos y las dos restantes intrasujetos.

Alcanzó la significación estadística el efecto principal del tipo de presentación,  $F(1,52)=9.833$ ,  $p<.005$ ,  $MSe=.006$  (Véase Figura 74); y, de la amplitud de la secuencia,  $F(3,156)=11.000$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=.003$  (Véase Figura 75). Se realizaron pruebas de Newman-Keuls para examinar las diferencias entre los distintos niveles de la variable amplitud. Los resultados mostraron significativas ( $p<.01$ ) las diferencias entre A4 y el resto de niveles del factor (donde, A indica la amplitud de la secuencia).

Figura 74.- Efecto del tipo de presentación sobre el porcentaje de errores en las condiciones de respuesta Si-No

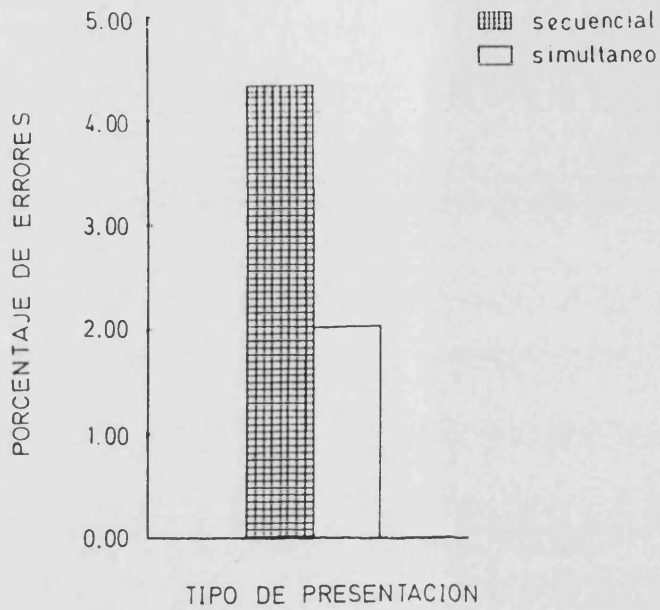
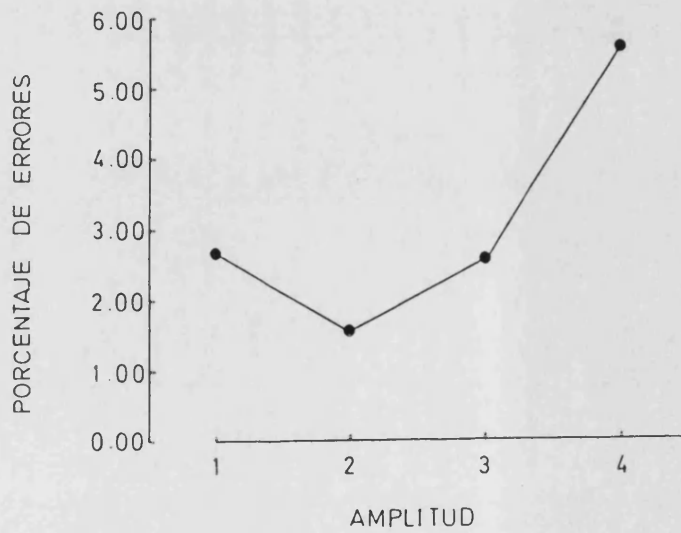


Figura 75.- Efecto de la amplitud de la secuencia sobre el porcentaje de errores en las condiciones de respuesta Si-No



Ningún otro efecto principal se mostró significativo, aunque el del tipo de estímulo se aproximó al límite de la significación estadística,  $F(1,52)=3.000$ ,  $p=.086$ ,  $MSe=.006$ .

Respecto a las interacciones de primer orden resultó significativa la del tipo de presentación x tipo de estímulo,  $F(1,52)=8.667$ ,  $p=.005$ ,  $MSe=.006$  (Véase Figura 76); y la del tipo de presentación x amplitud,  $F(3,156)=4.000$ ,  $p<.01$ ,  $MSe=.003$  (Véase Figura 77).

Por último, la interacción de segundo orden del tipo de presentación x tipo de estímulo x amplitud alcanzó la significación,  $F(3,156)=2.667$ ,  $p<.05$ ,  $MSe=.003$  (Véase Figura 78).

#### *8.2.2.2. Análisis de la proporción de errores en función de la amplitud de la secuencia*

##### *Amplitud : 1*

Las proporciones de errores correspondientes a las condiciones 1-1, y 1-0, fueron sometidas a un análisis de varianza de 2 (Tipo de presentación: secuencial, simultánea) x 2 (Tipo de estímulo: palabras, letras) x 2 (Número de elementos comunes: 0, 1).

Alcanzó la significación estadística el efecto principal del tipo de presentación,  $F(1,52)=12.500$ ,  $p=.001$ ,  $MSe=.002$  (Véase Figura 79); y del número de elementos comunes,  $F(1,52)=7.000$ ,  $p<.05$ ,  $MSe=.001$  (Véase Figura 80).

Figura 76.- Efecto de la interacción del tipo de presentación x tipo de estímulo sobre el porcentaje de errores en las condiciones de respuesta Si-No

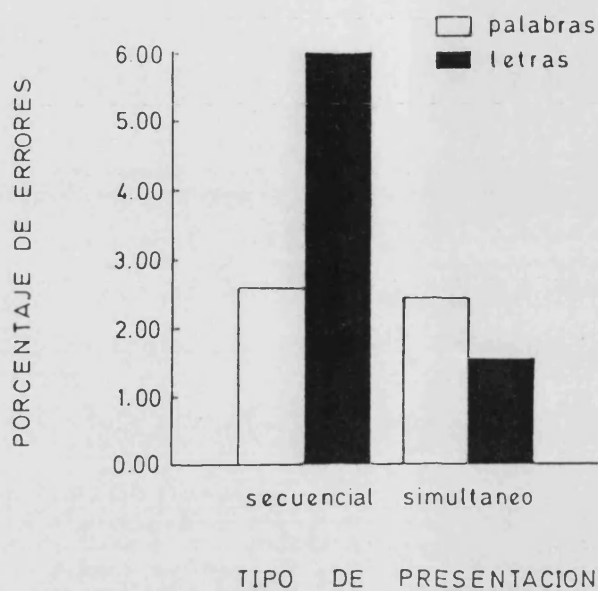


Figura 77.- Efecto de la interacción del tipo de presentación x amplitud de la secuencia sobre el porcentaje de errores en las condiciones de respuesta Si-No

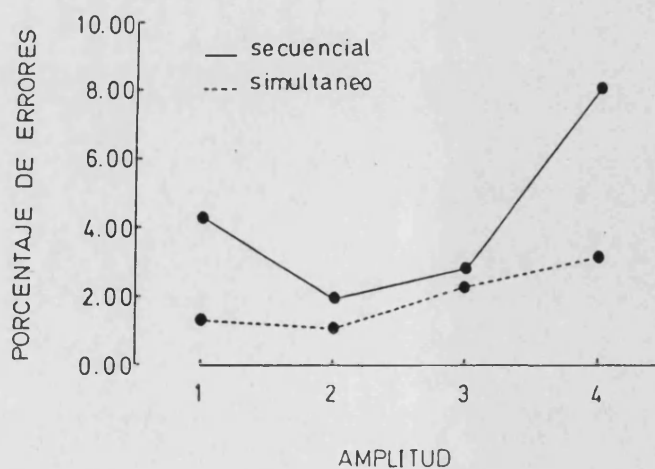


Figura 78.- Efecto de la interacción del tipo de presentación x tipo de estímulo x amplitud de la secuencia sobre el porcentaje de errores en las condiciones de respuesta Si-No

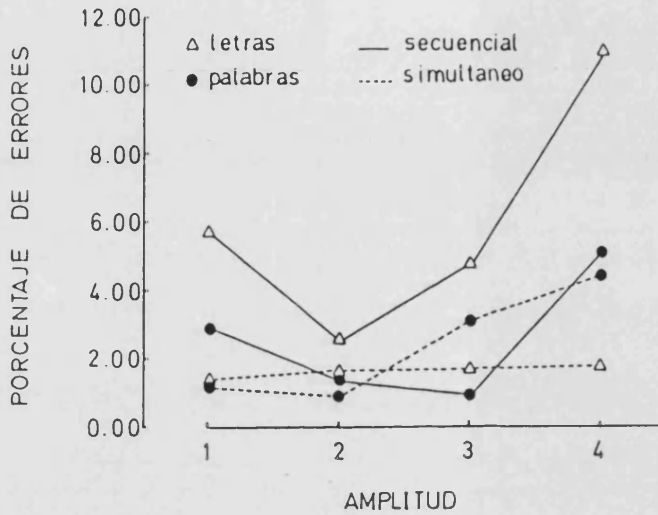
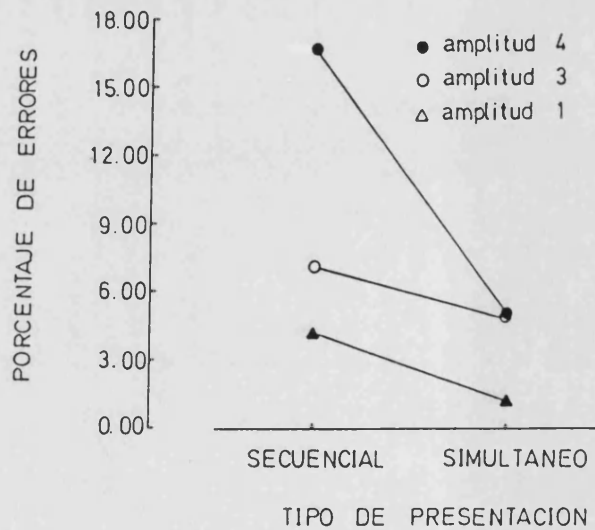


Figura 79.- Efecto del tipo de presentación sobre el porcentaje de errores en secuencias de amplitud 1, 3 y 4



Ningún otro efecto principal o de interacción alcanzó la significación, aunque el efecto principal del tipo de estímulo estuvo próximo,  $F(1,52)=3.000$ ,  $p=.086$ ,  $MSe=.002$  (Véase Figura 81).

### *Amplitud : 2*

Las proporciones de errores correspondientes a las condiciones 2-2, 2-1, y 2-0, fueron sometidas a un análisis de varianza de 2 (Tipo de presentación: secuencial, simultánea) x 2 (Tipo de estímulo: palabras, letras) x 3 (Número de elementos comunes: 0, 1, 2).

Alcanzó la significación estadística el efecto principal del número de elementos comunes,  $F(2,104)=23.000$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=.001$  (Véase Figura 80). Se realizaron pruebas de Newman-Keuls para examinar las diferencias entre los distintos niveles de este factor. Los resultados mostraron significativas ( $p<.01$ ) las diferencias entre EC1-EC0, EC1-EC2, y ( $p<.05$ ) entre EC2-EC0 (donde, EC indica el número de elementos comunes).

Ningún otro efecto principal se mostró significativo.

Respecto a las interacciones de primer orden, tan solo fue significativa la del tipo de presentación x tipo de estímulo,  $F(1,52)=4.500$ ,  $p<.05$ ,  $MSe=.002$  (Véase Figura 82).

Por último, la interacción de segundo orden del tipo de presentación x tipo de estímulo x número de elementos comunes, resultó significativa,  $F(2,104)=5.000$ ,  $p<.01$ ,  $MSe=.001$  (Véase Figura 83).

Ningún otro efecto principal o de interacción alcanzó la significación estadística.

Figura 80.- Efecto del número de elementos comunes sobre el porcentaje de errores en secuencias de amplitud 1, 2, 3, y 4

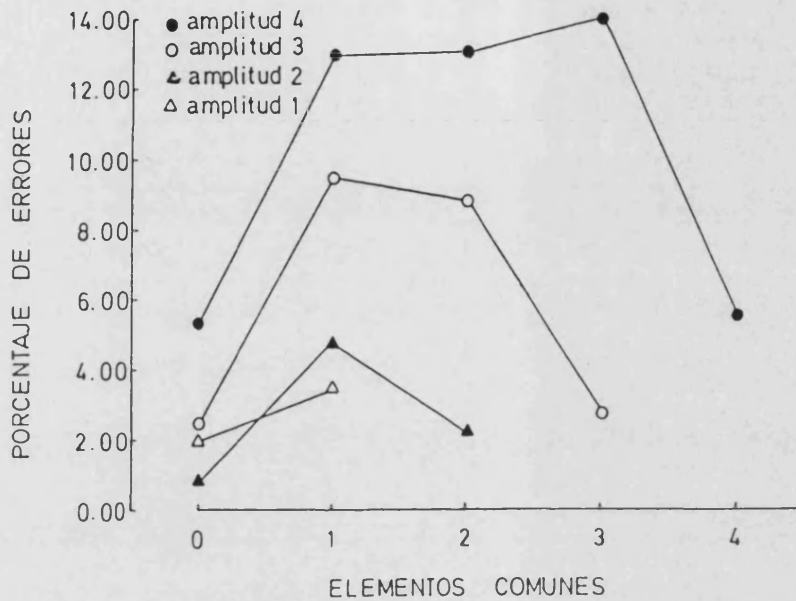


Figura 81.- Efecto del tipo de estímulo sobre el porcentaje de errores en secuencias de amplitud 1, 3 y 4

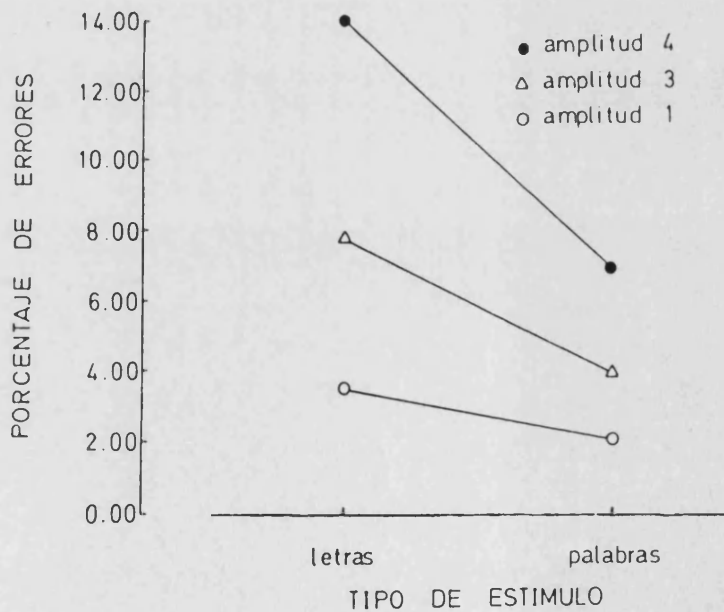




Figura 82.- Efecto de la interacción del tipo de presentación x tipo de estímulo sobre el porcentaje de errores en secuencias de amplitud 2, 3 y 4

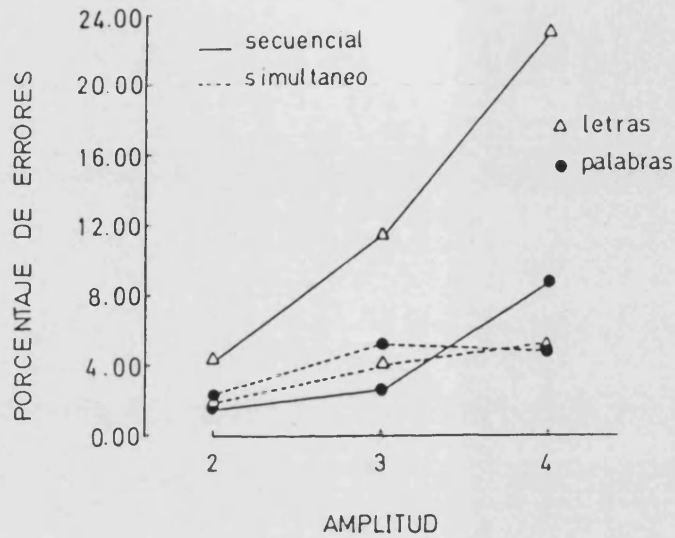
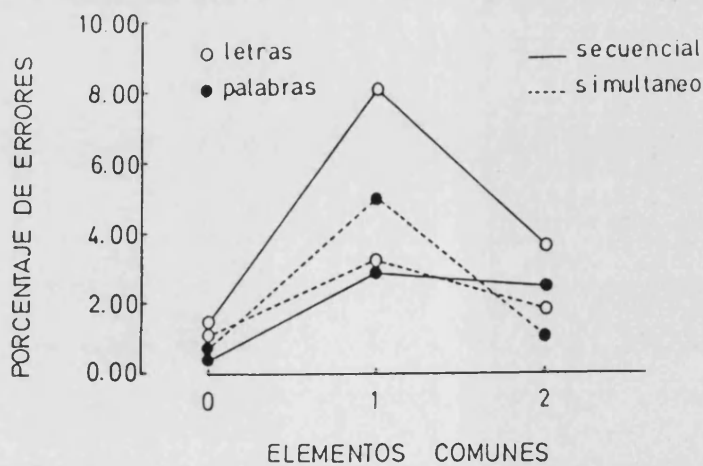


Figura 83.- Efecto de la interacción del tipo de presentación x tipo de estímulo x número de elementos comunes sobre el porcentaje de errores en secuencias de amplitud 2



*Amplitud : 3*

Se realizó un análisis de varianza sobre las proporciones de errores cometidas en las condiciones 3-3, 3-2, 3-1, y 3-0, de 2 (Tipo de presentación: secuencial, simultánea) x 2 (Tipo de estímulo: palabras, letras) x 4 (Número de elementos comunes: 0, 1, 2, 3).

Alcanzó la significación estadística el efecto principal del tipo de estímulo,  $F(1,52)=9.556$ ,  $p<.005$ ,  $MSe=.009$  (Véase Figura 81); y el del número de elementos comunes,  $F(3,156)=16.200$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=.005$  (Véase Figura 80). Se realizaron pruebas de Newman-Keuls para examinar las diferencias entre los distintos niveles de la variable número de elementos comunes. Los resultados mostraron significativas ( $p<.01$ ) las diferencias entre EC1-EC0, EC1-EC3, EC2-EC0, EC2-EC3 (donde, EC indica el número de elementos comunes entre ambas secuencias).

Respecto a las interacciones de primer orden, alcanzó la significación la del tipo de presentación x tipo de estímulo,  $F(1,52)=15.556$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=.009$  (Véase Figura 82); la del tipo de presentación x número de elementos comunes,  $F(3,156)=3.400$ ,  $p<.05$ ,  $MSe=.005$  (Véase Figura 84); y la del tipo de estímulo x número de elementos comunes,  $F(3,156)=3.200$ ,  $p<.05$ ,  $MSe=.005$  (Véase Figura 85).

Por último, alcanzó la significación estadística la interacción de segundo orden del tipo de presentación x tipo de estímulo x número de elementos comunes,  $F(3,156)=3.000$ ,  $p<.05$ ,  $MSe=.005$  (Véase Figura 86).

Ningún otro efecto principal o de interacción se mostró estadísticamente significativo, aunque el efecto principal del tipo de

Figura 84.- Efecto de la interacción del tipo de presentación x número de elementos comunes sobre el porcentaje de errores en secuencias de amplitud 3 y 4

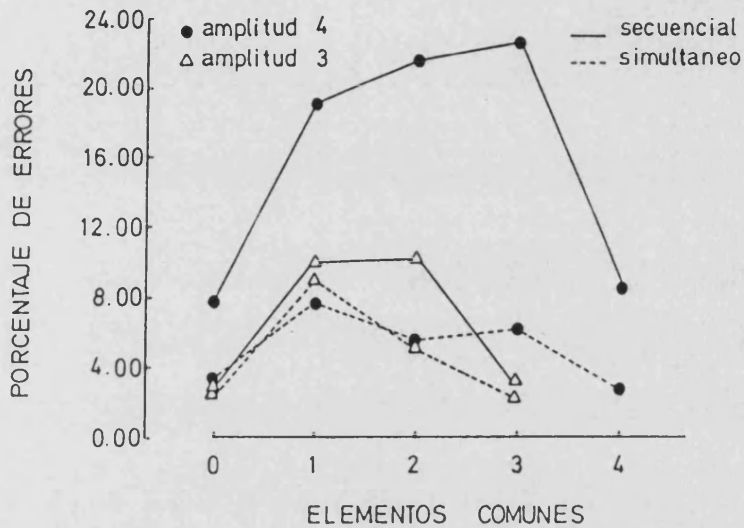


Figura 85.- Efecto de la interacción del tipo de estímulo x número de elementos comunes sobre el porcentaje de errores en secuencias de amplitud 3 y 4

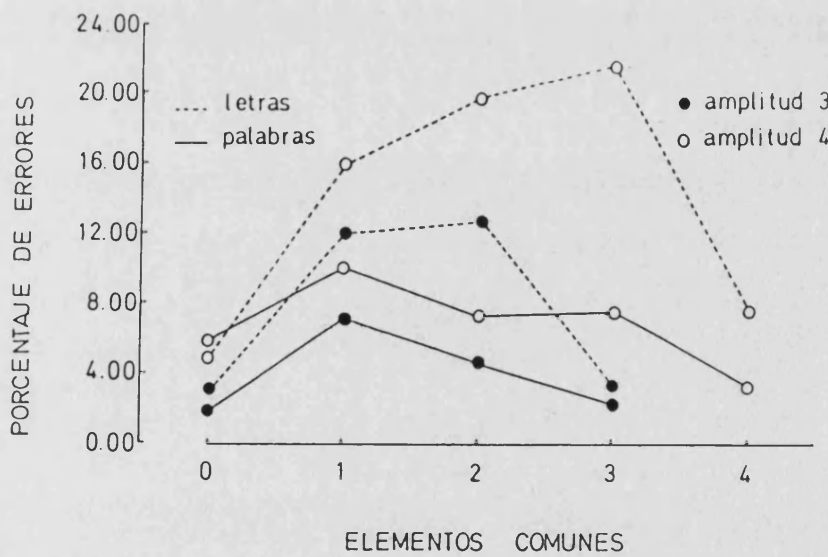
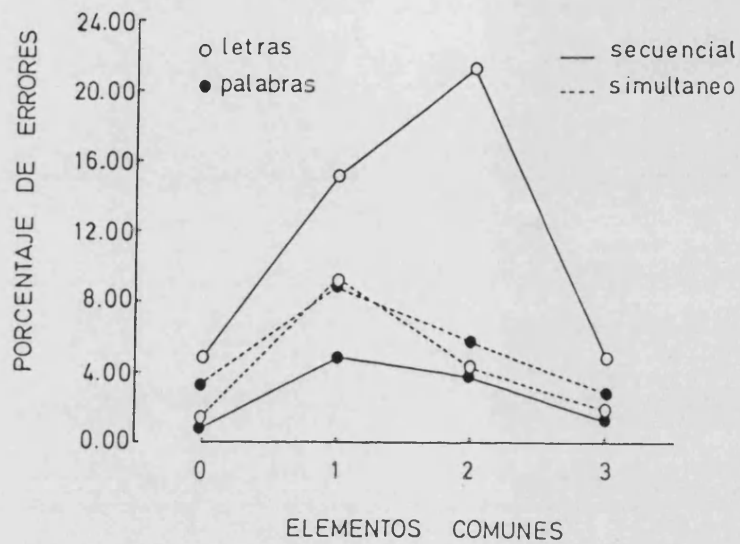


Figura 86.- Efecto de la interacción del tipo de presentación x tipo de estímulo x número de elementos comunes sobre el porcentaje de errores en secuencias de amplitud 3



presentación estuvo próximo,  $F(1,52)=3.556$ ,  $p=.062$ ,  $MSe=.009$  (Véase Figura 79).

#### *Amplitud : 4*

Las proporciones de errores de las condiciones 4-4, 4-3, 4-2, 4-1 y 4-0 fueron sometidas a un análisis de varianza de 2 (Tipo de presentación: secuencial, simultánea) x 2 (Tipo de estímulo: palabras, letras) x 5 (Número de elementos comunes: 0, 1, 2, 3, 4).

Alcanzó la significación estadística el efecto principal del tipo de presentación,  $F(1,52)=56.929$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=.014$  (Véase Figura 79); el del tipo de estímulo,  $F(1,52)=26.429$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=.014$  (Véase Figura 81); y el del número de elementos comunes,  $F(4,208)=11.600$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=.010$  (Véase Figura 80). Se realizaron pruebas de Newman-Keuls para examinar las diferencias entre los distintos niveles de la variable número de elementos comunes. Los resultados mostraron significativas ( $p<.1$ ) las diferencias entre EC3-EC0, EC3-EC1, EC3-EC4, EC2-EC0, EC2-EC4, EC1-EC0, EC1-EC4 (donde, EC indica el número de elementos comunes entre ambas secuencias).

Respecto a las interacciones de primer orden, resultó significativa la del tipo de presentación x tipo de estímulo,  $F(1,52)=23.571$ ,  $p<.001$ ,  $MSe=.014$  (Véase Figura 82); la del tipo de presentación x número de elementos comunes,  $F(4,208)=4.500$ ,  $p<.005$ ,  $MSe=.010$  (Véase Figura 84); y la del tipo de estímulo x número de elementos comunes,  $F(4,208)=5.300$ ,  $p=.001$ ,  $MSe=.010$  (Véase Figura 85).

### 8.3. Discusión

#### *Análisis del proceso de comparación*

Al igual que en el experimento anterior se confirma que existe discrepancia entre respuestas positivas y negativas a favor de las primeras.

Ahora bien, con frecuencia, los resultados a favor de las latencias de respuestas afirmativas se habían obtenido utilizando diseños en los que tan solo se presentaba un tipo de estimulación, por lo que no parecía posible establecer diferencias en los procesos de comparación en función de la complejidad del estímulo comparado. En el experimento que aquí se presenta se han introducido dos tipos de estímulos (letras-palabras), expuestos secuencial o simultáneamente, con lo que pueden analizarse independientemente las características de la búsqueda visual vs. de memoria.

En la literatura experimental se han obtenido discrepancias en los tiempos de reacción, en función de que la presentación de los conjuntos fuese secuencial o simultánea (p.e. Krueger, 1983, 1984; Proctor y Rao, 1983, 1984) que también se han observado en este experimento. Incluso, algunos modelos teóricos se han elaborado sobre la base de las diferencias en el proceso de comparación positiva y negativa utilizando presentación secuencial vs. simultánea.

En el experimento que se está discutiendo, ños conjuntos presentados secuencialmente obtuvieron latencias globales medias muy inferiores a las simultáneas (del orden de 400 milisegundos) (Véase Figura 48). La existencia de tales diferencias se ha considerado como un

resultado a favor de de dos tipos de búsqueda: analítica, en el caso de secuencias presentadas simultáneamente, y holística en las secuenciales (Proctor, 1981). Para algunos autores, la estrategia analítica implicaría la autoterminación de la búsqueda cuando el sujeto ha acumulado suficiente evidencia para dar su respuesta (Krueger, 1978, 1983, 1984a); estrategia que en este experimento no podrá comprobarse, directamente, puesto que necesariamente la búsqueda es exhaustiva. Aunque, el que la discrepancia a favor de las respuestas *igual* siga apareciendo, pese a neutralizar el mecanismo de autoterminación, indica que este factor, por sí solo, no puede explicar al menos todas las diferencias.

Asimismo, el análisis de las pendientes muestra que la presentación secuencial produce tiempos de comparación menores que la simultánea (p.e. Krueger, 1983, 1984; Proctor, 1981; Proctor y Hurst, 1982; Proctor y Rao, 1981, 1983, 1984; Ratcliff y Hacker, 1981) (Véase Figura 59). Concretamente, los conjuntos que se presentan secuencialmente cuentan con pendientes inferiores (del orden de los 100 milisegundos) que aquéllos donde la presentación es simultánea. El tiempo de comparación en la búsqueda en memoria (presentación secuencial) es inferior al de la búsqueda visual (presentación simultánea). Este resultado no corresponde con el principio de dos códigos de comparación diferentes, según se trate de búsqueda en memoria o visual. Algunos autores (p.e. Boles y Eveland, 1983; Proctor, 1981; Sternberg, 1967d; Townsend y Ashby, 1983) consideran que en la búsqueda visual (presentación simultánea) el sujeto utiliza un código de comparación que atiende a los rasgos puramente físicos del estímulo; mientras que en la búsqueda en memoria los códigos manipulados son acústicos (nominales).

Ahora bien, según los argumentos anteriores, y considerando que en el experimento que se está discutiendo se le piden al sujeto respuestas basadas en la identidad física entre estímulos, los juicios *igual*, con presentación simultánea, deberían mostrar tiempos de comparación menores que con la secuencial (parece un dato empírico comprobado que la identidad física es más rápida que la nominal) (Beller, 1971; Posner y Mitchell, 1967). La ausencia de dicho efecto podría deberse a que en los ensayos con presentación simultánea, la pendiente de la línea de regresión no solo implica la identificación de los items del conjunto de prueba sino también la de los estímulos de la secuencia memorizada, con lo que el valor de las pendientes, lógicamente, será mayor. Por lo tanto, y por el procedimiento empleado, no puede considerarse que los resultados de este experimento estén en contradicción con los obtenidos desde el paradigma de identidad física-nominal, y además, por otra parte, esta no era una de las cuestiones planteadas en esta tesis.

A partir de la interacción entre tipo de presentación y tipo de estímulo, y del supuesto del doble proceso de búsqueda (analítico: presentación simultánea; y holístico: presentación secuencial), se podría suponer que en la presentación simultánea de letras, el sujeto analiza los rasgos físicos de cada uno de los estímulos separadamente, con resultados parciales de cada comparación simple hasta la lectura final del contador. Y en las secuencias de palabras, es probable que cada estímulo complejo se compare, mediante una estrategia analítica, como una cadena de elementos diferentes (letras), considerando sus rasgos físicos (y no cada palabra como un estímulo único) (Marmurek, 1977). En función de estas diferencias es lógico esperar que el tiempo de comparación sea mucho mayor en las secuencias de palabras que en las de letras (recuérdese que el tamaño de las palabras podía variar entre cuatro y siete letras).



Por su parte, y bajo estos mismo supuestos, con la presentación secuencial las discrepancias en el tiempo de comparación, para letras y palabras, deberían o bien reducirse o bien eliminarse, ya que si el proceso de comparación de los estímulos es holístico el número de items presentados no debe tener efecto sobre el tiempo global de comparación (Proctor, 1981).

Tal y como se ha afirmado, anteriormente, el diseño que aquí se ha utilizado neutraliza la estrategia de terminación automática, excepto en la condición de presentación simultánea con palabras, donde el sujeto puede descomponer cada estímulo palabra en las letras que lo integran, de forma que al encontrar una diferencia entre los dos estímulos comparados finalice el proceso de decisión. Esta posibilidad ha sido formulada por algún autor que considera que las comparaciones entre estímulos palabras responden más que a patrones estimulares únicos a conjuntos de elementos, es decir de letras (Marmurek, 1977). Desde estas observaciones, es posible considerar que el sujeto desarrolle una búsqueda terminada en la que el proceso de comparación esté influido por la localización de una diferencia. Este argumento ya había sido defendido, aunque a otro nivel, por Smith y colaboradores (1974), y brevemente supone considerar la etapa de comparaciones como un proceso complejo en el que el sujeto lleva a cabo una prueba de rasgos entre el par de estímulos que compara, de forma que una respuesta puede producirse tras observar una diferencia. Lógicamente, según este argumento, las respuestas *igual*, en las condiciones de presentación simultánea deberían contar con tiempos de reacción mayores que las *diferente*, ya que en las primeras la prueba de rasgos debe completarse siempre hasta el final. Sin embargo, los resultados obtenidos en el presente experimento muestran un aumento en la latencia de las

respuestas negativas, que no se corresponde con lo esperado desde un modelo de autoterminación, y que se mantiene a pesar del tipo de presentación utilizada. Ahora bien, hay otro resultado que incide sobre la posibilidad de un proceso de comparación diferente, según se trate de letras o palabras, con presentación secuencial o simultánea, y que se va a revisar a continuación.

La interacción del tipo de presentación x tipo de estímulo muestra que la diferencia entre las pendientes de palabras y letras es, prácticamente, imperceptible en aquellos conjuntos que se presentan secuencialmente (Véase Figura 62). Sin embargo, en las secuencias presentadas simultáneamente se producen discrepancias del orden de los 200 milisegundos a favor de las letras. Este resultado parece apoyar los argumentos anteriores, en el sentido de que el proceso de comparación de palabras, en búsqueda múltiple y con presentación simultánea, tiende a realizarse como si de un conjunto de letras se tratara, y no tanto como patrones unitarios (Marmurek, 1977). Si las comparaciones en secuencias con presentación simultánea se realizan analíticamente (Krueger, 1983), entonces el número de comparaciones absolutas que el sujeto debe realizar en los conjuntos de palabras es mucho mayor que en las secuencias de letras. Este efecto puede observarse, más claramente, comparando los tiempos promedios para cada una de las amplitudes estudiadas (parece lógico, si el procesamiento es analítico, esperar un aumento de la latencia de respuesta en el caso de ensayos con palabras y presentación simultánea).

Los resultados han mostrado que la interacción del tipo de estímulo x tipo de presentación es significativa en los niveles de palabras y presentación simultánea, como anteriormente se mencionó. Parece claro que hay un indicio de comparación analítica en las condiciones de

búsqueda visual (presentación simultánea), que desaparece, por otra parte, cuando el sujeto debe comparar dos secuencias una de ellas previamente memorizada (presentación secuencial). En este último caso, los conjuntos tanto de letras como de palabras se comparan holísticamente, con lo que el mayor tamaño de los estímulos palabras no interfiere en la tasa de elementos que pueden compararse por unidad temporal (la diferencia entre palabras y letras es de tan solo 4 milisegundos a favor de las palabras).

Estos resultados son idénticos a los del tiempo absoluto. Aunque hay que mencionar que las latencias globales de respuesta para letras tienden a ser menores que para palabras; sin embargo, vuelve a evidenciarse que es en las condiciones de presentación simultánea, donde las diferencias son mayores (del orden de los 300 milisegundos a favor de las secuencias formadas por letras) (Véase Figura 52).

El análisis de regresión permite identificar, asimismo, el tiempo que corresponde al resto de procesos en la búsqueda que no son propiamente el de comparación, que se revelan en los valores de las interceptales.

Hay que destacar en primer lugar que, la diferencia entre las interceptales de juicios *igual* y juicios *diferente* no es significativa. La ausencia de significación del efecto principal del tipo de respuesta puede esclarecerse por la interacción del tipo de respuesta x tipo de presentación x tipo de estímulo esclarece. En tres de los cuatro niveles del factor respuesta *diferente* las ordenadas en el origen son inferiores que las de respuesta *igual* ; exclusivamente, en los ensayos con estímulos letras y presentación simultánea los valores de las interceptales en los items diferentes son menores que en los iguales (Véase Figura 66). Mientras que el proceso de comparaciones es siempre mas rápido en

juicios positivos que en negativos, para el resto de etapas los resultados son bien diferentes.

Tal y como se observaba en el proceso de comparaciones, el efecto principal del tipo de presentación es el que muestra mayor impacto sobre todas las etapas que componen el proceso de búsqueda. La presentación secuencial (búsqueda en memoria) presenta interceptales del orden de los 100 milisegundos inferiores que la presentación simultánea (búsqueda visual) (Véase Figura 64). Se puede suponer que estas diferencias tienen su origen en la existencia de dos tipos de procesamiento distintos, característicos uno de la búsqueda visual y otro de la búsqueda en memoria, y que se refieren tanto a los procesos de codificación, comparación como decisión y organización de la respuesta. Sin embargo, para interpretar con más profundidad este resultado hay que considerar la interacción del tipo de estímulo x tipo de presentación, que, asimismo, alcanza la significación estadística. Dicha interacción parece reafirmar el supuesto de diferencias en el procesamiento de ambos tipos de presentación. Si se considera el tipo de estímulo (letras-palabras) presentado, la relación, respecto al valor de las ordenadas, es inversa, según se trate de secuencias presentadas secuencial o simultáneamente. En el caso de la presentación simultánea las interceptales son mucho mayores para letras que para palabras (alrededor de 100 milisegundos); mientras que, en presentación secuencial las ordenadas son mayores para palabras que para letras (alrededor de 50 milisegundos) (Véase Figura 65). Este resultado es sorprendente, si se tiene en cuenta que el tiempo para la comparación, en el caso de palabras presentadas simultáneamente era mucho mayor que para las letras, lo que se interpretaba como un indicio de comparación analítica. Sin embargo, hay que considerar que los valores de las interceptales en las secuencias formadas por palabras

apenas si varían con los dos tipos de presentación utilizadas; donde realmente sí se producen diferencias es entre los conjuntos de letras con presentación simultánea y secuencial (con una discrepancia de alrededor de 150 milisegundos a favor de las segundas).

### *Sesgos en los criterios de decisión*

Uno de los resultados más interesantes del análisis de las respuestas incorrectas es que la tasa de errores globales se mantiene constante tanto en las condiciones *igual* como en las *diferente* ( $F < 1$ ). Este resultado, sin embargo, entra en contradicción con algún otro obtenido, con anterioridad, en ciertos trabajos donde las respuestas *igual* son más precisas que las *diferente* (p.e. Krueger, 1978; Proctor y Rao, 1984), y con los resultados del Experimento 1. Y hace pensar, a priori, que no existe un sesgo a responder *igual* o *diferente*.

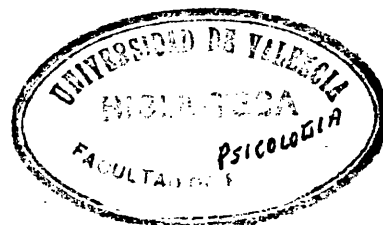
Ahora bien, sí se observa un aumento en la tasa de error en los conjuntos presentados secuencialmente, aunque, las diferencias promedio en el porcentaje de error, entre ambos tipos de presentación, no es muy marcada (aunque estadísticamente si es significativa), situándose en alrededor del 2 % a favor de las secuencias con presentación simultánea (Véase Figura 74). Este dato se podría interpretar desde algún supuesto de los modelos de fuerza de la huella de memoria (p.e. Baddeley y Ecob, 1973). Desde esta teoría se supone que la mayor proporción de falsos *igual* y falsos *diferente* en la presentación secuencial se debe a que, en este tipo de presentación, las comparaciones se realizan sobre las representaciones en memoria de los items. Dichas representaciones se ven deterioradas con el paso del

tiempo, de ahí que el número de confusiones sea mayor que con la presentación visual (en la que la información permanece expuesta visualmente hasta la respuesta). Un debilitamiento de la fuerza de la huella puede producir mayor número de confusiones en las respuestas, porque la razón entre señal y ruido va disminuyendo, llegando el caso en que el ruido supera la fuerza de la señal (Brown, 1959). Cabría esperar, entonces, algún tipo de efectos de recencia en la recuperación de los items que ocupan las posiciones últimas de la lista, ya que serán los que menos deterioro hayan sufrido (p.e. Clifton y Birenbaum, 1970; Corballis, 1967; Morin et al., 1967; Theios, 1973; Theios y Walter, 1974; Theios et al., 1973); aunque en este experimento no se ha llevado a cabo ningún análisis que pueda aportar información sobre este aspecto.

Por su parte, la presentación simultánea implica comparaciones entre elementos presentes al emitir la respuesta, por lo que los errores se deberán más bien a un factor de ruido externo, o de similitud entre los rasgos físicos de los estímulos, que por el decaimiento de la huella, ya que en este caso no se manipula información almacenada en la memoria a corto plazo (Krueger, 1978), sino más bien en un registro de tipo icónico. En estas condiciones, la interferencia que causa el ruido externo se traduce en un proceso de respuesta más seguro, que implica, posiblemente, una segunda búsqueda de las secuencias antes de la emisión de la respuesta, con su consiguiente elentecimiento y una más alta probabilidad de ejecución precisa (Krueger, 1978). Sin embargo, las comparaciones secuenciales le resultan al sujeto de menor complejidad, con lo que tiende a no asegurar tanto sus respuestas y a desechar la precisión en función de la velocidad; en cierto sentido el sujeto puede estar utilizando una estrategia de adivinación, cuando las probabilidades de acertar por azar son mayores. De estos argumentos se deriva, que las

secuencias de menor amplitud, que son asimismo las que presentan menor dificultad, cuentan con un porcentaje de error mayor que los conjuntos formados por más elementos.

Analizando el efecto del tamaño de las secuencias presentadas sobre el porcentaje de error se observa, tal y como se sugería, que los datos se ajustan a una función curvilínea, de forma que las secuencias de tamaño 1 muestran un porcentaje de error mayor que las de 2, y muy próximo al de conjuntos de tamaño 3; por su parte, las secuencias de amplitud 4 son las que producen el mayor volumen de respuestas incorrectas (Véase Figura 75). Sin embargo, el efecto del tamaño parece estar modulado por la interacción con el tipo de presentación utilizado. En las secuencias presentadas simultáneamente, el porcentaje de error aumenta progresiva y lentamente en función de la amplitud de las secuencias (desde los conjuntos de tamaño 1 con menos del 2 % de ensayos incorrectos, hasta los de amplitud 4 con alrededor de un 3 % de respuestas incorrectas) (Véase Figura 77). Por su parte, en los ensayos con presentación secuencial la variabilidad de error entre tamaños es más alta y se ajusta a una función en forma de U (desde un 2 % de error en conjuntos de 2 items, hasta más de un 8 % en las secuencias de tamaño 4). Estos resultados sugieren que hay que matizar los comentarios realizados anteriormente. La posible estrategia de adivinación, tan solo, parece utilizarse en aquellos conjuntos que se presentan secuencialmente, puesto que la hipótesis del decaimiento de la huella no es adecuada para explicar el elevado porcentaje de error, comparativamente considerado, de los conjuntos formados por un único elemento; aunque sí que podría serlo para el resto de tamaños. Sin embargo, en las secuencias con presentación simultánea el tamaño no parece tener un efecto potente sobre el perfil de la respuesta.



Aporta, todavía, más información sobre este punto el análisis de la interacción del tipo de presentación x tipo de estímulo x amplitud de la secuencia sobre el porcentaje de error (Véase Figura 78). En la presentación simultánea, con letras, el volumen de respuestas incorrectas no crece al aumentar el tamaño del conjunto (como cabría esperar por añadir más dificultad a la tarea); sin embargo, con palabras sí se produce el efecto esperado. Por otra parte, con la presentación secuencial, para ambos tipos de estímulos, los resultados se ajustan a una función con forma de U. La explicación del aumento del porcentaje de errores en las secuencias de tan solo un elemento puede explicarse, haciendo de nuevo referencia, o bien a una cierta precipitación en la respuesta, o bien a una estrategia de adivinación en la ejecución cuando las condiciones presentan menos dificultad (los sujetos *se confían* ya que tienen el 50 % de probabilidades de acertar por puro azar).

Aunque, no existe una tendencia positiva en la proporción de error en función del tipo de estímulo (en las condiciones igual-diferente) ( $F < 1$ ), sí que se observa un efecto de interacción de esta variable con el tipo de presentación. Se obtienen porcentajes de error muy bajos en el caso de las secuencias formadas por letras y con presentación simultánea (del orden del 1 %), y más elevados en la presentación secuencial (del orden del 6 %); por su parte, en los conjuntos de palabras no existen, básicamente, diferencias según se trate de un tipo u otro de presentación (Véase Figura 76). Estos resultados, aunque de difícil interpretación, parecen confirmar, al menos en parte, la hipótesis de los dos tipos de codificación; no obstante, hay que tener presente que el patrón de errores propio de ambos tipos de presentación no es uniforme en las secuencias de letras y de palabras.



En valores absolutos, la proporción de error en secuencias de palabras y letras, presentadas simultáneamente, es inferior a los ensayos con presentación secuencial. No obstante, mientras que dicha discrepancia se produce a favor de los conjuntos de letras en la presentación simultánea (alrededor del 1 %), en la secuencial la proporción menor de errores ocurre en los conjuntos formados por palabras (alrededor del 3 %). Estos resultados podrían indicar que el tipo de codificación utilizada en búsqueda en memoria es acústica. La confusión por el código acústico (identidad nominal) de las letras es mucho más probable que la de palabras (mientras las letras, en muchos casos, varían tan solo en un sonido, las palabras al poder estar formadas por un total de cuatro a siete letras, es menos probable que se diferencien por un único rasgo fonético; existe una probabilidad muy alta de que las diferencias estén causadas por más de uno de dichos rasgos, por lo que el número de errores disminuirá). En las condiciones de secuencias presentadas simultáneamente, puesto que las comparaciones atienden a características o rasgos físicos, las confusiones son más probables en las palabras que en las letras; sobre todo, si se considera que las palabras, en la presentación simultánea, parece que se procesan como conjuntos de letras (Marmurek, 1977), y por lo tanto la cantidad de ruido externo es mucho mayor (Krueger, 1978).

Las discrepancias en el porcentaje de error, en función del tipo de presentación utilizada, parecen ser muy marcadas en las secuencias de tamaño 4, donde los conjuntos con presentación simultánea muestran un 12 % menos de respuestas incorrectas que en los conjuntos presentados secuencialmente (Véase Figura 79). Sin embargo, y aunque sigue apareciendo discrepancia en las secuencias de amplitud 1 y 3, ésta se reduce hasta alrededor de tan solo un 2 % de los ensayos. Estos

resultados, parece que hacen hincapié, tal y como ya se ha comentado anteriormente, en el deterioro que se produce en las representaciones internas de los items que el sujeto utiliza para llevar a cabo la búsqueda en memoria, y que sin embargo no aparece en la búsqueda visual.

Por su parte, la amplitud de las secuencias presenta un efecto muy marcado en ensayos con presentación secuencial (en función del tamaño se produce un llamativo aumento del porcentaje de errores, con un 20% más de ensayos incorrectos en los conjuntos de 4 letras que en los de 2) (Véase Figura 82). Lógicamente, en los conjuntos de mayor tamaño el tiempo que transcurre desde la presentación de los primeros items hasta que se produce la respuesta es mayor que en las secuencias de menor amplitud, aunque en las secuencias de letras y palabras presentadas simultáneamente no hay apenas discrepancia entre conjuntos de distinta amplitud.

Un resultado idéntico puede observarse si se analiza el efecto de la interacción entre amplitud y tipo de estímulo (Véase Figura 81). Recuérdese que el tipo de estímulo no aparecía significativo en el análisis de las condiciones *igual-diferente*. En cualquiera de los tres niveles del factor amplitud (secuencias de tamaño 1, 3 y 4) las secuencias formadas por palabras presentan una proporción de errores menor que las de letras. Las diferencias más marcadas aparecen en los conjuntos de mayor tamaño, y tal vez puedan explicarse atendiendo a los límites de la capacidad de la memoria a corto plazo.

En cualquiera de las amplitudes, la condición de respuesta más difícil se produce cuando las dos secuencias difieren en tan solo un elemento (exceptuando los conjuntos de tamaño 1, donde solo existen dos posibles respuestas: 0-1). Los datos obtenidos se ajustan a una función con forma de U invertida, que sugiere la mayor dificultad en la búsqueda

se secuencias que difieren en algún elemento (la probabilidad de error es mayor), que en aquéllas otras en las que todos los elementos son iguales o son diferentes (Véase Figura 80). En la condición de un elemento diferente, el porcentaje de errores aumenta muy significativamente en cada uno de los tamaños, disminuyendo, en el resto de niveles del factor elementos comunes. Estos resultados están de acuerdo con los obtenidos por otros autores (p.e. Bamber, 1969), y parecen significar que cuanto mayor es la evidencia de diferencias entre dos cadenas de estímulos (número de elementos comunes), el proceso de búsqueda serial que implica una respuesta *diferente* es más seguro (porque parece existir una tendencia a identificar con más facilidad la igualdad que la diferencia entre conjuntos de estímulos, como sugería Krueger, 1978); y porque hay un factor de ruido interno que produce un deterioro muy rápido en la información almacenada en la memoria a corto plazo. Tan solo en el caso de las secuencias de tamaño 4 el porcentaje de error es ligeramente superior en los ensayos que presentan más de un item diferente.

Sin embargo, hay que matizar estos resultados, ya que parecen depender del tipo de presentación de la secuencia, al menos en dos de las cuatro amplitudes consideradas. El análisis del efecto de la interacción del tipo de presentación x número de elementos comunes, significativo en las secuencias de tamaño 3 y 4, muestra que en los ensayos con presentación secuencial, la dificultad de la tarea es más evidente en función del número de elementos diferentes entre ambas secuencias, tal y como se apuntaba anteriormente (Véase Figura 84). Por su parte, en las secuencias presentadas simultáneamente las diferencias en el porcentaje de error producidas por el número de elementos comunes no son importantes, y no existe una función coherente a la que se ajusten los datos. A esto hay que añadir que el porcentaje de error, tal y como ya se

apuntó en el análisis de las condiciones de respuesta *igual* y *diferente*, es mucho menor en las secuencias presentadas simultáneamente.

Estos resultados parecen indicar que en la búsqueda en memoria (presentación secuencial) la probabilidad de una respuesta incorrecta correlaciona con el número de pares diferentes presentados entre las dos secuencias. Sin embargo, en la búsqueda visual éste no es un efecto determinante, y la distribución de los errores según el número de elementos comunes es más aleatoria. Ahora bien, no es únicamente el tipo de presentación de las secuencias la variable que parece estar comprometida en el porcentaje de respuestas incorrectas que emiten los sujetos. El análisis de la interacción entre el tipo de estímulo x número de elementos comunes (en las secuencias de amplitud 3 y 4) proporciona información complementaria (Véase Figura 85). El efecto del número de pares repetidos en ambas secuencias sobre el porcentaje de errores, es muy evidente en aquellos conjuntos que están formados por letras; sin embargo, en las secuencias de palabras los datos parecen ajustarse a funciones que apenas muestran variabilidad. Estos mismos resultados se presentan en las secuencias de amplitud 2 y 3, en las que aparece significativo el efecto de la interacción del tipo de estímulo x tipo de presentación x número de elementos comunes (Véase Figura 83 y 86). En ambas amplitudes hay un marcado efecto del número de pares idénticos sobre las secuencias de letras con presentación secuencial.

### *Mecanismo de Reanálisis*

Como cabría esperar a partir de los resultados que ofrecía el análisis de las condiciones de respuesta *igual-diferente*, se obtiene un

ajuste en forma de U invertida, al graficar el tiempo de reacción en función del número de elementos comunes entre ambas secuencias. Para cualquiera de las amplitudes (en todas ellas aparecen efectos significativos del número de elementos comunes), el tiempo de reacción aumenta en las condiciones intermedias y disminuye en las dos extremas (*igual-diferente*) (Véase Figura 68). Esta función curvilínea refleja la mayor dificultad de las respuestas en las que alguno de los elementos difiere, en contraposición con aquéllas otras en las que todos los items son iguales o todos son diferentes. Sorprende que, por ejemplo, en las secuencias de amplitud 4 el tiempo para ensayos con 3 elementos comunes entre ambos conjuntos sea inferior al de aquéllos otros con ningún elemento repetido. De estos resultados parece desprenderse que cuánto mayor es el número de comparaciones positivas que el sujeto debe realizar para emitir su respuesta, el tiempo de reacción disminuye. El aumento en el tiempo de reacción, en función del número de estímulos diferentes, puede deberse a una estrategia de reanálisis que el sujeto utiliza cuando la certeza de la respuesta es menor.

Ahora bien, la evidencia de reanálisis no se muestra por igual en conjuntos presentados secuencial y simultáneamente. En el caso de las secuencias de amplitud 1 y 4 hay diferencias del tipo de presentación (siempre a favor de los ensayos secuenciales) con respecto al número de elementos comunes, que no aparecen en los otros tamaños (Véase Figura 69). El resultado más extremo, con respecto a las condiciones de comparación mixta, se produce en los ensayos de amplitud 4 con 1 elemento común, donde la diferencia entre conjuntos presentados secuencial y simultáneamente es de alrededor de 500 milisegundos. Es decir, la probabilidad de una segunda búsqueda es mayor en el proceso de comparación visual que en el de memoria; o, en otras palabras, que el

factor de ruido externo (heterogeneidad de los items) tiene un peso específico sobre la búsqueda mayor que el de ruido interno (dificultad de discriminar las diferencias).

Asimismo, la interacción entre tipo de presentación x tipo de estímulo x número de elementos comunes vuelve a incidir sobre un aspecto ya comentado anteriormente. Dicha interacción, que aparece significativa tan solo en las secuencias de tamaño 3 y 4, constata el aumento de la discrepancia en los tiempos absolutos entre secuencias de letras y palabras, presentadas simultáneamente, con resultados a favor de las secuencias de letras (Véase Figura 72 y 73), y una ausencia, casi por completo, de diferencias, respecto al tipo de estímulo, en ensayos con presentación secuencial. Este dato añade información al anterior, puesto que a partir del mismo puede concluirse que la existencia de ruido externo es mayor en los conjuntos de palabras con presentación simultánea. En estos casos, tal como se indicó anteriormente, la comparación parece responder a un proceso analítico que se basa en la descomposición de la palabra en una cadena de elementos simples (o letras). Es evidente, que existe mayor fuente de variabilidad en dichos estímulos complejos que en los conjuntos de letras. Por ello el sujeto actúa llevando a cabo una estrategia de reanálisis.

## **Discusión General**

El propósito de esta discusión es elaborar teóricamente los resultados de mayor relevancia obtenidos en los dos experimentos realizados, considerando algunos de los supuestos más interesantes defendidos por los modelos de búsqueda y comparación, que se presentaron en la parte teórica de este trabajo. Para ello se ha dividido la discusión en cinco apartados. En el primero se justificará la aplicación que se ha hecho en los dos experimentos de la lógica de los modelos de etapas para la descomposición del tiempo de reacción; en el segundo, se presentará el supuesto que aquí se ha denominado como *identidad de comparaciones* entre respuestas positivas y negativas; en el tercero, se discutirán algunos resultados relativos a la discrepancia entre juicios *igual-diferente* ; en el cuarto, se formulará un modelo explicativo general de los datos empíricos; y, por último, se sistematizarán algunas de las principales conclusiones extraídas de los datos empíricos.

### *1. Aplicación de los Modelos de etapas para la descomposición del tiempo de reacción global*

Una de las ideas más aceptadas en la investigación sobre búsqueda de información visual y de memoria es su consideración como un proceso complejo, que puede descomponerse en distintas etapas que contribuyen al tiempo de reacción global, de forma dependiente o independiente (p.e. Murdock, 1974; Sternberg, 1966, 1969a; Theios, 1973; Theios y Walter, 1974; Theios et al., 1973). Ahora bien, la aplicación de la lógica de los modelos de etapas en el análisis de la latencia de respuesta parece depender de las características de la tarea diseñada. Precisamente, entre las aportaciones de mayor interés



realizadas por Sternberg se encuentra, en primer lugar, la elaboración de ciertos paradigmas experimentales que permiten presuponer etapas en la búsqueda; y, en segundo, la formulación de un método (de los factores aditivos) a partir del cual pueden aislarse los factores que influyen sobre cada una de ellas. De esta forma, Sternberg establece la metodología adecuada que permite el análisis independiente de alguno de los procesos psicológicamente relevantes. Siguiendo esta misma lógica, en los dos experimentos realizados en esta tesis, y utilizando un paradigma modificado del de Sternberg, se podrían inferir, al menos, las siguientes etapas en el proceso de búsqueda, a partir del tiempo de reacción global: *identificación y codificación* de los estímulos del conjunto positivo (que explicaría, al menos, parte del aumento observado en el tiempo de reacción en secuencias presentadas simultáneamente, ya que en la presentación secuencial el tiempo de reacción comienza a registrarse a partir de la exposición del conjunto de prueba); *almacenamiento* en la memoria de los items del conjunto positivo (etapa que no influye sobre la magnitud del tiempo de reacción global); *identificación y codificación* del conjunto de prueba; *recuperación* de la memoria de los elementos del conjunto positivo (es más rápida en los conjunto fijos porque hay sobreaprendizaje de los items memorizados); *comparación exhaustiva* entre pares de estímulos (con influencia selectiva del tipo de respuesta que requiere la comparación); *selección* de la alternativa de respuesta (la distribución equilibrada del número de ensayos entre las distintas alternativas de respuesta garantiza que no hayan diferencias en el tiempo de reacción debidas a esta etapa); y, *emisión* de la respuesta.

Ahora bien, aceptar la validez empírica de los modelos de etapas, no permite concluir que dichos procesos ocurren secuencialmente o en paralelo, sobre todo porque pueden hacerse predicciones idénticas desde

ambos modelos (Townsend y Ashby, 1983). Las alternativas de procesamiento en paralelo parecen contar con el inconveniente de que no permiten el aislamiento de los procesos cognitivos intervinientes, por lo que no se ajustarían al propósito que aquí se ha planteado. De ahí que se haya descartado la aplicación generalizada, a los dos experimentos realizados, de la lógica de modelos como el del procesamiento en cascada de McClelland (1979), o el de los efectos específicos de Taylor (1977), en su versión de etapas dependientes.

No obstante, resultaría posible adoptar algunos de los supuestos en los que se basan ambos modelos para interpretar ciertos resultados obtenidos en los dos experimentos diseñados.

En primer lugar, parecen adecuadas y empíricamente consistentes ciertas modificaciones introducidas por el propio McClelland (McClelland y Rumelhart, 1981, 1985) en su modelo original, sobre todo cuando se supone un procesamiento interactivo entre los distintos niveles de complejidad del sistema. Estos supuestos permiten entender, por ejemplo, cómo un sujeto puede buscar y comparar más rápidamente, bajo ciertas condiciones, palabras que letras (Véase Discusión del Experimento 2); resultado que no cabría en la lógica de un modelo que defiende un flujo de información unidireccional (tal y como aparecía en la versión original del modelo de cascada), y que supondría que en cualquier caso hay un enlentecimiento de la respuesta cuando ésta implica un nivel de análisis más complejo. Sin embargo, los resultados de ambos experimentos han mostrado que aunque la comparación entre letras implica un nivel de análisis de los rasgos físicos del estímulo, y la de palabras suponga un nivel físico más uno semántico, en las condiciones de presentación secuencial la comparación entre palabras es más rápida

que entre letras, con lo que niveles de complejidad superior pueden activarse sin que exista estricta serialidad.

Por su parte, el modelo de los efectos específicos de Taylor (1977) ha abordado directamente una de las cuestiones centrales en esta tesis. Dicha cuestión es el efecto que la relación entre los items tiene sobre la respuesta, y que puede actuar facilitando el proceso de decisión. Desde el supuesto de facilitación puede entenderse que el tipo de respuesta (positiva-negativa) sea determinante en el proceso de comparación, o, con otras palabras, que a la base de un juicio afirmativo exista implícito un mecanismo de facilitación de la respuesta. Este supuesto, que resulta de indudable interés dado el propósito de los experimentos que se han diseñado en esta tesis, es uno de los más extendidos en los modelos que explican la discrepancia entre juicios *igual* y *diferente* (p.e. Proctor, 1981; Proctor y Hurst, 1982; Proctor y Rao, 1983a, 1983b; Proctor et al., 1984), de ahí que esté plenamente justificado que se incluya como una aportación relevante del método de los efectos específicos.

Por su parte, los modelos de procesamiento sin etapas, que se han expuesto en la primera parte de esta tesis (Véase Capítulo 1), tendrían, asimismo, una validez empírica limitada. Desde modelos como el del criterio variable de Grice y colaboradores (1982) podría interpretarse la rapidez de la respuesta en los ensayos de conjunto fijo (Véase Discusión Experimento 1), en los que el valor de familiaridad, en la situación experimental, de ciertos estímulos aumenta por su repetición sucesiva en un gran número de ensayos. Ahora bien, el tipo de diseño utilizado en estos experimentos no permite concluir la ausencia de un proceso de búsqueda como tal, puesto que la elección de la alternativa de respuesta se realiza siempre tras haber examinado todo el conjunto.

En este contexto, y volviendo a incidir sobre algo ya dicho, la tarea de búsqueda utilizada y el propósito experimental que se ha perseguido sugieren que aunque puede hacerse uso de algunos principios propios de los modelos de procesamiento en paralelo y de los de procesamiento sin etapas, los modelos más interesantes y sugerentes parecen ser los de procesamiento en etapas seriales.

El supuesto de serialidad en la búsqueda se basa en la observación del efecto que el tamaño de la secuencia tiene sobre el tiempo de reacción, que implica un acceso secuencial a los items (p.e. Bersted, 1983; Foss, 1982; Gaffan, 1977; Gilford y Juola, 1976; Hanley y Scheirer, 1975; Howard, 1976; Kirsner y Craik, 1971; Mohs et al., 1975; Murdock, 1971; Neisser, 1963, 1967; Sperling et al., 1971; Sternberg, 1966, 1967b, 1967c, 1967d; Sternberg y Scarborough, 1969; Theios, 1973; Theios y Walter, 1974; Theios et al., 1974; Wickens et al., 1981, 1985). El análisis del efecto de la amplitud de la secuencia sobre la latencia de respuesta ha permitido inferir la existencia de una etapa, en la búsqueda, donde se realizan las comparaciones entre los elementos antes de decidir la respuesta (Sternberg, 1969a).

Los resultados obtenidos en los dos experimentos realizados, muestran, como cabía esperar intuitivamente, que el tiempo de reacción global, para las condiciones *igual-diferente*, aumenta linealmente, en función del tamaño de las secuencias. Como ya se ha indicado, la existencia de pendientes con un crecimiento positivo se ha considerado como prueba de una estrategia de búsqueda serial (p.e. Corballis, 1967; Miller y Pachella, 1976; Morin et al., 1967; Sternberg, 1966, 1967c, 1967d; Sternberg y Scarborough, 1969; Theios, 1973); aunque también se han hecho predicciones idénticas desde ciertos modelos de búsqueda en paralelo, en los que se supone una capacidad de procesamiento limitada

(p.e. Atkinson et al., 1969; Estes y Taylor, 1964, 1966; Estes y Wessell, 1966; Hoffman, 1978, 1979; Nickerson, 1966; Snodgrass y Townsend, 1980; Townsend, 1969, 1974). La interpretación del efecto del tamaño sobre el tiempo de reacción sigue presentando gran ambigüedad y en ningún caso puede considerarse que resuelve, favorablemente, la cuestión del tipo de búsqueda.

Por otra parte, el paradigma utilizado en los dos experimentos, hace necesario que el proceso de búsqueda sea siempre exhaustivo, ya que la respuesta del sujeto depende del número de elementos comunes entre ambas secuencias. Empíricamente, el bajo porcentaje de errores en ambos experimentos es una garantía de que el sujeto mantiene una búsqueda total (exhaustiva), ya que si existiese una tendencia a *adivinar* la alternativa correcta de respuesta antes de hacer las comparaciones, ésta se traduciría en un aumento evidente del volumen de ensayos incorrectos, que de hecho no se observa. En la mayoría de condiciones de ambos experimentos el porcentaje de errores se mantiene por debajo del 5 %, como en otros trabajos similares (p.e. con búsqueda múltiple, Algarabel, 1985b obtiene un 3.11% de respuestas incorrectas; Algarabel, 1985c, un 2.58 %; Bamber, 1969 un 1 % de error; y, con búsqueda simple, Sternberg, 1966 consigue porcentajes inferiores al 5 %). Sin embargo, en los experimentos presentados el rango de variabilidad del porcentaje de errores es amplio, de forma que en alguna condición se presenta hasta un 24 % de respuestas incorrectas (en el Experimento 2, con presentación secuencial y conjuntos de amplitud 4, con 3 elementos comunes entre ambas secuencias). Ahora bien, hay que considerar que el aumento en el porcentaje de error se produce en las condiciones en las que la respuesta exige comparaciones positivas y negativas simultáneamente, observándose una correlación positiva entre

el número de discrepancias entre ambas secuencias y el porcentaje de error.

Asimismo, la exhaustividad garantiza que puede aplicarse un análisis simple de regresión sobre los tiempos de reacción promedios, en función del tamaño de la secuencia, para analizar, independientemente, ciertas etapas en la búsqueda que son de claro interés psicológico. La aplicación del análisis de regresión al tiempo de reacción se ha generalizado en la literatura experimental sobre búsqueda, y tiene también un claro interés en los paradigmas de comparación perceptiva, sobre todo porque permite una simplificación de la complejidad del análisis del tiempo de reacción. Incluso, a partir de los resultados obtenidos con los ajustes lineales se ha establecido la clásica distinción entre modelos de búsqueda terminada y exhaustiva (Townsend y Ashby, 1983), en la que no se va a hacer hincapié por carecer de validez interpretativa en estos experimentos.

En los diseños de búsqueda simple el tiempo asociado con las pendientes de las líneas de regresión puede identificarse como el tiempo de comparación, ya que tan solo se busca un estímulo en la secuencia (p.e. Sternberg, 1966). Tradicionalmente, con estos diseños las pendientes se sitúan entre 35 y 40 milisegundos (p.e. Chase y Calfee, 1969; Clifton y Tash, 1973; Schneider y Shiffrin, 1977a; Shiffrin y Schneider, 1977; Sternberg, 1967b, 1967c, 1967d; Wickens et al., 1981); aunque en algún caso se han ajustado pendientes mayores (p.e. Sternberg, 1967b, obtiene pendientes de aproximadamente 124 milisegundos, aunque con una tarea más compleja que la de búsqueda, ya que el sujeto debe nombrar el ítem que sigue al de prueba en la lista). Ahora bien, en la búsqueda múltiple la interpretación de las pendientes requiere ciertas precisiones.

Tal y como se ha indicado en otra parte de esta tesis (Véase Planteamiento Experimental) la búsqueda múltiple se caracteriza por presentar un conjunto de prueba compuesto por más de un elemento; de forma que cada nueva comparación va precedida de una etapa de identificación del estímulo de la secuencia de prueba, y seguida de un proceso de decisión de respuesta. Lógicamente, la inclusión de estas dos etapas (más la propia de comparación) en la pendiente de la línea supondrá un aumento en el valor de las mismas. De hecho, las pendientes medias en el experimento 1 oscilan entre 119 y 290 milisegundos (en respuestas positivas) y entre 158 y 369 milisegundos (en respuestas negativas), y en el experimento 2 entre 233 y 241 milisegundos (en respuestas positivas) y entre 388 y 564 milisegundos (en respuestas negativas).

No obstante, la adición de los tiempos de identificación, comparación y decisión en los valores de las pendientes no invalida la simplicidad de análisis que permite el método de los ajustes lineales. En principio, el tiempo de identificación para items positivos y negativos no debe diferir ya que los estímulos se han seleccionado aleatoriamente; de la misma forma que no cabe esperar diferencias debidas al tiempo de decisión puesto que, para cada amplitud, el número de alternativas de respuesta es el mismo, impidiendo el desarrollo de un sesgo de respuesta. Sin embargo, resultaría de interés contar con alguna medida indicativa de la magnitud de las pendientes asociada al tiempo que no corresponde con la etapa de comparación. Algún autor (p.e. Donders, 1868) aisló el tiempo de decisión en, aproximadamente, 47 milisegundos, y el de identificación en 36 milisegundos. No obstante, hay que volver a hacer hincapié en que, a pesar de la influencia sobre las pendientes de los tiempos de identificación y de decisión de la respuesta, los cambios

observados en los valores de las mismas, tras la manipulación de las variables experimentales consideradas, se deberán al proceso de comparación per se.

Una vez justificada la selección del modelo metodológico de análisis, puede pasarse a enumerar algunas de las conclusiones más interesantes de los dos experimentos considerados.

## *2. El supuesto de identidad entre el proceso de comparación positiva y negativa*

Uno de los resultados más frecuentes en los paradigmas de juicios *igual-diferente* es la mayor velocidad de las respuestas ante estímulos idénticos que distintos. Ahora bien, desde este tipo de diseños no es posible determinar si la rapidez en las respuestas positivas se debe a la etapa de comparación entre los estímulos, o a cualquiera de los procesos restantes. Precisamente, uno de los propósitos del paradigma experimental elaborado en esta tesis era analizar la debilidad del supuesto que podría denominarse como de *identidad de comparaciones* implícito en algún modelo de búsqueda. Para ello se modificó el diseño experimental elaborado por Sternberg, de forma que permitiese analizar con independencia el proceso de comparación, así como garantizar que las pendientes no estuviesen contaminadas por comparaciones positivas y negativas.

Lo que aquí se denomina como supuesto de *identidad de comparaciones* implica que la tasa de comparación individual entre pares de estímulos es independiente del resultado de dicha comparación, y es un requisito para que la obtención de ajustes lineales y paralelos para



ensayos con respuesta positiva y negativa sea interpretable como búsqueda exhaustiva. Este tipo de predicciones están implícitas en los modelos que defienden una búsqueda serial exhaustiva de la información. Desde estos modelos (p.e. Sternberg, 1966, 1969a) se supone, en primer lugar, que todos los items que componen el conjunto se procesan antes de emitir la respuesta, y en segundo, que el tiempo de procesamiento de cada elemento es siempre el mismo, sin que la respuesta emitida tenga ninguna influencia sobre el mismo (Townsend y Ashby, 1983). De esta forma, el tiempo global de procesamiento es igual a la suma de los tiempos individuales, sin que se produzca modificación en dicha tasa debida a la localización de los items en el conjunto. Evidentemente, los modelos de búsqueda serial exhaustiva predicen funciones de posición serial planas, ya que sobre el tiempo de procesamiento no tiene influencia el lugar en el que esté colocado el item positivo en el conjunto.

Sin embargo, se han observado en numerosos experimentos (p.e. Clifton y Birenbaum, 1970; Corballis, 1967; Howard, 1976; Kirsner y Craik, 1971; Morin et al., 1967; Townsend y Roos, 1973) efectos de la posición serial de los estímulos positivos sobre el tiempo de reacción, en contra de las predicciones de la búsqueda serial.

En principio, tal como se ha expuesto, los modelos de búsqueda serial exhaustiva no pueden explicar los efectos de posición serial porque la lógica en la que se basan admite una tasa de procesamiento constante. Ahora bien, como ha propuesto algún autor (p.e. Townsend y Ashby, 1983, p. 190), dichos efectos pueden predecirse si se supone que los items positivos que ocupan posiciones alejadas respecto al punto de inicio de la secuencia, se procesan más lentamente que los más cercanos. Esta modificación en los supuestos del modelo serial exhaustivo implicaría la manipulación de las razones de procesamiento de los items positivos, de

forma que pudiera justificarse cualquier efecto de posición serial. Sin embargo, el costo de aceptar estas predicciones es excesivo, ya que el número de parámetros de la razón de procesamiento que deberían añadirse es muy elevado (para items positivos:  $n(n+1)/2$ , donde  $n$  es igual al tamaño de la secuencia; más 1 para distractores). Este problema hace que el modelo de búsqueda serial exhaustiva modificado cuente con un escaso valor predictivo (Townsend y Ashby, 1983, p. 190).

Por otra parte, hay una gran cantidad de resultados que manipulan variables como la repetición de los estímulos, la probabilidad de ocurrencia de items positivos y negativos, o el valor de familiaridad asociado a los estímulos, y en los que se observa que el tiempo de comparación no es constante (p.e. Baddeley y Ecob, 1973; Bjork y Estes, 1971; LaBerge y Tweedy, 1964; Miller y Pachella, 1976; Krueger, 1970; Puckett y Kausler, 1984; Theios et al., 1973). En este caso la interpretación no podría ser idéntica a la que ofrecen las curvas de posición serial, pero sí sería indicativa de la posibilidad de introducir cambios en la tasa de procesamiento de items individuales, que probablemente es la cuestión central.

Uno de los efectos más evidentes sobre el proceso de comparación es el de la repetición de los items (Baddeley y Ecob, 1973), que confirma que el tiempo asociado a la comparación de un item está determinado porque ese estímulo aparezca más de una vez en la secuencia memorizada. Desde estos resultados parece lógico esperar que si un item forma parte tanto de la secuencia memorizada como de la de prueba (respuesta positiva), esa repetición influya de forma positiva sobre el tiempo de comparación. De hecho, el supuesto de una huella de memoria diferencial para items repetidos se considera como un argumento a favor

de las diferencias en la razón de procesamiento individual (Townsend y Ashby, 1983, p. 123).

A este nivel, los diseños de búsqueda plantean un problema que va a ser clave en el desarrollo, posterior, de los paradigmas de comparación perceptiva; determinar qué mecanismos cognitivos actúan cuando se presenta como ítem de prueba un estímulo positivo (contenido en la secuencia memorizada), y el sujeto debe dar una respuesta, también, positiva, y cuando se expone un estímulo negativo, que implica una respuesta negativa. De hecho, desde algún modelo general de procesamiento se ha defendido que la relación entre estímulos tiene efectos específicos sobre el tiempo de reacción, de forma que se producen ciertas modificaciones en el procesamiento de información posterior en función de su relación con la anterior, modificaciones que producen efectos evidentes sobre la latencia de la respuesta (p.e. Grice et al., 1982, formulan los principios de asociación positiva-negativa entre estímulo y respuesta; Taylor, 1977, analiza los efectos específicos de la relación entre estímulos contexto-test).

Desde los paradigmas de comparación perceptiva se ha puesto de relieve que el tiempo de una decisión positiva es menor que el de una negativa, resultado que coincide con el de los dos experimentos realizados en la tesis (también en Ambler y Proctor, 1976; Bamber, 1969, 1972; Keuss, 1977; Krueger, 1978, 1983, 1984a; Krueger y Shapiro, 1981; Proctor, 1978, 1981; Proctor y Hurst, 1982; Proctor y Rao, 1981, 1984; Proctor et al., 1984; Ratcliff, 1979; Taylor, 1976b).

Sin embargo, tal como ya se ha indicado, el análisis empírico del supuesto de identidad de comparaciones no podía realizarse en los diseños de comparación perceptiva, puesto que los análisis se basaban sobre el tiempo de reacción global. Por ello se introdujo una

modificación en la tarea diseñada por Sternberg, que permitiese dicho análisis independiente. Los resultados han mostrado que el proceso de comparación de estímulos idénticos es más rápido que el de estímulos diferentes. La magnitud de dicha discrepancia no disminuye en función del nivel de entrenamiento en la tarea, del tipo de presentación, del tipo de conjunto o de estímulo considerado.

La comparación entre las pendientes medias de las respuestas *igual* revelan que éstas son inferiores que para las *diferente*, con una razón, entre ambas, de .74 (Experimento 1) y de .78 (Experimento 2) a favor de las primeras. Evidentemente, dicha razón hace explícita la ventaja a favor de las respuestas positivas, ya que cabría esperar una razón igual a 1 si las dos pendientes fueran idénticas, tal y como se suponía desde un modelo como el de Sternberg. El propio Sternberg considera (Véase Sternberg, 1969b, p. 432) que el denominado aquí principio de *identidad de comparaciones* es la única garantía de que la pendiente de la línea de regresión pueda interpretarse como el tiempo de comparación individual entre pares de estímulos, así como el tiempo para pasar de una comparación a la siguiente. Cualquier interpretación que se deriva del análisis de las pendientes de los ajustes lineales implícitamente debe aceptar tal supuesto.

Por lo tanto, los resultados obtenidos en esta tesis, y que empíricamente demuestran que la tasa de comparación para juicios afirmativos y negativos no es constante, idea que a nivel teórico había sido previamente formulada por Townsend y Ashby (1983), es una de las principales conclusiones extraídas del trabajo experimental que se ha presentado. La importancia de este resultado radica en que desde el mismo se limita seriamente el rango de aplicabilidad, así como la simplicidad del modelo de Sternberg. No obstante, las derivaciones que

este resultado tiene se extienden no solo a las tareas de búsqueda, sino, asimismo, a las de comparación.

En primer lugar, la existencia de tasas de comparación positiva y negativa diferentes podría explicar muchos de los resultados contradictorios que con frecuencia se observan en la literatura sobre búsqueda, porque en este tipo de tareas las pendientes de las líneas de regresión suponen tanto comparaciones positivas como negativas. Evidentemente, si las pendientes están contaminadas por comparaciones que implican los dos tipos de respuesta, y si se considera que no existe una tasa constante para comparaciones entre items idénticos y diferentes, resulta muy difícil mantener la lógica del modelo exhaustivo serial, tal y como fue propuesto por Sternberg.

En segundo lugar, los resultados contrarios al principio de *identidad de comparaciones* permiten abordar el análisis de las estrategias cognitivas que intervienen en tareas de comparación perceptiva desde una perspectiva diferente a la tradicional. En la literatura experimental sobre comparación perceptiva los análisis se centran sobre el tiempo de reacción global, sin que sea posible, dadas las características de la tarea, desglosar la latencia en los procesos componentes. La aplicación de la metodología establecida por Sternberg a los diseños experimentales de esta tesis en las dos condiciones de respuesta de interés (aquéllas en las que todas las comparaciones son positivas y aquéllas donde son negativas), ha permitido aislar el tiempo de comparación y concluir, experimentalmente, que el supuesto de *identidad de comparaciones* no resulta válido. Por lo tanto, cualquier interpretación realizada sobre la base de la independencia del proceso de comparación con respecto al tipo de respuesta que dicha comparación produce es incorrecta.

### 3. Análisis de la discrepancia entre juicios igual-diferente

En primer lugar, es interesante destacar que la discrepancia entre juicios *igual* y *diferente* es independiente del tipo de búsqueda utilizada. Es decir, las diferencias en el proceso de comparación positivo-negativo aparecen tanto en la búsqueda visual (presentación simultánea) como en la mixta de memoria y visual (presentación secuencial). Evidentemente, si se defiende que el código de comparación difiere (p.e. Proctor, 1981) según se trate de estímulos que están presentes en el momento de la decisión o de estímulos que se registran en la memoria (código físico en presentación simultánea; código nominal en presentación secuencial), entonces cabría esperar que los ensayos de identidad física y respuesta positiva, propiamente, obtuviesen una ventaja respecto a los de identidad nominal, como se ha demostrado en otros trabajos anteriores (p.e. Beller, 1971; Posner y Mitchell, 1967), que aquí no se obtiene. Por otro lado, al menos parte de la ventaja a favor de la presentación secuencial en estos experimentos se debe a que en el valor de las pendientes en la presentación simultánea se incluye un tiempo de identificación extra que aumenta, artificialmente, la discrepancia, por lo que es de indudable interés el análisis de las interacciones que elimina este inconveniente. No obstante, resultados similares se habían obtenido por otros autores en trabajos anteriores, e incluso las diferencias a partir de los dos tipos de presentación se han considerado como uno de los factores decisivos en la interpretación de las estrategias cognitivas en juicios *igual* y *diferente* (p.e. Krueger, 1983, 1984a; Krueger y Shapiro, 1982; Nickerson, 1967; Posner y Mitchell, 1967; Proctor, 1981; Proctor y Healy, 1985; Proctor y Hurst, 1982; Proctor y Rao, 1983a; Proctor et al., 1984; Silverman y Goldberg, 1975; Taylor, 1976b).

Como cabía esperar, por el diseño aquí utilizado, la interacción del tipo de presentación x tipo de respuesta no resultó significativa ( $F < 1$ ), ya que no puede predecirse una disminución de la discrepancia en los ensayos con presentación simultánea (tal como aparece en algún modelo, p.e. Krueger, 1978, 1983, 1984a). Este resultado era esperado puesto que no parece posible atribuir las diferencias en ambos tipos de presentación a una estrategia de autoterminación, en un diseño donde, necesariamente, se requiere búsqueda total (exhaustiva). Es interesante que a pesar de haber neutralizado la estrategia de autoterminación sigue observándose discrepancia entre las dos modalidades de presentación por lo que deberá formularse otro mecanismo explicativo, ya que se invalidan interpretaciones como la sugerida por ciertos autores (p.e. Krueger, 1983, 1984a).

Podría sugerirse, que la discrepancia entre presentación secuencial y simultánea depende más bien de las características del proceso de comparación (holístico o analítico) que del de búsqueda (exhaustiva o terminada). Un resultado que apoyaría, posiblemente, este supuesto lo ofrece el análisis de la discrepancia en el proceso de comparación positivo-negativo, a partir del tipo de estímulo y del tipo de presentación. Dicho análisis ha mostrado que en la búsqueda de memoria no existen diferencias significativas en el tiempo de comparación entre letras y palabras, mientras que en la búsqueda visual la comparación entre letras es más rápida que la de palabras. Tales diferencias no tendrían sentido si el proceso de comparación fuese idéntico en ambos tipos de búsqueda. La cuestión es de qué forma pueden interpretarse estas discrepancias. Una posible explicación implicaría que el tiempo es mayor en la comparación simultánea con palabras que con letras porque en ella el sujeto utiliza una estrategia analítica, que en el caso de las palabras es más lenta

(evidentemente por la longitud de las mismas) que en las secuencias de letras. Por su parte, en la presentación secuencial ambos estímulos pueden compararse holísticamente, de forma que el tamaño de cada elemento no influye sobre el tiempo de comparación. La estrategia holística también podría significar que el proceso de comparación de los estímulos corresponde con un modelo interactivo (p.e. McClelland y Rumelhart, 1981, 1985, aplican dicho modelo al análisis perceptivo de los estímulos), en el que la comparación entre estímulos complejos no tiene que implicar un proceso de descomposición en los elementos simples integrantes.

Esta interpretación se vería apoyada por el análisis de los errores en ambas condiciones. El proceso de búsqueda analítico, aunque resulta más costoso en cuanto al tiempo de respuesta, es más preciso que el de búsqueda holístico, por ello el patrón de errores es diferente según el tipo de presentación. Tal vez, una explicación de estos resultados pudiera hacerse considerando la magnitud y la cualidad de la interferencia que se produce en ambas modalidades de búsqueda. Si se supone, como algún autor ha afirmado, que el código nominal es el que predomina en la búsqueda de memoria (Proctor, 1981), entonces la interferencia entre códigos de comparación debería ser mayor para letras (donde los códigos nominales son muy similares) que para palabras; tal y como de hecho ocurre en ambos experimentos. Por su parte, si el código físico es el característico de la búsqueda visual, podría esperarse un resultado inverso al anterior, ya que en este caso la interferencia en palabras (cada estímulo se descompone en las letras integrantes) es mayor que la esperada para letras; también este resultado se ha confirmado en los experimentos presentados. Indudablemente, la diferencia en los códigos de comparación, según si la búsqueda es visual o de memoria, es una



interpretación de sumo interés para en el análisis de las discrepancias entre presentación secuencial y simultánea.

La segunda conclusión que ha podido extraerse del planteamiento experimental se refiere al análisis del efecto de las variables consistencia entre estímulo y respuesta y grado de práctica sobre el tiempo de comparación.

Los resultados obtenidos manipulando ambas variables coinciden, fundamentalmente, con los ofrecidos desde la literatura que ha tratado la cuestión del automatismo en la búsqueda (p.e. Egeth et al., 1972; Fisk y Schneider, 1984a, 1984b; Gleitman y Jonides, 1976, 1978; Kristofferson, 1972a, 1977; Schneider y Fisk, 1982a, 1982b, 1983, 1984; Schneider y Shiffrin, 1977a; Schneider et al., 1981; Shiffrin y Schneider, 1977; Shiffrin et al., 1981), aunque, como ya se ha indicado anteriormente, la inclusión de estos dos factores en el diseño experimental no se realizó para desarrollar estrategias de búsqueda automática, sino para analizar sus efectos sobre el proceso de comparación.

En el primer experimento se han comprobado dos resultados muy generalizados en la literatura experimental. En primer lugar, que los diseños de consistencia entre estímulo y respuesta producen respuestas más rápidas y más precisas, que los de inconsistencia. Y en segundo lugar, que la práctica tiene un efecto sobre el tiempo de comparación, que es diferencial según se trate de diseños consistentes o inconsistentes (aunque también aparece un efecto global). La consideración de estos resultados ha tenido como consecuencia directa el que desde algún modelo (p.e. Schneider y Shiffrin, 1977a; Shiffrin y Schneider, 1977) se defiendan dos procesos diferentes, uno de *búsqueda controlada* y otro de *detección automática*. Sin embargo, desde los diseños aquí utilizados

interesaba más que contrastar la validez explicativa de este modelo general, analizar la influencia de la práctica y la consistencia de respuesta sobre el tiempo de comparación.

La utilización de un diseño de búsqueda de memoria (presentación secuencial) sugiere que el tiempo de reacción menor en las secuencias de conjunto fijo puede deberse a que la fuerza de la huella de memoria asociada con las representaciones de los estímulos que forman parte de la secuencia memorizada es mayor, por lo que la recuperación de dichos items será menos costosa que la de los items de un diseño variado, como se propone en alguno de los modelos de búsqueda presentados en el Capítulo 2 (p.e. Atkinson y Juola, 1974; Baddeley y Ecobs, 1973; Briggs et al., 1978; Corballis y Miller, 1973; Corballis et al., 1971; Okada, 1971; Pike et al., 1977). En el caso de los experimentos que aquí se presentan, la utilización de una estrategia de acceso directo podría explicar que en los ensayos de conjunto fijo el tiempo de comparación sea menor que en los de conjunto variado, ya que en los primeros la familiaridad momentánea de los items de la secuencia memorizada es mucho mayor que en los segundos. Hay que considerar que la práctica actúa, asimismo, aumentando, aún más, el valor de familiaridad, en la situación experimental, de los estímulos en cuestión, con lo que se facilita la recuperación de la información en la memoria. De hecho, se ha constatado que la repetición de los items tiene un efecto muy evidente sobre el tiempo de reacción (p.e. Baddeley y Ecobs, 1973; Theios, 1973; Theios y Walter 1974; Theios et al., 1973). En el diseño considerado, los estímulos que forman parte de la secuencia memorizada en el conjunto fijo permanecen constantes a lo largo de las ocho sesiones de práctica, y su influencia sobre el proceso de comparación resulta muy evidente.

En el caso de estímulos presentados con diseño variado, el efecto del nivel de entrenamiento en la tarea sobre las pendientes es prácticamente nulo. Desde un modelo como el de la fuerza de la huella puede entenderse que en los ensayos de conjunto variado no se produzcan cambios importantes por el nivel de entrenamiento en la tarea, puesto que el valor de familiaridad, en la situación experimental, no aumenta, al ser los elementos componentes del conjunto memorizado diferentes de ensayo a ensayo.

Estos resultados no hacen sino confirmar el efecto diferencial de la práctica sobre el tiempo de comparación según se trate de diseños de consistencia o inconsistencia entre estímulo y respuesta, tal y como resultaba evidente en otros trabajos anteriores (Fisk y Schneider, 1983, 1984a, 1984b; Kristofferson, 1977; Schneider y Fisk, 1981, 1982a, 1982b; Schneider y Shiffrin, 1977a; Shiffrin y Schneider, 1977).

#### *4. Un modelo explicativo de los resultados*

Los resultados obtenidos en ambos experimentos permiten inferir que existen dos estrategias distintas de búsqueda, según se trate de secuencias comparadas visualmente o en memoria (también en Sternberg, 1967d, aunque para este autor las diferencias entre ambos tipos de diseños se deben al punto de finalización de la búsqueda).

En el proceso general de búsqueda de información que permanece en un sistema de memoria el sujeto compara las representaciones internas de los estímulos almacenados en la memoria con los items del conjunto de prueba que permanecen visualmente expuestos hasta la emisión de la respuesta. Esta característica del diseño determina que la búsqueda no sea

tan solo de memoria sino mixta; es decir, visual y de memoria simultáneamente. La comparación de los estímulos se realiza globalmente (por eso no hay diferencia en el tiempo de comparación de letras y de palabras), registrando el valor de dicha comparación en un contador para los resultados parciales positivos y otro para los negativos. Las representaciones internas que se utilizan en el proceso de comparación corresponden con los códigos nominales de los estímulos (de ahí que haya mayor confusión con letras que con palabras, ya que las palabras resultan más fácil de discriminar porque llevan asociadas un significado).

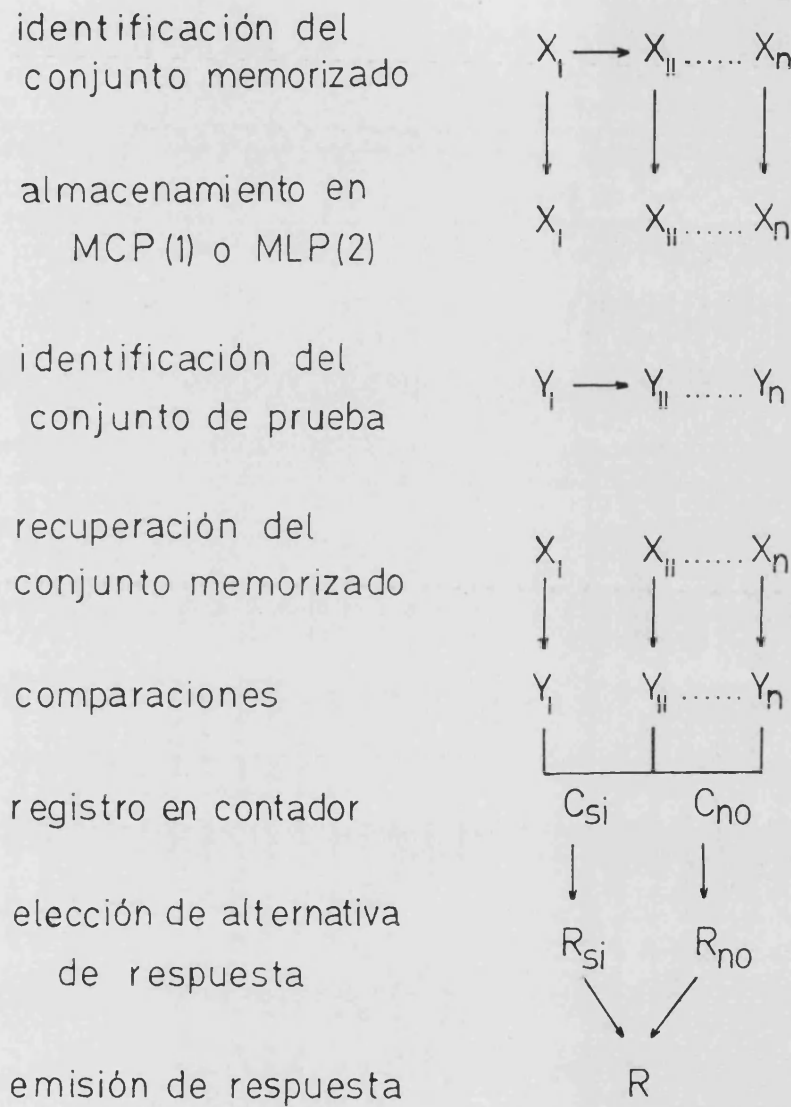
Ahora bien, el proceso de comparación implica que previamente el sujeto ha almacenado en la memoria el conjunto positivo que se le expuso en primer lugar, para recuperarlo antes de llevar a cabo las comparaciones entre items. El proceso de almacenamiento de la información es diferente según se trate de ensayos de conjunto fijo o variado. En los diseños de conjunto fijo, la secuencia memorizada pasa a integrarse al almacén de memoria a largo plazo, ya que existe un sobreaprendizaje en la situación experimental del conjunto de estímulos que integran dicha secuencia. Este sobreaprendizaje, que algunos autores han identificado con un aumento en el valor de familiaridad asociado a cada item individual, produce tiempos de comparación menores que en los ensayos de conjunto variado, y se hace mucho más evidente al aumentar el número de sesiones de práctica.

Por su parte, en los diseños de conjunto variado los elementos de la secuencia memorizada se almacenan en la memoria a corto plazo o memoria de trabajo, puesto que no tiene ningún interés retenerlos en un almacén más duradero, sobre todo porque los items positivos varían en cada secuencia memorizada. De esta forma, el sujeto debe realizar cada

comparación individual entre elementos nuevos, siendo idéntico el valor de familiaridad momentánea asociado a todos los items, con lo que el tiempo de comparación será mayor (Véase Figura III).

En el caso de secuencias donde todos los estímulos son idénticos existe a modo de un mecanismo de facilitación por la repetición de la respuesta (también en Proctor, 1981; Proctor y Healy, 1985; Proctor y Hurst, 1982; Proctor y Rao, 1983a) que reduce significativamente el tiempo de comparación (que explicaría por qué la discrepancia es mayor al aumentar el tamaño de la secuencia), y la lectura es, por lo tanto, de un solo contador (ya que el valor del otro puede obtenerse por defecto, y en ningún caso interesa para la respuesta). Sin embargo, los estímulos diferentes son más difíciles de identificar (probablemente, porque hay un factor de ruido interno que hace más lenta la determinación de una diferencia, p.e. Krueger, 1978), por lo que cuando las dos secuencias son completamente distintas el tiempo será mayor que cuando las dos son iguales (la lectura también es de un único contador). La lentitud del proceso de comparación es mucho mayor en el caso de las condiciones mixtas, donde cada resultado parcial debe acumularse en dos contadores (uno de diferencias y otro de identidades). Además, en estas condiciones parece existir una estrategia de reanálisis que se observa, claramente, cuando se incluyen comparaciones positivas y negativas en una única decisión (también en Krueger, 1978). Evidentemente, si el sujeto utiliza esta estrategia para eliminar la intensidad de un factor de ruido interno que hace difícil discriminar las diferencias entre pares de estímulos, cabría esperar que dicho efecto fuese más evidente al aumentar el tamaño de la secuencia. Esta cuestión que se ha podido analizar, directamente, observando el efecto que el número de elementos comunes tiene sobre el tiempo de

Figura III.- Un modelo explicativo de los resultados



(1) en conjunto variado

(2) " " fijo

reacción, ha puesto de relieve que la tendencia a reanalizar la secuencia para asegurar la respuesta es más acentuada cuanto mayor número de diferencias existen entre los conjuntos.

En el caso de la búsqueda visual, el proceso de comparación se basa en códigos de tipo físico de los estímulos y en una estrategia analítica (de ahí que las letras se comparen más rápidamente que las palabras), siguiendo un esquema similar al descrito anteriormente, aunque en cualquier caso las comparaciones entre los items se hacen a partir de información almacenada en un registro de tipo icónico, sin que sea necesaria ninguna transformación posterior.

La lectura del contador positivo, en ambos tipos de presentación, implica la elección de la alternativa de respuesta correcta, sin que pueda defenderse a priori un sesgo en la tendencia de respuesta, ya que el diseño utilizado equilibra el número de ensayos por alternativa. Por último, la emisión de la respuesta finaliza el proceso global.

### *5. Conclusiones generales*

Para finalizar esta exposición se podrían sistematizar en varios puntos algunas de las conclusiones de mayor interés extraídas de los resultados experimentales obtenidos en la tesis:

1) Se ha constatado a nivel experimental que existe discrepancia en el tiempo necesario para realizar un juicio positivo y uno negativo. Sobre dicha discrepancia no tiene influencia evidente el tipo de código de comparación, visual o de memoria (presentación secuencial-presentación simultánea); la consistencia o inconsistencia entre estímulo y respuesta

(diseños de conjunto fijo-variado); la complejidad del estímulo (letras-palabras); o el nivel de entrenamiento en la tarea (práctica).

2) De la aplicación de la capacidad analítica del modelo de Sternberg puede concluirse que la discrepancia se debe a un proceso de comparación diferente en los juicios afirmativos y negativos, y que por lo tanto la clásica ventaja a favor de las respuestas positivas, en los paradigmas de comparación perceptiva, está determinada por este proceso, y no por el resto de componentes cognitivos (tal como decisión de la respuesta, u otros). Este resultado es de sumo interés, ya que las características de las tareas utilizadas en los paradigmas de comparación perceptiva no permitían analizar independientemente el tiempo de comparación de los restantes procesos cognitivos implicados en la respuesta. El tipo de diseño experimental elaborado en esta tesis garantiza la aplicabilidad del modelo de análisis de Sternberg, superando algunas de las limitaciones más evidentes con las que cuentan las tareas diseñadas por este autor.

3) La aplicación del modelo analítico propuesto por Sternberg a los resultados de esta tesis evidencia la debilidad del argumento de la *identidad de comparaciones*, siendo una vía de explicación de ciertos resultados contradictorios ofrecidos por la literatura sobre búsqueda.

4) Existe un sesgo explícito de respuesta en condiciones mixtas, de forma que cuando el sujeto tiene que emitir su respuesta tras un proceso que implica comparaciones positivas y negativas la decisión exige un tiempo más elevado que cuando las comparaciones individuales son todas del mismo tipo. El aumento en el tiempo de reacción se ha interpretado



como evidencia de un proceso de reanálisis de la secuencia que supone una garantía de elección de la respuesta correcta.

5) El análisis independiente del proceso de comparación ha ofrecido las siguientes conclusiones:

- existe un proceso de comparación holístico cuando los estímulos se presentan secuencialmente, versus un proceso analítico con la presentación simultánea. La comparación holística parece basarse en códigos nominales de los estímulos, que son representaciones internas de los items que utiliza el sistema cuando la información ha sido previamente memorizada. La comparación analítica se basa en códigos físicos de los estímulos, sobre los items que permanecen permanentemente expuestos hasta la emisión de la respuesta.

- la comparación de información almacenada en la memoria difiere según se trate de diseños de consistencia o inconsistencia entre estímulo y respuesta. En los diseños de consistencia, la información permanece registrada en un sistema de memoria a largo plazo, puesto que existe un evidente sobreaprendizaje de los items del conjunto positivo. Dicho sobreaprendizaje facilita el acceso a las representaciones internas de los estímulos, con una repercusión muy evidente sobre el tiempo de comparación. Por su parte, en los diseños de inconsistencia la información se almacena en la memoria a corto plazo, produciéndose un flujo continuo de entrada y salida de información en función de los items que en cada ensayo interesa mantener.

- el nivel de entrenamiento en la tarea tiene un efecto diferencial sobre el tiempo de comparación, debido al tipo de consistencia entre estímulo y respuesta. En los diseños de conjunto fijo, la práctica produce

una disminución muy acusada sobre las pendientes de la línea de regresión, que hacen pensar que el proceso de comparación alcanza ciertos límites de automatismo. Por su parte, en los diseños de conjunto variado, no se percibe influencia de la práctica sobre el tiempo de comparación.

Estas conclusiones no hacen sino confirmar la complejidad de los procesos cognitivos que intervienen en la determinación de la igualdad o diferencia entre estímulos, e inciden en que la tarea diseñada en estos experimentos así como la metodología de análisis propuesta puede resolver algunas de las contradicciones presentes en la literatura experimental. Aunque, indudablemente el estudio de los procesos de comparación positiva y negativa sigue siendo una línea de investigación de indudable actualidad que presenta muchas cuestiones que permanecen sin respuesta.

## **Bibliografía**

- Algarabel, S. (1985a): Búsqueda de palabras y categorías: tiempo de reacción asociado con juicios comparativos. *Análisis y Modificación de Conducta*, 11, 27, 85-100.
- Algarabel, S. (1985b): Búsqueda múltiple de memoria: efectos de la práctica y del número de ítems buscados sobre el tiempo de comparación (en prensa).
- Algarabel, S. (1985c): El modelo exhaustivo serial en una tarea de búsqueda de memoria a corto plazo de letras: efectos de posición y diferencias individuales (en prensa).
- Algarabel, S. (1985d): Tiempo de reacción asociado con búsqueda múltiple de elementos en memoria: extensión y análisis de distribuciones (en prensa).
- Algarabel, S. y Sanmartín, J. (1984): Baspal: Descripción de la base computarizada de palabras de la Universidad de Valencia (manuscrito).
- Allport, D. A. (1971): Parallel encoding within and between elementary stimulus dimensions. *Perception & Psychophysics*, 10, 104-108.
- Ambler, B.A. y Proctor, J.D. (1976): The familiarity effect for single-letter pairs. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2, 222-234.
- Anderson, J.A. y Hinton, G.E. (1981): Models of information processing in the brain. En G.E. Hinton y J.A. Anderson (eds.), *Parallel models of associative memory*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Anderson, J.R. y Bower, G.H. (1973): *Human Associative Memory*. New York: Wiley, Halstead Press.
- Antos, S. (1979): Processing facilitation in a lexical decision task. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 5, 527-545.
- Ashby, F.G. (1982a): Deriving exact predictions from the Cascade model. *Psychological Review*, 89, 5, 599-607.
- Ashby, F.G. (1982b): Testing the assumptions of exponential, additive reaction time models. *Memory and Cognition*, 10, 2, 125-134.
- Ashby, F.G. (1983): A biased random walk model for two choice reaction times. *Journal of Mathematical Psychology*, 27, 3, 277-297.
- Ashby, F.G. y Townsend, J.T. (1980): Descomposing the reaction time distribution: Pure insertion and selective influence revisited. *Journal of Mathematical Psychology*, 21, 93-123.
- Atkinson, R.C. ; Holmgren, J.E. y Juola, J.F. (1969): Processing time as influenced by the number of elements in a visual display. *Perception and Psychophysics*, 6, 6A, 321-326.
- Atkinson, R.C. y Juola, J.F. (1974): Search and decision processes in recognition memory. En R. L. Solso (ed.), *Theories in cognitive psychology*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Atkinson, R.C. y Shiffrin, R.M. (1968): A proposed system and its control processes. En K.W. Spence y J.T. Spence (eds.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*. New York: Academic Press.
- Aubé, M. y Murdock, B.B. (1974): Sensory stores and high speed scanning. *Memory and Cognition*, 2, 27-33.
- Audley, R.J. (1960): A stochastic model for individual choice behavior. *Psychological Review*, 67, 1-15.
- Averbach, E. y Coriell, A.S. (1961): Short-term memory in vision. *Bell System Technical Journal*, 40, 309-328.
- Baddeley, A.D. (1976): *The psychology of memory*. Harper and Row Publ. Trad. castellana *La psicología de la memoria*. Debate, Madrid, 1983.

- Baddeley, A.D. y Ecob, J.R. (1973): Reaction time and short-time memory: Implications of repetition for the high-speed exhaustive scan hypothesis. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 25, 229-240.
- Bamber, D. (1969): Reaction time and rates for 'same'-'different' judgments of multidimensional stimuli. *Perception and Psychophysics*, 6, 3, 169-174.
- Bamber, D. (1972): Reaction times and error rates for judging nominal identity of letter strings. *Perception and Psychophysics*, 12, 321-326.
- Banks, W. P. y Prinzmetal, W. (1976): Configurational effects in visual information processing. *Perception and Psychophysics*, 19, 361-367.
- Beller, H.K. (1970): Parallel and serial stages in matching. *Journal of Experimental Psychology*, 84, 213-219.
- Beller, H.K. (1971): Effects of advance information on matching. *Journal of Experimental Psychology*, 87, 176-182.
- Bernia, J. (1981): *Tiempo de reacción*. Nau Llibres, Valencia.
- Bersted, C.T. (1983): Memory scanning of described images and undescribed images: hemispheric differences. *Memory and Cognition*, 11, 129-136.
- Bertelson, P. (1963): S-R relationships and reaction times to new versus repeated signals in a serial task. *Journal of Experimental Psychology*, 65, 478-484.
- Bindra, D.; Williams, J.A. y Wise, J.S. (1965): Judgments of sameness and difference: Experiments on decision time. *Science*, 150, 1625-1628.
- Bjork, E.L. y Estes, W.K. (1971): Detection and placement of redundant signal elements in tachistoscopic displays of letters. *Perception and Psychophysics*, 9, 439-442.
- Bloxom, B. (1979): Estimating an unobserved component of a serial response time model. *Psychometrika*, 44, 473-484.
- Boles, B.B. y Eveland, D.C. (1983): Visual and phonetic codes and the process of generation in letter matching. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 9, 5, 657-673.
- Briggs, G.E. (1974): On the predictor variable for choice reaction time. *Memory and Cognition*, 2, 575-580.
- Briggs, G.E. y Blaha, J. (1969): Memory retrieval and central comparison times in information processing. *Journal of Experimental Psychology*, 79, 395-402.
- Briggs, G.E. y Johnsen, A.M. (1973): On the nature of central processes in choice reactions. *Memory and Cognition*, 1, 91-100.
- Briggs, G.E.; Thomason, S.C. y Haghan, J.D. (1978): Stimulus classification strategies in an information reduction task. *Journal of Experimental Psychology: General*, 107, 2, 159-186.
- Broadbent, D.E. (1958): *Perception and communication*. London: Pergamon.
- Broadbent, D.E. (1984): The maltese cross: A new simplistic model for memory. *Brain and Behavioral Sciences*, 55-68
- Broadbent, D.E. (1985): A question of levels: Comment on McClelland and Rumelhart. *Journal of Experimental Psychology: General*, 114, 2, 189-192.
- Brooks, L. (1974): Visual pattern in fluent word identification. Comunicación presentada a *Conference a reading sponsored by Brooklyn College and TH Graduate Centre of CUNY*.
- Bruder, G.A. (1978): Role of visual familiarity in the word-superiority effects obtained with the simultaneous-matching task. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 4, 1, 88-100.
- Burrows, D. y Okada, R. (1971): Serial position effects in high-speed memory search. *Perception and Psychophysics*, 10, 305-308.

- Burrows, D. y Okada, R. (1973): Parallel scanning of semantic and formal information. *Journal of Experimental Psychology*, 97, 254-257.
- Burrows, D. y Murdock, B.B.Jr. (1969): Effects of extended practice of high-speed scanning. *Journal of Experimental Psychology*, 82, 231-237.
- Cattell, J.M. (1897a): The time it takes to see and name objects. *Mind*, 12, 63-65.
- Cattell, J.M. (1897b): The time taken up by cerebral operations. *Mind*, 12, 220-242.
- Cattell, J.M. (1897c): The time taken up by cerebral operations. *Mind*, 12, 377-387.
- Cattell, J.M. (1897c): The time taken up by cerebral operations. *Mind*, 12, 524-538.
- Chase, W.G. (1969): Parameters of visual and memory search. Tesis Doctoral (sin publicar). Wisconsin University.
- Chase, W.G. y Calfee, R.C. (1969): Modality and similarity effects in short-term recognition memory. *Journal of Experimental Psychology*, 81, 510-514.
- Chekosky, S.F. (1971): Speeded classification of multidimensional stimuli. *Journal of Experimental Psychology*, 87, 383-388.
- Cheng, P.W. (1985a): Restructuring versus automaticity: Alternative accounts of skill acquisition. *Psychological Review*, 92, 3, 414-423.
- Cheng, P.W. (1985b): Categorization and response competition: Two nonautomatic factors. *Psychological Review*, 92, 4, 585-586.
- Chignell, M.H. y Krueger, L.E. (1984): Further evidence for priming perceptual matching: Temporal, not spatial, separation entrance the fast-same effect (sin publicar).
- Christie, L.S. y Luce, R.D. (1956): Decision structure and time relations in simple choice behavior. *Bulletin of Mathematics Biophysics*, 18, 89-111.
- Clifton, C.Jr. y Birenbaum, S. (1970): Effects of serial position and delay of probe in a memory scan task. *Journal of Experimental Psychology*, 86, 69-76.
- Colegate, R.H., Hoffman, J.E. y Eriksen, C.W. (1973): Selective encoding from multielement visual displays. *Perception and Psychophysics*, 14, 217-224.
- Collins, A.M. y Loftus, E.F. (1975): A spreading activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, 82, 6, 407-428.
- Collins, A.M. y Quillian, M.R. (1969): Retrieval time in semantic memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 8, 240-247.
- Conrad, R. (1964): Acoustic confusions in immediate memory. *British Journal of Psychology*, 55, 75-84.
- Corballis, M.C. (1967): Serial order in recognition and recall. *Journal of Experimental Psychology*, 74, 99-105.
- Corballis, M.C. (1979): Memory retrieval and the problem of scanning. *Psychological Review*, 86, 2, 157-160.
- Corballis, M.C. y Miller, A. (1973): Scanning and decision processes in recognition memory. *Journal of Experimental Psychology*, 94, 185-190.
- Corballis, M.C. ; Kirby, J. y Miller, A. (1972): Access to elements of a memorized list. *Journal of Experimental Psychology*, 94, 2, 185-193.
- Craik, F.I.M. y Lockhart, R.S. (1972): Levels of processing: a framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11, 671-684.
- DeRosa, D.K. y Tkacz, S. (1976): Memory scanning of organized visual material. *Journal of Experimental Psychology : Human Learning and Memory*, 2, 6, 686-694.
- Deutsch, J.A. y Deutsch, D. (1963): Attention: Some theoretical considerations. *Psychological Review*, 70, 80-90.
- Donderi, D.C. (1983): Acquisition and decision in visual same-different search of letter displays. *Perception and Psychophysics*, 33, 3, 271-282.

- Donders, F.C. (1868): Over de snelheid van psychische processen. *Ondorzoekingen gedaan in het Physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool*. Trad. en W.G. Koster (ed.), On the speed of mental processes. *Attention and Performance II*. North-Holland Publ. Company. Amsterdam (412-431).
- Duncan, J. (1980): The locus of interference in the perception of simultaneous stimuli. *Psychological Review*, 87, 272-300.
- Duncan, J. (1983): Categories effects in visual search: A failure of replicate the "oh-zero" phenomenon. *Perception and Psychophysics*, 34, 221-232.
- Duncan, J. (1984): Selective attention and the organization of visual information. *Journal of Experimental Psychology: General*, 113, 4, 501-517.
- Dyer, F.N. (1971): The duration of word meaning responses: Stroop interference for different preexposures of the word. *Psychonomic Science*, 25, 229-231.
- Egeth, H.E. (1966): Parallel versus serial processes in multidimensional stimulus discrimination. *Perception and Psychophysics*, 1, 245-252.
- Egeth, H.E.; Atkinson, J.; Gilmore, G. y Marcus, N. (1973): Factors affecting processing mode in visual search. *Perception and Psychophysics*, 13, 394-402.
- Egeth H.E.; Jonides, J. y Wall, S. (1972): Parallel processing of multielement displays. *Cognitive Psychology*, 3, 674-698.
- Egeth H.E.; Virzy, R.A. y Garbart, M. (1984): Searching for conjunctively defined targets. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10, 32-39.
- Eich, J.M. (1982): A composite holographic associative retrieval model. *Psychological Review*, 89, 627-661.
- Eichelman, W.H. (1970): Familiarity effects in the simultaneous matching task. *Journal of Experimental Psychology*, 86, 275-282.
- Ellis, S.H. y Chase, W.G. (1971): Parallel processing in item recognition. *Perception and Psychophysics*, 10, 379-384.
- Ericksen, B.A. y Ericksen, C.W. (1974): Effects of noise letter upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception and Psychophysics*, 16, 143-149.
- Ericksen, C.W. y Collins, J. F. (1969): Temporal course of selective attention. *Journal of Experimental Psychology*, 80, 254-261.
- Ericksen, C.W. y Ericksen, B.A. (1979): Target redundancy in visual search: Do repetitions of the target within the display impair processing ?. *Perception and Psychophysics*, 26, 3, 195-205.
- Ericksen, C.W.; Hamlin, R.M. y Daye, C. (1973): The effect of flanking letters and digits on speed of identifying a letter. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 2, 400-402.
- Ericksen, C.W. y Hoffman, J.E. (1972): Temporal and spatial characteristics of selective encoding from visual displays. *Perception and Psychophysics*, 12, 201-204.
- Ericksen, C.W. y Hoffman, J.E. (1973): The extent of processing of noise elements during selective encoding from visual displays. *Perception and Psychophysics*, 14, 155-160.
- Ericksen, C.W. y Hoffman, J.E. (1974): Selective attention: Noise suppression or signal enhancement ?. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 4, 587-589.
- Ericksen, C.W. y Rohrbaugh, J. (1970): Visual masking in multielement displays. *Journal of Experimental Psychology*, 83, 147-154.
- Ericksen, C.W. y Schultz, D.W. (1977): Retinal locus and acuity in visual information processing. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 9, 81-84.

- Ericksen, C.W. y Schultz, D.W. (1979): Information processing in visual search: A continuous flow conception and experimental results. *Perception and Psychophysics* , 25 , 4, 249-263.
- Ericksen, C.W. y Spencer T. (1969): Rate of information processing in visual perception: Some results and methodological considerations. *Journal of Experimental Psychology Monograph*, 79, 2, pt. 2.
- Estes, W.K. (1972): Interaction of signal and background variables in visual processing. *Perception & Psychophysics*, 12, 278-286.
- Estes, W.K. (1974): Redundancy of noise element and signals in visual detection of letters. *Perception and Psychophysics*, 16, 53-60.
- Estes, W.K. (1975): The locus of inferential and perceptual processes in letter identification. *Journal of Experimental Psychology: General* , 1 , 122-145.
- Estes, W.K. y Taylor, H.A. (1964): A detection method and probabilistic models for assessing information processing from brief visual displays. *Proceedings of the National Academy of Sciences* , 52, 446-454.
- Estes, W.K. y Taylor, H.A. (1966): Visual detection in relation to display size and redundancy of critical elements. *Perception and Psychophysics*, 1, 9-16.
- Estes, W.K. y Wessel, D.L.(1966): Reaction time in relation to display size and correctness of response in forced choice visual signal detection. *Perception and Psychophysics*, 1, 369-373.
- Falmagne, J.C. (1965): Stochastic models for choice-reaction time with applications to experimental results. *Journal of Mathematical Psychology*, 2 , 77-124.
- Farell, B. (1985): Same-Different judgments: A review of current controversies in perceptual comparison. *Psychological Bulletin* , 98 , 3, 419-456.
- Felfoldy, G.L. y Garner, W.R. (1971): The effects on speeded classification of implicit and explicit instructions regarding stimulus dimensions. *Perception and Psychophysics* , 9 , 289-292.
- Fisher, D.L. (1982): Limited-channel models of automatic detection: Capacity and scanning in visual search. *Psychological Review* , 89 , 6, 662-692.
- Fisher, D.L. y Goldstein, W.M. (1983): Stochastic PERT networks as models of cognition: derivation of the mean, variance, and distribution of reaction-time using order of processing (OP) diagrams. *Journal of Mathematical Psychology* , 27, 121-151.
- Fisk, A.D. y Schneider, W. (1983): Category and word search: Generalizing search principle to complex processing. *Journal of Experimental Psychology: Learning , Memory and Cognition* , 9 , 2, 177-195.
- Fisk, A.D. y Schneider, W. (1984a): Consistent attending vs. consistent responding in visual search: Task vs. component consistency in automatic processing development. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 22 , 4, 330-332.
- Fisk, A.D. y Schneider, W. (1984b): Memory as a function of attention, level of processing, and automatization. *Journal of Experimental Psychology: Learning , Memory and Cognition* , 10 , 2, 181-197.
- Flowers, J.H. (1975): "Sensory" interference in a word-color matching task. *Perception and Psychophysics* , 18 , 37-43.
- Fryklund, I. (1975): Effects of cued-set spatial arrangement and target-background similarity in the partial-report paradigm. *Perception and Psychophysics*, 17, 375-386.
- Fowler, C.A.; Wolford, G.; Slade, R. y Tassinay, L. (1981): Lexical access with and without awareness. *Journal of Experimental Psychology: General*, 110 , 341-362.



- Gaffan, D (1977): Exhaustive memory-scanning and familiarity discrimination: Separate mechanisms in recognition memory tasks. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 29, 451-460.
- Ganz, L. (1975): Temporal factors in visual perception. En E.C. Carterette y M.P. Friedman (eds.), *Handbook of Perception* (vol. 5). New York: Academic Press.
- Gilford, R.N. y Juola, J.F. (1976): Familiarity effects on memory search and visual search. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 7, 142-144.
- Gleitman, H. y Jonides, J. (1976): The cost of categorization in visual search: Incomplete processing of targets and field items. *Perception and Psychophysics*, 20, 281-288.
- Gleitman, H. y Jonides, J. (1978): The effect of set on categorization in visual search. *Perception and Psychophysics*, 24, 361-368.
- Graboi, D. (1971): Searching for targets: The effects of specific practice. *Perception and Psychophysics*, 10, 300-304.
- Greene, R.I. (1984): Incidental learning of event frequency. *Memory and Cognition*, 12, 90-95.
- Grice, G.R. (1968): Stimulus intensity and response evocation. *Psychological Review*, 75, 5, 359-373.
- Grice, G.R. (1972): Conditioning and a decision theory of response evocation. En G.H. Bower (ed.), *The Psychology of Learning and Motivation*. New York: Academic Press.
- Grice, G.R.; Hunt, R.R.; Kushner, B.A. y Morrow, C. (1974): Stimulus intensity, catch trial effects, and the speed-accuracy tradeoff in reaction time: A variable criterion theory interpretation. *Memory and Cognition*, 2, 758-770.
- Grice, G.R.; Hunt, R.R.; Kushner, B.A. y Nullmeyer, R. (1976): Associative processes and strategies in disjunctive reaction time. *Memory and Cognition*, 4, 4, 433-445.
- Grice, G.R.; Nullmeyer, R. y Spiker, V.A. (1982): Human reaction time: Toward a general theory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 111, 1, 135-153.
- Grice, G.R. y Spiker, V.A. (1979): Speed-accuracy tradeoff in choice reaction time: Within conditions, between conditions, and between subjects. *Perception and Psychophysics*, 26, 2, 118-126.
- Hanley, M.J. y Scheirer, C.J. (1975): Proactive inhibition in memory scanning. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 104, 1, 81-83.
- Hasher, L. y Zacks, R.T. (1979): Automatic and effortful processes in memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 108, 356-388.
- Hawkins, H.L. (1969): Parallel processing in complex visual discrimination. *Perception and Psychophysics*, 5, 56-64.
- Hawkins, H.L. y Hosking, K. (1969): Stimulus probability as a determinant of discrete choice reaction time. *Journal of Experimental Psychology*, 82, 435-440.
- Helmholtz, H.L.F. Von (1850): *Berliner König preuss. Akad. Wiss. Berlin*, 1950. pp. 14 y ss. Citado por Boring, E.G. *Historia de la Psicología Experimental*. Trillas, Méjico, 1978 (ed. original 1950).
- Henik, A.; Friedrich, F.J. y Kellog, W.A. (1983): The dependence of semantic relatedness effects upon prime processing. *Memory and Cognition*, 11, 4, 366-373.
- Hockley, W.E. (1984): Analysis of response time distributions in the study of cognitive processes. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 10, 4, 598-615.

- Hoffman, J.E. (1978): Search through a sequentially presented visual display. *Perception and Psychophysics*, 23, 1-11.
- Hoffman, J.E. (1979): A two-stage model of visual search. *Perception and Psychophysics*, 25, 319-327.
- Hoffman, J.E. y Nelson, B. (1981): Spatial selectivity in visual search. *Perception and Psychophysics*, 30, 181-184.
- Hoffman, J.E.; Nelson, B. y Houck, M.R. (1983): The role of attentional resources in automatic detection. *Cognitive Psychology*, 15, 379-410.
- Hohle, R.H. (1965): Inferred components of reaction times as functions of foreperiod duration. *Journal of Experimental Psychology*, 69, 382-386.
- Homa, D. y Fish, R. (1975): Recognition time in long-term memory as a function of repetition, lag, and identification of positive and negative search sets. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 104, 1, 71-80.
- Howard, D.V. (1976): Search and decision processes in intentional forgetting: A reaction time analysis. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 2, 5, 566-576.
- Howell, W.C. (1973): Storage of events and event frequencies: A comparison of two paradigms in memory. *Journal of Experimental Psychology*, 98, 260-263.
- Humphreys, G.W. (1981a): Flexibility of attention between stimulus dimensions. *Perception and Psychophysics*, 30, 291-302.
- Humphreys, G.W. (1981b): On varying the span of visual attention: Evidence for two modes of spatial attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 33 A, 17-30.
- Jastrow, J. (1890): Time relations of mental phenomena. Citado por Boring, E.G. *Historia de la Psicología Experimental*. Trillas, Méjico, 1978 (ed. original 1950).
- Jones, W.P. y Anderson, J.R. (1982): Semantic categorization and high-speed scanning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 8, 3, 237-242.
- Jonides, J.; Naveh-Benjamin, M. y Palmer, J. (1985): Assessing automaticity. *Acta Psychologica*, 60, 157-171.
- Juola, J.F. y Atkinson, R.C. (1971): Memory scanning for words versus categories. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 10, 522-527.
- Juola, J.F. y McDermott, D.A. (1976): Memory search for lexical and semantic information. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 15, 567-575.
- Kadane, J.B.; Larkin, J.H. y Mayer, R.H. (1981): A moving average model for sequenced reaction-time data. *Journal of Mathematical Psychology*, 23, 115-133.
- Kadane, J.B. y Larkin, J.H. (1981): A moving average model for sequenced reaction time data. *Journal of Mathematical Psychology*, 23, 115-133.
- Kahneman, D.K. (1973): *Attention and effort*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Kahneman, D. y Henik, A. (1977): Effects of visual grouping on immediate recall and selective attention. En S. Dorme (ed.), *Attention and Performance VI*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Kahneman, D. y Henik, A. (1981): Perceptual organization and attention. En M. Kubovy y J.R. Pomerantz (eds.). *Perceptual Organization*, (181-211). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Kaplan, I.T.; Carvellas, T. y Metlay, W. (1966): Visual search and immediate memory. *Journal of Experimental Psychology*, 71, 488-493.
- Keren, G.; O'Hara, W.P. y Skelton, J.M. (1977): Levels of noise processing and attentional control. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 3, 653-664.

- Keuss, P.J.G. (1977): Processing of geometrical dimensions in a binary classification task: Evidence for a dual process model. *Perception and Psychophysics* , 21 , 371-376.
- Kirsner, K. y Craik, F.I.M. (1971): Naming and decision processes in short-term recognition memory. *Journal of Experimental Psychology* , 88 , 149-157.
- Klatzky, R.L.; Juola, J.F. y Atkinson, R.C. (1971): Test stimulus representation and experimental context effects in memory scanning. *Journal of Experimental Psychology* , 87 , 281-288.
- Kleiman, G.M. (1975): Speech recoding in reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* , 14 , 323-339.
- Kolers, P.A. (1967): Comments on the session on visual recognition. En W. Wathen-Dunn (ed.), *Models for the perception of speech and visual form* . Cambridge: M.I.T. Press.
- Kristofferson, M.W. (1972a): Effects of practice on character classification performance. *Canadian Journal of Psychology* , 26 , 54-60.
- Kristofferson, M.W. (1972b): When item recognition and visual search functions are similar. *Perception and Psychophysics* , 12 , 379-384.
- Kristofferson, M.W. (1977): The effects of practice with one positive set in a memory scanning task can be completely transferred to a different positive set. *Memory and Cognition* , 5 , 2, 177-186.
- Kroll, N.E.A. (1975): Visual short-term memory. En D. Deutsch y J.A. Deutsch (eds.), *Short-term memory* . New York: Academic Press.
- Krueger, L.E. (1970): Effect of bracketing lines on speed of 'same'-'different' judgments of two adjacent letters. *Journal of Experimental Psychology* , 84 , 324-330.
- Krueger, L.E. (1978): A theory of perceptual matching. *Psychological Review* , 85 , 4, 278-304.
- Krueger, L.E. (1983): Probing Proctor's priming principle: The effect of simultaneous and sequential presentation on same-different judgments. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition* , 9 , 3, 511-523.
- Krueger, L.E. (1984): Self-termination in same-different judgments: Multiletter comparison with simultaneous and sequential presentation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition* , 10 , 2, 271-284.
- Krueger, L.E. y Shapiro, R.G. (1981): A reformulation of Proctor's unified theory for matching-task phenomena. *Psychological Review* , 88 , 573-581.
- Krueger, L.E. y Shapiro, R.G. (1982): Search for a matching or mismatching letter pair. *Perception and Psychophysics* , 31 , 484-492.
- Külpe, O. (1893): *Grundriss der Psychologie*. Citado por Boring, E.G. *Historia de la Psicología Experimental*. Trillas, Méjico, 1978 (ed. original 1950).
- LaBerge, D. (1973): Attention and the measurement of perceptual learning. *Memory and Cognition* , 1 , 268-276.
- LaBerge, D. (1976): Perceptual learning and attention. En W.K. Estes (ed.), *Handbook of learning and cognitive processes: Volume 4. Attention and Memory*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- LaBerge, D. (1981): Automatic information processing: A review. En J. Long and L. Baddeley, (eds.), *Attention and Performance IX* . Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- LaBerge, D. y Tweedy, J.R. (1964): Presentation probability and choice time. *Journal of Experimental Psychology* , 68 , 477-481.
- Laming, D. (1968): *Information theory of choice reaction times*. New York: Academic Press.

- Landauer, T.K. y Didner, R. (Investigación no publicada): Citado por Sternberg, S. *Meaning mental processes*. Memorandum Bell Laboratories, October, 1974.
- Larsen, A. y Bundesen, C. (1978): Size scaling in visual pattern recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 4, 1, 1-20.
- Leonard, J.A. (1959): Tactual choice reactions (1). *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 11, 76-83.
- Link, S.W. (1979): Improvements on a new model for choice reaction time. *Perception and Psychophysics*, 25, 5, 443-446.
- Link, S.W. y Heath, R.A. (1975): A sequential theory of psychological discrimination. *Psychometrika*, 40, 77-105.
- Lively, B.L. y Sanford, B.J. (1972): The use of category information in a memory search task. *Journal of Experimental Psychology*, 93, 379-385.
- Logan, G.D. (1978): Attention in character classification tasks: Evidence for the automaticity of component stages. *Journal of Experimental Psychology: General*, 107, 1, 32-63.
- Logan, G.D. (1979): On the use of a concurrent memory load to measure attention and automaticity. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 5, 189-207.
- Marcel, A.J. (1970): Some constraints on sequential and parallel processing and the limits of attention. *Acta Psychologica*, 33, 77-92.
- Marcel, A. J. (1980): Conscious and preconscious recognition of polysemous words: Locating the selective effects of prior context. En R.S. Nickerson (ed.), *Attention and Performance VIII*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Marmurek, H.H.C. (1977): Processing letters in words at different levels. *Memory and Cognition*, 5, 1, 67-72.
- McClelland, J.L. (1977): Letter and configuration information in word identification. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 16, 137-150.
- McClelland, J.L. (1979): On the time relations of mental processes: An examination of systems of processes in cascade. *Psychological Review*, 86, 4, 287-324.
- McClelland, J.L. y Rumelhart, D.E. (1981): An interactive activation model of context effects in letter perception: Part I. An account of basic findings. *Psychological Review*, 88, 5, 375-407.
- McClelland, J.L. y Rumelhart, D.E. (1985): Distributed memory and the representation of general and specific information. *Journal of Experimental Psychology: General*, 114, 2, 159-188.
- McCloskey, M. y Bigler, K. (1980): Focused memory search in fact retrieval. *Memory and Cognition*, 8, 253-264.
- McFarland, C.E.; Kellas, G.; Klueger, K. y Juola, J.F. (1974): Category similarity, instance dominance, and categorization time. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 13, 698-708.
- McGeoch, J.A. y MacDonald, W.T. (1931): Meaningful relation and retroactive inhibition. *American Journal of Psychology*, 43, 579-588.
- McGill, W.J. (1963): Stochastic latency mechanisms. En R.D. Luce, R.R. Bush y E. Galanter (eds.), *Handbook of mathematical psychology* (vol 1). New York: Wiley.
- McGill, W.J. y Gibbon, J. (1965): The general-gamma distribution and reaction times. *Journal of Mathematical Psychology*, 2, 1-18.
- McNicol, D. y Stewart, G.W. (1980): Reaction time and the study of memory. En A.T. Welford (ed.), *Reaction times*. London: Academic Press.

- Meyer, D.E. y Schvaneveldt, R.W. (1971): Facilitation in recognizing pairs of words: Evidence of a dependence between retrieval operations. *Journal of Experimental Psychology*, 90, 227-234.
- Miller, G.A. (1956): The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63, 81-97.
- Miller, J.O. y Pachella, R.G. (1976): Encoding processes in memory scanning tasks. *Memory and Cognition*, 4, 5, 501-506.
- Mohs, R.C.; Wescourt, K.T. y Atkinson, R.C. (1975): Search processes for associative structures in long-term memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 104, 2, 103-121.
- Moray, N. (1975): A data base for theories of selective listening. En P.M.A. Rabbitt y S. Dormic (eds.), *Attention and Performance V*. New York: Academic Press.
- Morin, R.E.; DeRosa, D.V. y Stuliz, V. (1967): Recognition memory and reaction time. *Acta Psychologica*, 27, 298-305.
- Mulder, G.; Gloerich, A.B.M.; Brookhuis, K.A.; Van Dellen, H.J. y Mulder, L.J.M. (1984): Stage analysis of the reaction process using brain-evoked potentials and reaction time. *Psychological Research*, 46, 15-32.
- Murdock, B.B. Jr. (1971): A parallel processing model for scanning. *Perception and Psychophysics*, 10, 4B, 289-291.
- Murdock, B.B. Jr. (1974): *Human memory: Theory and data*. Potomac, Md: Erlbaum.
- Murdock, B.B. Jr. (1976): Item and order information in short-term serial memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 105, 2, 191-216.
- Murdock, B.B. Jr. (1982): A theory for the storage and retrieval of item and associative information. *Psychological Review*, 89, 609-626.
- Murdock, B.B. Jr. y Dufty, P.O. (1972): Strength theory and recognition memory. *Journal of Experimental Psychology*, 94, 284-290.
- Naveh-Benjamin, M. y Jonides, J. (1985): On the automaticity of frequency coding: Effects of competing task load, encoding strategy and intention. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition* (en prensa).
- Navon, D. y Pearl, D. (1985): Preattentive processing or prefocal processing?. *Acta Psychologica*, 60, 245-262.
- Neely, J.H. (1976): Semantic priming and retrieval from lexical memory: Evidence for facilitation and inhibitory processes. *Memory and Cognition*, 4, 5, 648-654.
- Neely, J.H. (1977): Semantic priming and retrieval from lexical memory: Roles for inhibitionless spreading activation and limited-capacity attention. *Journal of Experimental Psychology: General*, 106, 3, 226-254.
- Neisser, U. (1963): Decision time without reaction time: Experiments in visual scanning. *American Journal of Psychology*, 76, 376-385.
- Neisser, U. (1967): *Cognitive Psychology*. Meredith Publ. Comp. New York. Trad. castellana *Psicología Cognoscitiva*. Trillas, México, 1979.
- Neisser, U.; Novick, R. y Lazar, R. (1963): Searching for ten targets simultaneously. *Perceptual and Motor Skills*, 17, 955-961.
- Newell, R. (1973): Production systems: Models of control structures. En W.G. Chase (ed.), *Visual information processing*. New York: Academic Press.
- Nickerson, R.S. (1965): Response times for 'same'-'different' judgments. *Perception and Motor Skills*, 20, 15-18.
- Nickerson, R.S. (1966): Response times with a memory-dependent decision task. *Journal of Experimental Psychology*, 72, 761-769.
- Nickerson, R.S. (1967): 'Same'-'Different' response times with multi-attribute stimulus differences. *Perceptual and Motor Skills*, 24, 543-554.

- Nickerson, R.S. (1969): Same-different response times: A model and a preliminary test. *Acta Psychologica* 30. Attention and Performance II. (W.G. Koster, ed.), North-Holland Publishing Company. Amsterdam (257-275).
- Nickerson, R.S. (1972): Binary-classification reaction time: A review of some studies of human-processing capabilities. *Psychonomic Monograph Supplements*, 4, 17, 275-318.
- Nickerson, R.S. y Fehrer, C.E. (1964): Stimulus categorization and response time. *Perception and Motor Skills*, 18, 785-793.
- Norman D.A. y Borow, D.G. (1975): On data limited resource limited processes. *Cognitive Psychology*, 7, 44-64.
- Norman, D.A. y Wickelgren, W.A. (1969): Strength theory of decision rules and latency in short-term memory. *Journal of Mathematical Psychology*, 1, 336-350.
- O'Hara, W.P. (1977): The spatial and featural effects of irrelevant letters on the speed of same-different judgments of two target letters. Master's thesis. University of Illinois.
- Okada, R. (1971): Decision latencies in short-term recognition memory. *Journal of Experimental Psychology*, 90, 27-32.
- Okada, R. y Burrows, D. (1973): Organizational factors in high-speed scanning. *Journal of Experimental Psychology*, 101, 77-81.
- Ollman, R.T. (1966): Fast guesses in choice reaction time. *Psychonomic Science*, 6, 155-156.
- Pachella, R. (1974): The interpretation of reaction time in information processing research. En B. Kantowitz (ed.), *Human information processing: Tutorials in performance and cognition*. New York: Halsted Press.
- Palef, S.R. (1977): Searching memory for physical and semantic information. *Canadian Journal of Psychology*, 31, 131-138.
- Peterson, L.R. y Peterson, M.J. (1959): Short-term retention of individual items. *Journal of Experimental Psychology*, 58, 193-198.
- Pew, R.W. (1969): The speed-accuracy operating characteristic. En W.C. Koster (ed.), *Attention and performance II*. Amsterdam: North-Holland, 1969. Reimpresión en *Acta Psychologica*, 1969, 30, 16-26.
- Pierce, J.R. y Karlin, J.E. (1975): Reading rates and the information rate of a human channel. *Bell. Syst. Tech. J.*, 36, 497-516.
- Pieters, J.P.M. (1983): Stenberg's additive factor method and underlying psychological processes: Some theoretical considerations. *Psychological Bulletin*, 93, 3, 411-426.
- Pieters, J.P.M. (1985): Reaction time analysis of simple mental tasks: A general approach. *Acta Psychologica*, 59, 227-269.
- Pike, R. (1973): Response latency models for signal detection. *Psychological Review*, 80, 53-68.
- Pike, R.; Dalglish, L. y Wright, J. (1977): A multiple-observations model for response latency and the latencies of correct and incorrect responses in recognition memory. *Memory and Cognition*, 5, 580-589.
- Pirolli, P.L. y Anderson, J.R. (1985): The role of practice in fact retrieval. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 11, 1, 136-153.
- Pitarque, A. (1984): Efectos del grado de relación asociativa y asincronía estimular sobre el tiempo de reacción en una tarea de decisión léxica. Tesis de Licenciatura. Valencia.
- Pollack, I. (1963): Speed of classification of words into superordinate categories. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 2, 159-165.
- Posner, M.I. (1978): *Chronometric explorations of mind*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

- Posner, M.I. y Mitchell, R.F. (1967): Chronometric analysis of classification. *Psychological Review*, 74 , 5, 392-409.
- Posner, M.I. y Snyder, C.R.R. (1975): Attention and cognitive control. En R.L. Solso (ed.), *Information processing and cognition: The Loyola symposium*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Posner, M.I.; Nissen, M.J. y Ogden, W.C. (1978): Attended and unattended processing modes: The role of set for spatial location. En H.L. Pick y E.J.Saltzman (eds.), *Modes of perceiving and processing information* (137-157). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Proctor, R.W. (1978): Attention and modality specific interference in visual short term memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 4 , 3, 239-245.
- Proctor, R.W. (1981): A unified theory for matching-task phenomena. *Psychological Review* , 88 , 4, 291-326.
- Proctor, R.W. y Healy, A.F.(1985): Order-relevant and order irrelevant decision rules in multiletter matching. *Journal of Experimental Psychology* , 11 , 3, 519-537.
- Proctor, R.W. y Hurst, P.W. (1982): A parametric investigation of multiletter matches. *Perception and Psychophysics* , 32 , 75-84.
- Proctor, R.W. y Rao, K.V. (1982): On the "misguided" use of reaction-time differences: A discussion of Ratcliff and Hacker (1981). *Perception and Psychophysics* , 31 , 601-602.
- Proctor, R.W. y Rao, K.V. (1983a): Revisiting the original principles of Proctor's unified theory for matching-task phenomena: An evaluation of Krueger and Shapiro's reformulation. *Psychological Review* , 90 , 1, 21-37.
- Proctor, R.W. y Rao, K.V. (1983b): Null effects of exposure duration and heterogeneity of difference on the same-different disparity in letter matching. *Perception and Psychophysics* , 33 , 163-171.
- Proctor, R.W.; Rao, K.V. y Hurst, P.W. (1984): An examination of response bias in multiletter matching. *Perception and Psychophysics* , 35 , 5, 464-476.
- Puckett, J.M. y Kausler, D.H. (1984): Individual differences and models of memory span: A role for memory search rate ?. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition* , 10 , 72-82.
- Rabbitt, P.M.A. (1959): Effects of independent variations in stimulus and response probability. *Nature* , 183 , 1212.
- Rabbitt, P.M.A. (1967): Learning to ignore irrelevant information. *American Journal of Experimental Psychology* , 80 , 1-13.
- Rabbitt, P.M.A. (1982): Visual Search. En C.R. Puff (ed.), *Handbook of research methods* . New York: Academic Press.
- Ratcliff, R. (1978): A theory of memory retrieval. *Psychological Review* , 85 , 2, 59-108.
- Ratcliff, R. (1979): Group reaction time distributions and an analysis of distribution statistics. *Psychological Bulletin* , 86 , 3, 446-461.
- Ratcliff, R. (1981): A theory of order relations in perceptual matching. *Psychological Review* , 88 , 552-572.
- Ratcliff, R. (1985): Theoretical interpretations of the speed and accuracy of positive and negative responses. *Psychological Review* , 92 , 2, 212-225.
- Ratcliff, R. y Hacker, M.J. (1981): Speed and accuracy of same and different responses in perceptual matching. *Perception and Psychophysics* , 30 , 31, 303-307.
- Ratcliff, R. y Hacker, M.J. (1982): On the misguided use of reaction-time differences: A reply to Proctor and Rao (1982). *Perception and Psychophysics* , 31 , 603-604.

- Ratcliff, R. y Murdock, B.B.Jr. (1976): Retrieval processes in recognition memory. *Psychological Review* , 83 , 3, 190-214.
- Reder, L.M. y Anderson, J.R. (1980): A partial resolution of the paradox of interference: The role of integrating knowledge. *Cognitive Psychology* , 12 , 447-472.
- Reicher, G.M. (1969): Perceptual recognition as a function of the meaningfulness of the material. *Journal of Experimental Psychology* , 81 , 275-280.
- Reicher, G.M.; Snyder, C.R.R. y Richards, J.T. (1976): Familiarity of backapound characters in visual scanning. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* , 2 , 4, 522- 530.
- Reynolds, J.H. y Goldstein, J. A. (1974): The effects of category membership on memory scanning for words. *American Journal of Psychology* , 87 , 487-495.
- Ross, J. (1970): Extended practice within a single-character classification task. *Perception and Psychophysics* , 8 , 276-246.
- Rumelhart, D.E. (1970): A multicomponent theory of the perception of briefly exposed visual displays. *Journal of Mathematical Psychology* , 7 , 191-218.
- Rumelhart, D.E. y McClelland, J.L. (1982): An interactive activation model of context effects in letter perception: Part 2. The contextual enhancement effect and some tests and extensions of the model. *Psychological Review* , 89 , 1, 60-94.
- Rumelhart, D.E. y McClelland, J.L. (1985): Levels indeed ! A response to Broadbent. *Journal of Experimental Psychology: General* , 114 , 2, 193-197.
- Sanders, A.F. (1980): Stage analysis of reaction time processes. En G.E. Stelmach & J. Requin (eds.), *Tutorial in motor behavior*. Amsterdam: North-Holland.
- Sanford, E.C. (1888a): Personal equation. *American Journal of Psychology* , II , 1, 3-38.
- Sanford, E.C. (1888b): Personal equation. *American Journal of Psychology* , II , 1, 271-298.
- Schneider, W (1985): Toward a model of attention and the development of automaticity. En M. Posner y O.S. Marin (eds.), *Attention and Performance XI* (473-492). Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Schneider, W.; Dumais, S.T. y Shiffrin, R.M. (1984): Automatic and control processing and attention. En R. Parasuraman y D.R. Davies (eds.), *Varieties of Attention*. (1-27). Orlando, F.I.: Academic Press.
- Schneider, W. y Fisk, A.D. (1982a): Concurrent automatic and controlled visual search: Can processing occur without resource cost ?. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition* , 8 , 4, 261-278.
- Schneider, W. y Fisk, A.D. (1982b): Degree of consistent training: Improvements in search performance and automatic process development. *Perception and Psychophysics* , 31 , 2, 160-168.
- Schneider, W. y Fisk, A.D. (1983): Attention theory and mechanisms for skilled performance. En R. Magill (ed.), *Memory and control of action* . New York: North-Holland.
- Schneider, W. y Fisk, A.D. (1984): Automatic category search and its transfer. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition* , 10 , 1, 1-15.
- Schneider, W. y Shiffrin, R.M. (1977a): Controlled and automatic human information processing: I. Detection, search, and attention. *Psychological Review* , 84 , 1, 1-66.
- Schneider, W. y Shiffrin, R.M. (1977b): Automatic and controlled information processing in vision. En D. LaBerge y S.J. Samuels (eds.), *Basic processes in reading: Perception and Comprehension*. Hillsdale, N.J: Erlbaum.



- Schneider, W. y Shiffrin, R. (1985): Categorization (restructuring) and automatization: Two separable factors. *Psychological Review*, 92, 3, 424-428.
- Schweickert, R. (1978): A critical path generalization of the additive factor method: Analysis of a Stroop task. *Journal of Mathematical Psychology*, 18, 105-139.
- Schweickert, R. (1983): Synthetizing partial orders given comparability information: Partitive sets and slack in critical path networks. *Journal of Mathematical Psychology*, 27, 261-276.
- Sekuler, R.W. (1965): Signal detection, choice response times and visual backward masking. *Canadian Journal of Psychology*, 19, 118-132.
- Selfridge, D.G. (1959): Pandemonium: A paradigm for learning. *The mechanization of the thought process*. London: Her Majesty's Stationery Office.
- Shaffer, W.O. y LaBerge, D. (1979): Automatic semantic processing of unattended words. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 18, 413-426.
- Shaw, M.L. (1978): A capacity allocation model for reaction time. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 4, 4, 586-598.
- Shaw, M.L. y Shaw, P. (1977): Optimal allocations of cognition resources to spatial locations. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 3, 201-211.
- Shepherd, R.D. (1964): Classification time and class complexity in inspection tasks. *Occupational Psychology*, 38, 87-97.
- Shiffrin, R.M.; Dumais, S.T. y Schneider, W. (1981): Characteristic of automatism. J. Long y L. Baddeley (eds.), *Attention and Performance IX*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Shiffrin, R.M. y Gardner, G.T. (1972): Visual processing capacity and attentional control. *Journal of Experimental Psychology*, 93, 72-82.
- Shiffrin, R.M. y Geisler, W.S. (1973): Visual recognition in a theory of information processing. En R.L. Solso (ed.), *Contemporary issues in cognitive psychology: The Loyola symposium*. Washington, D.C.: Winston.
- Shiffrin, R.M. y Schneider, W. (1974): An expectancy model for memory search. *Memory and Cognition*, 2, 4, 616-628.
- Shiffrin, R.M. y Schneider, W. (1977): Controlled and automatic human information processing: I. Detection, search, and attention. *Psychological Review*, 84, 1, 1-66.
- Shiffrin, R.M.; McKay, D.P. y Shafer, W.O. (1976): Attending to forty-nine spatial positions at once. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15, 460-474.
- Shwartz, S.P.; Pomerantz, J.R. y Egeth, H.E. (1977): State and process limitations in information processing: An additive factors analysis. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 3, 3, 402-410.
- Silverman, W. y Golberg, S. (1975): Further confirmation of same vs. different processing differences. *Perception and Psychophysics*, 17, 189-193.
- Simpson, P.J. (1972): High-speed memory scanning: Stability and generality. *Journal of Experimental Psychology*, 96, 239-246.
- Slamecka, N.J. (1960): Retroactive inhibition of connected discourse as a function of practice level. *Journal of Experimental Psychology*, 59, 104-108.
- Slamecka, N.J. (1961): Proactive inhibition of connected discourse. *Journal of Experimental Psychology*, 62, 295-301.
- Smith, E.E. (1968): Choice reaction time: An analysis of the major theoretical positions. *Psychological Bulletin*, 69, 2, 77-110.
- Smith, E.E.; Shoben, E.J. y Rips, L.J. (1974): Structure and process in semantic memory: A feature model of semantic decisions. *Psychological Review*, 81, 214-241.

- Smith, E.E., Adams, N. y Schorr, D. (1978). Fact retrieval and the paradox of interference. *Cognitive Psychology*, 10, 438-464.
- Snodgrass, J.G.; Luce, R.D. y Galanter, E. (1967): Some experiments on simple and choice reaction time. *Journal of Experimental Psychology*, 75, 1-17.
- Snodgrass, J.G. y Townsend, J.T. (1980): Comparing parallel and serial models: Theory and implementation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 5, 330-354.
- Sperling, G. (1960): Responses times with a memory-dependent decision task. *Psychological Monographs*, 74, 11.
- Sperling, G. (1963): A model for visual memory tasks. *Human Factors*, 5, 19-31.
- Sperling, G. (1967): Successive approximations to a model for short-term memory. *Acta Psychologica*, 27, 285-292.
- Sperling, G. (1970): Short-term memory, long-term memory, and scanning in the processing of visual information. En F.A. Young y D.B. Lindsley (eds.), *Early Experience and Visual Information Processing in Perceptual and Reading Disorders*. Washington, D.C.: National Academy of Sciences.
- Sperling, G.; Budiansky, J.; Spival, J.G. y Johnson, M.C. (1971): Extremely rapid visual search: The maximum rate of scanning letters for the presence of a number. *Science*, 174, 307-311.
- Sperling, G. y Melchner, M.J. (1978): The attention operating characteristic: Examples from visual search. *Science*, 202, 315-318.
- Sperling, G. y Sondhi, M.M. (1968): Model of visual luminance discrimination and flicker detection. *Journal of the Optical Society of America*, 58, 1133-1145.
- Sternberg, S. (1964): Estimating the distribution of additive reaction time components. Comunicación presentada a *Psychometric Society*.
- Sternberg, S. (1966): High-speed scanning in human memory. *Science*, 153, 652-654.
- Sternberg, S. (1967a): Retrieval of contextual information from memory. *Psychonomic Science*, 8, 2, 55-56.
- Sternberg, S. (1967b): Two operations in character recognition: Some evidence from reaction time measurements. *Perception and Psychophysics*, 2, 45-53.
- Sternberg, S. (1967c): Scanning a persisting visual image versus a memorized list. *Meeting of the Eastern Psychological Association*, Boston, Massachusetts.
- Sternberg, S. (1969a): The discovery of processing stages: Extensions of Donder's method. *Acta Psychologica* 30. En W.G. Koster (ed.), *Attention and Performance II.*, 276-315.
- Sternberg, S. (1969b): Memory-scanning: Mental processes revealed by reaction time experiments. *American Scientist*, 57, 4, 421-457.
- Sternberg, S. (1971): Decomposing mental processes with reaction time data. *Annual Meeting of the Midwestern Psychological Association*, Detroit.
- Sternberg, S. (1973): Evidence against self-terminating memory search from properties of reaction time distributions. *Annual meeting of the Psychonomic Society*, St. Louis.
- Sternberg, S. (1974): Measuring mental processes. *Memorandum Bell Laboratories*.
- Sternberg, S. (1975): Memory scanning: New findings and current controversies. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 27, 1-32.
- Sternberg, S. (1984): Stage models of mental processing and the additive-factor method. *The Behavioral and Brain Sciences*, 7, 1, 82-85.
- Sternberg, S. y Knoll, R.L. (1973): The perception of temporal order: Fundamental

- issues and a general model. En S. Kornblum (ed.), *Attention and Performance IV* (629-685). New York: Academic Press.
- Sternberg, S.; Knoll, R.L. y Mallows, C.L. (sin publicar): Conditions for parallel psychometric functions based on rating-scaled data: Applications to temporal order judgements.
- Sternberg, S. y Scarborough, D.L. (1969): Parallel testing of stimuli in visual search. *Visual information processing and control of motor activity. Proceeding of the International Symposium.*
- Stone, M. (1960): Models for reaction time. *Psychometrika* , 25 , 251-260.
- Stroop, J.R. (1935): Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology* , 18 , 643-662.
- Swinney, D.A. y Taylor, O.L. (1971): Short-term memory recognition search in aphasics. *Journal of Speech and Hearing Research* , 14 , 578-588.
- Taylor, D.A. (1976a): Stage analysis of reaction time. *Psychological Bulletin* , 83 , 2, 161-191.
- Taylor, D.A. (1976b): Effect of identity in the multiletter matching task. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* , 2 , 3, 417-428.
- Taylor, D.A. (1977): Time course of context effects. *Journal of Experimental Psychology: General* , 106 , 4, 404-426.
- Taylor, R.L. (1969): Comparison of short-term memory and visual sensory analysis as sources of information. *Journal of Experimental Psychology* , 81 , 515-522.
- Theios, J. (1973): Reaction time measurements in the study of memory processes: Theory and data. En G. H. Bower (ed.), *The Psychology of Learning and Motivation*, (43-85). New York: Academic Press.
- Theios, J. y Smith, P.G. (1972): Can a two-state model account for two-choice reaction-time data ?. *Psychological Review* , 79 , 172-177.
- Theios, J.; Smith, P.G.; Haviland, S.F.; Traupmann, J. y Moy, M.C. (1973): Memory scanning as a serial self-terminating process. *Journal of Experimental Psychology* , 97 , 3, 323-336.
- Theios, J. y Walter, D.G. (1974): Stimulus and response frequency and sequential effects in memory scanning reaction times. *Journal of Experimental Psychology* , 102 , 6, 1092-1099.
- Townsend, J.T. (1969): Mock parallel and serial models and experimental detection of these. *Purdue Centennial Symposium on Information Processing* , Purdue Press, Purdue University.
- Townsend, J.T. (1971): A note on the identifiability of parallel and serial processes. *Perception and Psychophysics* , 10 , 161-163.
- Townsend, J.T. (1972): Some results concerning the identifiability of parallel and serial processes. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology* , 25, 168-199.
- Townsend, J.T. (1974): Issues and models concerning the processing of a finite number of inputs. En B.H. Kantowitz (ed.), *Human information processing: Tutorials in performance and cognition* . Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Townsend, J.T. y Ashby, F.G. (1983): *The stochastic modeling of elementary psychological processes*. Cambridge University Press.
- Townsend, J.T. y Roos, R.N. (1973): Search reaction time for single targets in multiletter stimuli with brief visual displays. *Memory and Cognition* , 1 , 319-332.
- Townsend, J.T.; Taylor, S.G. y Brown, D. R. (1971): Lateral masking for letters with unlimited viewing time. *Perception and Psychophysics* , 10 , 375-378.
- Treisman, A.M. (1969): Strategies and models of selective attention. *Psychological Review* , 76 , 282-299.

PRÈSTEC / PRÈSTAMO

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA

FACULTAT DE FILOSOFIA Y CC. EE. / FACULTAT DE PSICOLOGIA

BIBLIOTECA

DADES / DATOS  
LECTOR

..... MARCO ESCRIBÀ  
Cognoms / Apellidos

..... ANA  
Nom / Nombre

..... DOCEPI DONEMENY, J.J.  
Domicili / Domicilio

..... Psic. Assist.  
Departament / Departamento

..... 369.72.82  
Telèfon / Teléfono

AUTOR SAER BOADA N. JOSÉ

TÍTOL / TÍTULO BÚSQUEDA DE UN VNF. EUCLID

..... HENTONAIN Vol. ....

Valencia de ..... de 199

Recibi.

Signatura

TESIS  
118