

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE PSICOLOGÍA



TESIS DOCTORAL

Efectos del ruido en la atención visual

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR
PRESENTADA POR

Vicente Ponsoda Gil

DIRECTOR:

Pedro Ridruejo Alonso

Madrid, 2015

Vicente Ponsoda Gil

TP
1982
177



* 5 3 0 9 8 5 9 3 9 7 *
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE

x-53-026649-0

EFFECTOS DEL RUIDO EN LA ATENCION VISUAL



ARCHIVO

Departamento de Psicología Matemática
Facultad de Psicología
Universidad Complutense de Madrid
1982

Colección Tesis Doctorales. Nº 177/82

© Vicente Ponsoda Gil
Edita e imprime la Editorial de la Universidad
Complutense de Madrid. Servicio de Reprografía
Noviciado, 3 Madrid-8
Madrid, 1982
Xerox 9200 KB 480
Depósito Legal: M-24236-1982



BIBLIOTECA

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE PSICOLOGIA

Tesis Doctoral:

EFFECTOS DEL RUIDO EN LA ATENCION VISUAL

Autor: VICENTE PONSODA GIL

Director: Dr. D. PEDRO RIDRUEJO ALONSO
(Catedrático de Psicología)

Madrid, 1981

Deseo expresar mi agradecimiento a las siguientes personas:

En primer lugar, al Catedrático Dr. D. Pedro Rídruejo, que ha dirigido esta investigación.

Asimismo, me han sido de gran utilidad las sugerencias aportadas por los compañeros del Departamento de Psicología Matemática, Dr. Luis Jáñez, Dr. Vicente Sierra y Dr. José María Arredondo.

Por último, quiero dar las gracias, tanto al Instituto de Acústica Torres Quevedo, como a los alumnos que han participado o colaborado en la realización de los experimentos.

INDICE

	<u>páginas</u>
RESUMEN	V
JUSTIFICACION	1
CAPITULO I: <u>EFFECTOS PSICOLOGICOS DEL RUIDO</u>	5
1.1 CONSIDERACIONES PREVIAS	5
1.2 EFECTOS DEL RUIDO	10
1.2.1 MOLESTIA	10
1.2.2 ENMASCARAMIENTO	10
1.2.2.1 Enmascaramiento de otros sonidos	11
1.2.2.2 Enmascaramiento del habla interior	15
1.2.3 AROUSAL	19
1.2.3.1 Concepto de arousal	20
1.2.3.2 Críticas al concepto de arousal	21
1.2.3.3 Ruido y arousal	25
1.2.3.4 Ruido y U invertida	30
1.2.3.5 Ruido y procesos	31
1.2.3.5.1 Ruido y Teoría de la detección de señales	31
1.2.3.5.2 Ruido y atención	36
1.2.3.5.2.1 Antecedentes	36
1.2.3.5.2.2 Principales resultados (estu- dios de Hockey)	44
1.2.3.5.2.3 Fiabilidad de los resultados de Hockey	52

1.2.3.5.2.4 Naturaleza de la selectividad de la atención	58
1.2.3.5.2.4.1 El ruido afecta la entrada de información	58
1.2.3.5.2.4.2 El ruido afecta la dominancia de las respuestas	60
1.2.3.5.2.5 Ruido y dimensiones de la atención .	62
1.2.3.5.2.6 Otros resultados	64
1.2.3.5.3 Ruido y memoria	69
1.2.4 ATENCION	70
1.2.4.1 Teoría del Filtro	70
1.2.4.2 Flexibilidad de la atención	74
1.2.4.3 Capacidad	76
1.2.5 OTROS EFECTOS Y EXPLICACIONES	82
1.3 POSTEFECTOS DEL RUIDO	87
CAPITULO II: <u>MODELO MATEMATICO DE LA BUSQUEDA OPTIMA</u> .	100
2.1 INTRODUCCION	100
2.2 TEORIA DE KAHNEMAN (1973)	103
2.3 MODELO MATEMATICO DE LA BUSQUEDA OPTIMA (MMBO) ...	110
2.3.1 Formulación del modelo	110
2.3.2 El MMBO como modelo de atención	119
2.3.3 Aplicación del MMBO	122
CAPITULO III: <u>OBJETIVO</u>	127
3.1 PLANTEAMIENTO	127
3.1.1 El estudio de los efectos psicológicos del ruido tiene interés práctico y teórico . .	127

3.1.2 No conocemos la explicación de los efectos observados	127
3.1.3 Teorías de la capacidad	132
3.2 OBJETIVO	134
3.3 RUIDO Y STRESS	134
CAPITULO IV: <u>EXPERIMENTO I</u>	139
4.1 INTRODUCCION	139
4.2 METODO	140
4.2.1 Sujetos	140
4.2.2 Aparatos	140
4.2.3 Estímulos	142
4.2.4 Procedimiento	146
4.3 RESULTADOS	151
4.4 DISCUSION	167
CAPITULO V: <u>EXPERIMENTO II</u>	170
5.1 INTRODUCCION	170
5.2 METODO	170
5.2.1 Sujetos	170
5.2.2 Aparatos	171
5.2.3 Estímulos	172
5.2.4 Procedimiento	174
5.3 RESULTADOS	177
5.4 DISCUSION CONJUNTA DE LOS EXPERIMENTOS I y II.	184
CAPITULO VI: <u>MODIFICACION DEL MMBO: UN NUEVO MODELO</u>	190
6.1 INTRODUCCION	190
6.2 MODELO DE ATENCION CON DOS COMPONENTES (MADC).	191
6.3 COMPARACION DEL MDAC CON EL MMBO	193

CAPITULO VII: <u>EXPERIMENTO III</u>	194
7.1 INTRODUCCION	194
7.2 METODO	197
7.2.1 Sujetos	197
7.2.2 Aparatos	198
7.2.3 Estímulos	198
7.2.4 Procedimiento	200
7.3 PREDICCIONES DEL MADC	204
7.4 RESULTADOS	208
7.5 DISCUSION	215
CAPITULO VIII: <u>CONCLUSION</u>	219
<u>APENDICES</u>	222
Apéndice 1: Demostración del teorema 2	222
Apéndice 2: Estímulos de la serie uniforme (Exp. I)	224
Apéndice 3: Estímulos de las series no uniformes (Exp. I).	225
Apéndice 4: Máscara o ruido visual del Exp. I	226
Apéndice 5: Bondad de ajuste	227
<u>PROGRAMAS</u>	234
Programa 1: AUTOCORRELACION	234
Programa 2: DISTRIBUCION EXACTA	236
Programa 3: EXPERIMENTO II	238
Programa 4: EXPERIMENTO III	243
Programa 5: ESTIMACIONES	248
<u>BIBLIOGRAFIA</u>	249

RESUMEN

En el presente trabajo se revisa la literatura sobre los efectos psicológicos del ruido, deteniéndonos principalmente en la explicación de tales efectos mediante cambios en la atención del sujeto. Hockey (1970a; 1970b) propuso efectos del ruido en la distribución de la atención y Boggs y Simon (1968) afirman que el ruido intenso disminuye la capacidad. Ambos estudios plantean algunos problemas, que se han discutido detenidamente.

La capacidad de atención y su distribución son elementos básicos de una de las teorías de atención más elaboradas: La de Kahneman (1973). Teoría que, además, ha sido parcialmente formalizada por el modelo matemático de la búsqueda óptima (Shaw y Shaw, 1977).

Nuestro objetivo es poner a prueba si hay efectos del ruido en la capacidad y en su distribución mediante un modelo matemático, que permita "medir" constructos no observables como los citados. Se considera apropiado a tal fin, el modelo matemático de la búsqueda óptima.

Hemos realizado dos experimentos tratando de reproducir los resultados de los proponentes del modelo. En los dos casos el ajuste de los datos al modelo no es satisfactorio y la razón no está (como pudimos comprobar en el segundo experimento) en deficiencias técnicas imputables al primer experimento. Es más, a pesar de las diferencias entre ambos experimentos (impuestas al sustituir como suministrador de estímulos el taquisoscopio por el ordenador), sus resultados coinciden en lo fundamental. Se concluye que hay que modificar el modelo y la tarea. Hecho esto, en un tercer experimento, obtuvimos un ajuste satisfactorio en tres sujetos, al menos, de los diez que componen la muestra. Sus datos sugieren efectos del ruido en la distribución (en la condición de ruido se asigna menos capacidad a las zonas con menor probabilidad de señal) y no efectos en la capacidad. Sugieren, además, efectos en la visibilidad (resultado no esperado).

Se discute, por último, posibles modificaciones del nuevo modelo propuesto y qué características hacen a una tarea más o menos sensible a la cantidad de atención que se le dedica.

Justificación

La sociedad de nuestros días es sensible a las consecuencias negativas derivadas del progreso; una de ellas es el ruido. En la prensa diaria (El País, 23-9-79, "Enfermos por el ruido"; El País, 3-11-79, "El ruido de las ciudades, causa de sordera y neurosis"; El País, 8-3-80, "Más de la mitad de los madrileños sufren enfermedades producidas por el ruido"), en televisión ("El ruido", emitido el 17-8-79) e incluso en las recientes campañas electorales se ha hablado de los riesgos de habitar en ambientes ruidosos.

El mencionado interés general no ha sido el único determinante de la proliferación de estudios científicos sobre el ruido. Han influido, también, el interés militar, especialmente con ocasión de la segunda guerra mundial, y el interés industrial. En efecto, tanto en combate, como en las modernas plantas industriales, el nivel de ruido ha crecido considerablemente en las últimas décadas. En consecuencia, estudiar los posibles efectos en el rendimiento ocasionados por el ruido se ha convertido en un tema a investigar.

Conviene advertir que con la expresión "efectos del ruido" me voy a referir a los efectos sobre alguna variable dependiente, definida en una situación experimental, atribuibles a alteraciones controladas de un ambiente acústico particular y que no proporcionan información sobre la tarea a realizar. En este sentido se trata de una estimulación acústica irrelevante. La precisión es importante, porque, desde nuestra perspectiva, se puede no considerar el conjunto de trabajos en los que la presencia, presión, frecuencia, duración, etc. del ruido dependen del rendimiento mostrado por el sujeto. En los estudios anteriores es más difícil interpretar los resultados obtenidos, pues se pueden deber no sólo al efecto del ruido en sí, sino a su función de refuerzo.

Pues bien, a pesar de la enorme cantidad de artículos publicados y revisiones realizadas (Berrien, 1946; Broadbent, 1957, 1958, 1971, 1978; Kryter, 1970; Miller, 1974; entre otras) sobre los efectos del ruido, en el sentido anteriormente precisado, no hay consenso; en especial en cuanto a los efectos psicológicos.

No siempre es clara la distinción entre efectos psicológicos y fisiológicos. Sin embargo, los expertos en el tema se agrupan (Tobias, Jansen y Dixon, 1980)

en varios equipos, diferenciando efectos en el rendimiento y la conducta de los efectos fisiológicos, subdivididos, a su vez, en acústicos y no acústicos.

En cuanto a los efectos fisiológicos, los dos más estudiados han sido:

a) La sordera. Es bien conocido que el ruido intenso produce sordera, que depende en su grado y en su capacidad de recuperación (Stevens, 1972; Kryter, 1970) de los siguientes factores:

- La presión sonora.
- La duración de la exposición al ruido.
- El espectro.

b) Las alteraciones de las constantes vitales. La presencia de ruido ha alterado, en diversas ocasiones, la tasa cardíaca, la respuesta dermoeléctrica, el EEG, entre otros índices (Davies, 1968).

Como se ha dicho, nos queremos ocupar de los efectos psicológicos. Tan solo en dos de ellos hay acuerdo:

- Las personas sometidas a ruido intenso suelen emitir respuestas verbales de molestia.
- El ruido enmascara el habla y, en consecuencia, dificulta la comunicación interpersonal.

Se han propuesto otros efectos del ruido, pero

el acuerdo es escaso.

Nuestro propósito es contribuir al esclarecimiento del problema. Para ello, como punto de partida, revisaremos cuales son los supuestos efectos del ruido y sus posibles explicaciones.

1111

Capítulo I

Efectos psicológicos del ruido

1.1 Consideraciones previas

Comencemos señalando algunas deficiencias de los estudios realizados en el laboratorio. Los realizados en ambientes menos controlables, p.e. en una planta industrial, han sido criticados (Broadbent, 1958) por deficiencias metodológicas en el control de las variables. En particular, los intentos de supresión de ruido producen en los trabajadores sentimientos de "estar atendidos" y actitudes favorables a la empresa, cuyos posibles efectos se pueden confundir con los generados por la reducción del nivel de ruido.

Aún ciñéndonos a los estudios de laboratorio, nos encontramos con algunas dificultades:

a) Frecuentemente no se especifican de forma correcta las características del ruido usado (Kryter, 1970). En algunos casos no se comunica la presión sonora o el espectro. En los casos en los que se comunica la presión, no siempre se especifica la escala. Estas deficiencias impiden la comparación de algunos estu-

dios, pues, dada la costumbre de presentar en la condición de silencio el mismo ruido que en la condición experimental aunque a menor nivel sonoro, puede ocurrir que el nivel considerado por un investigador como ruido, sea entendido, por otro, como silencio.

b) Se han definido variables dependientes arbitrarias y no siempre justificadas. Broadbent (1954) obtuvo efectos del ruido en el % de respuestas emitidas en menos de 9 segundos. ¿Por qué no 10 ó 7? ¿Se mantendrían los mismos resultados ?

c) En algunos estudios, el ruido se combina con otras variables independientes, pudiéndose producir transfer asimétrico entre las condiciones. Este problema ha sido recientemente considerado por Poulton y Edwards (1979), quienes recomiendan diseños entre-sujetos.

d) En 1946, Berrien llamaba la atención sobre la posibilidad de que los efectos observados bajo ruido se puedan deber no tanto al ruido en sí, como al papel activo del sujeto; es decir, a la sugestión inducida en el sujeto. Obviamente el problema no es específico de estudios sobre ruido, aunque, por la creencia general de que produce deterioro, es importante tenerlo en cuenta. De hecho, Broadbent (1953)

introdujo un grupo adicional para controlar la sugestión. Advirtió a cada sujeto de que con ruido mejoraría su rendimiento, mas no halló efecto alguno atribuible a la sugestión. Orne (1962) ha señalado la relevancia de las "demandas específicas de la tarea" en la investigación psicológica, planteando soluciones a la colaboración involuntaria del sujeto (humano) en el laboratorio.

e) Otra dificultad reside en la diversidad de tareas con las que se han estudiado los efectos del ruido. Una parte de los estudios pretenden resolver problemas prácticos y, en consecuencia, el experimento de laboratorio es una modelización controlada de la situación real. En estos trabajos, de utilidad inmediata, lo difícil consiste en explicar los resultados, pues el experimento no ha sido pensado con el propósito de contrastar explicación alguna.

Mientras la investigación estrictamente aplicada no ha contribuido, apenas, a la explicación científica de los efectos del ruido, se han planteado vías alternativas.

La primera de ellas es la defendida por Fleishman y su equipo (Theologus, Wheaton y Fleishman, 1974). En síntesis, proponen:

- Estudiar sistemáticamente los efectos del ruido en diferentes tareas, pero su elección ha de estar guiada por los recientes avances en los estudios sobre aptitudes.

- Definir variables dependientes que respondan al mayor número posible de los diferentes cambios que el ruido puede producir. Conviene atender no sólo a los cambios en exactitud, sino también a los cambios en la velocidad de la respuesta, en su distribución, etc.

Procediendo de esta forma, Theologus, Wheaton y Fleishman (1974) han obtenido diversos efectos del ruido para los que, lamentablemente, no avanzan explicación alguna.

Un segundo procedimiento, que permite elaborar una explicación de los efectos del ruido, no es otro que el método tradicional de la ciencia. En síntesis, se trata de elaborar una teoría, someterla a comprobación, rectificarla, y así sucesivamente.

La idea ha sido expresada muy adecuadamente por Teichner, Arees y Reilly (1963):

"Los efectos del ruido constituyen un problema que, debido a su importancia, continúa recibiendo atención experimental. La atención se ha manifestado fundamentalmente en la selección y rechazo, por ensayo y error,

de tareas en la búsqueda de algunas sensibles al ruido."....."Desgraciadamente, si se excluye la sugestión de que las tareas más susceptibles son las complejas y las que exigen atención ininterrumpida por largos períodos, el acercamiento basado en el ensayo y error ha conseguido bastante poco. El presente estudio, por ello, pretende desarrollar un acercamiento teórico a priori, pues creemos que el progreso será más rápido si la selección de las variables experimentales viene guiada por elaboraciones teóricas." (p.82)

De acuerdo con la cita anterior, que suscribimos en su integridad, nuestra tarea y variables independientes vendrán impuestas por la teoría previa, siendo conscientes de que será probablemente menor el valor práctico de nuestro trabajo.

Pues bien, comenzaremos la revisión atendiendo principalmente a los estudios englobables en alguna de las posibles explicaciones de los efectos del ruido. La revisión por explicaciones nos parece más coherente con la orientación elegida. Nos referiremos, en primer lugar, a los efectos y, en segundo lugar, a los post-efectos; es decir, efectos observables cuando la exposición al ruido ya ha finalizado.

1.2 Efectos del ruido

1.2.1 Molestia

Unas palabras sobre el efecto, no se trata de una explicación, más comúnmente aceptado.

Las personas sometidas a ruidos intensos afirman sentirse molestos. El efecto señalado se ha repetido en diversos laboratorios y puede, por lo tanto, afirmarse que es un efecto generalmente admitido.

Kryter (1970, cap. VIII) ha revisado la literatura y ha estudiado los determinantes de la molestia. Hay grandes diferencias individuales en la molestia manifestada. Tal es así que Levy-Leboyer, Védrenne y Veyssiere (1976) afirman que se puede hablar de una Psicología Diferencial de las molestias atribuibles al ruido.

Señalemos, por último, que algunos estudios han obtenido indicadores del "coste psicológico" de la exposición al ruido mediante escalas de molestia (Frankenhaeuser y Lundberg, 1977; entre otros).

1.2.2 Enmascaramiento

Revisaremos por separado el enmascaramiento de otros sonidos y el del habla interna.

1.2.2.1 Enmascaramiento de otros sonidos

El ruido enmascara y, por ello, dificulta la comunicación verbal (Miller, 1974; Kryter, 1970, cap. II; han revisado el tema). Gerver (1974) obtuvo que la calidad de una traducción simultánea del francés al inglés, realizada por intérpretes profesionales, variaba directamente con el cociente señal/ruido en diversas variables dependientes. Más recientemente, Jones y Broadbent (1979) obtuvieron que el ruido de oficina (a 80 dB(C)) deterioraba el rendimiento en relación a la condición de silencio (el mismo ruido a 55 dB(C)) en una prueba de lectura. Mientras un sujeto leía un fragmento, otro sujeto debía corregir el texto, en el que previamente se habían introducido errores. Tanto una menor velocidad como un mayor número de errores reflejaron el efecto nocivo del ruido.

Algunos autores proponen que el efecto enmascarador del ruido puede ser, al menos, parcialmente responsable de hallazgos experimentales en los que se prestó escasa atención a los sonidos emitidos por el equipo experimental.

Así, Stevens (1972), que realizó sus experimentos en la década de los 40, mantiene que los efectos psicológicos del ruido se reducen a los dos señalados. Tras estudiar los efectos producidos por el ruido (ruido

de avión a 115 dB; en silencio, el mismo ruido a 90 dB(1) en diversas tareas, tan sólo obtuvo efectos -- un deterioro del 5'45% en tiempo invertido y en el número de errores -- atribuibles al ruido en la prueba de tiempo de reacción en serie coordinado. La tarea consiste en dirigir un rayo de luz, accionando unos mandos, entre dos blancos por una trayectoria previamente señalada. Al hallar efectos sólo en una tarea y no en otras similares, Stevens interpretó sus resultados suponiendo que en la condición de ruido el sujeto no podía oír los cliks emitidos por los relés del equipo experimental, mientras sí eran audibles en la condición de silencio. La interpretación, considerada como probable y razonable por Stevens, no es, a nuestro juicio, satisfactoria; pues no explica la tendencia que muestran los resultados (véase gráficas 12 y 13, p. 49 del trabajo citado). Resumiendo, las gráficas indican que al final de la sesión se cometen más errores y se invierte más tiempo en realizar el trayecto en ruido que en silencio. En el trabajo no se indica si la interacción es o no significativa, aunque ha sido un efecto repetidamente observado. Pues bien, la interpretación de la interacción aludida exigiría, en términos de enmascaramiento, la suposición adicional de que la

(1) Habitualmente dB significa dB(C). En adelante, para evitar confusiones, expondremos las características del ruido siguiendo la notación del trabajo original.

audibilidad de los sonidos emitidos por el equipo en la condición de ruido es menor a medida que va transcurriendo la sesión, supuesto que no parece muy razonable.

El trabajo de Stevens (1972) presenta algunas singularidades notables. Entre ellas:

a) La muestra. Estaba formada por 5 sujetos seleccionados de forma que su disponibilidad y habilidad asegurasen una motivación constante y alta fiabilidad.

b) Estableció un sistema de incentivos.

c) Las sesiones de entrenamiento y las experimentales fueron inusualmente largas. Cada sujeto participó durante 4 semanas, realizando 4 sesiones por semana, cada una de 7 horas.

En conclusión, se desprenden dos consecuencias de los comentarios realizados:

a) La interpretación de los efectos del ruido realizada por Stevens es discutible.

b) La carencia de efectos en algunas tareas (rotor de persecución, clasificación de tarjetas, juicio de distancia, ...) admite dos interpretaciones: Bien esas tareas no son sensibles a los efectos del ruido; bien, siendo sensibles las tareas, no ha habido efectos del ruido a consecuencia de una exposición tan prolongada.

Por su parte, Kryter (1970) reinterpreta los resultados de Broadbent y Little (1960) en parecidos términos a Stevens (1972). En efecto, en una investigación realizada en una planta industrial, Broadbent y Little (1960) obtuvieron que una reducción de 10 dB en el nivel de ruido ocasionó una reducción significativa en el número de roturas atribuibles al trabajador. Kryter sugiere que, con la reducción del nivel de ruido, el trabajador accede a cierta información acústica, emitida por las máquinas, que le permitiría prevenir algunas roturas y, actuando en consecuencia, evitarlas.

Más recientemente, Poulton (1977a, 1977b, 1977c, 1978a, 1978b, 1979, 1980) ha suscitado una viva polémica al cuestionar diversos efectos del ruido, principalmente los propuestos por Broadbent y su equipo, y reinterpretar éstos en razón a posibles enmascaramientos de la información acústica emitida por el sistema de recogida de respuestas. Broadbent (1978) ha contestado enumerando los controles que, en su opinión, invalidan las críticas de Poulton, quien, a su vez, invalida los controles de Broadbent (Poulton, 1978b).

Un procedimiento para resolver la controversia consiste en repetir los experimentos básicos, bien modificando el equipo, bien distanciándole del sujeto,

para evitar que disponga de información adicional cuando realice la tarea en silencio. Con los razonamientos anteriores en mente, Forster y Grierson (1978) han repetido, sustituyendo los viejos pulsadores por otros silenciosos, uno de los experimentos reiteradamente criticado por Poulton, el de Hockey (1970b). Pues bien, por lo que refiere al enmascaramiento, obtuvieron las siguientes conclusiones:

a) En el equipo original, el usado por Hockey (1970b), se podía percibir información acústica de los pulsadores en la condición de silencio, no en la de ruido.

b) Los resultados obtenidos con los pulsadores originales no diferían de los obtenidos con los silenciosos.

En consecuencia, al menos en el experimento comentado, el enmascaramiento de sonidos generados por el equipo experimental ha ocurrido de hecho, aunque no es responsable de los efectos observados.

1.2.2.2 Enmascaramiento del habla interior

Poulton extiende los efectos enmascaradores del ruido al habla interior. Podemos resumir su posición, mejor reflejada en Poulton (1979), diciendo que con ruido intenso se dificulta el almacenamiento de

las palabras, seguramente porque se reduce la duración del almacenamiento, haciéndose necesario una mayor repetición (rehearsal) del material para poder suplir las deficiencias ocasionadas por el ruido. En consecuencia, un sujeto sometido a ruido mostrará deterioro en el procesamiento de material verbal, al tener que dedicar parte de su capacidad de procesamiento a la repetición del material.

Jones, Smith y Broadbent (1979) han obtenido que el ruido blanco (85 dB(C), 125 - 4000 Hz) produce más omisiones de la señal que la condición silencio (el mismo ruido a 55 dB(C)) en una tarea consistente en detectar series de 3 dígitos impares diferentes de entre los 1.210 presentados, uno a uno y por un segundo, que constituyeran la sesión experimental. En un cuestionario adicional, los sujetos afirmaban "decirse a sí mismos los dígitos" y los autores proponen una explicación en términos de enmascaramiento del habla interna, que ponen a prueba en dos experimentos. La idea básica es la siguiente: Si el ruido afecta la necesidad de repetición del material y se introduce en el diseño una variable independiente que también afecte a la necesidad de repetición, como es el agrupamiento entre los dígitos modificando convenientemente el intervalo entre dos consecutivos, podremos esperar que los efectos del ruido no sean los mismos en las seña-

les favorecidas por el agrupamiento que en las no favorecidas, pues, como se ha dicho, el grado de repetición que requieren unas y otras no es el mismo. En otras palabras, si dos variables independientes afectan a un mismo proceso --en nuestro caso, la repetición-- podremos esperar una interacción entre ambas (Sternberg, 1969). Los resultados obtenidos no corroboran tal hipótesis. Quizás no es razonable descartar una explicación en términos de atención. Tanto las respuestas al cuestionario --en ruido es menor la concentración--, como las características de la tarea --detectar un máximo de 12 señales en 20 minutos-- sugieren una explicación atencional.

Más acorde a la teoría de Poulton son los resultados de Dornic (1978). Es conocido que, en las personas bilingües, el lenguaje no dominante es repetido con más dificultad que el dominante. Dornic obtuvo una mayor diferencia entre ambos lenguajes en los sujetos sometidos a ruido (85-90 dB, mezcla de ruido blanco y ruidos diversos).

El enmascaramiento del habla interna ha sido expresamente puesto a prueba por Millar (1979a). Presentó a los sujetos 8 consonantes en serie, cada consonante por 2 segundos. La tarea consiste en recordarlas en correcto orden. Si el ruido dificulta la repetición, se espera peor recuerdo; ahora bien, si se evita la

posibilidad de repetición, haciendo que los sujetos cuenten en voz alta mientras se les presenta el material, entonces el ruido no debe afectar el recuerdo. Pues bien, en la primera sesión, el ruido (92 dB(A)) deteriora el número total de consonantes recordadas, si se compara con la condición de silencio (75 dB(A)), só lo cuando es posible la repetición del material, y en la segunda mitad de la tarea. Cuando no es posible la repetición, no hay diferencias atribuibles al nivel de ruido. Sin embargo, los resultados obtenidos en una segunda sesión no coinciden con los comentados. Además, Millar (1979a) obtuvo otros resultados no fácilmente explicables por la teoría del enmascaramiento del habla interna:

- El ruido modifica el recuerdo secuencial.
- Ausencia de errores acústicos.

Millar (1979a) concluye que el enmascaramiento no puede ser una explicación exclusiva y propone la consideración simultánea de efectos en la atención.

Por último, tras obtener complejas interacciones, cuya explicación nos llevaría demasiado lejos, Wilding y Mohindra (1980) concluyen que el ruido no suprime el habla interna.

Vamos a terminar la revisión del enmascaramiento con un breve balance.

Dos son las aportaciones de la teoría del enmascaramiento. Loeb (1980) afirma:

"Pienso que Poulton ha contribuido a establecer el papel que, si se quiere explicar la relación entre ruido y rendimiento, juegan la interferencia con el feedback acústico y varios tipos de influencia sobre la memoria a corto plazo. Pero no estoy convencido de que desempeñen el papel que Poulton ha sugerido en la mayoría de los casos."(p. 316)

En resumen, la teoría del enmascaramiento es una de las posibles explicaciones, no la única. Hay toda una corriente de autores que explican los efectos del ruido mediante el concepto de arousal, cuya importancia podremos inmediatamente constatar.

1.2.3 Arousal

En este apartado desarrollaremos el concepto de arousal. A continuación, revisaremos tanto los estudios en los que se recurre directamente al concepto de arousal, como aquellos en los que se recurre directamente a procesos --atención, memoria, decisión,...--, e indirectamente al concepto de arousal, pues se supone que los efectos producidos por el ruido en los procesos citados, cuya manifestación en las variables dependientes son los datos recogidos en el laboratorio, se deben a que el ruido aumenta el nivel de arousal.

1.2.3.1 Concepto de arousal

Cuando fué formulada la teoría del arousal comportamental, que recoge como una de sus manifestaciones el arousal cortical o desincronización del ritmo alfa, no se distingue entre arousal, activación e impulso.

Malmo (1959) ha expuesto las ideas fundamentales, con las siguientes palabras:

"El continuo que abarca desde el sueño profundo, en el extremo inferior de activación, hasta los estados de excitación, en el extremo superior, es básicamente función del bombardeo cortical realizado por el sistema de activación reticular ascendente; de forma que a mayor bombardeo, mayor activación. Además, la relación entre activación y eficiencia comportamental queda descrita mediante una curva U invertida. Es decir, desde una activación baja hasta un punto, que es óptimo para una función dada, el nivel de rendimiento aumenta monótonamente con el nivel de activación; pero más allá de este punto óptimo, la relación se convierte en no monótona: Más aumento en activación produce una caída en el nivel de rendimiento; la caída se relaciona directamente con el aumento en el nivel de activación." (pags. 368 y 369)

Destaquemos algunas propiedades importantes del concepto expuesto:

a) Del nivel de arousal depende la intensidad de la conducta, no su dirección. En un símil, repetidamente usado, el nivel de arousal equivaldría al número de revoluciones del motor, que no depende de la posición del volante o dirección del vehículo.

b) El nivel de arousal depende de factores diversos, tanto internos como externos al sujeto.

c) El nivel de arousal es cuantificable mediante indicadores fisiológicos.

1.2.3.2 Críticas al concepto de arousal

El concepto expuesto ha recibido muchas críticas. A continuación vamos a exponer algunas de ellas.

1) No está claro que exista una única dimensión de arousal. Tanto los trabajos fisiológicos (Malmo, 1966; Routtenberg, 1968, 1971; Pribram y McGuinness, 1975), como los psicológicos (Broadbent, 1971) incorporan dos o más dimensiones de arousal. Hamilton, Hockey y Rejman (1977) consideran más correcto hablar de un hiperplano de activación.

2) Los indicadores de arousal, tanto los corticales como los autonómicos, no constituyen una medida adecuada del nivel de arousal (Broadbent, 1971). La correlación entre los índices en un mismo individuo es baja (Lind, 1976; Jung 1978). En respuesta a estas de-

ficiencias han surgido cuestionarios (Thayer, 1967; Bohlin y Kjellberg, 1973). Dermer y Berscheid (1972) han demostrado la validez de constructo de los autoinformes sobre el nivel de arousal.

3) La relación entre arousal y rendimiento es ambigua, por lo que la teoría del arousal es más descriptiva que predictiva (Poulton, 1977b).

En efecto, un aumento en arousal (pasar de A a B, en la figura 1) supone, en la primera curva (trazo continuo), deterioro; mientras en la segunda curva supone mejora en el rendimiento. Lo importante es que ambas son U invertidas, y que la teoría no informa sobre cual es la adecuada a una situación particular.

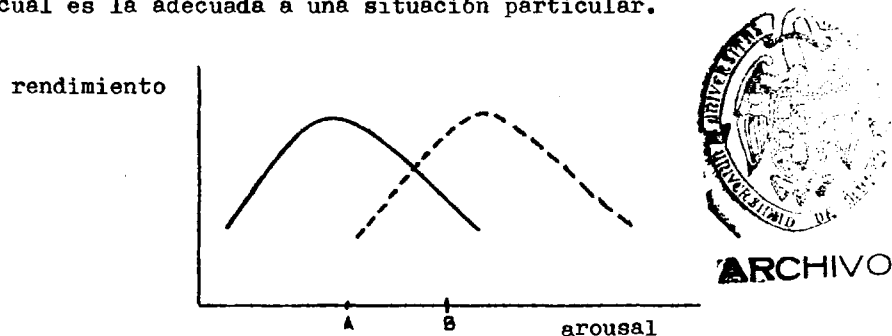


Figura 1. Ambigüedad de la U invertida (v. texto)

4) Para Näätänen (1973), el rendimiento es una función acelerada negativamente del arousal. La razón del deterioro tantas veces hallado, a partir de un cierto nivel de arousal, está en que el sujeto atiende a otros estímulos. Es decir, el exceso de arousal

se suele conseguir sometiendo al sujeto a situaciones (dobles tareas, estimulaciones extrañas, ..) en las que no sólo se incita un mayor nivel de arousal, sino también un reparto diferente de la atención.

Näätänen comprobó que el tiempo de reacción no dependía del nivel de arousal, obtenido mediante la realización de esfuerzo físico, cuando la prueba de tiempo de reacción seguía al ejercicio físico. Sin embargo, si se realiza simultáneamente la prueba de tiempo de reacción y el ejercicio físico, se observa, a niveles altos de arousal, el deterioro habitual. En consecuencia, no es el nivel de arousal, sino la diversificación de la atención ocurrida en la realización simultánea la responsable del deterioro. Si se consigue, en un paradigma adecuado, no confundir el aumento de arousal con cambios atencionales, se obtiene un tiempo de reacción constante, como predice una función acelerada negativamente a altos niveles de la variable independiente.

Los resultados de Näätänen (1973) no son compatibles con los de Davey (1974). Los sujetos de Davey tenían que detectar series de 3 dígitos (impar, par, impar) durante dos minutos, una vez que habían pedaleado durante 0'5, 2, 5 ó 10 minutos. Obtuvo un mejor rendimiento con los tiempos intermedios que con los extremos.

En los últimos años ha decrecido considerablemente el interés en la teoría del arousal comportamental, y ello explica, quizás, la falta de experimentos que clarifiquen algunas cuestiones pendientes y no resueltas (la posible confusión entre nivel de arousal y reparto atencional, p.e.). Algunas de las razones que pueden explicar el escaso interés actual son:

a) Las críticas comentadas afectan esencialmente, no en la forma, a la teoría.

b) La segunda razón, aunque no menos importante, es el interés de la Psicología actual en los procesos, en detrimento de relaciones funcionales (Eysenck y Folkard, 1980). Introduciendo relaciones entre nivel de arousal y algunos procesos se ha intentado explicar el tramo descendente de la U invertida. En efecto, si bien el tramo ascendente es generalmente admitido y su explicación, en términos de facilitación cerebral, aceptada, es más problemático hallar una explicación satisfactoria al tramo descendente: ¿ Por qué la facilitación cerebral puede producir deterioro del rendimiento? (Broadbent, 1971). Pues bien, la respuesta ha sido buscada en el análisis de los procesos que median entre arousal y rendimiento, tales como atención, memoria, decisión, Se trata de añadir un nuevo eslabón a la cadena:

variables independientes → arousal → rendimiento

resultando:

var. independientes → arousal → procesos → rendimiento.

A partir de este momento, comentaremos la evidencia existente sobre si el ruido aumenta o no el nivel de arousal, para referirnos posteriormente a algunos trabajos que relacionan ruido y rendimiento mediante la U invertida; y, en segundo lugar, a los que relacionan ruido y rendimiento a través de procesos subyacentes. En ambos casos se da por supuesto el papel activo del ruido.

1.2.3.3 Ruido y arousal

Hay evidencia empírica, obtenida fundamentalmente en estudios comportamentales, a favor de que el ruido aumenta el nivel de arousal (Broadbent, 1971).

En efecto, Wilkinson (1963) aplicó a 12 sujetos la tarea de las cinco elecciones. La tarea consiste en 5 lámparas dispuestas, formando un pentágono, en un panel y sus correspondientes 5 pulsadores. Al encenderse una lámpara, el sujeto debe apretar el pulsador correspondiente. La acción del sujeto apaga la lámpara encendida y enciende una de las apagadas.

Cada sujeto realizó la tarea en 4 ocasiones:

- Privados de sueño y silencio
- Privados de sueño y ruido

- Sueño normal y silencio
- Sueño normal y ruido

Los privados de sueño pasaban la noche anterior al test sin dormir. En la condición ruido, se presentaba ruido blanco a 100 dB, mientras en la condición silencio, se podía escuchar algunos sonidos procedentes del exterior y el ruido de fondo del altavoz.

Resultados. Mientras en los privados de sueño el número de errores (apretar pulsador que no corresponde a la lámpara encendida) es independiente del nivel de ruido, en la condición de sueño normal el ruido aumenta el % de errores en 11 de los 12 sujetos. Los resultados señalados se obtuvieron en los últimos 15 minutos.

Wilkinson (1963) y Broadbent (1971) ofrecen una misma interpretación de los resultados: La falta de sueño contrarresta los nocivos efectos del ruido y, por ello, el ruido no produce más errores que el silencio en los privados de sueño.

Para encontrar una explicación a los resultados comentados, Wilkinson (1963, experimento II) repite el experimento anterior sustituyendo la variable independiente falta de sueño por el conocimiento-no conocimiento de resultados. Obtuvo que, si se da conocimiento de resultados, el ruido incrementa el número de errores;

sin embargo, si el sujeto no recibe feedback, el ruido no produce efecto. Parece, entonces, que los efectos de dar feedback y los del ruido se acumulan. Por ello, y dado que:

- Es bien sabido que dar feedback aumenta la motivación y el estado general de arousal,

- Las respuestas fisiológicas muestran bajo arousal en los sujetos privados de sueño y alto arousal en los sometidos a ruido (Davies, 1968),

D. E. Broadbent (1971) concluye que el ruido cambia un estado general del organismo, que se puede identificar como arousal. En resumen, el ruido incrementa el nivel de arousal.

Conviene realizar algunas precisiones, antes de seguir adelante. Está muy extendida la idea de que el ruido incrementa el nivel de arousal; sin embargo, la evidencia comportamental presentada plantea algunos problemas:

a) Recientemente algunos estudios han reconsiderado la relación entre las variables independientes nivel de ruido e incentivos, concluyendo que producen efectos diferentes (Davies y Jones, 1975; Fowler y Wilding, 1979). Wilding y Mohindra (1980) llegan a afirmar que:

"Es mejor considerar al ruido como un tipo de estímulo distinto y evitar predicciones basadas en otros tipos de estímulos elici-

tadores de arousal" (p. 248)

b) En el experimento I de Wilkinson (1963), la variable dependiente más afectada fué el % de errores; en el experimento II, la más afectada fué el número de lagunas (gaps) -- es decir, períodos sin respuesta mayores de 1'5 segundos -- y, en segundo lugar, el número total de errores. Wilkinson no comunica el % de errores en su experimento II.

En un experimento similar, Corcoran (1962, experimento II) obtuvo la interacción hallada por Wilkinson (1963, experimento I) entre falta de sueño, tiempo en tarea y nivel de ruido, pero sobre la variable dependiente número de lagunas. No obtuvo efecto alguno sobre los errores. Corcoran sugiere que la razón de las diferencias entre ambos experimentos no es otra que el desigual ruido utilizado. En su caso, el ruido se presentaba a 90 dB y mediante auriculares. Cómo las diferencias entre ambos ruidos afectan la sensibilidad de las dos variables dependientes no ha sido respondida por Corcoran (1962) y la respuesta no parece obvia.

c) Tanto los experimentos de Wilkinson como los de Corcoran introducen simultáneamente dos variables independientes en diseños intrasujetos, pudiéndose producir transfer asimétrico (véase 1.1, punto c).

En lo que respecta a la evidencia fisiológica,

Poulton (1979) ha encontrado en algunos estudios recientes, argumentos a favor de que el ruido no incrementa el nivel de arousal. En efecto, Frankenhaeuser y Lundberg (1977) obtuvieron un aumento en la cantidad de adrenalina vertida en sangre cuando se somete a sujetos, durante 75 minutos, a una tarea aritmética compleja bajo ruido blanco de 56, 72'5 ó 85 dB(A), en relación a una situación de descanso. El dato a destacar es que la secreción de adrenalina no varió con la intensidad del ruido. Si se tiene, además, en cuenta que 56 dB(A) es un nivel aceptado habitualmente como silencio, nos encontramos con que el ruido (los niveles superiores a 56 dB(A)) no ha incrementado el nivel de arousal; al menos el tipo de arousal del que la adrenalina sea un indicador válido. Los autores proponen una interpretación diferente de sus resultados, expuesta en el apartado 1.2.5, punto e.

Visto el concepto de arousal y discutida la evidencia sobre si el ruido afecta o no el nivel de arousal, pasamos a revisar algunos estudios que relacionan el ruido y el rendimiento, bien mediante la U invertida, bien mediante teorías que introducen procesos. A cada posibilidad dedicamos uno de los siguientes apartados.

1.2.3.4 Ruido y U invertida

Una de las situaciones experimentales en las que la teoría del arousal proporciona un pronóstico menos ambiguo es en las tareas de vigilancia, en las que el sujeto permanece en el laboratorio durante una hora o más detectando pequeñas modificaciones del ambiente estimular, las señales. No es demasiado suponer que en estas condiciones el nivel de arousal en los sujetos es bajo. De hecho, aún los más motivados, afirman que pueden contener el sueño a duras penas. Además, la tendencia a hacerlo peor a medida que transcurre la sesión ha sido repetidamente explicada en términos de una disminución del nivel de arousal en los sujetos (Davies y Tune, 1969; Stroh, 1971).

Pues bien, en las tareas de vigilancia visual, especialmente cuando la frecuencia de la señal es baja, se puede esperar que la presentación de estimulación adicional --ruido, en nuestro caso--mejore el rendimiento, si se supone que el nuevo nivel de arousal, resultado de añadir ruido, no excede de un cierto valor B. Gráficamente, siendo A el nivel de activación en silencio, podemos ver que si el nivel de arousal suscitado por la presencia de ruido cae en el intervalo (A, B), se obtendrá mejor rendimiento en esta condición que en silencio. La razón de que la teoría del arousal sea menos ambigua en las situaciones de vigilancia es-

triba en que cuanto menor es A, mayor es B, y, en consecuencia, mayor es el intervalo (A, B) en el que se espera el cumplimiento del pronóstico.

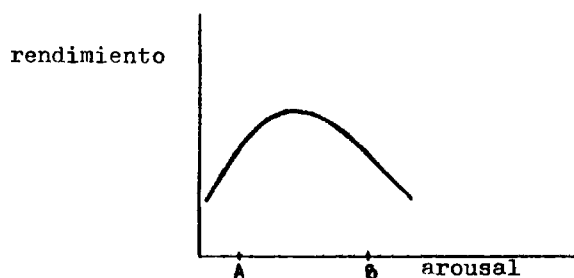


Figura 2. U invertida en tareas de vigilancia.

Poulton (1976) ha revisado los trabajos en los que la presencia de ruido produce mejora, lo que nos exime de detenernos en este punto.

1.2.3.5 Ruido y procesos

Comenzamos refiriéndonos a los efectos del arousal, y del ruido en particular, en la sensación y decisión.

1.2.3.5.1 Ruido y Teoría de la detección de señales

La teoría de la detección de señales proporciona un procedimiento para separar la discriminabilidad, medida mediante d' , del criterio del observador, β , o nivel de evidencia prefijado para decidir a favor de la presencia de señal. La teoría, por lo tanto, informa

sobre dos procesos, la sensación y la decisión. Veamos si quedan o no afectados por la presencia de ruido, supuesto su papel activador.

La evidencia experimental muestra que los efectos del ruido se producen sobre la decisión.

En efecto, Welford (1962, 1974, 1976) relaciona nivel de arousal con posición del criterio: A medida que el sistema se activa, el criterio se va haciendo progresivamente más laxo, de forma que aumentan las falsas alarmas y los aciertos. Ofrece una explicación ingeniosa:

"A medida que el nivel de arousal aumenta, las células cerebrales descargan con mayor facilidad. Si esto es así, tanto el ruido neural como la señal aumentarán con el nivel de arousal, de forma que dejarían la razón entre la diferencia de las medias y la desviación típica básicamente idéntica.."(Welford, 1974, p. 6)

En otras palabras, Welford propone que el aumento en arousal equivale a multiplicar por una constante --positiva y mayor que 1-- la distribución del ruido neural y la de la señal. Tal cambio no altera d' (Green y Swets, 1974) y hace que un mismo criterio se vaya convirtiendo en arriesgado, a medida que aumenta el nivel de arousal. En la figura 3 se ilustra el comportamiento del criterio, para 3 niveles de arousal.

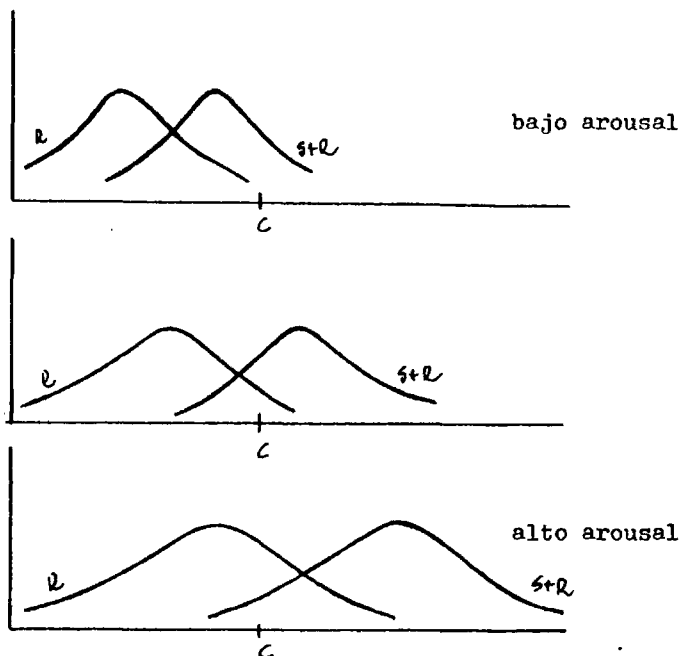


Figura 3. Arousal y posición del criterio. En la gráfica puede apreciarse que a más arousal, mayor número de aciertos y de falsas alarmas.

Dos ventajas reseñables de la teoría expuesta son:

a) Permite una explicación de la U invertida.

Existe un criterio óptimo, por encima y por debajo del cual, se observa peor rendimiento. Pues bien, al ir aumentando el nivel de arousal, alcanzaremos un nivel al que corresponda el criterio óptimo, el máximo de la U invertida.

b) Distingue la ineficiencia en alto arousal (ha de haber gran número de falsas alarmas) y la de

bajo arousal (ha de haber pocos aciertos y pocas falsas alarmas).

Si en un experimento, el sujeto comunica si se le presentó o no señal y la confianza en su respuesta, podemos establecerle, al acabar la sesión, dos criterios --el arriesgado, C_a , y el precavido, C_p -- basándonos en las confianzas que dió.

Pues bien, fijados dos criterios C_a y C_p , se puede esperar que sean más similares en alto arousal que en bajo arousal, según el planteamiento de Welford. Broadbent y Gregory (1963b) en una tarea de vigilancia visual y presentando ruido a 100 dB, frente a los 75 dB de la condición silencio, comprobaron la mayor similitud de ambos criterios en la condición de ruido. Sin embargo, la teoría de Welford no sólo predice mayor similitud entre los criterios; predice, además, su disminución (véase figura 3). Broadbent y Gregory no hallaron efectos del ruido sobre los criterios considerados por separado.

En un experimento posterior, Broadbent y Gregory (1965) obtuvieron los resultados de su anterior trabajo en dos tareas con alta probabilidad de señal. En la tarea con baja frecuencia no ocurrió el acercamiento entre el criterio arriesgado y el precavido.

En resumen, y con palabras de Broadbent (1971):

"En ruido intenso los valores del β precavido y arriesgado se aproximan; esto es, se dan pocas respuestas con confianza intermedia; lo que puede ocurrir por un incremento de sies seguros o de noes seguros."(p. 100)

"El ruido aumenta el valor arriesgado de β cuando tal valor es, en silencio, excepcionalmente bajo, bien porque el sujeto usa un bajo β , bien porque la tasa de señales es alta y el grupo fija un bajo β ."(p. 101)

Broadbent (1978) mantiene su posición, a pesar de las críticas de Poulton (1977b), para quien los cambios comentados se pueden explicar por una tendencia, cuando se está sometido a ruido, a confundir las diferentes categorías de confianza.

Un experimento reciente corrobora parcialmente la teoría de Broadbent. Hartley y Shirley (1977) hallaron, en una tarea de vigilancia visual con probabilidad de señal de 0'1, que el ruido blanco de 95 dB aumentaba el criterio arriesgado, sobre todo al final de la sesión. No obtuvo efecto alguno sobre el criterio precavido. En la condición de silencio presentó el mismo ruido a 70 dB.

En conclusión, no se sabe mucho sobre los efectos del ruido en d' y β en tareas de vigilancia visual y no se sabe apenas nada sobre la sensibilidad de am-

bos parámetros en otras tareas. Este punto requiere abiertamente más investigación.

1.2.3.5.2 Ruido y atención

Vamos a exponer los trabajos que explican los efectos del ruido mediante cambios en la atención. El ruido es considerado como un agente activador.

1.2.3.5.2.1 Antecedentes

En un importante artículo, aparecido en 1959, Easterbrook introduce el rango de utilización de indicios (range of cue utilization), que define así:

"El número total de indicios ambientales que un organismo observa, responde o asocia con una respuesta, en una situación particular."
(p. 183)

El rango de utilización de indicios se relaciona con el impulso y con la eficiencia, según las siguientes reglas:

- a) Un aumento en impulso ocasiona una disminución del número de indicios en uso; es decir, estrecha el rango.
- b) La consideración simultánea de indicios relevantes e irrelevantes deteriora el rendimiento.
- c) Si hay reducción en el número de indicios, se pierden antes los irrelevantes.

Nótese que la teoría expuesta ofrece una explicación atencional de la U invertida. En efecto, un aumento en impulso puede suponer mejora en el rendimiento debido al rechazo de indicios irrelevantes que, en situación de menor impulso (por las reglas a, b y c de la página anterior) perjudicarían el rendimiento. Ahora bien, si sigue aumentando el impulso, la reducción en el número de indicios será perjudicial al rendimiento, pues se eliminarían indicios relevantes. El sujeto excluiría información necesaria para la correcta realización de la tarea.

Se han ofrecido algunas explicaciones fisiológicas de la relación entre el nivel de arousal y el rango de utilización de indicios.

En efecto, Walley y Weiden (1973) han propuesto una teoría neuropsicológica de la atención. Extrapolando los conocidos descubrimientos de Hubel y Wiesel, sugieren la existencia de un sistema jerárquico, en forma de pirámide, en cuya cima --la corteza de asociación-- se encontrarían las unidades gnósticas, que serían las responsables de la percepción. Entre estas células surge una inhibición lateral recurrente, o enmascaramiento cognitivo, que explicaría diversos fenómenos atencionales; entre ellos, el rango de indicios en uso. Walley y Weiden (1973) afirman que:

"Un aumento en arousal incrementará el enmag^ucaramiento cognitivo, que tiende a interferir con la codificación simultánea de los diferentes indicios." (pags. 297 y 298)

El trabajo de Walley y Weiden (1973) ha recibido elogios -- Eysenck (1977, p. 175) lo califica de extremadamente interesante-- y, también, críticas. Feeney, Pittman y Wagner II (1974) no consideran admisible la interpretación que Walley y Weiden realizan de los resultados neurológicos. Proponen otra explicación de los efectos atencionales del arousal:

(Un aumento en el nivel de arousal) "Modulando la inhibición recurrente, aumenta la eficiencia y exactitud de los flexibles analizadores sensoriales de más alto nivel y reduce los de las estructuras de menor nivel (talámicas), de los sistemas motores y, quizás, de los canales sensoriales irrelevantes" (p. 538)

Easterbrook (1959) formuló su teoría considerando los estudios entre ansiedad y rendimiento; en particular, los trabajos en los que se relaciona alta ansiedad con cambios en la dirección de la atención (véase Wine, 1971). Un estudio clásico entre la relación ansiedad-rendimiento, mediante efectos atencionales, es el de Zaffy y Bruning (1966). Realizaron su estudio con el propósito de poner a prueba la teoría de Easterbrook (1959).

Zaffy y Bruning, a partir de la escala de ansiedad manifiesta de Taylor, formaron dos grupos: uno con alto, otro con bajo impulso. A cada sujeto se repetía 15 veces una serie de 19 estímulos, cada uno de los cuales podía aparecer en cinco posiciones distintas. La tarea consiste en aprender las 19 posiciones. Una segunda variable independiente es el tipo de indicio. En la condición indicio relevante, los estímulos, cuya posición debía ser aprendida, aparecían con un subíndice que correctamente indicaba la posición. En la condición indicio irrelevante, el subíndice señalaba incorrectamente la posición. En la condición de no indicio, no aparecía subíndice. Se obtuvo una triple interacción significativa que confirma, según los autores, la teoría de Easterbrook. En efecto, mientras en los sujetos de baja ansiedad hay diferencias significativas entre los tres niveles del factor tipo de indicio (mejor rendimiento en relevante y peor en irrelevante), en los sujetos de alta ansiedad sólo difieren significativamente el relevante del irrelevante (mejor rendimiento con indicio relevante). Los autores no explican adecuadamente el papel del tercer factor, bloques, en la interacción señalada.

Dos observaciones sobre el trabajo comentado:

a) En la página 382, puede leerse lo siguiente:

"Si se añaden indicios relevantes a una tarea, alto arousal deteriorará el rendimiento. Recíprocamente, si se añaden indicios irrelevantes, un aumento en impulso facilitará el rendimiento." (Zaffy y Bruning, 1966; p. 382)

Nótese que sus resultados en alto impulso son, justamente, los contrarios al pronóstico. Sin embargo, los resultados en bajo impulso sí son acordes.

b) Al margen de la parcial corroboración de la teoría, conviene resaltar que no se ha puesto a prueba el efecto del nivel de impulso sobre la selectividad perceptual exclusivamente. Los resultados comentados reflejan, simultáneamente, los efectos del nivel de impulso en el aprendizaje de las posiciones.

Bacon (1974) ha realizado un test reciente de la teoría de Easterbrook (1959) y ha obtenido una explicación comportamental de los resultados aplicando la teoría de la detección de señales. Los sujetos realizaban simultáneamente dos tareas: El seguimiento de un blanco y la detección de un tono inmerso en ruido blanco. La tarea de detección fué principal en una condición (DP); la de seguimiento, en otra condición (SP). El nivel de arousal se modificó impartiendo o no descargas eléctricas. Por último, la tercera variable independiente, presentación temprana o tardía de la señal, admitía dos niveles: Presentación al inicio del período de observa

ción (SI) o presentación al final (SF).

Los resultados, referidos a la tarea de detección, más destacables fueron:

- En la condición de descargas eléctricas (es decir, alto arousal) hay una disminución y un aumento significativos en sensibilidad y criterio, respectivamente.

- La triple interacción resultó significativa en ambos índices: La presencia de descargas disminuye la sensibilidad y aumenta el criterio en la condición (SP, SI). En las otras tres condiciones, la presencia de descargas no modificó significativamente los resultados.

Bacon (1974) interpreta sus resultados como acordes a la teoría de Easterbrook (1959), que matiza en algunos aspectos:

a) En alto arousal, hay cambios en el índice de sensibilidad y en el criterio, especialmente notables cuando se mide el rendimiento en la tarea que recibe menos atención.

b) Los principales resultados ocurren en la condición señal al inicio. Es decir, hace falta que transcurran unos segundos desde la presentación de la señal y la decisión del sujeto. Bacon propone, por ello, que en alto arousal se dificulta el almacenamiento, bien por una sobrecarga de la capacidad, bien porque se difi

culta la repetición.

c) Los efectos del nivel de arousal dependen de si la tarea es o no principal.

Tendremos ocasión de volver al paradigma de la doble tarea en apartados posteriores.

Kahneman (1973) en su conocido libro "Attention and Effort", recoge dos críticas. A saber:

a) La teoría sugiere que la ineficiencia en bajo arousal se debe a la consideración de múltiples individuos, a una excesiva apertura al medio; lo cual parece una idea poco viable.

b) Sugiere, además, que con alto arousal existe una máxima concentración, lo que contradice la experiencia cotidiana de una mayor distracción en condiciones de alto arousal.

Basándose en la propia experiencia cotidiana, no todos admitirían las críticas de Kahneman, quien, no obstante, mantiene una estrecha relación entre arousal y atención, como tendremos oportunidad de comprobar. Quizás es más correcto replantear el problema en términos de si existe o no más de una dimensión de atención, cuyos extremos sean alta concentración y alta diversificación. Si puede hablarse de varias dimensiones, podría ocurrir que, p.e. en alto arousal, hubiese concentración en alguna dimensión, mientras mayor distracción

en otra u otras dimensiones.

En este punto de la revisión, el trabajo de Wachtel (1967) es pertinente por dos razones:

a) Mantiene la existencia de varias formas de concentración o estrechamiento de la atención. En concreto, propone la conveniencia de distinguir entre:

- Exploración (scanning)
- Enfoque (focussing)
- La implicada en el test de Stroop y similares.

La distinción entre exploración y enfoque se facilita auxiliándonos de la metáfora de la linterna (de bida a Hernandez-Peon, citado en Wachtel, 1967). Consideremos la iluminación que produce una linterna; está formada por un círculo central, en el que se perciben los objetos con la máxima nitidez posible, y una corona circular de menor intensidad luminosa. Pues bien, la atención puede ser comparada con el círculo central: Sólo los elementos que caen en él, son percibidos. Pues bien, la exploración se podría medir por el movimiento de la linterna o el espacio inspeccionado. El enfoque se podría medir valorando la amplitud del círculo central.

Por último, algunos sujetos tienen en el test de Stroop y otras situaciones parecidas una cierta habi-

lidad para no responder a determinada información conflictiva. Este "estrechamiento de la atención" no parece reducible a los dos propuestos anteriormente.

Wachtel (1967) concluye que:

"Una única dimensión de amplitud de atención no se acomoda a las complicaciones de la experiencia y tampoco a las demandas de una ciencia precisa." (p. 427)

b) Wachtel (1967) critica la teoría de Easterbrook en tanto que el sujeto, en opinión de Watchel, juega un papel activo en el estrechamiento de la atención, que no depende tan sólo del nivel de arousal, sino, además, de factores cognitivos como, p.e., el sentimiento de control que el sujeto tiene del agente que incrementa el nivel de arousal. La influencia mediadora del individuo, por lo que el estrechamiento de la atención deja de ser automático, ha sido muy estudiada. En el apartado dedicado a los postefectos del ruido volveremos a considerar estas influencias.

1.2.3.5.2.2 Principales resultados (estudios de Hockey)

Realizadas las anteriores consideraciones, referidas a la relación entre arousal y atención, pasamos a exponer los estudios que relacionan el ruido con la atención, supuesto el efecto activador del ruido.

Broadbent (1971) admite, y Broadbent (1978) man-

tiene, que, cuando se está sometido a ruido, se produce

"Una concentración sobre partes del espacio visual, en detrimento de las restantes partes." (Broadbent, 1971; p. 1052)

La afirmación se basa en la evidencia recogida por Hockey.

Hockey (1970a) formula la hipótesis de que el ruido, y en general un incremento en el nivel de arousal, aumentan el grado de selectividad de la conducta. Hockey define la selectividad con las siguientes palabras:

"La selectividad puede ser definida como el grado de atención que los sujetos dedican a un número relativamente pequeño de aspectos de la tarea. Operacionalmente, a mayor discrepancia en el rendimiento entre componentes de alta y baja importancia, mayor será el grado de selectividad del sujeto."
(Hockey, 1970a; p. 30)

Si se sustituye importancia por relevancia, se aprecia el peso de la teoría de Easterbrook (1959) en la hipótesis formulada por Hockey.

La tarea principal (o más importante) consistía en tener continuamente alineados dos indicadores, uno de los cuales era controlado por los movimientos de la mano derecha del sujeto. En las instrucciones se pedía

a los sujetos que, cuando pudiesen y sin dejar de atender a la tarea principal, respondieran a la tarea secundaria (o menos importante), que consistía en la pulsación con la mano izquierda del botón correspondiente, una vez que se había encendido una de las 6 señales luminosas, que, en semicírculo, completaban el panel experimental.

Los principales resultados fueron: La presencia de ruido (100 dB, amplia banda entre 62'5 y 4000 Hz) anuló el deterioro significativo observado al final de la sesión en la condición de silencio (el mismo ruido a 70 dB)(1). En cuanto a la tarea secundaria, el ruido aumenta el % de detecciones en las dos lámparas centrales (una a cada lado de los indicadores), pero disminuye el % de detecciones en las restantes lámparas. Los efectos se hacen más patentes a medida que la sesión avanza. En la tabla 1 presentamos la diferencia entre el reconocimiento en ruido y el reconocimiento en silencio, en cada una de las 6 lámparas. Los resultados están referidos a toda la sesión.

Lámpara	1	2	3	4	5	6
Diferencia	-7'3	-10'4	10	14'4	-1'3	-9'6

Tabla 1. Porcentaje de reconocimiento en ruido menos porcentaje en silencio. (Hockey, 1970a; p. 33)

(1) Hockey (1972) corrige a Hockey (1970a) y afirma que los niveles de ruido fueron 100 y 65 dB(A), respectivamente. Según Broadbent (1978), los niveles correctos fueron 100 dB(A) y 70 dB(A).

Los datos son interpretados como soporte de la hipótesis de partida: El ruido aumenta la selectividad. Hay que hacer, no obstante, una salvedad. La manifestación más simple de un aumento en la selectividad es una mejora en la tarea principal y un deterioro generalizado en la tarea secundaria. Los resultados no han sido éstos y hay que buscar una explicación a la interacción observada entre nivel de ruido y posición de la lámpara. Hockey (1970a) plantea dos posibles explicaciones:

a) La interacción puede deberse a la privilegiada posición de las lámparas centrales. Con ruido se beneficia la tarea principal, e indirectamente las lámparas más próximas a sus indicadores; es decir, las centrales.

b) Las lámparas centrales, al ser las más visibles, tienen una mayor probabilidad subjetiva de presentar señal y son, por ello, las más importantes de las 6.

El interrogante abierto pretende cerrarlo Hockey (1970b) introduciendo dos modificaciones en la doble tarea del experimento anterior:

a) La lámpara va a permanecer encendida hasta que el sujeto oprima el correspondiente pulsador. La variable dependiente no será, obviamente, el porcentaje de

reconocimiento, sino la latencia de la respuesta. Se pretende con esta modificación igualar la probabilidad objetiva con la probabilidad subjetiva de señal.

b) En la condición IP, las 6 lámparas presentan señal con la misma probabilidad. En la condición DP, las centrales proporcionan señal cada una con probabilidad $1/3$, mientras las 4 restantes, las periféricas, lo hacen con probabilidad $1/12$. Se pretende, con la introducción de esta variable independiente, controlar experimentalmente la probabilidad subjetiva de señal.

Si la razón de los efectos observados en la tarea secundaria del experimento anterior es la posición de las lámparas favorecidas por el ruido, podremos esperar, en el presente experimento, que tanto en la condición IP, como en la DP, las lámparas centrales se vuelvan a beneficiar en la condición de ruido.

Si la explicación correcta es la mayor probabilidad subjetiva de la fuente luminosa, las centrales se beneficiarían de la presencia de ruido sólo cuando tuviesen mayor probabilidad de aparición; es decir, en la condición DP.

En la tarea principal los resultados corroboran los del anterior experimento. Respecto a la tarea secundaria, en la condición IP el ruido aumenta la latencia a todas las lámparas; en la condición DP el ruido

disminuye las latencias a las lámparas centrales, mientras aumenta las correspondientes a las periféricas. Las diferencias entre la latencia en ruido menos la latencia en silencio se presentan en la tabla 2.

Lámpara		1	2	3	4	5	6
Diferencia	IP	68	42	37	52	55	9
	DP	62	53	-87	-131	25	49

Tabla 2. Latencia en ruido menos latencia en silencio.
(Adaptada de Hockey, 1970b)

A partir de los resultados expuestos, Hockey concluye que:

"La mayor selectividad en la condición de ruido (y altos estados de arousal, en general) se puede describir como una mayor prestación de atención a los componentes de la tarea más importantes y, en consecuencia, menor prestación a los menos importantes. Esto parece ocurrir así, tanto si las estrategias del sujeto se basan en las instrucciones recibidas al comenzar la tarea, como si se basan en las expectativas que la tarea va produciendo. La posición del componente no parece jugar un papel importante a la hora de ajuiciar los efectos del ruido." (Hockey, 1970b; p. 41)

Evidencia a favor de que no es la posición, sino la relevancia de un indicio lo que hace que sea más atendido en estados de alto arousal ha sido obtenida por Cornsweet (1969). Comparó un grupo de sujetos de

arousal normal con otro de arousal elevado (mediante descargas eléctricas). La variable dependiente fué la disminución en el tiempo de reacción que producía cierta información a la vez periférica y relevante. Obtuvo que la información adicional sólo produjo mejora significativa en el grupo de alto arousal. Por lo tanto, hay una tendencia a asignar más atención a los indicios relevantes en la condición de alto arousal; y esto es así aunque tales indicios sean periféricos. En otras palabras, la posición, en sí, no parece criterio en la asignación de la atención.

Los resultados alcanzados se vieron fortalecidos en un nuevo experimento (Hockey, 1970c), y simultáneamente ampliados. Fortalecidos porque se pudo demostrar que la selectividad de la atención depende, también, de otra variable que determina el nivel de arousal: La privación de sueño (véase 1.2.3.3). En cierta forma, los resultados de sus experimentos anteriores se amplían al comprobar que hay una relación monótona entre nivel de arousal y selectividad. Davies y Jones (1975) obtuvieron, no obstante, resultados discrepantes en cuanto a si la relación es o no monótona.

En efecto, Hockey (1970c) comparó el rendimiento de un grupo que había dormido normalmente con el de otro grupo que había pasado toda la noche anterior despierto. Los sujetos realizaron la tarea de Hockey

(1970b) en la condición DP. Los principales resultados fueron:

a) En la tarea principal todos los sujetos muestran deterioro (es decir, es peor el rendimiento al final de la sesión que al inicio), siendo éste mayor en los privados de sueño.

b) En la tarea secundaria todos los sujetos muestran menores latencias a las dos lámparas centrales, pero la mejora es mayor en los sujetos de sueño normal, especialmente en los últimos veinte minutos de la sesión.

En consecuencia, el rendimiento de los privados de sueño es peor que el de los sujetos de sueño normal en los componentes de la tarea más propensos a mostrar los beneficios del ruido intenso.

Podemos resumir en los siguientes puntos los principales resultados obtenidos por Hockey (1970a, 1970b, 1970c):

a) El ruido intenso, blanco y continuo aumenta el nivel de arousal y modifica la distribución de la atención en una tarea visual compleja.

b) La modificación señalada en el punto anterior consiste en prestar más atención a lo más relevante, en detrimento de lo menos relevante.

c) Dos criterios que se han mostrado efectivos en la asignación de relevancia a los componentes de una tarea han sido:

- Las instrucciones que el sujeto recibe.
- Las expectativas que va construyendo a lo largo de la sesión sobre la importancia de cada componente.

d) No es criterio efectivo de relevancia la posición física del componente.

e) La relación entre arousal y selectividad de la atención es monótona.

f) Los efectos señalados son patentes al final de la sesión y no al principio.

A pesar de que los resultados expuestos parecen seguirse limpiamente de los estudios revisados, han surgido algunos problemas, que vamos a desarrollar en el apartado siguiente.

1.2.3.5.2.3 Fiabilidad de los resultados de Hockey

Algunos experimentos que debieran reproducir los hallazgos de Hockey han resultado fallidos.

Hamilton y Copeman (1970) estudiaron los efectos del ruido en la tarea de Hockey (1970a) ligeramente modificada. Al comparar 100 dB de ruido blanco (condición ruido) con el mismo ruido a 70 dB (condición

silencio) obtuvieron los siguientes resultados:

a) El ruido mejora el rendimiento en la tarea principal.

b) El ruido disminuye el porcentaje de detecciones en las lámparas periféricas, mientras no produce efecto alguno sobre las centrales.

Los resultados, interpretados por los autores como acordes a los de Hockey, presentan ciertas diferencias. En efecto, Hockey (1970a) obtuvo que el ruido disminuía el deterioro observado en silencio, no una mejora general; en cuanto a la tarea principal. En cuanto a la tarea secundaria, Hockey (1970a) obtuvo mejora en las lámparas centrales y no un deterioro en las periféricas.

Los resultados de Hamilton y Copeman (1970) se han obtenido en un diseño intrasujetos con la manipulación simultánea de dos variables independientes: Dosis de alcohol y nivel de ruido. Se puede, por lo tanto, argumentar que las diferencias se deben a un transfer asimétrico entre condiciones (véase 1.1 punto c). Las diferencias pueden, obviamente, deberse a las diferencias comentadas entre ambas tareas secundarias.

Los experimentos de Forster y Grierson (1978) sólo introducen la variable independiente nivel de ruido. En la condición ruido, la presión fué de 92 dB(A);

en la condición silencio, 70 dB(A). En ambos casos se trataba de ruido blanco, en el rango 62'5 a 4000 Hz.

En el experimento I, Forster y Grierson (1978) introducen algunas modificaciones respecto a la condición DP de Hockey (1970b):

a) Los pulsadores en la tarea secundaria son silenciosos. Se intenta evitar el feedback acústico (véase 1.2.2.1).

b) Las lámparas con mayor probabilidad de señal son las dos más alejadas de los indicadores de la tarea principal.

c) Se dan instrucciones para evitar que los sujetos empleen diferentes estrategias.

Los principales resultados fueron:

a) No efecto del ruido en la tarea principal.

b) No efectos del ruido en la tarea secundaria.

En el experimento III, se repite el experimento anterior, siendo las lámparas con mayor probabilidad las dos centrales. Resultados:

a) No efecto del ruido en la tarea principal

b) Sí hubo efectos del ruido en los tres últimos períodos en la tarea secundaria. Los sujetos, sometidos a ruido, detectaron más rápidamente la presencia de la señal en las cuatro posiciones centrales que cuando

realizaban la sesión en silencio.

En un último experimento, Forster y Grierson (1978) sustituyeron los pulsadores silenciosos por los no silenciosos (Hockey, 1970b), no obteniendo efectos significativos sobre la tarea principal y tampoco sobre la secundaria.

Los resultados son interpretados por los autores como contrarios a la teoría de Hockey y a la explicación de Poulton (véase 1.2.2.1). En opinión de Forster y Grierson, la razón de que no se hayan repetido los resultados de Hockey hay que buscarla en la mayor presión sonora que Hockey (1970b) utilizó.

Forster y Grierson, descartadas las anteriores explicaciones, se inclinan por una interpretación mediante la teoría del arousal, que explicaría las mejoras, aunque no significativas, que el ruido ha producido en ambas tareas. Afirman que esta mejora generalizada ha sido también obtenida por Poulton y Edwards (1979), lo cual es cierto en la tarea principal, pero sólo parcialmente cierto en la secundaria. En efecto, si no hay error en Poulton y Edwards (1979; tabla 5), en la condición de ruido (102 dB) es menor la latencia en las seis lámparas, pero sólo significativamente en las dos centrales. En la condición de silencio, presentaron el mismo ruido a 80 dB. En cualquier caso, tam-

poco se explica los resultados en la tarea secundaria del experimento III, desde la teoría del arousal.

Justamente los resultados del comentado experimento III permiten a Hockey (1978) mantener su explicación atencional. En su opinión, dos son las razones por las que Forster y Grierson no obtuvieron sus resultados:

a) Junto a las diferencias señaladas entre los procedimientos experimentales, hay una, no advertida por Forster y Grierson (1978), que explica el rendimiento medio en la tarea principal de sus sujetos, alrededor del 35%, mientras los sujetos de Hockey alcanzaron un rendimiento del 65%. La tarea de seguimiento permitía dos niveles de dificultad. Forster y Grierson fijaron una dificultad superior a la del experimento que pretendían reproducir.

b) Lo dicho en el punto anterior es importante porque la instrucción de que la tarea principal es la de seguimiento puede no tener efecto cuando el sujeto es consciente de su bajo rendimiento, lo que desdibuja el criterio de prioridad y ocasiona, en consecuencia, efectos menos claros. Hockey (1978) afirma que:

"...cualquier incremento en la tendencia a extraer información más selectivamente, bajo ruido, puede manifestarse en atender a otros, formalmente secundarios, aspectos de la tarea experimental. Las diferencias entre los sujetos en la redistribución (al no haber

bases claras para ello) y los cambios subjetivos en las valoraciones resultarán en una variedad del pattern de atención, interpretables como cambios en selectividad, si las reglas de prioridad son conocidas. En la situación de Forster y Grierson (1978) no lo son." (p. 502)

Hockey (1978) admite, al no repetirse en el experimento IV los indicios de selectividad hallados en el III, que el efecto del ruido en la atención no parece muy robusto.

Unas palabras sobre el status actual de la teoría de la selectividad de la atención, ocasionada por el ruido. Hockey (1978) concluye que el criterio de reparto de la atención es la prioridad de los componentes de la tarea. Ahora bien, la prioridad ha recibido un escaso tratamiento formal y, en segundo lugar, depende fundamentalmente de las valoraciones subjetivas de la utilidad de nuestra respuesta. En consecuencia, nos encontramos con la dificultad no sólo de no poder predecir como se va a manifestar la selectividad en la tarea de Forster y Grierson, sino, con más razón, nos será especialmente difícil predecir cómo se manifestará la selectividad en otras tareas menos similares al paradigma de Hockey (1970a; 1970b). El problema es grave, pues al no poderse controlar experimentalmente la prioridad, la teoría pierde su poder predictivo,

aunque mantenga su poder explicativo.

1.2.3.5.2.4 Naturaleza de la selectividad de la atención

¿ Los efectos observados en Hockey (1970a; 1970b) se deben a una selección de las fuentes de información o a cambios en la dominancia de la respuesta? En otras palabras, ¿Se deben a cambios en la información que llega al cerebro o a cambios en la cantidad de información necesaria para dar una respuesta ?

1.2.3.5.2.4.1 El ruido afecta la entrada de la información

Hockey (1973) considera que los posibles efectos del ruido sobre la entrada de la información pueden ser valorados en una tarea en la que se han de emitir respuestas de observación. El sujeto debe detectar y corregir el mayor número posible de estados defectuosos que presentan tres fuentes luminosas. Para inspeccionar una fuente, ha de apretar el correspondiente pulsador; es decir, ha de emitir una respuesta de observación. La fuente, al ser inspeccionada, puede encontrarse en estado normal o defectuoso, en cuyo caso, el sujeto debe apretar el correspondiente pulsador. Si no lo hace, la fuente permanece en su estado defectuoso. El número total de fallos, cinco por minuto, se repartió irregularmente entre las fuentes: Por cada

seis señales aparecidas en la fuente A, aparecían tres en la B y una en la C.

Pues bien, definiendo la selectividad como el porcentaje de respuestas de observación a la fuente A, y definiendo acierto inseguro como la corrección del estado defectuoso de una fuente tras dos respuestas de observación, Hockey (1973) obtuvo los siguientes resultados:

a) Al final de la sesión el ruido aumenta el índice de selectividad. La presión sonora en la condición ruido fué de 100 dB(A); en silencio, 70 dB(A). El rango, en ambos casos, 62'5 - 4000 Hz.

b) En la condición ruido y en la segunda mitad de la tarea disminuyen los aciertos inseguros.

El segundo resultado corrobora los efectos del ruido sobre el criterio (véase 1.2.3.5.1). El resultado expuesto en el punto "a" corrobora los hallazgos de Hockey (1970a; 1970b) y, según el planteamiento inicial, los efectos percentuales del ruido. Es decir, Hockey (1973) entiende que la concentración de la atención, observada en alto arousal, se debe a que los sujetos seleccionan más información de las fuentes más relevantes y menos de las fuentes menos relevantes. Nótese que todavía no ha ocurrido la fallida réplica de Forster y Grierson (1978), por lo que relevancia y probabilidad de señal son casi sinónimos. Hockey

(1973; experimento II) obtiene apoyo adicional, pues comprobó que la privación de una noche de sueño disminuía, en relación a los no privados, el índice de selectividad.

La principal conclusión, adelantada por Broadbent (1971) es la siguiente:

"...el sistema con alto nivel de arousal dedica una mayor proporción de su tiempo a tomar información de las fuentes más relevantes y el resto lo hace de las secundarias."
(p. 433)

1.2.3.5.2.4.2 El ruido afecta la dominancia de las respuestas

A pesar de lo dicho en el apartado anterior, se pueden esgrimir algunas razones por las que parece precipitado excluir los efectos del ruido en la disponibilidad de las respuestas. Veamos algunas.

a) No es fácil separar el componente perceptual del componente facilitación de la respuesta. En cierta forma, asignar más atención a determinados aspectos de la tarea ya es una respuesta encubierta. Pero, además, la técnica de la respuesta de observación muestra la selectividad perceptual mediante respuestas manifiestas: Pulsar una llave que permite auscultar el estado de una fuente. Por lo tanto, la mayor selectividad observada en Hockey (1973) puede deberse tanto a que el sistema

es más propenso a tomar información --efecto perceptual--, como a que el sistema es más propenso a realizar una particular respuesta, aunque ésta sea de observación.

b) Hamilton, Hockey y Rejman (1977) obtuvieron (experimento I) en una tarea de aprendizaje de probabilidades --donde no parece tener cabida la selección perceptual-- que ruido blanco (85 dB) incrementaba el porcentaje de predicciones al suceso más probable, si comparamos con los resultados obtenidos en silencio (ruido de fondo a 50 dB). Los resultados no admiten una interpretación en términos de un mejor o peor aprendizaje (experimentos II y III). Los autores concluyen que el ruido

"..altera el funcionamiento de un proceso selectivo central que gobierna tanto la información que entra, como las respuestas del sujeto." (p. 471)

Dornic (1978) ha propuesto una posible explicación, junto a la expuesta en el apartado 1.2.2.2, del peor rendimiento en la condición de ruido del lenguaje no dominante. La explicación que sugiere no es otra que la derivada de la conocida idea que un aumento en impulso favorece siempre a la mejor aprendida de las respuestas en litigio. Por ello, Dornic afirma que, con ruido, el lenguaje dominante obtiene ventaja sobre el

no dominante.

En resumen, parece precipitado descartar posibles efectos del ruido en la organización de la respuesta. Conviene no olvidar los trabajos de Hull y Spence (véase Broadbent, 1971; cap. IX) que relacionan el nivel de impulso con la competición entre las respuestas.

1.2.3.5.2.5 Ruido y dimensiones de la atención

Hemos comentado en el apartado 1.2.3.5.2.1 las tres dimensiones de la atención que Wachtel (1967) propuso.

Los efectos del ruido en la atención, comentados en las páginas precedentes, son efectos sobre la dimensión enfoque, en opinión de Kahneman (1973).

Un segundo tipo de atención es la exploración. En un apartado posterior veremos que hay cierta evidencia a favor de que con ruido se realiza menos exploración. Los resultados de algunos estudios clínicos sugieren, no obstante, la interpretación alternativa de que en condiciones de alto arousal se produce una mayor exploración (Korchin, 1964; citado en Wachtel, 1967).

Nos referimos, en tercer lugar, brevemente a los efectos del ruido en el test de Stroop. A partir

de los resultados de Houston y Jones (1967) y Houston (1969). entre otros, Kahneman (1973) admite que, con ruido, es más fácil controlar la interferencia que produce la información conflictiva cuando las palabras y los colores en el test de Stroop son incongruentes. Sin embargo, los dos experimentos de Houston son atípicos. El ruido, cuyo nivel se especifica sólo en el experimento de 1969, es poco intenso (78 dB) y es mezcla de varios sonidos. En silencio no se presenta ruido alguno. En segundo lugar, la exposición de los sujetos al ruido es muy breve. Ambas observaciones son pertinentes a la vista de los resultados de Hartley y Adams (1974), quienes obtuvieron que ruido de amplia banda a 95 dB(C) favorecía el rendimiento --es decir, disminuía la interferencia--, si la exposición al ruido era breve (10 minutos). Si la exposición duraba media hora, el ruido aumenta la interferencia. Las diferencias entre los experimentos y los pocos estudios sobre este tipo de atención no permiten una conclusión definitiva, aunque sí cuestionar la conclusión de Kahneman (1973).

Otros resultados han sido explicados postulando efectos del ruido en la atención. Expondremos brevemente algunos de ellos en el apartado siguiente.

1.2.3.5.2.6 Otros resultados

Nos referimos en primer lugar a una de las posibles explicaciones del aprendizaje incidental.

a) En ocasiones se ha propuesto una explicación del aprendizaje incidental a partir de los efectos del ruido en la atención.

El recuerdo depende no sólo del almacenamiento del material y de su recuperación; depende, también, de la información adquirida. Puesto que el ruido modifica el proceso de adquisición de información (véase 1.2.3.5.2.4.1), Hockey y Hamilton (1970) proponen la necesidad de considerar los efectos del ruido en la atención para explicar los resultados obtenidos en las tareas de memoria. Esperan encontrar que, en la condición de ruido, los sujetos atenderán menos a la información menos relevante.

La tarea relevante consiste en recordar en correcto orden una serie de ocho adjetivos. Cada uno aparece, durante dos segundos, en una de las cuatro esquinas de la pantalla. La tarea secundaria (los sujetos no fueron previamente advertidos de ella) consistió en recordar la posición de los ocho adjetivos. Los resultados principales fueron:

- Si se compara la condición de silencio (55 dB; ruido de fondo) con la de ruido (80 dB), se obtiene una mejora casi significativa ($P = 0.055$) en

la condición de ruido sobre la variable dependiente número de adjetivos correctamente recordados.

- El número de posiciones recordadas en la condición de silencio es significativamente mayor que el correspondiente a la condición de ruido.

En opinión de los autores, los datos corroboran la tendencia a no atender a lo irrelevante en la condición de ruido. De ahí el mejor aprendizaje incidental en la condición de silencio.

Davies y Jones (1975) han repetido el experimento anterior con alguna modificación:

- En la condición de silencio se presentó ruido de amplia banda (55 dB(A); 40 - 32000 Hz). y en la condición de ruido el nivel fué fijado en 95 dB(A).

- La estimulación acústica estaba presente sólo durante la fase de aprendizaje de las palabras.

Volvieron a obtener mayor aprendizaje incidental en la condición de silencio.

Ambos trabajos presentan algunos problemas, siendo los siguientes los más importantes, en opinión de Fowler y Wilding (1979):

- El recuerdo de la posición depende de que previamente se recordase la palabra, de manera que no se obtenía una medida no contaminada.

- Cada posición espacial correspondía a dos

palabras, de manera que la posición era un indicio de recuperación ambiguo y pudo haber sido ignorado por ello.

Evitando ambos problemas, los autores comprobaron que la intensidad del ruido blanco (60, 80 ó 100 dB) modificaba el número de posiciones recordadas: 4'62, 2'62 y 0'88, respectivamente. Este resultado, altamente significativo, consolida el hallazgo de un menor aprendizaje incidental en la condición de ruido. Hay que señalar, sin embargo, el resultado opuesto de Dae y Wilding (1977), pues obtuvieron (experimento III) una mejora de las posiciones recordadas en la condición de ruido (85 dB), en relación a la condición de silencio (auriculares sin ruido).

Por lo que respecta al resultado expuesto en primer lugar de Hockey y Hamilton (1970) --menor rendimiento en la tarea principal en la condición de silencio--, conviene mencionar que es un problema no resuelto. En efecto, a pesar de que fué reproducido por Hamilton, Hockey y Quinn (1972), no existe un acuerdo general en su explicación --se han propuesto otras no atencionales-- y ha habido resultados opuestos. Del tema se ha ocupado especialmente J. Wilding (Dae y Wilding, 1977; Fowler y Wilding, 1979; Wilding y Mohindra, 1980).

b) Millar (1979b) ha explicado los efectos del ruido en la recuperación del material almacenado mediante la teoría de la selectividad atencional de Hockey. Su hipótesis de partida es la siguiente:

"Las influencias del ruido sobre la recuperación serán similares a los efectos sobre la selección ambiental. En concreto, el ruido puede interaccionar con la probabilidad de recuperación, facilitando, quizás, la probabilidad o velocidad de recuperar información altamente probable, pero inhibiendo la recuperación del material menos probable, si se compara con lo que debiera ocurrir en estados de menor arousal." (p. 226)

Sus resultados corroboran parcialmente la hipótesis. El reconocimiento de las palabras de alta dominancia fué más rápido en la condición de ruido (amplia banda a 95 dB(A)) que en silencio (amplia banda a 70 dB(A)). Sin embargo, no hubo diferencias en cuanto a las palabras de baja dominancia.

En cualquier caso, nos parece más apropiado una interpretación en términos de efectos del ruido en las últimas fases del procesamiento, en la disponibilidad de las respuestas, que acudir a diferencias en la selección de información (véase 1.2.3.5.2.4.2). Desde esta perspectiva, el trabajo citado y el de Dornic (1978) admiten una similar interpretación (véase 1.2.3.5.2.4.2, punto b).

c) El reconocimiento del material presentado por el canal atendido, en una tarea de selección visual, es mayor en ruido blanco (85 dB(C)) que en la condición de silencio (el mismo ruido a 50 dB(C)). El resultado anterior, obtenido por Hockey, Dornic y Hamilton (1975), fué explicado aludiendo a la ventaja obtenida por la información relevante en la condición de ruido.

En el experimento, los sujetos debían leer un fragmento de prosa, previamente subrayado, en el que se había intercalado, palabra a palabra, otro fragmento, que debían ignorar. Leído el fragmento completo, completaban una prueba de reconocimiento del material presentado en ambos fragmentos. Pues bien, en la condición de ruido fué significativamente mayor el índice de discriminabilidad, d' , sólo en el fragmento subrayado. Un efecto "suelo" pudo haber ocasionado la no diferencia en el fragmento a rechazar. La diferencia significativa no puede ser explicada por una mayor lentitud de la lectura en la condición de ruido. Justamente ocurrió lo contrario. En la condición de ruido, la velocidad de lectura fué significativamente mayor que en la condición de silencio.

Citaremos, por último, algunos estudios en los que se ha invocado una mayor concentración de la aten-

ción en estados de alto arousal, aunque éstos no se han producido aplicando ruido.

Martindale y Armstrong (1974) y Voss (1977) discuten la relación entre arousal y creatividad y recurren a los efectos comentados del arousal sobre el enfoque y la exploración.

Evans (1978; 1979) propone como explicación de los efectos del hacinamiento (crowding) el incremento del nivel de arousal que la situación produce, y los consecuentes cambios en la distribución de la atención.

Estos estudios y otros que se hubiesen podido citar corroboran los efectos del ruido en la atención en la medida en que el mecanismo responsable, supuestamente el nivel de arousal, es común.

Finalizamos el apartado ruido y procesos, supuesta la función activadora del ruido, refiriéndonos muy brevemente a los trabajos que relacionan ruido, aprendizaje y la memoria. A continuación, expondremos los trabajos sobre ruido y atención que prescinden del supuesto de que el ruido incrementa el nivel de arousal.

1.2.3.5.3 Ruido y memoria

No nos vamos a detener en la revisión de los efectos del ruido en el aprendizaje y las memorias; ya lo ha hecho Eysenck (1976; 1977). Además, en apartados

anteriores (véase 1.2.2.2 y 1.2.3.5.2.6 puntos a y b), se han comentado, con cierta extensión, algunos de estos efectos.

1.2.4 Atención

Hay teorías que proponen efectos del ruido en la atención, mas no suponen efecto activador alguno de la estimulación acústica. En el presente apartado tendremos la oportunidad de revisar algunas.

1.2.4.1 Teoría del Filtro

En el capítulo V del célebre libro "Perception and Communication", Broadbent (1958) revisa la literatura sobre los efectos psicológicos del ruido y observa que para que una tarea visual sea sensible a tales efectos, ha de ocurrir que:

- 1) Dure más de media hora.
- 2) El sujeto deba atender a más de una fuente emisora.
- 3) La presentación de las señales ha de satisfacer uno de los siguientes requisitos:

3.1 Existir señal en todo momento de la sesión.

3.2 Si no siempre existe señal, su presentación debe aleatorizarse, de forma que el sujeto no sepa en que momento la señal va a presentarse.

En efecto, Broadbent (1954) sometió a diez sujetos a la tarea de los veinte indicadores (20 dials test), que consistía en lo siguiente: Veinte indicadores circulares estaban dispuestos a lo largo de los tres lados de un cuadrado. El sujeto, sentado en la mitad del lado que cerraba el cuadrado, debía advertir cuando se presentaba una señal (cambio en la posición de la aguja de un indicador) y apretar el correspondiente pulsador. La respuesta del sujeto, si era correcta, volvía la aguja a su posición original. En la hora y media de sesión, se presentaban 15 señales. La tarea, por lo tanto, satisface los requisitos 1, 2 y 3.2 (véase la página anterior) y ha de mostrar, en consecuencia, efectos del ruido.

Pues bien, el porcentaje de señales advertidas (en nueve o menos segundos desde que la señal se presenta; véase 1.1 punto b) fué significativamente menor en la condición de ruido (100 dB(A)) que en la condición de silencio (70 dB(A)).

En la tarea de las cinco elecciones, que satisface 1, 2 y 3.1, Broadbent (1953) obtuvo similares resultados: El número medio de errores creció significativamente en la condición de ruido (100 dB(A)), en relación a la condición de silencio (70 dB(A)).

¿ Por qué justamente las tareas que satisfacen 1, 2 y 3 son sensibles al ruido ?

Broadbent (1958) basa su explicación en la "Teoría del filtro", que, como se sabe, tiene la singularidad de establecer el "cuello de botella" en el primer nivel de procesamiento: La información sensorial llega, en paralelo, por diferentes canales a un almacén sensorial desde donde el filtro selecciona uno y sólo uno de ellos, siendo éste el canal procesado y el que controlará la respuesta del sujeto.

Pues bien, para Broadbent (1958) el ruido intenso hace que el filtro aumente la frecuencia de cambio de canal. Hablemos en términos de un canal visual, que transmite la información pertinente a la tarea, y otro acústico, que transmite el ruido. Con ruido intenso, el filtro selecciona más frecuentemente el canal acústico, lo que supone la no captación de estimulación visual, y, por lo tanto, deterioro.

La teoría explica razonablemente bien las exigencias 1 y 3: si se supone, además, que el sujeto puede controlar la operación del filtro de forma que puede evitar las desviaciones hacia el canal acústico en tareas breves (por lo tanto, la tarea debe ser larga) o puede hacer que éstas ocurran cuando el sujeto prevé que no va a haber información visual (por lo tanto, la tarea debe satisfacer el requisito 3).

Broadbent (1958) explica la exigencia 2 en los mismos términos que Jerison (1957). En ambos casos es

una explicación post hoc. Nos vamos a referir a la necesidad de más de una fuente emisora en el apartado siguiente.

La teoría del filtro fué pronto abandonada por su autor, fundamentalmente por dos razones:

a) La teoría fué refutada por Moray (1959; citado en Moray, 1969) al encontrar que las palabras que llegaban al sujeto por el canal rechazado (oído por el que no se presentaba la información a reproducir) sí eran percibidas. Broadbent y Gregory (1963a) admiten las deficiencias de la teoría del filtro.

b) El auge de las explicaciones basadas en el concepto de arousal, ausente de la teoría. Broadbent (1971) admite, sin reparos, la interpretación basada en el arousal que McGrath (1963) dió a sus resultados:

La "vigilancia fué mejor cuando había una gran cantidad de información irrelevante; resultado ... contrario a la teoría del filtro que predeciría peor rendimiento en presencia de estímulos potencialmente distractores." (Broadbent, 1971; pags. 45 y 46)

Broadbent (1978) sigue manteniendo los requisitos expuestos, aunque, en absoluto, la explicación que de ellos proporciona la teoría del filtro.

1.2.4.2 Flexibilidad de la atención

En contraste con los experimentos de Broadbent (1953; 1954) y el de Jerison (1959; experimento I), Jerison (1957) no obtuvo efecto del ruido (112 dB), si se compara con la condición silencio (79 dB), en el test de Mackworth con una única fuente emisora de señales. Interpretó la discrepancia suponiendo que el ruido intenso deteriora la flexibilidad de la atención requerida por las fuentes emisoras (más de una; p.e. tres relojes de Mackworth en Jerison, 1959; experimento I). Es decir, Jerison (1957) cree que el ruido intenso deteriora la cantidad de exploración que los sujetos deben realizar para captar la información proveniente de las diferentes fuentes emisoras. Broadbent (1958) admite el resultado y la interpretación de Jerison.

Algunos resultados posteriores cuestionan los efectos del ruido en la exploración o flexibilidad; al menos, en los términos que Jerison (1957) propuso.

Samuel (1964) realizó un experimento en el que cada sujeto debía sumar dos dígitos presentados, bien juntos, bien distanciados 30'5 centímetros. En la condición de ruido, el sujeto escuchaba ruido blanco a 110 dB; en silencio fijó el nivel en 80 dB. Los resultados obtenidos fueron: No efecto del ruido cuando la presentación es contigua y efecto significativo cuando no lo es.

Como puede verse en la tabla 3, los resultados son opuestos a los predichos por Jerison (1957), puesto que el ruido disminuye significativamente el porcentaje de omisiones. No hubo efecto alguno sobre el número de errores.

	ruido	silencio
dígitos contiguos	7'28	2'80
dígitos separados	25'52	48'16

Tabla 3. Efectos del ruido sobre el porcentaje de omisiones (Adaptada de Samuel, 1964; p. 265)

En realidad, hay muy poca evidencia favorable a la interpretación de Jerison (1957). Warner (1969) interpretó el efecto principal del ruido (0, 80, 90 ó 100 dB) en los errores cometidos en una tarea visual mediante supuestos efectos del ruido en la flexibilidad de la atención. No obstante, el ruido era intermitente y los resultados no se han repetido con ruido continuo (Warner y Heimstra, 1972) y tampoco con ruido intermitente (Warner y Heimstra, 1971), siendo la exposición al ruido el 30% de la duración de la sesión y no el 70% de Warner (1969). Aún dando por válidos los resultados de Warner (1969) --menos errores a mayor intensidad--, tendríamos que admitir que el ruido mejora la capacidad de exploración.

Por último, conviene resaltar que el experimento de Jerison (1957) difiere de los de Broadbent

(1953; 1954) y del de Jerison (1959; experimento I) no sólo en la exigencia de mayor exploración; difiere, además, en el número de señales presentadas. Broadbent y Gregory (1965), en un experimento ya comentado (véase 1.2.3.5.1), obtuvieron efectos del ruido con una única fuente emisora de señales. En concreto, obtuvieron los mismos efectos sobre el índice β en la tarea A (tres fuentes emisoras) que en la tarea B (una fuente), cuando la frecuencia de señal se mantenía constante. Broadbent y Gregory (1965) concluyen que:

"..No es esencial la existencia de varias fuentes de señales para obtener efectos del ruido: Una alta tasa de señales provenientes de una fuente puede producirlos igualmente."
(p. 160)

Davies (1968) acepta la reinterpretación de Broadbent y Gregory (1965).

1.2.4.3 Capacidad

Un trabajo clásico en la explicación de los efectos del ruido mediante la noción de capacidad es el de Boggs y Simon (1968).

La idea fundamental es la siguiente: El sujeto mantiene en reserva, mientras actúa, parte de su capacidad; pero puede ocurrir que, al someterle a ruido, se auxilie en esa capacidad, habitualmente no empleada, y su rendimiento no muestre deterioro alguno. Boggs y

Simon proponen, en consecuencia, que la medida de interés no es tanto el rendimiento en la tarea principal, como el rendimiento en la secundaria, que el sujeto realiza cuando lo permite la principal. En otras palabras, la tarea secundaria depende en mayor medida de la capacidad en reserva disponible por el sujeto.

Pues bien, en el paradigma de la doble tarea, si el ruido disminuye las reservas de capacidad, se puede esperar que:

a) El rendimiento en la tarea secundaria dependa de la presencia de ruido.

b) Cuanto más difícil sea la tarea principal -- y, en consecuencia, requiera más capacidad de la reservada-- más ostensibles serán los efectos del ruido en la tarea secundaria.

Para probar ambos pronósticos, eligieron como tarea principal el tiempo de reacción de elección, cuya dificultad fué manipulada variando la compatibilidad entre los estímulos y las respuestas. La tarea secundaria consistía en detectar las secuencias impar-par-impar de una serie de dígitos presentados auditivamente.

Los resultados obtenidos fueron:

a) No hubo efectos del ruido en la tarea principal.

b) En la condición ruido fué menor el número de secuencias correctamente detectadas.

c) Se obtuvo una interacción significativa entre dificultad de la tarea principal y nivel de ruido, que exponemos en la tabla 4, sobre el número de errores en la tarea secundaria.

tarea principal	Silencio	Ruido
sencilla	8'5	11'75
difícil	11'25	18'54

Tabla 4. Número medio de errores en la tarea secundaria. (Boggs y Simon, 1968; p. 151)

Los resultados confirman nítidamente las hipótesis. Tan sólo nos resta advertir alguna singularidad del ruido utilizado. Al ser la tarea secundaria auditiva, el ruido consistió en estallidos de 0'5 segundos del ruido emitido por una serradora de aluminio, presentados (con pico a 92 dB) aleatoriamente en el intervalo entre dígitos.

Finkelman y Glass (1970) han obtenido resultados acordes con los de Boggs y Simon (1968). Sus sujetos realizaron simultáneamente y por separado cada una de las siguientes tareas: La tarea principal fué una tarea de seguimiento; la secundaria consistía en recordar el valor numérico presentado auditivamente en el ensayo precedente. Incorporaron al diseño tres condiciones de ruido:

- silencio
- ruido blanco predecible. Se trata de ruido

intermitente, a 80 dB, y con duración constante de las secuencias de ruido y silencio.

- ruido blanco no predecible. Como en el caso anterior, pero las duraciones de los períodos de ruido y silencio son aleatorias.

Cada sujeto completó las (3x3) nueve condiciones. Los resultados se presentan en la tabla 5:

	condición	t. principal	t. secund.
Silencio	{ a	46'4	
	{ b		0'6
	{ c	45	3'5
R. predecible	{ d	44'1	
	{ e		0'8
	{ f	44'6	4
R. no predecible	{ g	43'4	
	{ h		0'9
	{ i	42'5	8

Tabla 5. Errores en la tarea secundaria y tiempo de alineamiento entre el blanco y el cursor en la tarea principal en las nueve condiciones. (Finkelman y Glass, 1970)

No hubo diferencias significativas en la tarea principal. Por lo que respecta a la tarea secundaria, se cometen más errores en la condición i que en la h. Los resultados corroboran los obtenidos por Boggs y Simon (1968) si se admiten los siguientes supuestos:

a) El ruido predecible, por su escasa intensidad, no se ha comportado como el ruido intenso de Boggs y Simon (1968), de ahí la no diferencia entre las condiciones c y f.

b) El ruido no predecible, quizás por ser más aversivo, sí se ha comportado como el ruido intenso. Otra explicación de la menor capacidad observada en la condición ruido no predecible radica en el esfuerzo que, en esta condición, realizan los sujetos para adaptarse al ruido, esfuerzo necesariamente mayor cuando el ruido es no predecible.

A pesar del acuerdo entre ambos experimentos, algunos resultados de Finkelman, Zeitlin, Romoff, Friend y Brown (1979) no son fácilmente encajables en la explicación proporcionada por Boggs y Simon (1968). En efecto, en la tabla 6 presentamos los errores en la tarea secundaria --la misma de Finkelman y Glass (1970)--. La tarea principal consiste en realizar esfuerzo físico, con tres niveles: No esfuerzo, esfuerzo moderado y alto esfuerzo.

	Silencio	Ruido
No esfuerzo	1'70	3'10
Esfuerzo moderado	2'00	2'90
Alto esfuerzo	2'65	3'50

Tabla 6. Errores en la tarea secundaria. (Finkelman et al. 1979)

Pues bien, sólo el nivel de ruido produce efectos significativos. En ruido se presenta ruido intermitente no predecible a 90 dB. En silencio no presentan ruido alguno. Ahora bien, si se supone que el esfuerzo físico no consume capacidad, es difícil explicar el mayor número de errores en la condición de ruido, pues el sujeto debe disponer de la suficiente capacidad para que los efectos del ruido no se manifiesten en el rendimiento. Si suponemos que la tarea principal sí consume capacidad y que la capacidad requerida se relaciona directamente con el esfuerzo físico, esperaremos la interacción predicha por Boggs y Simon (1968) entre dificultad de la tarea principal y nivel de ruido. Tal interacción resultó no significativa.

Hemos revisado diversos efectos del ruido, suponiendo (véase 1.2.3.5.2) y no suponiendo (véase 1.2.4) que incrementa el nivel de arousal, explicados mediante cambios en la atención. De la revisión se desprende:

a) Las tres dimensiones de la atención, sugeridas por Wachtel (1967)(véase 1.2.3.5.2.1), son sensibles a la introducción de ruido intenso. Desde otra perspectiva, la capacidad de atención parece depender, también, de la introducción de ruido.

b) Los resultados son, en algunos casos, contradictorios. No puede afirmarse, por lo tanto, que los efectos del ruido en la atención estén establecidos.

En los últimos años ha habido una enorme proliferación de estudios sobre atención. Pensamos que, y así lo expondremos en el apartado "Planteamiento de la investigación", partir de un concepto de atención más elaborado, desde un punto de vista teórico, puede ser muy útil para establecer los efectos del ruido en la atención y, por ello, resolver algunos de los resultados discrepantes.

Pasamos a considerar muy brevemente otros efectos y explicaciones de menor entidad.

1.2.5 Otros efectos y explicaciones

a) Entre éstos merece especial mención la teoría expuesta por Teichner, Arees y Reilly (1963) por su intento integrador de los conocimientos psicológicos y fisiológicos sobre el tema. Incorporan cuatro factores: La habituación al sonido, la distracción que produce, la adaptación acústica y el nivel de arousal. En dos experimentos obtuvieron resultados acordes a su teoría. Warner (1969) obtuvo en una variable dependiente, no en la otra, resultados igualmente acordes. Kryter (1970) discute detenidamente la teoría.

b) El ruido afecta la estimación de los intervalos temporales. Jerison (1959) obtuvo que un intervalo

de diez minutos era percibido, en promedio, como de nueve minutos en la condición de silencio (77'5 dB) y como de siete minutos en la condición de ruido (111'5 dB). Hay, sobre este punto, algunos resultados discrepantes (Plutchik, 1959; Kryter, 1970; Miller, 1974).

c) Es posible, aunque está muy poco explorado, que algunos efectos del ruido puedan deberse a alteraciones del sistema vestibular, que por su localización es, presumiblemente, el sistema más afectable por el ruido, si excluimos es auditivo. (Kryter, 1970)

d) Mirabella y Goldstein (1967) sugieren que los estudios sobre interacción sensorial pueden ayudar a establecer los efectos del ruido. Citan el trabajo de London (1954) en el que se revisa la literatura soviética desde 1930 hasta 1954 sobre interacción sensorial. London (1954) no expone las características de la estimulación acústica con la que se han conseguido efectos en la percepción visual (cambios en visión periférica, en la sensibilidad al brillo, en la sensibilidad eléctrica del ojo, entre otros), aunque afirma que algunas características de la estimulación son determinantes de los efectos observados. Mi impresión es que la sugerencia de Mirabella y Goldstein, a la luz de trabajos más accesibles, explícitos y recientes, no abre nuevas vías que permitan explicar los efectos del ruido.

En efecto, la mejora, repetidamente obtenida en los estudios de interacción sensorial, en la percepción visual cuando la señal visual se acompaña de un tono intenso se ha explicado, bien por una facilitación estadística, bien por la mejor preparación del sujeto, bien por la teoría de la suma de la energía (véase la revisión de Nickerson, 1973). Las dos primeras explicaciones suponen que el tono produce información útil a la tarea visual y son, por lo tanto, no válidas cuando se trata de ruido continuo. La tercera explicación, quizás la más útil, pronosticaría efectos del ruido principalmente sobre d' , lo que no ha sido obtenido (véase 1.2.3.5.1), al menos en tareas de vigilancia. En definitiva, hay grandes diferencias entre los procedimientos experimentales con los que se estudia la interacción sensorial y los efectos del ruido, por lo que un trasvase de explicaciones parece, al menos en el momento actual, precipitado.

e) Jerison (1959) propone que se considere la presencia de ruido como una fuente de stress.

Algunos trabajos, ya comentados, no excluyen la consideración de ruido como stress. Sin embargo, no conceden la debida importancia a un aspecto básico en la investigación sobre el stress: La existencia de manifestaciones controladas y manifestaciones controladoras. Es decir, si se somete un sujeto a 100° F, la tem

peratura rectal no necesariamente ha de manifestar un valor excepcional (es decir, indicar stress); diríamos que la temperatura rectal es un suceso controlado. Sin embargo, sí habrá otros indicadores, las manifestaciones controladoras, que mostrarán un comportamiento anó malo. (Teichner, 1968)

La idea básica es conocida desde hace, al menos, medio siglo. Harmon (1933) afirmó:

"No puede ser considerado adecuado un estudio sobre los efectos del ruido a no ser que... considere la posibilidad de ajuste al ruido. Cuando es introducido por vez primera, el ruido es un nuevo factor al que el sujeto necesita adaptarse. Ello resulta en un deterioro temporal de la eficiencia y consecuentemente en una mayor exigencia sobre el organismo. El progreso de este ajuste es controlado por los mismos factores que gobiernan la adaptabilidad del individuo en otras situaciones." (p. 79)

Recientemente, Edsell (1976) obtuvo que los sujetos diferían en el grado de ansiedad mientras realizaban un juego competitivo, en función del nivel de ruido (51, 61 ó 75 dB(A)). A altos niveles de ruido se obtuvo mayor ansiedad. Los resultados son interpretados en el sentido de que el ruido intermitente (61 ó 71 dB(A)) incrementa el stress social, lo que no ocurre en silencio (ruido ambiental a 51 dB(A)).

Los trabajos más importantes en la interpretación del ruido como stress han sido producidos por la Unidad de Psicología Experimental del Consejo de Investigación Médico Sueco, dirigida por Marianne Frankenhaeuser.

En efecto, Frankenhaeuser y Lundberg (1977) sometieron a tres grupos de doce sujetos a la realización de una tarea aritmética compleja durante 75 minutos, mientras escuchaban ruido blanco, bien a 56, bien a 72'5, o bien a 85 dB(A). El rendimiento varió en función de la intensidad; sin embargo, el nivel de adrenalina no varió en las tres condiciones, aunque sí hubo un incremento en relación a una sesión control, realizada varios días después de la sesión experimental y mientras descansaban. Los resultados expuestos contrastan con los de Frankenhaeuser y Johanson (1976), pues obtuvieron un aumento en el nivel de adrenalina cuando una tarea similar al test de Stroop se complica, adicionándole información acústica equívoca; no obteniendo, en cambio, deterioro en el rendimiento. Y contrastan igualmente con otro experimento (citado en Lundberg y Frankenhaeuser, 1976) en el que los sujetos, tras realizar una primera sesión a 56 dB(A), son divididos en dos subgrupos para realizar una segunda sesión, bien a 76 dB(A), o bien a 86 dB(A). En este experimento, no hubo diferencias en el rendimiento, pero fué mayor la cantidad de adrenalina en la condición ruido intenso.

Lundberg y Frankenhaeuser (1976) concluyen que:

"...Una persona expuesta a ruido molesto mientras realiza una tarea mental, puede adoptar una de las dos estrategias siguientes: Bien mantener constante su rendimiento incrementando su esfuerzo o bien mantener constante su esfuerzo y dejar que el rendimiento baje." (p. 1)

Uno de los factores importantes en cuanto a la elección de una u otra estrategia es la predisposición cognitiva del sujeto (cognitive set) (Frankenhaeuser y Lundberg, 1977).

En el apartado "Planteamiento de la investigación" volveremos sobre las ventajas de considerar el ruido intenso como generador de stress.

Para finalizar el presente capítulo, citaremos los resultados más importantes sobre los postefectos del ruido. Podremos constatar que guardan, por lo general, una estrecha relación con los expuestos en este apartado.

1.3 Postefectos del ruido

Conviene diferenciar dos tipos de postefectos.

En primer lugar, en los últimos años de la década

de los 50, algunos autores (entre ellos, Broadbent, 1958a) llaman postefectos a las interacciones significativas encontradas entre el nivel de ruido y el orden de realización de las sesiones en diseños intrasujetos. En particular, Jerison (1959; experimento II) obtuvo que los sujetos que realizaron la primera sesión con ruido (111'5 dB) mostraron en la segunda sesión, realizada una semana después y en silencio, un deterioro similar al observado en la primera sesión. Los resultados difieren notablemente de los obtenidos cuando las sesiones fueron realizadas en orden inverso. Broadbent (1958b) halló una interacción similar con otra tarea y distanciando veinticuatro horas ambas sesiones. Poulton (1977a) ha insistido en la conveniencia de usar, por ello, diseños de grupos separados.

En segundo lugar, David C. Glass y Jerome E. Singer han publicado algunos estudios que muestran la existencia de efectos de la exposición al ruido en algunas tareas realizadas inmediatamente después de la tarea concurrente a la estimulación acústica, una vez que la exposición al ruido ha terminado. Al hablar de postefectos nos vamos a referir a estos trabajos citados, que no por ser recientes dejan de ser importantes. Además, los postefectos han sido obtenidos cuando, por lo general, no se obtenían efectos del ruido en la tarea concurrente. Por lo tanto, el estudio de los postefec-

tos completa el abanico de las alteraciones que el ruido produce en el rendimiento.

Nos vamos a referir a los postefectos del ruido en el sentido señalado en la página anterior. En algunos trabajos el ruido es considerado como un generador de stress. Justamente la recién publicada revisión de Cohen (1980) se titula: "Postefectos del stress en el rendimiento humano y la conducta social: Una revisión de la investigación y de la teoría."

La idea básica consiste en que el sujeto se adapta al ruido intenso, lo que hace difícil obtener efectos del ruido en algunas ocasiones; pero esta adaptación supone un cierto coste: El sujeto es menos capaz de responder a las exigencias ambientales que siguen a su exposición al ruido.

En efecto, si sometemos a diversos sujetos, uno a uno, en el laboratorio, a tareas numéricas o verbales durante veintitrés o veinticinco minutos, mientras escuchan ruido intermitente (mezcla de varios sonidos), podemos observar (Glass y Singer, 1972) que, una vez finalizada la tarea y la exposición al ruido, se obtienen los siguientes resultados:

a) Los sujetos sometidos a ruido intermitente aperiódico realizan menos intentos de buscar la solución de una prueba, que carece de ella. La prueba consiste en trazar la figura adjunta (véase la figu-

ra 4) y otras similares, sin levantar el lápiz del papel ni pasar dos veces por el mismo sitio.

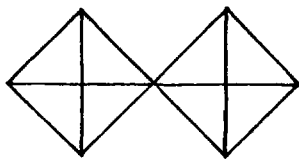


Figura 4. Uno de los trazados en los que se observan postefectos (Glass y Singer, 1972; p. 83)

El resultado "a" ha sido obtenido con frecuencia (Glass y Singer, 1972; Percival y Loeb, 1980). Ha sido generalmente interpretado como una menor tolerancia a la frustración en los sujetos sometidos a ruido aperiódico.

b) En una prueba de lectura, realizada a continuación de la prueba comentada con anterioridad, los sujetos previamente sometidos a ruido aperiódico detectan menos errores. Este postefecto en ocasiones no ha aparecido. Cohen (1980) sugiere que la prueba de lectura es menos fiable por la mayor variabilidad entre los sujetos experimentales en las habilidades lingüísticas que la tarea requiere.

c) Un tercer resultado es que el no conocimiento del comienzo de las ráfagas de ruido es más determinante de los resultados que la diferencia en nivel, aún cuando ésta sea grande (56 frente a 108 dB(A)).

Han quedado expuestos, básicamente, los efectos de partida. ¿ Cual puede ser su explicación ? Glass y Singer sugieren una posible explicación guiados del descubrimiento de que algunos factores cognitivos modifican sustancialmente los efectos observados.

En efecto, si los sujetos disponen de un pulsador, que les permita eliminar el ruido en lo que resta de sesión en caso de activarlo, los efectos desaparecen. Es decir, el sentimiento de control sobre la fuente ruidosa anula los postefectos (Glass y Singer, 1972; cap. V). Glass, Reim y Singer (1971) amplían el resultado anterior al comprobar que desaparecía el menor rendimiento en la prueba de lectura, atribuible al ruido aperiódico, cuando los sujetos tenían la posibilidad de control indirecto (posibilidad de acceso a otro sujeto que dispone del pulsador capaz de eliminar el ruido). La importancia del sentimiento de control ha sido corroborada por otros investigadores (Sherrod y Downs, 1974) y presenta a su favor cierta evidencia psicofisiológica. En efecto, Lundberg y Frankenhaeuser (1978) obtuvieron una menor tasa cardíaca (en rigor, un menor incremento) en los sujetos que eligieron el nivel de ruido que en los sujetos que realizaron la misma tarea sometidos al nivel de ruido elegido por sus compañeros.

Otro factor cognitivo eficaz en modificar los postefectos es el "relativo" nivel de ruido al que el sujeto se creía sometido: Los postefectos son menos importantes cuando los sujetos creen haber recibido niveles de ruido inferiores a los de sus compañeros. (Glass y Singer, 1972)

Glass y Singer descartan posibles explicaciones (la teoría de la disonancia de Festinger, el conductismo radical de Bem, entre otras; comentadas en Glass y Singer, 1972) y prefieren la explicación que proporciona la teoría de la indefensión (helplessness), propuesta por Maier y Seligman (Maier y Seligman, 1976; han hecho una revisión), que sintetizan su posición en las siguientes palabras:

"Cuando los sucesos no son controlables, el organismo aprende que su conducta y tales sucesos son independientes y este aprendizaje produce los efectos motivacionales, cognitivos y emocionales de la falta de control."
(Maier y Seligman, 1976; p. 3)

Que la falta de control sea un punto clave en la teoría de la indefensión, puede haber contribuido a que sea ésta la explicación elegida por los pioneros de los postefectos.

Pasamos a exponer algunos resultados no acordes con los planteamientos de Glass y Singer.

Wohllwill (1974) señala una ambigüedad. ¿ Es la exposición a ruido intermitente aperiódico o más bien la interferencia que tal ruido produce con la tarea a realizar la causa de los postefectos ? En otras palabras, ¿ Qué ocurrirá si se presenta ruido sin tarea concurrente ?

La respuesta la proporcionan Wohllwill, Nasar, Dejoy y Foruzani (1976). Obtuvieron que la tolerancia a la frustración, medida en la forma comentada, no dependía de la realización o no de tarea concurrente; pues no hubo diferencia entre codificar información visual o sólo observarla. Sin embargo, los sujetos sometidos a ruido (82'5 dB(A); continuo; mezcla de varios sonidos) mostraron menos tolerancia a la frustración que los que realizaron la sesión en silencio (sonido ambiente). En conclusión, el factor determinante es la exposición al ruido, que, por otra parte, no necesariamente ha de ser intermitente aperiódico para producir postefectos en la tolerancia a la frustración.

Otros investigadores defienden una interpretación atencional de los postefectos y mantienen (Cohen, 1978) que el sujeto, tras la exposición a la tarea experimental, sufre una fatiga, un agotamiento de su capacidad o déficit atencional, que le lleva a concentrar su atención sobre lo más importante, en detrimento de

lo accesorio. No es necesario, por lo tanto, la presencia de ruido; cualquier otra situación que produzca la mencionada fatiga generará postefectos.

Cohen y Spacapan (1978) han obtenido evidencia experimental favorable a la interpretación atencional. En efecto, sus sujetos realizaron una tarea de tiempo de reacción de elección. La carga mental producida se manipuló fijando un mayor o menor tiempo de descanso entre dos ensayos consecutivos. Se obtuvo una menor tolerancia a la frustración en los sujetos sometidos a alta carga (es decir, descansos breves).

No sólo hay discrepancias en la explicación de los postefectos (indefensión frente a déficit atencional); algunos experimentos no han obtenido postefectos.

Moran y Loeb (1977) realizaron dos experimentos y no obtuvieron postefectos en la tolerancia a la frustración y tampoco en la prueba de lectura. Aventuran como posible explicación la singularidad del ruido utilizado (despegues de avión), que permite saber al sujeto cuando el ruido va a alcanzar su nivel más alto.

La explicación ha sido corroborada por Percival y Loeb (1980, experimento II) al obtener postefectos tras aplicar ruido intermitente aperiódico sólo con dos tipos de ruido. No obtuvieron postefectos con ruido blanco y tampoco con el ruido utilizado por Moran y Loeb (1977). Los ruidos que producen postefectos dife-

rían de los que no los produjeron, básicamente, en:

- a) Hay continuos cambios en intensidad.
- b) Son una mezcla no común de sonidos familiares.

Los autores no encuentran argumentos para determinar qué características del ruido son las responsables de los postefectos, y tampoco cuál de las dos explicaciones --indefensión o déficit atencional-- es más correcta, pues

"A pesar de las diferencias en los supuestos mecanismos subyacentes, sus predicciones sobre los postefectos del ruido son muy similares." (Percival y Loeb, 1980; p. 351)

No sólo se han hallado postefectos en la tolerancia a la frustración y en la prueba de lectura; hay evidencia experimental de que el altruismo o conducta de ayuda puede quedar afectado por la exposición al ruido.

En efecto, Sherrod y Downs (1974) obtuvieron que el número de problemas resueltos por sus sujetos a requerimiento de un colaborador, aparentemente finalizado el experimento, depende de la estimulación sonora y del grado de control que sobre ésta tuvieron los sujetos.

En un experimento similar, Cohen y Spacapan (1978; experimento II) han corroborado los postefectos en la conducta de ayuda producidos por otros agentes.

Hacer un balance de los postefectos no es fácil, dada su corta historia. En las últimas revisiones, las posturas difieren.

Para Poulton (1979) no es extraño la no obtención de postefectos. En su opinión

"Los postefectos no son tan claros ni robustos como son los efectos inmediatos del ruido. Los postefectos tienden a desaparecer cuando se miden." (p. 370)

Es verdad que la fatiga no es fácil de medir, pues, al introducir el test que pretende medirla, cambia la situación y, también, el estado del sujeto. Aquí radica, según Broadbent (1979), la dificultad de los tests de fatiga. A pesar de ello, Broadbent (1979) considera que los postefectos son un hecho probado y propone que no todos son de un mismo tipo:

a) En algunos casos resultan de una reducción general de esfuerzo, resultado de la exposición a tareas de excesiva dificultad, no controlables por el sujeto.

b) En otros casos, resultan del olvido de actividades poco importantes, resultado de haber sido expuesto el sujeto a tareas de excesiva demanda.

La similitud de los tipos "a" y "b" con la teoría de la indefensión y la del déficit atencional, respectivamente, no necesitan comentario. Broadbent, :

por lo tanto, no considera exclusivas ambas explicaciones.

Cohen (1980), sobre la existencia de una única explicación, concluye:

"Aunque sería económico sugerir que con investigaciones adicionales el mecanismo responsable de los postefectos será localizado, la suposición de una única explicación para tan amplia gama de conductas no parece razonable. Es probable que la fiabilidad y generalidad de los postefectos se debe, en parte, a su multiplicidad de causas." (p. 105)

Al inicio de este apartado, hemos hablado de dos clases de postefectos. ¿Es lícito suponerles una explicación común? Carecemos de respuesta definitiva.

a) De una parte, la teoría de la indefensión y la del déficit atencional no explican, en su presente formulación, postefectos obtenidos a las veinticuatro o más horas de la exposición al ruido. Es difícil pensar que la sesión pueda producir veinticuatro o más horas de agotamiento energético o disminución de esfuerzo.

b) De otra parte, Cohen (1980) ha sugerido una posible conexión entre ambos postefectos: La sugerida por la explicación de las estrategias persistentes. En unas palabras, los postefectos, según la explicación aludida, son el resultado de aplicar a una situa-

ción sin stress las estrategias aprendidas cuando se ha estado sometido al stress. De hecho Mirabella y Goldstein (1967) han ofrecido una explicación similar a los postefectos observados por Jerison (1959) y Broadbent (1958a).

En el presente capítulo hemos revisado las tres principales explicaciones de los efectos psicológicos del ruido. A saber:

- El enmascaramiento
- La teoría del arousal
- La atención.

En realidad, ninguna de las explicaciones está generalmente aceptada. En las páginas precedentes hemos ido exponiendo algunas de sus dificultades.

La explicación basada en el enmascaramiento no explica, en absoluto, los postefectos, pues se obtienen en ausencia de ruido.

Las otras dos explicaciones no son exclusivas. De hecho, se han revisado los efectos del ruido en la atención en dos ocasiones: En una se suponía la función activadora del ruido; en la otra, se prescindía de tal supuesto. Pues bien, preferimos explorar la explicación basada en el concepto de atención, partiendo de una de las teorías sobre atención más elaboradas, la de Kahne

man (1973). En el próximo capítulo, expondremos los puntos básicos de la teoría y un modelo matemático, estrechamente ligado con ella, que nos debe permitir estudiar los efectos del ruido en la atención. En el capítulo dedicado a plantear el objetivo del presente trabajo, se explican más detenidamente las razones por las que elegimos la explicación atencional.

11

Capítulo II

Modelo Matemático de la Búsqueda Óptima

2.1 Introducción

El hombre, en el momento presente, no puede realizar determinadas acciones, aunque se lo proponga firmemente. Puede entonces, hablarse, de limitaciones.

Por ejemplo, se puede atribuir a las limitaciones los siguientes hechos:

- Detectado un estímulo, no siempre es percibido.
- Una vez percibido, no siempre puede ser almacenado y/o recuperado.
- La eficiencia en la realización simultánea de dos tareas suele ser menor que la suma de la eficiencia de cada tarea en su realización por separado.

Se podrían buscar otros ejemplos. El principio establecido es difícilmente negable. La cuestión no es, por lo tanto, su afirmación o rechazo, sino analizar sus consecuencias. En otras palabras, ¿Puede el principio de la existencia de limitaciones ser útil en la predicción y explicación de la conducta?

Quizás no el principio en sí, sino el intento de explicarlo ha sido, y sigue siendo, el motor de los estudios sobre atención; estudios que, como es sabido, han tenido una distribución muy desigual en la corta historia de la Psicología científica. Al interés inicial en el tema, a comienzos de siglo, siguió un olvido general, con ocasión del auge behaviorista, para renacer con fuerza en la década de los cincuenta.

Las teorías de la atención suelen ser clasificadas en estructurales o teorías de la capacidad, justamente en función de cómo explican las limitaciones.

a) Estructurales. En el sistema encargado de elaborar la información hay "cuellos de botella", limitaciones estructurales, causantes de que no toda la información, sino parte de ella, controle la respuesta. Muchos son los modelos estructurales y, en consecuencia, hay poco acuerdo en si existe un cuello o más y sobre su ubicación. Pocos años después de que Broadbent (1958) propone su teoría del filtro, fijando la limitación estructural en las primeras fases del procesamiento, Deutsch y Deutsch (1963) proponen otra teoría donde la limitación no es perceptual; reside en la elaboración y ejecución de la respuesta, en las últimas fases del procesamiento.

b) Teorías de la capacidad. El hombre dispone de una capacidad, atención o esfuerzo limitado, que distribuye entre las actividades que realiza con relativa libertad. Para las teorías de la capacidad, la explicación más verosímil de las limitaciones se basa en que el sujeto, con frecuencia, no dispone de la capacidad requerida por las actividades y, en consecuencia, aparece un deterioro.

Muy posiblemente ambas explicaciones tienen parte de razón y, quizás por ello, han surgido intentos integradores. Kahneman (1973) afirma:

"Los estudios de atención selectiva y dividida indican que la asignación de atención es más flexible de lo esperado bajo el supuesto de un cuello de botella estructural, pero menos de lo esperado bajo el supuesto de una asignación libre de la capacidad. Un tratamiento adecuado de la atención debe, por lo tanto, incorporar consideraciones relativas tanto a la estructura como a la capacidad."
(Kahneman, 1973; p. 11)

Pues bien, la teoría de Kahneman (1973) es un punto de referencia ineludible en los estudios de atención, principalmente desde el enfoque de las teorías de la capacidad. Tiene, además, la ventaja de haber suscitado modelos formalizados, que posibilitan predicciones cuantitativas:

En el presente capítulo, pretendemos exponer, en primer lugar, las ideas básicas de Kahneman (1973) y, en segundo lugar, un modelo matemático que nos debe permitir "medir" los efectos del ruido sobre la atención del sujeto.

2.2 Teoría de Kahneman (1973)

Los supuestos básicos y sus interrelaciones son los siguientes:

1) El hombre dispone de una capacidad, atención o esfuerzo finito, y de un "distribuidor" de esa capacidad.

2) La capacidad disponible no es constante. Depende principalmente de:

2a) Las demandas de capacidad requeridas por la tarea. Como prueba de su afirmación, propone el siguiente experimento de sillón:

"Intente multiplicar mentalmente 83 por 27. Hecho esto, imagine que le van a dar cuatro números y que su vida depende de su habilidad para retenerlos durante diez segundos. Los números son 7, 2, 5 y 9. Realizada la segunda tarea, parece sostenible que, incluso para salvar la propia vida, no se puede trabajar con la misma intensidad en retener cuatro dígitos que en completar la multiplicación mental de dos números de dos dígitos cada uno." (Kahneman, 1973; p. 14)

No todas las tareas requieren capacidad. La detección de un estímulo, p.e., no la requiere. En este caso, la energía física que llega al receptor es suficiente para activar las células correspondientes, no haciendo falta energía adicional alguna.

2b) El nivel de arousal o estado general de activación que, a su vez, depende de:

- Las demandas de la tarea. Es decir, cuanto mayor es la demanda de la situación, habrá un mayor nivel de arousal y, en consecuencia, una mayor capacidad disponible. Nótese que éste es el mecanismo que explica lo dicho en el punto 2a.

- De otros determinantes: El estado general del organismo, la estimulación ambiental, etc.

3) El distribuidor reparte la capacidad disponible, entre la tarea o tareas que el sujeto realiza, a partir de:

3a) Los intereses específicos momentáneos.

3b) Los intereses específicos duraderos del sujeto.

El distribuidor, además, evalúa el ajuste entre el rendimiento obtenido y los planes del sujeto, corrigiendo, en su caso, los intereses específicos momentáneos.

El funcionamiento del distribuidor depende de la capacidad disponible. En efecto,

"Sólo es posible una distribución homogénea de la capacidad entre diversas actividades cuando el nivel total de esfuerzo es bajo. Cuando es alto, una de las actividades atrae casi toda la atención, dejando poca para las restantes..... Ello implica que la atención es divisible a bajos niveles y más unitaria a niveles altos." (Kahneman, 1973; p. 149)

Las ideas expuestas en los tres puntos anteriores y previamente simplificadas se presentan en la figura 5.

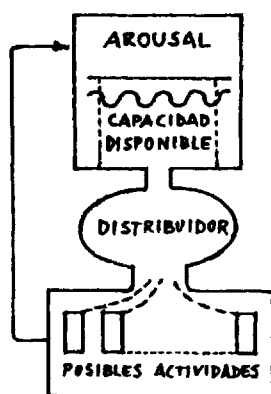


Figura 5. Componentes básicos (Modificada de Kahneman, 1973; p. 10)

4) En la realización simultánea de dos tareas, puede surgir interferencia de dos tipos: Interferencia estructural e interferencia por la capacidad.

La interferencia estructural es el resultado de que ambas tareas compitan por unos mismos mecanismos. En principio, a mayor similitud entre tareas, mayor será la interferencia estructural esperable.

Unas palabras sobre la interferencia por la capacidad. Supongamos que la capacidad disponible en una situación experimental es una función acelerada negativamente de la capacidad solicitada por ella.

Sean $D(X)$, $D(Y)$ y $D(X+Y)$ la capacidad demandada por la tarea X realizada por separado, la Y realizada por separado y por las tareas X e Y realizadas conjuntamente.

Sean $C(X)$, $C(Y)$ y $C(X+Y)$ las capacidades asignadas por el distribuidor a X, a Y y a la realización conjunta de ambas.

Pues bien, siendo C una función acelerada negativamente de D, y siendo, como parece razonable suponer, $D(X+Y) > D(X)+D(Y)$, se obtiene que $C(X+Y) < C(X)+C(Y)$. Kahneman (1973) concluye que cualesquiera dos tareas realizadas conjuntamente, que no sufran interferencia estructural, mostrarán interferencia por la capacidad, aunque no se haya sobrepasado la capacidad disponible por el sujeto. Así se explica la obtención de interferencia a niveles bajos de esfuerzo.

Podemos, ahora, precisar algo más la idea de capacidad en Kahneman (1973).

Entiende que la capacidad total de un sujeto es la suma de la capacidad en reserva y la capacidad asignada a la situación. La capacidad en reserva permite al sujeto controlar, aún de forma no consciente, lo que ocurre a su alrededor. La capacidad asignada a la situación, antes llamada C , es la distribuida entre las actividades a realizar. En la figura 6, siendo el eje X la capacidad demandada por la situación (D) y el eje Y la capacidad del sujeto, podemos ver dos funciones. La función f_1 representa la capacidad total; la f_2 , la capacidad asignada a la situación. Para todo D positivo, la diferencia entre f_1 y f_2 sería la capacidad en reserva.

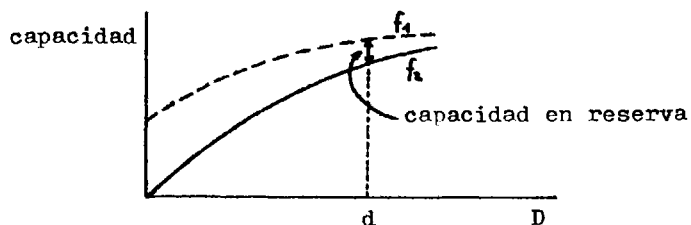


Figura 6. Relación entre capacidad total y asignada a la situación. (Adaptada de Kahneman, 1973; p. 15)

Nos llevaría demasiado lejos una revisión de los resultados que la teoría no explica, o lo hace deficientemente. Citaremos, tan sólo, los dos puntos más proble

máticos:

a) Dificultades en la puesta a prueba. La teoría de Kahneman (1973) produce pronósticos, con frecuencia, similares a los de otras teorías. En otras palabras, un mismo resultado experimental es interpretado y reinterpretado como favorable a diversas explicaciones en litigio. De ahí, la tendencia actual (Treisman y Gelade, 1980) a poner a prueba la teoría en diversos paradigmas, esperando que una comprobación en todos ellos sea un test más preciso de su validez, aunque en cada paradigma quepan otras explicaciones.

b) En segundo lugar, la teoría de Kahneman (1973) no detalla suficientemente:

b1) El funcionamiento del distribuidor. Kanto witz (1980) plantea que el problema no se reduce a escasez de evidencia experimental (como Kahneman en una comunicación personal le sugirió); hace falta una mayor elaboración teórica, que permita establecer la mencionada relación.

b2) La relación entre capacidad y rendimiento. Kahneman supone una relación no decreciente entre capacidad y rendimiento. Sin embargo, se puede pensar que, justamente por lo dicho en el punto 3a (p. 104), un sujeto asigne su capacidad de forma que obtenga un peor rendimiento que en otra situación, con menor capacidad y otros intereses momentáneos.

Una posible vía de solución a los problemas planteados es la ofrecida por los modelos matemáticos.

Los psicólogos pueden ser clasificados en dos grandes grupos: Los que prefieren teorías "verdaderas" a pesar de su imprecisión, y los que las prefieren "posiblemente falsas", aunque precisas.

En mi opinión, los modelos matemáticos del comportamiento, en el momento actual, se encuadran en el segundo grupo.

Ahora bien, justamente por su precisión, tienen las siguientes características:

- Explicitan sus supuestos y componentes.
- Definen inequívocamente las relaciones en tre sus componentes.
- Permiten pronósticos cuantitativos fácilmente falsables.

Por lo tanto, un modelo matemático resuelve los problemas que hemos planteado a Kahneman (1973), aunque planteará otros posiblemente.

Los modelos matemáticos dentro de las teorías de la capacidad, pueden ser clasificados (Kantowitz, 1980) en dos grupos:

- a) Los que atienden la arquitectura del sistema. Townsend y Ashby (1978) proponen un modelo, que lo es simultáneamente de la atención y de la percepción visual.

b) Los que no atienden a la arquitectura del sistema. Entre ellos, Navon y Gopher (1979), Schmalhofer (1980) y Shaw y Shaw (1977).

Hemos elegido como modelo matemático de la atención el propuesto por Shaw y Shaw (1977), por dos razones:

a) Es el que más elementos recoge de la teoría expuesta de Kahneman (1973).

b) Permite obtener una medida, en unidades arbitrarias, de la capacidad atencional y de cómo es distribuida por cada sujeto.

Por lo tanto, el modelo elegido debe permitir, en principio, poner a prueba si el ruido afecta o no a la cantidad de atención prestada a la tarea, así como a su reparto. Comenzamos su exposición.

2.3 Modelo matemático de la búsqueda óptima (MMBO)

2.3.1 Formulación del modelo

Durante la segunda guerra mundial, el ejército americano se planteó el problema de cómo repartir su capacidad de vigilancia disponible, de forma que fuese máxima la probabilidad de detectar la presencia de algún vehículo enemigo. En los últimos años se han planteado problemas similares; por ejemplo, el de repartir los medios de búsqueda de supervivientes, tras un nau-

fragio. Pues bien, la solución al problema ha sido objeto de diversos estudios, recogidos como la Teoría de la búsqueda óptima y recientemente presentados en forma de libro, bajo ese mismo título, por Stone (1975). La idea básica es la de cómo distribuir unos recursos limitados de forma que se obtenga el máximo provecho de la distribución seguida.

La Teoría de la búsqueda óptima ha sido propuesta como modelo de atención y adaptada a tal fin por Shaw y Shaw (1977) y Shaw (1978). Nos parece preferible llamar a la adaptación por ellos realizada Modelo matemático de la búsqueda óptima en vez de CAM (Capacity Allocation Model), dado que, como se ha visto, hay otros modelos matemáticos de la capacidad.

A continuación exponemos, en nueve definiciones y tres teoremas, los elementos que constituyen el MNBO y sus interrelaciones. Puesto que en las ulteriores aplicaciones el espacio de observación es discreto, nuestro desarrollo no considera espacios de observación continuos (puede consultarse Stone, 1975). Expuesto el modelo, consideraremos su posible validez como modelo de atención y, por último, detallaremos su aplicación.



Definiciones:

D1 Sea K , capacidad disponible, una constante positiva finita.

D2 Sea P , plano de búsqueda, un plano en el que se halla un blanco. Llamamos P , igualmente, al conjunto de las J celdillas, exhaustivas y mutuamente exclusivas, resultado de realizar una partición de P .

$$P = \{1, 2, \dots, j, \dots, J\}$$

En una, y sólo en una, existe un blanco que no se mueve.

D3 Sea p , función de probabilidad del blanco en el plano P , la función

$$p: P \rightarrow [0, 1] \quad \text{y} \quad \sum_{j \in P} p(j) = 1.$$

$p(j)$ indica la probabilidad de que el blanco se encuentre en la celdilla j .

D4 Sea f , distribución de capacidad en P , la función

$$f: P \rightarrow [0, \infty)$$

$f(j)$ indica la capacidad asignada a j , según la particular distribución f .

$\sum_{j \in P} f(j)$ será la capacidad total distribuida, según la distribución f .

D5 Sea b , función de detección, la función

$$b: P \times [0, \infty) \rightarrow [0, 1]$$

$b(j, f(j))$ indica la probabilidad de detectar el blanco asignando una capacidad $f(j)$ a j , supuesto que el blanco se halle en j .

La probabilidad de que el blanco se halle en j y, a la vez, sea detectado será $p(j)b(j, f(j))$.

Entonces,

$$P(f) = \sum_{j \in P} p(j)b(j, f(j))$$

será la probabilidad total de hallar el blanco, si se ha seguido la distribución f .

Con los anteriores supuestos, el problema que pretende resolver el MMBO es cómo repartir óptimamente una determinada capacidad K . Formulado con mayor precisión, el problema consiste en encontrar la función f^* tal que

$$y \quad \sum_{j \in P} f^*(j) \leq K$$

$$P(f^*) = \max \left\{ P(f) : \sum_{j \in P} f(j) \leq K \right\}$$

Para encontrar f^* , necesitamos otras definiciones.

D6 Sea $\mathcal{E}(f(j)) = p(j)b'(j, f(j))$

donde $b'(j, f(j))$ es la derivada, si existe, de $b(j, f(j))$, respecto de $f(j)$.

D7 Sea $\tilde{e}_j(\lambda)$ inversa de e_j en λ $0 < \lambda \leq e_j(0)$
 0 $\lambda > e_j(0)$

D8 Sea $U(\lambda) = \sum_{j \in P} \tilde{e}_j(\lambda)$.

D9 Sea $U^{-1}(K)$ la función inversa de $U(\lambda)$.

Teoremas

Teorema 1

Sea $b(j, f(j))$ una función detección regular.

Hagamos $\lambda = U^{-1}(K)$.

Entonces, $f^*(j) = \tilde{e}_j(\lambda)$ es la distribución óptima de K , y distribuye todo K .

La demostración puede encontrarse en Stone (1975; página 49).

Se dice que $b(j, f(j))$ es regular si cumple las siguientes condiciones:

a) $b(j, 0) = 0$

b) $b'(j, f(j))$ es positiva, continua y estrictamente decreciente.

Teorema 2

Si suponemos que un sensor con ley de rango definido pretende detectar un blanco presente en j , y que

- El blanco se distribuye uniformemente en j .

- El sensor recorre aleatoria e independientemente j .
- El sensor no asigna capacidad fuera de j .

Entonces, $b(j, f(j)) = 1 - e^{-f(j)}$

La demostración, así como el significado de los supuestos planteados, puede encontrarse en el Apéndice 1.

Teorema 3

Sea $b(j, f(j)) = 1 - e^{-f(j)}$

Hagamos $\lambda = U^{-1}(K)$

Entonces,

$$f_{\lambda}^*(j) \begin{cases} \ln(p(j)/\lambda) & 0 < \lambda \leq p(j) \\ 0 & \lambda > p(j) \end{cases}$$

es la distribución óptima de K y distribuye todo K .

Demostración:

Al ser $b(j, f(j))$ una función de detección regular, podemos aplicar el teorema 1.

Según D6,

$$c_j(f(j)) = p(j)e^{-f(j)}.$$

Según D7,

$$c_j^{-1}(\lambda) = \ln(p(j)/\lambda) \quad 0 < \lambda \leq p(j)$$

Pues $\ln(p(j)/\lambda)$ es el valor de $f(j)$ que satisface la ecuación $p(j)[e^{-f(j)}] = \lambda$.

Y, además, $c_j(0) = p(j)e^{-0} = p(j)$.

Interpretación del teorema 3:

El teorema nos dice que la distribución óptima consiste en asignar capacidad cero a las celdillas cuya $p(j)$ sea menor de λ . A las celdillas cuya $p(j)$ sea mayor o igual a λ , se asignará la capacidad $\ln(p(j)/\lambda)$. Tal capacidad es la necesaria para que la probabilidad conjunta de que el blanco se halle en j y no haya sido detectado supuesto que está en j sea λ .

En efecto, si a la celdilla j , siendo $p(j) \geq \lambda$, asignamos una capacidad $f(j)$, la probabilidad conjunta de que aparezca el blanco en j y todavía no haya sido detectado, tras haber asignado a tal celdilla la capacidad $f(j)$, será

$$p(j) [1 - (1 - e^{-f(j)})] = p(j)e^{-f(j)} = \mathcal{P}_j(f(j)).$$

Si $f(j)$ alcanza el valor $\ln(p(j)/\lambda)$, entonces

$$\mathcal{P}_j(f_\lambda(j)) = \lambda.$$

Ejemplo numérico:

Queremos hallar la distribución de $K=2$ que haga máxima la probabilidad de detectar un blanco que se encuentra en una de las $J=4$ celdillas en las que se ha dividido el plano P . Sabemos que $p(j) = j/10; j:1, \dots, 4$

a) Obtención de λ . Se puede hallar el valor de λ mediante el siguiente procedimiento recursivo:

Puesto que $p(j) < p(j+1)$ $j: 1, 2$ y 3 ,
comenzamos suponiendo que $\lambda < p(1)$. En ese caso,

$$K = \sum_{j=1}^4 f_{\lambda}^*(j) = \sum_{j=1}^4 \ln(p(j)/\lambda)$$

Si el valor de λ obtenido al despejar en la ecuación anterior satisface el supuesto de partida, es decir, es menor o igual a $p(1)$, aceptamos el valor de λ hallado como correcto.

Si el valor hallado es mayor de $p(1)$, procedemos a examinar la posibilidad de que $p(1) < \lambda < p(2)$.

En este caso,

$$K = \sum_{j=1}^4 f_{\lambda}^*(j) = 0 + \sum_{j=2}^4 \ln(p(j)/\lambda)$$

Si al despejar λ en la ecuación precedente su valor pertenece al intervalo $(p(1), p(2)]$, hemos dado con el valor correcto; si no pertenece, procedemos a examinar la posibilidad de que sea un valor comprendido en el intervalo $(p(2), p(3)]$, y así sucesivamente.

En nuestro ejemplo, supongamos que $\lambda < p(1) = 0.1$. Obtenemos la ecuación $4 \ln \lambda = \sum_{j=1}^4 \ln(p(j)) - 2$, resultando un valor de $\lambda = 0.135 < p(1)$. Concluimos que 0.135 no es el valor de λ .

Si suponemos que $p(1) < \lambda < p(2)$, obtenemos la ecuación $3 \ln \lambda = \sum_{j=2}^4 \ln(p(j)) - 2$, siendo $\lambda = 0.148$, que es un valor del intervalo $(0.1, 0.2]$. En consecuencia, admitimos como valor de λ el hallado, 0.148 .

En segundo lugar, obtenemos la distribución óptima.

b) Obtención de la distribución óptima.

Los valores aparecen en la siguiente tabla:

j	$f^*(j)$	
1	0	pues $\lambda > p(1)$
2	$\ln(0'2/0'148)=0'30$	pues $\lambda \leq p(2)$
3	$\ln(0'3/0'148)=0'71$	pues $\lambda \leq p(3)$
4	$\ln(0'4/0'148)=0'99$	pues $\lambda \leq p(4)$

c) Por último, podemos obtener la probabilidad de hallar el blanco, $P(f^*)$, que es la suma de los valores expuestos en la tercera columna de la siguiente tabla:

j	$b(j, f^*(j))$	$p(j)b(j, f^*(j))$
1	$1 - e^{-0} = 0$	$(0'1)(0) = 0$
2	$1 - e^{-0'3} = 0'259$	$(0'2)(0'259) = 0'052$
3	$1 - e^{-0'71} = 0'508$	$(0'3)(0'508) = 0'152$
4	$1 - e^{-0'99} = 0'628$	$(0'4)(0'628) = 0'251$

En resumen, la distribución $f^*(1)=0$, $f^*(2)=0'3$, $f^*(3)=0'71$, $f^*(4)=0'99$ distribuye toda la capacidad (nótese que la suma es 2) y proporciona la mayor probabilidad de detectar el blanco. En el ejemplo, esa probabilidad es 0'455.

Se puede comprobar que otra distribución f , aún atractiva como la de asignar toda la capacidad a la posición de mayor $p(j)$ (es decir, $f(4)=2$), proporciona una menor probabilidad de reconocimiento, $P(f)=0'35$.

2.3.2 El MMBO como modelo de atención

Pensemos en una persona que realiza "n" ensayos de una tarea visual. En cada ensayo, se le presenta cierta información, en determinadas zonas del espacio observable. Su misión es procesar la información presentada, respondiendo en consecuencia.

Pues bien, dicho esto, esbozaremos la relación entre los elementos del modelo y los componentes habituales en los trabajos de atención visual.

Entendemos por P una pantalla en la que se ha realizado una partición en J celdillas. En una, y sólo en una, existe un blanco que el sujeto debe procesar (detectar, identificar,...)

Entendemos por $p(j)$ el cociente entre el número de ensayos en los que aparece el blanco en j, y el número total de ensayos.

Entendemos por K la capacidad de procesamiento, atención o esfuerzo asignable a P por el sujeto.

Entendemos por $f(j)$ la porción de K que un sujeto asigna a j.

Entendemos por $b(j, f(j))$ la proporción de aciertos en j, supuesto que hay blanco en j, tras haber asignado a esa celdilla la capacidad $f(j)$.

Ahora bien ¿Puede ser considerado el MMBO como la formalización de la teoría de Kahneman (1973)? Comentaremos algunas discrepancias en las siguientes líneas.

El MMBO tiene como elementos básicos, al igual que la teoría de Kahneman (1973), una capacidad finita y un distribuidor. Sin embargo, la coincidencia en lo básico no evita importantes diferencias:

a) El MMBO considera tan sólo la capacidad asignable a la tarea; nada dice sobre la capacidad en reserva.

b) En el MMBO, el distribuidor carece de intereses duraderos y sólo atiende a un interés específico: La probabilidad de blanco.

c) Para Kahneman (1973) existe dependencia entre el comportamiento del distribuidor y la capacidad. En el MMBO, existe independencia: El nivel de capacidad de por sí, no implica forma alguna de distribución.

d) En cuanto a la interferencia entre tareas o componentes, hemos de señalar que el MMBO no considera interferencia estructural alguna. Aparece interferencia cuando se asigna menos capacidad.

e) Es fundamental en el MMBO, aunque no aparece como tal en Kahneman (1973), la función de detección.

Precisar mediante la función $1 - e^{-f(j)}$ la relación entre capacidad y rendimiento es partir de un supuesto fuerte. Podemos, no obstante, esgrimir algunas razones que lo justifiquen, dado que los supuestos (véase Apéndice 1) que permiten su deducción matemática son, a simple vista, injustificables en la mayoría de las situaciones.

a) En primer lugar, el comportamiento de la función de detección propuesta es razonable. En efecto, cuanto mayor es $f(j)$, mayor es el valor de la función que se acerca asintóticamente a 1. La pendiente de la función, $e^{-f(j)}$, decrece a medida que $f(j)$ aumenta; es decir, si tras asignar $f(j)$ capacidad, asignamos h unidades de capacidad a j , el incremento en el porcentaje de detecciones será menor cuanto mayor haya sido $f(j)$. Por último, si no se asigna capacidad a j , es cero la probabilidad de detección, como se puede esperar si el sujeto no acierta al azar.

b) En trabajos sobre búsqueda visual, aparece con frecuencia la función de detección propuesta. En particular, Akerman III y Kinzly (1979) proponen que la probabilidad de detección de un blanco en " n " o menos miradas viene dada por la función $1 - e^{-ng}$, siendo g ($g < 0.01$) la probabilidad de detección del blanco en cada mirada. Tsao, Drury y Morawsky (1979) proponen que la probabilidad de detectar un blanco en " t " o menos

segundos viene dada por la función $1 - e^{-\lambda t}$, siendo λ el recíproco del tiempo medio de búsqueda. En ambos casos, parece razonable interpretar los exponentes como esfuerzo asignado en la búsqueda.

c) Recientemente, Bartell y Kantowitz (1978) han obtenido, en el paradigma de la doble tarea, que la relación entre atención dedicada a una tarea y el rendimiento en ella queda mejor representada por la exponencial negativa que por la lineal o la función de distribución normal.

En conclusión, el MMBO no es una formalización de la teoría de Kahneman (1973). Algunos de sus elementos, la función de detección p.e., aparecen en otras teorías de la capacidad, como la de Norman y Bobrow (1975).

2.3.3 Aplicación del MMBO

El MMBO permite:

a) Poner a prueba si la distribución que el sujeto realiza de su capacidad es o no óptima. Shaw y Shaw (1977) sugieren la importancia de comprobar si el sujeto es capaz de repartir sobre P su capacidad de forma que sea máxima la probabilidad de reconocer un blanco. De alguna manera, la supervivencia de la especie puede depender de esta habilidad.

b) En segundo lugar, supuesta la distribución óptima, es decir, si hay un ajuste satisfactorio al MMBO, puedo obtener, para cada sujeto, una medida de su capacidad o atención y de la discrepancia entre la distribución empírica y la óptima. En esta segunda aplicación, el MMBO es un instrumento mediante el que se puede medir la atención de un sujeto en una situación, supuesto que el modelo se ajuste a sus datos.

Ahora bien, la segunda aplicación requiere un ajuste satisfactorio. Shaw y Shaw (1977) han obtenido ajuste satisfactorio en tres de sus cuatro sujetos, en el paradigma que detallamos a continuación.

En cada ensayo, aparecía un punto de fijación; a continuación, se presentaba una letra (la E, la T ó la V) en una de las ocho posiciones (véase figura 7) de un círculo imaginario, cuyo diámetro formaba un grado de ángulo visual.

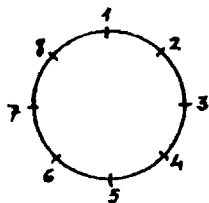


Figura 7. Círculo imaginario que permite mostrar las ocho posiciones en las que puede aparecer el blanco. (Shaw y Shaw, 1977)

A la letra presentada seguía un segundo de ruido visual. El sujeto debía identificar la letra presenta-

da, cuyo tiempo de exposición se ajustaba, individualmente, de forma que el porcentaje de reconocimiento oscilase sobre el 70%. Cada sujeto realizó veintiuna sesiones; algunas con distribución uniforme (es decir, $p(j) = 1/8$; $j:1, 2, \dots, 8$) y las restantes con distribución no uniforme ($p(1)=p(5) = 0'25$; $p(2)=p(4)=p(6) = p(8) = 0'10$; $p(3)=p(7) = 0'05$).

Procedimiento propuesto por Shaw y Shaw (1977) para poner a prueba si el ajuste es aceptable:

1) Estimamos $P(f^*)$ mediante $\hat{P}(f)$. Donde $\hat{P}(f)$ es la proporción global de aciertos obtenida por el sujeto. Es, quizás, más correcto estimar $P(f^*)$ mediante $P'(f)$, siendo $P'(f)$ la proporción empírica de reconocimiento correcto corregida por respuestas al azar. Nótese que la función de detección no considera la posibilidad de aciertos al azar y éstos son probables cuando de tres alternativas una es necesariamente la correcta.

2) Según sabemos, $P(f^*) = \sum_{j \in P} p(j)b(j, f^*(j))$.

Aplicando el teorema 3, nos queda

$$\begin{aligned} P(f^*) &= \sum_{j \in P} p(j)(1 - e^{-\ln(p(j)/\lambda)}) & 0 < \lambda \leq p(j) \\ &+ \sum_{j \in P} p(j)(1 - e^{-0}) & \lambda > p(j) \\ &= \sum_{j \in P} p(j)(1 - e^{-\ln(p(j)/\lambda)}) & 0 < \lambda \leq p(j) \\ &= \sum_{j \in P} (p(j) - \lambda). & 0 < \lambda \leq p(j) \end{aligned}$$

Partiendo de esta última igualdad, se despeja λ mediante un procedimiento recursivo similar al presenta

do en el ejemplo numérico del apartado 2.3.1.

3) Conocido λ , obtengo los valores de $f^*(j)$, mediante el teorema 3.

4) Conocido $f^*(j)$, calculo $b(j, f^*(j)) = 1 - e^{-f^*(j)}$.

5) Por último, se somete a contraste estadístico el ajuste entre $b(j, f^*(j))$ y $\hat{b}(j, f(j))$. Donde $\hat{b}(j, f(j))$ es el cociente entre el número de aciertos y de blancos aparecidos en la posición j .

Para su mejor comprensión, expondremos, con los datos del sujeto uno del primer experimento, con mayor detenimiento el procedimiento seguido paso a paso.

Los principales resultados de Shaw y Shaw (1977) los presentamos en las tablas 7 (los referidos a la distribución uniforme) y 8 (los referidos a la distribución no uniforme)

Suj.	$\hat{b}(j, f(j))$								$b(j, f^*(j))$
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	.68	.68	.67	.67	.66	.67	.66	.67	.67
2	.70	.72	.71	.73	.65	.67	.59	.66	.68
3	.66	.68	.65	.68	.58	.65	.68	.74	.66
4	.56	.66	.66	.84	.65	.72	.76	.70	.69

Tabla 7. Resultados de Shaw y Shaw (1977) en la distribución uniforme. b y \hat{b} tienen el significado habitual. Véase texto.

La diferencia entre los valores empíricos y los predichos es significativa para el sujeto número 4.

No lo es en los otros tres.

Los resultados en la distribución no uniforme fueron los siguientes:

Suj.		1	2	3	4	5	6	7	8
1	\hat{b}	.80	.68	.29	.71	.81	.66	.49	.66
	b	.84	.65	.31	.65	.84	.65	.31	.64
2	\hat{b}	.78	.69	.43	.73	.80	.62	.39	.67
	b	.86	.66	.32	.66	.86	.66	.32	.66
3	\hat{b}	.83	.64	.34	.63	.81	.62	.35	.63
	b	.83	.64	.30	.64	.83	.64	.30	.64
4	\hat{b}	.59	.75	.69	.90	.76	.68	.75	.58
	b	.87	.67	.34	.67	.87	.67	.34	.67

Tabla 8. Resultados de Shaw y Shaw en la distribución no uniforme. b y \hat{b} tienen el significado habitual.

De nuevo obtuvieron ajuste satisfactorio en los tres primeros sujetos, no en el último.

En un experimento posterior, Shaw (1978), el MMBO es generalizado a la variable dependiente tiempo de reacción y en dos experimentos obtuvo que, en total, nueve de sus catorce sujetos distribuían su capacidad de forma que hacían mínimo el tiempo de reacción medio.

Los proponentes del MMBO concluyen que, en conjunto, el ajuste es aceptable y que el MMBO puede ser considerado como la norma a la que, no obstante, aparecen excepciones.

1974

Capítulo III

Objetivo

3.1 Planteamiento

3.1.1 El estudio de los efectos psicológicos del ruido tiene interés práctico y teórico.

Hemos comentado en la Justificación que el estudio de las consecuencias psicológicas de la exposición al ruido intenso tiene interés práctico --social e industrial principalmente-- e interés teórico, en conexión con el concepto de arousal. De hecho, los investigadores que consideran el concepto de arousal manipulan su nivel, frecuentemente, introduciendo ruido. (Broadbent, 1971)

3.1.2 No conocemos la explicación de los efectos observados.

Las principales explicaciones (expuestas en el capítulo 1) de los efectos psicológicos del ruido son:

- El enmascaramiento
- La atención
- El arousal.

Es innegable que el ruido enmascara y que, por ello, puede dificultar la percepción de otros sonidos. Sin embargo, es más discutible la explicación dada por la teoría del enmascaramiento del habla interna (véase 1.2.2.2). No parece, en cualquier caso, razonable mantener que la explicación exclusiva de las consecuencias del ruido sea el enmascaramiento. En particular, el enmascaramiento no explica los postefectos (obtenidos en ausencia de ruido) y tampoco los efectos hallados (Forster y Grierson, 1978; experimento II) con información visual y equipo experimental silencioso. En este experimento se evita el enmascaramiento de otros sonidos y el del habla interna, por tratarse de información visual no verbal.

De los efectos no explicables mediante enmascaramiento, obtenidos en diferentes ocasiones, situaciones experimentales y laboratorios, se han ofrecido, principalmente, dos explicaciones:

- a) Cambios en la atención.
- b) Cambios en el nivel de arousal.

Algunos autores proponen directamente la explicación atencional y justifican, de esta forma, la particular distribución de la eficiencia en tareas complejas, cuando se está sometido a ruido intenso. (Hockey, 1970a). Otros explican mediante cambios en la atención

los efectos del ruido en el aprendizaje y memoria (Hockey y Hamilton, 1970). Por último, las interpretaciones ofrecidas por otros autores, admiten una reinterpretación a partir de cambios en la atención.

No sólo los efectos del ruido admiten una interpretación mediante cambios en la atención; a los postefectos les ocurre lo mismo. En efecto, Cohen (1980) (véase 1.3) propone una explicación de los postefectos mediante el concepto de atención.

Ahora bien, de lo dicho no se sigue la falsedad de las restantes explicaciones. Preferimos la explicación atencional a la basada en el concepto de arousal, por las siguientes razones:

a) La teoría del arousal, en su formulación original, ha sido repetidamente criticada (véase 1.2.3.2).

b) La teoría del arousal requiere la consideración de indicadores psicofisiológicos. Tanto la relación entre éstos y el rendimiento, como su relación con los procesos cognitivos, no está, en el momento presente, determinada. En particular, la tasa cardíaca no se comporta como la secreción de adrenalina, que difiere, a su vez, de la tasa de noradrenalina (Frankenhauser y Lundberg, 1977). El significado psicológico de estos indicadores es un tema importante. No obstante, en el momento presente, no hay acuerdo en

qué indicadores permiten trascender lo empírico y, en consecuencia, reflejen la actividad de los procesos psicológicos.

c) La explicación atencional no niega los cambios en el nivel de arousal. En el capítulo primero, se habla de ruido y atención en dos ocasiones: En una se supone que el ruido incrementa el nivel de arousal, mientras en la otra se prescinde de tal supuesto.

Los principales efectos explicados mediante cambios en la atención son dos:

a) Cambios en la distribución de la atención. Hockey (1970a; 1970b) (véase 1.2.3.5.2.2) demostró que el ruido producía una concentración de la atención en los componentes más relevantes de una doble tarea, obteniendo, bajo ruido; una disminución del deterioro progresivo en la tarea principal y una mejor detección de las señales luminosas producidas por las fuentes emisoras con mayor probabilidad de emitir señal.

b) Cambios en la capacidad. Boggs y Simon (1968) predicen que la presencia de ruido disminuye la capacidad en reserva del sujeto, por lo cual se puede esperar un deterioro en aquellos componentes de la tarea que dependen en mayor medida de la capacidad en reserva. En efecto, sus sujetos, en el paradigma de la

doble tarea, mostraron deterioro en la tarea secundaria cuando se realizaba en la condición de ruido.

Ambos resultados, no obstante, tienen alguna dificultad:

a) Los resultados de Hockey no han podido ser íntegramente reproducidos (véase 1.2.3.5.2.3), lo que lleva a Hockey (1978) a admitir que la relevancia, supuesta guía de la concentración de la atención, no es fácilmente manipulable por el experimentador.

b) Los de Boggs y Simon, por su parte, fueron confirmados por Finkelman y Glass (1970), pero un reciente trabajo (Finkelman et al., 1979) plantea algunas dudas (véase 1.2.4.3).

En cualquier caso, los dos resultados básicos expuestos, plantean no sólo el problema de su fiabilidad, sino el de su integración. Ambos resultados han sido obtenidos en el paradigma de la doble tarea, siendo una de ellas la principal y secundaria (a realizar cuando lo permita la principal), la otra. ¿Por qué la presencia de ruido concentra la atención en el primer caso y la disminuye en el segundo? En otras palabras, Boggs y Simon (1968) predecirían en la situación experimental de Hockey (1970a) no efecto del ruido en la tarea principal (resultado no obtenido), mientras Hockey predeciría en la doble tarea de Boggs y Simon

mejora, bajo ruido, en la tarea principal (resultado no obtenido). Obviamente, existen diferencias entre las tareas y el tipo de ruido que hacen difícilmente comparables ambas situaciones. No obstante, hemos de destacar que esas diferencias no vienen exigidas por la teoría inicial, por lo cual, en principio, ambas teorías son aplicables a ambas situaciones.

En conclusión, hay cierta evidencia de que el ruido intenso, en tareas que exigen esfuerzo por parte del sujeto, modifica el rendimiento en algunos de sus componentes; aunque no está del todo claro que la causa sea una diferente distribución de la atención o más bien una diferente --supuestamente menor-- capacidad.

3.1.3 Teorías de la capacidad

En los últimos años han proliferado los estudios sobre atención. Pensamos que partir de una teoría de atención elaborada debe contribuir al esclarecimiento de los puntos en los que no hay acuerdo.

En concreto, hemos visto que no está suficientemente establecido si el ruido afecta a la capacidad y a su distribución. Pues bien, dentro de las teorías de la capacidad (véase 2.1), Kahneman (1973) ha propuesto, quizás, la más elaborada. Su teoría tiene dos elementos

fundamentales: La capacidad limitada y el distribuidor de la citada capacidad. Además, algunos modelos formalizados han partido de Kahneman (1973) para establecer un procedimiento, a partir de supuestos expresamente establecidos, que permite "medir" la capacidad y cómo es distribuida. Uno de ellos es el Modelo matemático de la búsqueda óptima (MMBO).

El MMBO, que no es la formalización de Kahneman (1973) (véase 2.3.2), permite:

a) Obtener una medida de la capacidad, en unidades arbitrarias, a partir del rendimiento observado. El autor no conoce otro procedimiento no matemático para alcanzar una medida de la capacidad, que trascienda el rendimiento observado.

b) Obtener cómo el sujeto ha repartido la capacidad entre los componentes de la tarea.

c) Como consecuencia de los dos puntos anteriores, el MMBO permite comprobar si el ruido modifica la capacidad, la distribución o ambos elementos. Permite, por lo tanto, resolver la discrepancia entre las posiciones de Hockey (1970a; 1970b) y Boggs y Simon (1968).

3.2 Objetivo

El trabajo pretende poner a prueba los efectos del ruido en la atención, mediante un modelo matemático que permite medir la capacidad cognitiva del sujeto y cómo la ha distribuido.

Pretendemos, por lo tanto, aplicar un modelo matemático. En Psicología se han aplicado diversos modelos matemáticos para explicar fenómenos de muy distinto tipo. El reciente desarrollo de modelos matemáticos de la atención nos parece que abre nuevas vías para explicar otros fenómenos que estén relacionados con cambios en la atención. Este es el caso de los efectos del ruido.

3.3 Ruido y stress

Se sugiere que los estudios acerca de las consecuencias del ruido deben enmarcarse en el contexto de los estudios sobre el stress. Obviamente, no todos los agentes productores de stress tienen un mismo efecto en la conducta. La amenaza de descargas eléctricas, p.e., no enmascara sonido alguno, como ocurre con el ruido. Pero es probable, no obstante, que sí tengan, junto a sus peculiares efectos periféricos, algún efecto central común. Justamente, Selye (1980) define el stress como el resultado no específico de cualquier

demanda sobre el organismo. Teichner (1968) ha señalado algunos cambios en la atención producidos por el stress, y Cohen (1980) defiende una explicación atencional de postefectos (véase 1.3). Se espera, por lo tanto, cambios en la atención en presencia de agentes productores de stress tanto internos (desajustes biológicos, p.e) como externos (ruido, temperaturas extremas, etc..).

¿Cuál puede ser la explicación de los supuestos cambios en la atención, en las situaciones de stress? Pensemos en sujetos normales sometidos a niveles de stress habituales, de forma que no ocurra una desorganización de la conducta. Es decir, lo que vamos a afirmar probablemente no puede aplicarse a los cambios atencionales observados en la clínica y tampoco cuando los niveles de stress, en sujetos normales, sean excesivamente altos. Dicho esto, podemos suponer que el sujeto se fija unos objetivos de rendimiento, que dependen de diversos factores. Para satisfacerlos, moviliza un determinado esfuerzo, que suele variar en función de las apreciaciones subjetivas que el mismo sujeto tiene de la consecución del objetivo trazado, del aprendizaje adquirido, etc... Pues bien, si el sujeto se encuentra en una situación de stress, ha de dedicar parte de su esfuerzo en responder adecuadamente a la nueva situación, lo que puede producir,

especialmente transcurrido cierto tiempo, un déficit de esfuerzo. Parece razonable suponer que, en caso de conducta organizada, el menor esfuerzo disponible sea repartido de forma que se sigan satisfaciendo los objetivos en el mayor grado posible. Parece, por lo tanto, que se puede esperar:

- a) Una menor capacidad.
- b) Una diferente distribución de la capacidad.

Para explicar los postefectos, hace falta un nuevo supuesto adicional: Una amplia (en tiempo o intensidad) demanda de capacidad origina una posterior fatiga o disminución de la capacidad disponible (Cohen, 1978), que se traduce en la aparición de postefectos.

Un agente productor de stress actúa como tal si así es apreciado por el sujeto. Se ha comprobado (Glass y Singer, 1972) que sutiles cambios en el procedimiento experimental, tendentes a modificar el grado de stress sentido por el sujeto, han modificado los resultados significativamente. En condiciones experimentales constantes, los sujetos pueden diferir en el grado de stress sentido, lo que puede explicar la variabilidad interindividual, tanto en conducta verbal (véase 1.2.1), como en conducta real (Weinstein, 1974; y Sanders, 1961 obtuvieron mayores varianzas en los sujetos sometidos a ruido).

La exigencia de esfuerzo se refleja en la variación de algunos indicadores psicofisiológicos o en un aumento en el nivel de arousal que, para nosotros, es concomitante, no responsable de los cambios en la atención.

Por último, resumimos algunas características del marco general propuesto:

a) Se respeta el papel "activo" del sujeto. Se admite la existencia de estrategias, aunque se sugiere que, en condiciones de stress, la estrategia normativa consiste en repartir la escasa capacidad disponible de forma que el objetivo individual quede cubierto en lo posible.

b) En la exposición anterior han influido decisivamente:

- Los estudios sobre stress realizados por el grupo de Psicología Experimental de la Universidad de Estocolmo, dirigido por M. Frankenhaeuser, y los realizados, desde una perspectiva menos biológica, por la Psicología Social Experimental a raíz de la aparición del libro "Urban Stress" de Glass y Singer (1972).

- La atención entendida como esfuerzo a distribuir en diversas actividades, punto de vista impul-

sado por Kahneman (1973) en su libro "Attention and Effort".

- Y, por último, ha influido decisivamente Donald E. Broadbent, repetidamente citado en las páginas precedentes, por su empeño, compartido en el presente trabajo, de establecer no sólo los efectos del ruido, sino también sus correspondientes explicaciones.

Capítulo IV

Experimento I

4.1 Introducción

Según lo dicho en el capítulo precedente (véase 3.1.3 y 3.2), el experimento I pretende contrastar los efectos del ruido sobre la capacidad y la distribución de la atención, medidas mediante el MMBO. Tal objetivo requiere, previamente, que el ajuste del modelo a los datos sea satisfactorio. Por ello, hemos querido repetir el experimento de Shaw y Shaw (1977) , en el que hubo ajuste en tres de los cuatro sujetos, con el propósito de estudiar, en los sujetos en los que el ajuste haya sido satisfactorio, los efectos del ruido.

Por lo tanto, el presente experimento tiene dos partes; en la primera se repite el experimento de Shaw y Shaw (1977) con ciertas modificaciones, a comentar en el apartado correspondiente al método; en una segunda parte se introduce la variable independiente nivel de ruido.

4.2 Método

4.2.1 Sujetos

Once (cuatro varones) estudiantes de Psicología (nueve de cuarto curso diurno, y dos de segundo curso nocturno), de edades comprendidas entre veintiuno y veinticuatro años, participaron voluntariamente en el experimento. Su visión, tanto en los que la tenían corregida como los que no, era normal, según declararon en la entrevista inicial. Cada participante realizó una audiometría, resultando en uno de ellos una pérdida en el oído izquierdo en las bajas frecuencias, con pico de -40 dB a 500 Hz.

Se ha elegido un número de sujetos superior al de Shaw y Shaw (1977), para que, aún cuando el porcentaje de sujetos en los que el MMBO pudiera aplicarse fuese menor del 75%, podamos disponer de un número aceptable de sujetos, en los que contrastar los efectos del ruido.

4.2.2 Aparatos

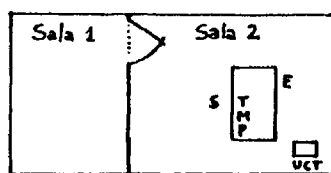
Los estímulos visuales fueron presentados en el taquistoscopio TKK 230 de tres campos. Se utilizaron lámparas F4T5/CW de General Electric. Al carecer de fotómetro, se optó por un cambio sistemático de lámparas, de forma que, en lo posible, la intensidad lumino

sa se mantuviese constante.

El ruido fué reproducido en un magnetófono Uher, grabado de un generador de ruido blanco (1), y presentado al sujeto mediante dos auriculares Orient OH-208.

El ritmo cardíaco se registró, a través de un electrodo pletismográfico, mediante el polígrafo de cuatro canales LA 76101-19. El ritmo cardíaco ha sido un indicador repetidamente utilizado por M. Frankenhausen y su equipo. Se pretendía, marginalmente, corroborar sus resultados. Algunos problemas surgidos en el equipo, y el interés relativo en relación al problema que nos ocupa, nos eximen de exponer y discutir los resultados obtenidos en esta respuesta.

El experimento se realizó durante el mes de marzo de 1980, en el semiinsonorizado laboratorio número 1 de la Facultad de Psicología de la Universidad Complutense. En la figura 7, podemos ver un esquema del laboratorio y de la disposición del equipo.



S: Sujeto
 E: Experimentador
 T: Taquistoscopio
 P: Polígrafo
 M: Magnetófono
 UCT: Unidad de control

Figura 7. Disposición del laboratorio.

(1) Agradecemos al Instituto de Acústica Leonardo Torres Quevedo su valiosa colaboración.

4.2.3 Estímulos

Para obtener la estimulación acústica, se procedió de la siguiente forma. En primer lugar, se grabó en el magnetófono el ruido blanco producido por un generador. A continuación, se realizaron sobre el magnetófono las señales oportunas de forma que, accionando adecuadamente el aparato, se pudiese controlar la presión sonora, medida en dB(A), que llega al sujeto. Para ello, la salida de los auriculares se aplicó a un oído artificial, que mandaba la señal a un sonómetro. Se fijó el nivel de silencio en 60 dB(A), pues a niveles inferiores podían oírse los sonidos de la unidad de control de taquistoscopio y otros sonidos exteriores al laboratorio. El nivel de ruido se fijó en 85 dB(A), algo inferior al tope, 90 dB(A), recomendado por la APU en previsión de riesgos auditivos.

Estímulos visuales. Un círculo negro de tres milímetros de diámetro constituía el punto de fijación. Las letras a identificar o estímulos propiamente dichos, fueron realizados a mano mediante una plantilla Rotring de 0'3 mm., marcando a lápiz, previamente, la posición en la que la letra debía aparecer. Para ello, trazamos en un folio una circunferencia de 22 mm. de diámetro, cuyo centro coincidiría en el taquistoscopio con el centro del punto de fijación, dividida en 8 arcos de

igual longitud, comenzando el primero en el punto más al norte o posición 1. La información, por lo tanto, requería un ángulo de 1'52, ligeramente superior al usado por Shaw y Shaw (19). Hemos elegido 1'52, porque con la circunferencia correspondiente a 1°, las posiciones contiguas eran difícilmente distinguibles, pudiéndose introducir un factor extraño. En cualquier caso, la presentación sigue siendo foveal. En la posición correspondiente se dibujaba uno de los tres blancos posibles: la E, la T ó la V. En la figura 8, presentamos las ocho posiciones y los tres blancos.

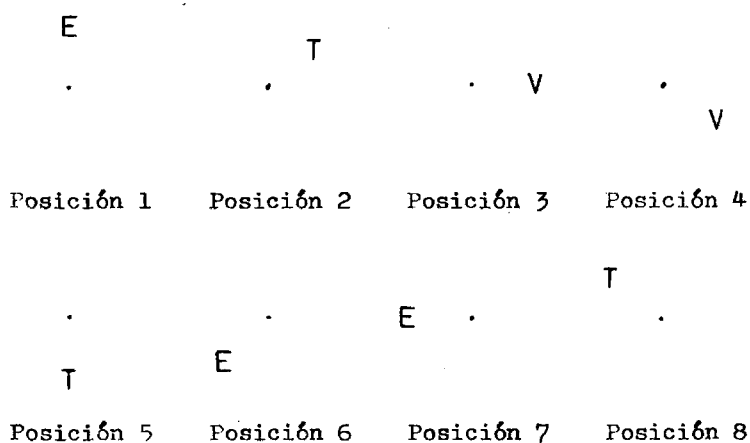


Figura 8. Posiciones y blancos. Se ha marcado el centro de la circunferencia imaginaria para que se puedan apreciar mejor las posiciones.

Se construyeron varias series de estímulos. La primera serie o distribución uniforme (U) constaba de

120 estímulos, uno en cada folio, regularmente distribuidos en las ocho posiciones; es decir, en cada posición aparecían quince blancos (cinco veces la E, cinco la T y cinco la V). Los 120 estímulos se ordenaron aleatoriamente mediante unas tablas de números aleatorios. La serie completa puede verse en el apéndice 2. La segunda serie o distribución no uniforme-1 (NU1) constaba de 60 estímulos, uno en cada folio, repartidos de la siguiente forma:

Posición	1	2	3	4	5	6	7	8
p(j)	.25	.1	.05	.1	.25	.1	.05	.1
blancos	15	6	3	6	15	6	3	6

Como en el caso anterior, en cada posición aparecía un mismo número de veces la E, la T y la V. Los 60 estímulos se ordenaron aleatoriamente. La serie completa puede verse en el apéndice 3. Para las restantes series: No uniforme-2, No uniforme-3 y No uniforme-4 (NU2, NU3 y NU4) se procedió a repetir la serie NU1, pero modificando la posición. Las tres series se exponen en el apéndice 3. Por el procedimiento seguido en la construcción, si no se considera la posición en la que aparece el blanco, las cuatro series no uniformes son idénticas.

Los 60 blancos de cada una de las restantes series no uniformes (es decir, NU2, NU3 y NU4) se

asignaron a las ocho posiciones como se detalla a continuación:

Posición	1	2	3	4	5	6	7	8	
p(j)	.1	.25	.1	.05	.1	.25	.1	.05	
blancos	6	15	6	3	6	15	6	3	NU2
p(j)	.05	.1	.25	.1	.05	.1	.25	.1	
blancos	3	6	15	6	3	6	15	6	NU3
p(j)	.1	.05	.1	.25	.1	.05	.1	.25	
blancos	6	3	6	15	6	3	6	15	NU4

Shaw y Shaw (1977) presentaron a sus sujetos solamente las series U y NUL. Todos nuestros sujetos realizarán la serie U, pero serán distribuidos entre las cuatro series resultantes de rotar 360/8 grados la NUL. Se pretende, con ello, eliminar la posibilidad de que un diferente rendimiento en las posiciones pueda deberse a una diferente visibilidad de los blancos, en función de su distancia de las lámparas, de las características de la máscara, etc. Un control de estas posibilidades queda garantizado al tener que hacer todos los sujetos la serie uniforme. No obstante, nos parece que las cuatro distribuciones no uniformes eliminan esas posibles complicaciones y constituyen un test más preciso de que las diferencias observadas dependen de las respectivas probabilidades de blanco.

Al estímulo seguía una máscara o ruido visual (véase apéndice 4) elegida con el criterio de que deteriorase similarmente el contenido de la memoria icónica independientemente de la letra presentada y su posición.

4.2.4 Procedimiento

Cada sujeto cumplimentó diez sesiones, aproximadamente de una hora de duración, realizadas durante dos semanas en días consecutivos (excepto en dos sujetos no hubo otra interrupción que el fin de semana intermedio).

Sesión primera.

En primer lugar, se completaba un cuestionario para ver si algún sujeto podía no ser apto en razón de deficiencias visuales o de estar sometido a algún tratamiento incompatible con su participación en el experimento. En el cuestionario se recogían, además, los datos habituales (edad, p.e.). Al finalizar el cuestionario se comentaba la audiometría que habían hecho unos días antes.

En segundo lugar, se les mostraba el equipo experimental y los estímulos; se daban instrucciones sobre la posición adecuada de los auriculares y se les exponía, durante dos minutos, a la condición de ruido

y a la de silencio. Se pretendía, con la exposición a la condición de silencio, comprobar que no oían otros sonidos, y con la exposición al ruido intenso, dar a conocer a los sujetos el nivel de ruido al que debían ser expuestos. Acabada la exposición, se les pedía que valorasen su aversividad y si se creían capaces de soportarlo, pregunta respondida afirmativamente por los once participantes.

En tercer lugar, y con el magnetófono apagado, realizaron un bloque, cuyas características se describen más adelante, como entrenamiento.

Como control indirecto de la sugestibilidad, se pidió a los sujetos que a la siguiente sesión trajesen escrito lo que considerasen mis hipótesis; el procedimiento ha sido sugerido por Orne (1962) para controlar la colaboración involuntaria de los sujetos en experimentación humana. Diez de los once participantes no atisbaron el objetivo del trabajo. En ningún caso comenté, hasta que el experimento no acabó, el grado de acercamiento de las predicciones.

Por último, se les animó a hacer vida normal, evitando fumar antes de la sesión y la ingerencia de drogas. Se les pidió que al comienzo de cada sesión advirtiesen si se encontraban en condiciones normales. Ningún sujeto quedó excluido.

Sesiones 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8.

El sujeto era recibido por el experimentador. A continuación se ajustaba el electrodo pletismográfico y se tomaba la línea base. En este período inicial se le comunicaba la serie que le correspondía, mostrándole un diagrama de barras, cuyas alturas eran proporcionales a las probabilidades de blanco de cada posición.

Las siete sesiones fueron realizadas en silencio; es decir, el nivel sonoro fué 60 dB(A) (véase 4.2.3).

Cada ensayo comenzaba con la presentación durante 2500 milisegundos del punto de fijación(1). A continuación aparecía la letra^areconocer y, por último, el ruido visual durante un segundo. La respuesta del sujeto --la letra vista, su posición (un entero entre 1 y 8) y la probabilidad subjetiva de que la letra comunicada fuese la presentada-- era anotada por el experimentador en una hoja de respuestas confeccionada al efecto. Anotada la respuesta, el experimentador, accionando el mando apropiado en la unidad de control del

(1) El equipo experimental no permitía la autopresentación. Se optó, en consecuencia, por el siguiente procedimiento: Mientras permanecía iluminado el punto de fijación, el sujeto debía comunicar que estaba preparado diciendo ¡YA! De no hacerlo así, el ensayo no era tenido en cuenta y se volvía a pasar al final del bloque.

taquistoscopio, iniciaba un nuevo ensayo.

En las sesiones 2, 3 y 4, todos los sujetos realizaron la serie uniforme, mientras que en las sesiones 5 y 6, cada sujeto realizó la serie no uniforme que, por azar, le correspondió. La asignación de los once sujetos a las series no uniformes tuvo dos restricciones:

- a) Que hubiese cuatro sujetos en NU1 (al igual que Shaw y Shaw (1977)).
- b) Que, en lo posible, la asignación fuese homogénea en cuanto al número de varones y mujeres.

Los sujetos quedaron repartidos de la siguiente forma: A cuatro sujetos correspondió la NU1; a dos, la NU2; a tres, la NU3; y a los dos restantes, la NU4.

En las sesiones con serie no uniforme, ésta se repetía en dos ocasiones, al constar cada serie de tan sólo 60 estímulos. Ningún sujeto advirtió la mencionada repetición.

Los cuatro sujetos de Shaw y Shaw (1977) estabilizaron su rendimiento a partir de la sesión número cuatro, aunque cada uno realizó veintiuna sesiones. Por ello, pensábamos que tras 600 ensayos (cinco sesiones) podríamos obtener en cada sujeto el tiempo de exposición del estímulo que permitiera, fijo éste, valo-

rar los efectos del ruido en las últimas cuatro sesiones. En ellas, cada sujeto realizaría una combinación de tipo de serie (uniforme, no uniforme) con nivel de ruido (silencio, ruido). El procedimiento pensado evita la introducción en una misma sesión experimental de silencio y ruido, y disminuye las posibilidades de la aparición de postefectos. Sin embargo, no ocurrió tras los 600 ensayos la deseada estabilización, por lo que se modificó el procedimiento previsto en dos sentidos:

a) Se procedió en las sesiones 7 (se presentó la serie uniforme) y 8 (con la serie no uniforme) como en las cinco precedentes.

b) Se introdujo la variable ruido en las dos últimas sesiones.

Sesiones 9 y 10.

En estas sesiones se recogen los datos relativos a los efectos del ruido. Se procedió, como en las sesiones anteriores, con las siguientes salvedades.

En las sesiones precedentes, los 120 ensayos se presentaban en cuatro bloques, distanciados entre sí con cinco minutos de descanso (magnetófono apagado), de 30 ensayos cada uno. En las dos últimas sesiones, el primer bloque, realizado siempre en silencio, se amplió a 50 ensayos y a partir del rendimiento obser-

vado en este bloque y en las siete sesiones anteriores, se determinaba para cada sujeto y sesión el tiempo de exposición del estímulo, para los tres bloques restantes, que debía producir alrededor de un 70% de letras correctamente reconocidas.

De los tres bloques restantes, uno fué realizado en silencio y dos en ruido. Tres sujetos realizaron los tres últimos bloques de cada sesión en el orden ruido, ruido, silencio. Cuatro en el orden ruido, silencio, ruido. Y cuatro en el orden silencio, ruido, ruido. Cinco sujetos realizaron la serie uniforme en la sesión nueve y su correspondiente no uniforme en la diez. Los cinco restantes lo hicieron en el orden inverso. Por error, un sujeto realizó la serie no uniforme en ambas sesiones, por lo que sus datos no pueden ser considerados en el análisis de los efectos del ruido.

4.3 Resultados

Comenzaremos exponiendo los resultados de las sesiones 2, 3, .. 8, llamadas, en adelante, sesiones de entrenamiento en contraposición a las sesiones experimentales o sesiones 9 y 10. Necesitamos comprobar si ha habido ajuste satisfactorio al MMBO. Siguiendo a Shaw y Shaw (1977), exponemos las tablas 9 y 10; la primera con los datos de la serie uniforme y la segunda con los de la no uniforme. Expuestas ambas tablas,

detallaremos, con los datos del sujeto 1, cómo se han obtenido los valores de $b(j, f(j))$, o predicciones del MMBO para ese sujeto particular.

Suj.	$\hat{b}(j, f(j))$								$b(j, f''(j))$
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	.78	.87	.90	.62	.47	.70	.80	.88	.75
2	.58	.85	.80	.80	.60	.83	.90	.80	.77
3	.90	.88	.88	.77	.72	.78	.85	1	.85
4	.78	.88	.83	.73	.68	.75	.72	.72	.76
5	.83	.73	.75	.62	.50	.78	.82	.83	.73
6	.88	.85	.83	.80	.67	.87	.88	.90	.84
7	.65	.92	.93	.87	.67	.87	.85	.87	.83
8	.62	.75	.72	.70	.67	.80	.90	.77	.74
9	.62	.77	.82	.83	.53	.75	.87	.92	.76
10	.77	.85	.78	.68	.57	.85	.82	.93	.78
11	.80	.88	.87	.80	.80	.82	.98	.90	.86

Tabla 9. Resultados en las sesiones de entrenamiento y serie uniforme. Cada sujeto ha realizado 480 ensayos. Significado de b y \hat{b} , véase 2.3.3.

Podemos encontrar los resultados correspondientes a las series no uniformes en la Tabla 10.

Suj.		1	2	3	4	5	6	7	8	$\hat{P}(f)$		
1	\hat{b}	.76	.78	.83	.67	.43	.75	.72	.69	.66	} NU 1	
	b	.83	.58	.16	.58	.83	.58	.16	.58			
2	\hat{b}	.80	.97	.1	.89	.68	.86	.94	.83	.82		
	b	.91	.78	.56	.78	.91	.78	.56	.78			
3	\hat{b}	.82	.72	.57	.61	.51	.83	.94	.89	.71		
	b	.86	.64	.28	.64	.86	.64	.28	.64			
4	\hat{b}	.83	.94	.94	.78	.56	.75	.89	.89	.77		
	b	.89	.72	.44	.72	.89	.72	.44	.72			
5	\hat{b}	.78	.76	.64	.89	.61	.66	.78	.72	.71		} NU 2
	b	.64	.86	.64	.29	.64	.86	.64	.29			
6	\hat{b}	.81	.90	.81	.89	.81	.80	.97	.89	.85		
	b	.82	.93	.82	.63	.82	.93	.82	.63			
7	\hat{b}	.56	.83	.84	.83	.67	.72	.77	.58	.76		
	b	.40	.70	.88	.70	.40	.70	.88	.70			
8	\hat{b}	.56	.86	.87	.92	.72	.89	.89	.94	.86	} NU 3	
	b	.66	.83	.93	.83	.66	.83	.93	.83			
9	\hat{b}	.67	.83	.89	.75	.89	.86	.87	.89	.85		
	b	.63	.81	.92	.81	.63	.81	.92	.81			
10	\hat{b}	.94	.89	.81	.70	.53	.89	.83	.88	.79		
	b	.74	.49	.74	.90	.74	.49	.74	.90			
11	\hat{b}	.69	.94	.78	.71	.64	.67	.83	.83	.76		
	b	.70	.40	.70	.88	.70	.40	.70	.88			

Tabla 10. Resultados en las sesiones de entrenamiento y serie no uniforme. b y \hat{b} se detallan en 2.3.3

A continuación exponemos el procedimiento (véase 2.3.3), sobre los datos del sujeto 1, que nos permite obtener los valores de $b(j, f^*(j))$ expuestos en las dos tablas anteriores.

Empezamos refiriéndonos a la serie uniforme. Seguiremos, paso a paso, los puntos expuestos en el apartado 2.3.3.

$$\text{Hacemos } P(f^*) = \hat{P}(f) = 0'7523$$

Dado que

$$P(f^*) = \sum_{j=1}^8 (p(j) - \lambda) \quad 0 < \lambda \leq p(j)$$

tenemos,

$$0'7523 = 1 - 8\lambda \quad 0 < \lambda \leq 1/8$$

Despejando λ , obtenemos $\lambda = 0'031$, que es, en efecto, un valor comprendido entre 0 y 1/8. Por lo tanto, admitimos el valor de λ hallado.

$$f^*(j) = \ln(p(j)/\lambda) = \ln(1/8/0'031) = 1'3955$$

Y, por último

$$b(j, f^*(j)) = 1 - e^{-1'3955} = 0'7523.$$

En efecto, al ser $b(j, f^*(j))$ función de $p(j)$, y ser la probabilidad de blanco constante en la serie uniforme, el MNBO predice un reparto equivalente de la capacidad y una misma eficiencia en las 8 posiciones. Por lo tanto, un procedimiento alternativo sería:

$$P(f^*) = \hat{P}(f)$$

Dado que

$$P(f^*) = \sum_{j=1}^3 p(j)b(j, f^*(j))$$

nos queda, al ser $p(j)$ constante

$$P(f^*) = Jp(j)b(j, f^*(j)).$$

Nos queda, por último, al ser $Jp(j) = 1$, que

$$b(j, f^*(j)) = P(f^*).$$

Es decir, el MMBO predice, como rendimiento en cada posición, justamente la proporción media de reconocimiento.

Obtengamos para el mismo sujeto los valores predichos por el MMBO, correspondientes a la serie no uniforme que realizó, la NUL.

$$P(f^*) = \hat{P}(f) = 0'664$$

$$P(f^*) = \sum_{j=1}^3 (p(j) - \lambda) \quad 0 < \lambda \leq p(j)$$

Supongamos que λ es menor que el menor de los $p(j)$. En ese caso,

$$P(f^*) = 1 - 8\lambda \quad 0 < \lambda \leq 0'05$$

Despejando λ , obtenemos $\lambda = 0'042$, que es, en efecto, un valor entre 0 y 0'05. Admitimos, por lo tanto, el valor de λ hallado.

Obtengo $f^*(j)$.

$$f^*(1)=f^*(5) = \ln(0'25/0'042) = 1'784$$

$$f^*(2)=f^*(4) = f^*(6) = f^*(8) = \ln(0'1/0'042) = 0'867$$

$$f^*(3)=f^*(7) = \ln(0'05/0'042) = 0'174$$

Obtengo los valores de $b(j, f^*(j))$

$$b(1, 1'784)=b(5, 1'784) = 1 - e^{-1'784} = 0'832$$

$$b(2, 0'867)=b(4, 0'867)=b(6, 0'867)=b(8, 0'867)= 0'58$$

$$b(3, 0'174)=b(7, 0'174) = 1 - e^{-0'174} = 0'16.$$

Podemos comprobar que $p(j)b(j, f^*(j)) = P(f^*)$.

En efecto,

$$2(0'25)(0'832)+4(0'1)(0'58)+2(0'05)(0'16) = 0'664$$

Según se ha dicho, es preciso que en un sujeto se pueda aceptar el ajuste al MMBO --tanto en la serie uniforme como en la $\sqrt{\text{uniforme}}$ -- para poder, a continuación, tener en cuenta sus resultados en las sesiones experimentales y contrastar los efectos del ruido en la atención.

Los datos presentados en las tablas 9 y 10 reflejan una notable discrepancia, especialmente los datos de la tabla 10, entre las proporciones observadas y las predichas por el MMBO, como se desprende de una comparación con la tabla 8, donde están expuestos los resultados de los proponentes del modelo. Nótese que, en la serie uniforme, las proporciones predichas por el

MMBO coinciden con las predichas, si se supone independencia entre acierto-error y posición en la que aparece el blanco. Lo dicho no ocurre en la serie no uniforme, siendo, por lo tanto, el ajuste al MMBO en la serie no uniforme una prueba más fuerte de su compatibilidad con los datos observados.

La decisión sobre si el ajuste es o no significativo plantea algunos problemas. En efecto,

a) Se trata de medidas repetidas en un mismo sujeto.

b) Cada sujeto tiene predeterminado el número de blancos que aparecen en cada una de las ocho posiciones. Se trata, por lo tanto, de totales marginales columna prefijados.

En definitiva, tenemos, para cada sujeto, una tabla de contingencia de 2×8 (acierto-error, posiciones) a partir de los datos obtenidos en la serie no uniforme. Queremos medir el ajuste entre las frecuencias observadas y las que debieran haber aparecido, si el sujeto hubiese actuado como predice el MMBO. Hemos comentado que no parece lícito, sin más, acudir al estadístico W , de distribución χ^2 . Por ello, se discute con cierta extensión, en el apéndice 5, el estadístico que nos parece más apropiado y por qué.

Los resultados del estadístico de contraste W , de distribución χ^2 , se exponen en la tabla 11.

Sujeto	Valor de W	
1	222'25 ***	} NU1
2	112'18 ***	
3	150'36 ***	
4	149'89 ***	
5	92'15 ***	} NU2
6	38'16 **	
7	27'62 ***	} NU3
8	16'28 *	
9	14'56 *	
10	80'37 ***	} NU4
11	58'32 ***	

Tabla 11. Valores del estadístico W entre las proporciones observadas y las predichas por el MMBO en la serie no uniforme. * y *** indican resultado significativo al 5% y al 1%, respectivamente.

Al ser los once resultados significativos, podemos concluir que el presente experimento no permite poner a prueba los efectos del ruido en la atención, pues no puede ser aplicado el MMBO a las sesiones experimentales.

Ahora bien, rechazar el ajuste al MMBO, mediante el análisis sujeto a sujeto expuesto, es rechazar unas

particulares proporciones teóricas. Puede ser de interés conocer si las variables independientes han afectado el porcentaje de reconocimiento. En particular, se quiere saber si el rendimiento en las ocho posiciones ha dependido simultáneamente del tipo de serie (uniforme o no) y de la particular serie no uniforme a la que cada sujeto fué asignado al inicio del experimento. Por ello, se han reanalizado los resultados del entrenamiento mediante un ANOVA, con el programa BMDP2V (Dixon, 1975), de $4 \times 2 \times 8$, medidas repetidas en los dos últimos factores; siendo el primer factor, F1, los diferentes grupos que surgieron al asignar a cada sujeto a una de las cuatro series no uniformes. El segundo factor, F2, se presenta a dos niveles: Serie uniforme y serie no uniforme. El tercer factor, F3, tiene ocho niveles, tantos como posiciones en las que el blanco puede aparecer. Si el conocimiento de las probabilidades de blanco en cada posición tiene algún efecto --hemos visto que no el predicho por el MMBO--, esperamos que el rendimiento en las ocho posiciones dependa no sólo de si la serie es o no uniforme, sino también de particular nivel de F1 al que pertenezca el sujeto. Por lo tanto, el parámetro que más nos interesa es la triple interacción.

Exponemos a continuación la tabla resumen:

F.V.	S.C.	G.L.	M.C.	f	P(F)f)
MEAN	98'924	1	98'924	4358'78	.000
F1	0'069	3	0'023	1'02	.439
ERROR	0'159	7	0'023		
F2	0'000	1	0'000	0'00	.977
F2×F1	0'014	3	0'002	0'22	.879
ERROR	0'147	7	0'021		
F3	0'665	7	0'095	5'80	.000 ***
F3×F1	0'349	21	0'017	1'01	.466
ERROR	0'803	49	0'016		
F2×F3	0'055	7	0'008	0'52	.815
F2×F3×F1	0'311	21	0'015	0'97	.514
ERROR	0'748	49	0'015		

Tabla 12. Tabla resumen del Anova de 4×2×8 (véase texto).

*** indica resultado significativo al 1%.

El único resultado significativo es el efecto principal del factor posición del blanco. El reconocimiento medio en cada una de las ocho posiciones fué:

Posición:	1	2	3	4	5	6	7	8
	.747	.846	.777	.766	.632	.794	.855	.798

Comparando las ocho medias entre sí, por el procedimiento de Newman-Keuls (Winer, 1962), pudimos aceptar la hipótesis de que el rendimiento en la posición 5 es significativamente menor, al 1%, que el rendimiento en las restantes posiciones, cuyo rendimiento no

difiere significativamente entre sí.

La triple interacción resultó no significativa. Los resultados son compatibles, por lo tanto, con la siguiente interpretación: El rendimiento en las ocho posiciones no está relacionado de forma singular con ninguno de los cuatro grupos (niveles de F1) y tampoco es función de los dos niveles de F2, es decir, del tipo de serie que se realiza.

En conclusión, en las sesiones de entrenamiento no hay evidencia a favor del ajuste al MMBO y tampoco a favor de un efecto del factor F2, funciones de probabilidad del blanco.

Sesiones experimentales.

Aunque no podemos aplicar el MMBO, sí podemos analizar los resultados mediante un Anova de $4 \times 2 \times 2 \times 8$, especialmente para ver si la variable independiente nivel de ruido ha producido algún efecto significativo. Los cuatro factores son:

F1: Grupos o serie no uniforme asignada (1,2,3,4).

F2: Serie uniforme o no uniforme.

F3: Silencio o ruido.

F4: Posición del blanco (1,2, ... 8).

El análisis (medidas repetidas en los tres últimos factores), realizado mediante el programa BMDP2V (Dixon, 1975), dió la siguiente tabla resumen:

F.V.	S.C.	G.L.	M.C.	f	P(F>f)
MEAN	158'085	1	158'085	876'72	.000
F1	0'697	3	0'232	1'29	.361
ERROR	1'082	6	0'180		
F2	0'356	1	0'356	0'58	.474
F2×F1	0'381	3	0'127	0'21	.887
ERROR	3'661	6	0'610		
F3	0'056	1	0'056	0'32	.594
F3×F1	0'291	3	0'097	0'55	.666
ERROR	1'057	6	0'176		
F2×F3	0'007	1	0'007	0'11	.749
F2×F3×F1	0'193	3	0'064	1'00	.454
ERROR	0'385	6	0'064		
F4	1'139	7	0'163	2'91	.014*
F4×F1	1'241	21	0'059	1'06	.425
ERROR	2'348	42	0'056		
F2×F4	0'457	7	0'065	0'92	.497
F2×F4×F1	0'986	21	0'047	0'66	.842
ERROR	2'966	42	0'071		
F3×F4	0'187	7	0'027	0'70	.670
F3×F4×F1	1'701	21	0'081	2'13	.018*
ERROR	1'597	42	0'038		
F2×F3×F4	0'241	7	0'034	0'65	.731
F2×F3×F4×F1	1'518	21	0'072	1'36	.194
ERROR	2'231	42	0'053		

Tabla 13. Tabla resumen de las sesiones experimentales.

El factor posiciones ha resultado significativo, al igual que en el Anova anterior, aunque al 5%. El rendimiento medio en cada posición fué:

Posición:	1	2	3	4	5	6	7	8
	.706	.760	.835	.664	.593	.720	.776	.779

Realizado, mediante el test de Newman-Keuls (Winer, 1962), el contraste entre medias, pudimos comprobar que el rendimiento en la posición 5 es significativamente menor que el de las posiciones 2, 7, 8 y 3, que no difieren significativamente entre sí. Además el rendimiento en la posición 3 es significativamente superior al de la posición 4.

Hay un segundo resultado significativo en la tabla 13: La triple interacción entre posiciones, silencio-ruido y grupos. En la tabla 14, exponemos los rendimientos medios que posibilitan una interpretación de la interacción. Realizados 16 contrastes de Newman-Keuls, tantos como filas tiene la tabla 14, pudimos comprobar que la interacción entre posiciones y grupos es la misma en silencio y ruido sólo en las tres primeras posiciones. En las cinco restantes, el patrón cambia considerablemente: A un resultado no significativo en silencio, corresponde uno significativo en la condición de ruido.

Posición	grupos				
	1	2	3	4	
1	.657	.775	.750	.75	s i l e n c i o
2	.854	.719	.812	.75	
3	.787	1	.889	.771	
4	.565	.875	.750	.542	
5	.403	.550	.792	.667	
6	.510	.917	.867	.875	
7	.875	.875	.458	.7	
8	.812	.875	.792	.75	
1	.593	.951	.646	.687	r u i d o
2	.734	.808	.629	.704	
3	.877	.783	.833	.747	
4	.656	.902	.494	.638	
5	.606	.712	.465	.724	
6	.815	.696	.620	.575	
7	.836	.72	.73	.851	
8	.698	1	.743	.605	

Tabla 14. Reconocimiento medio de cada grupo en cada posición y nivel de ruido. Los valores entre lazados difieren significativamente, al 5%.

El análisis realizado de las sesiones experimentales no informa sobre los posibles postefectos (véase 1.3) debidos a la presentación de silencio y ruido en una misma sesión. Por ello, hemos reanalizado los da-

tos, mediante un Anova de 3×2 , medidas repetidas en el segundo factor. Al no haber encontrado en el análisis anterior ningún efecto del tipo de distribución, hemos incluido los datos del sujeto que, por error, realizó las dos sesiones experimentales con la serie no uniforme. Descripción de los factores:

El primer factor, F1, tenía tres niveles:

- a) Orden: Ruido, silencio, ruido (RSR)
- b) Orden: Silencio, ruido, ruido (SRR)
- c) Orden: Ruido, ruido, silencio (RRS)

El segundo factor, F2, dos niveles: Silencio, ruido.

Obtuvimos la siguiente tabla resumen

F.V.	S.C.	G.L.	M.C.	f	P(F>f)
MEAN.	23216'89	1	23216'89	4795'89	.000
F1	79'74	2	39'87	8'24	.011 *
ERROR	38'74	8	4'84		
F2	58'35	1	58'35	1'34	.281
F2*F1	716'53	2	358'26	8'21	.012 *
ERROR	349'22	8	43'65		

Tabla 15. Tabla resumen del Anova de 3×2 (órdenes nivel de ruido, a partir de las sesiones experimentales).

Hay un efecto significativo de los grupos y de la interacción. El reconocimiento medio en cada orden y nivel de ruido fué:

	Orden de presentación		
	RSR	SRR	RRS
silencio	.73	.76	.576
ruido	.635	.62	.712
media total682	.69	.644

Tabla 16. Porcentaje de reconocimiento por orden de presentación y nivel de ruido.

Las medias obtenidas en la condición de ruido difieren significativamente entre sí, al 1%. En concreto, el grupo RRS lo hizo significativamente mejor que los otros dos, que no difieren entre sí.

Sin embargo, el rendimiento en silencio del grupo RRS es significativamente inferior a lo otros dos, al 1%. Estos resultados, visibles en la tabla 16, explican la interacción significativa y el efecto principal observado (véase tabla 15). En efecto, con el test de Newman-Keuls, hemos comprobado que la media del grupo RRS es significativamente, al 5%, menor que la de los otros dos grupos, que no difieren entre sí. Esta menor media se debe a la caída de este grupo, ya comentada, en la condición de silencio.

4.4 Discusión

El resultado más importante y sorprendente es el no cumplimiento de las predicciones del MEMBO en ninguno de los once sujetos, cuando se ha intentado, en lo fundamental, repetir el procedimiento de Shaw y Shaw (1977), quienes obtuvieron acomodo al modelo en tres de sus cuatro sujetos.

Es inmediato pensar que las diferencias entre ambos procedimientos experimentales pueden ser responsables de la fallida repetición. En efecto, los sujetos de Shaw y Shaw (1977) relizaron cada uno veintiuna sesiones de 240 ensayos; tuvieron, por lo tanto, más práctica que nuestros sujetos. En segundo lugar, Shaw y Shaw controlaron la luminosidad de las lámparas mediante un fotómetro incorporado al taquistoscopio, que es, si duda, un procedimiento más eficaz que el seguido por nosotros: Una ordenada permutación de las lámparas.

Junto a estas diferencias, había otras, aunque de menor importancia. Nuestros sujetos debían responder, en cada ensayo, no sólo la letra reconocida, sino también la posición y la confianza subjetiva de reconocimiento correcto. Al registrarse la tasa cardíaca, los sujetos llevaban durante la sesión un electrodo ple-tismográfico en el dedo anular de la mano derecha.

Pues bien, o las diferencias señaladas son responsables de no hallar efecto alguno de las funciones

de probabilidad del blanco, en particular de no hallar el efecto predicho por el MMBO, o, por el contrario, tendremos que, en nuestra situación experimental, las funciones citadas no afectan el reconocimiento, en contradicción con los resultados de Shaw y Shaw (1977).

En realidad, en el experimento I hay resultados a favor de ambas alternativas.

De una parte, el resultado más significativo, obtenido en los Anovas, es el que corresponde al factor posición del blanco, que fué significativo en las sesiones de entrenamiento y en las experimentales. El MMBO aplica la misma función de detección a todas las posiciones y predice el mismo rendimiento en las posiciones de igual probabilidad de blanco. En este sentido, el efecto principal de la posición, independientemente de las probabilidades de blanco, es un factor extraño, producido por circunstancias no controladas, que puede haber afectado notablemente el ajuste al MMBO.

No obstante, hay que decir, como puede apreciarse en una inspección de las tablas 9 y 10, que los datos observados no van en la dirección predicha por el MMBO. Las deficiencias en el procedimiento, al aumentar el error experimental, podrían justificar que el efecto no sea significativo, pero parece que, en cualquier caso, se debe esperar que los datos vayan en la dirección predicha por el MMBO.

Decidir entre ambas alternativas es importante en el presente trabajo, pues el ajuste al MIBO es un requisito para determinar, de acuerdo a nuestro objetivo (véase 3.2), los efectos del ruido en la atención. Por ello, vamos a realizar un segundo experimento, con idéntico objetivo, pero que, además, cumpla las siguientes condiciones:

a) Los sujetos deben realizar un mayor número de ensayos.

b) Mejor control de la luminosidad, que puede haber contribuido, en el presente experimento, a un peor reconocimiento de la información que aparece en determinadas posiciones.

c) Hemos comprobado la existencia de postefectos cuando, en una misma sesión, se alternan los diferentes niveles de ruido. Por lo tanto, en el siguiente experimento mantendremos constante el nivel de ruido durante cada sesión.

Los efectos del ruido en la conducta no siempre son simples: No hemos obtenido efecto principal del nivel de ruido, aunque sí dos interacciones significativas. La triple interacción (véase tabla 13) no se esperaba y es lo suficientemente compleja para que no sea fácilmente explicable. El segundo experimento, si la interacción mencionada vuelve a presentarse, nos puede ayudar a darle el oportuno significado.

6-401

Capitulo V

Experimento II

5.1 Introducción

En el presente experimento se pretende repetir el experimento anterior, evitando sus diferencias principales con el de Shaw y Shaw (1977). En concreto, nuestros sujetos, en el experimento II, tendrán más entrenamiento y se procurará un control más preciso de las características de los estímulos visuales.

Si, una vez evitados los problemas comentados en el apartado 4.4, el MMBO se aplica correctamente a los datos observados, podremos poner a prueba los efectos del ruido en la atención. Si no hay ajuste, dispondremos de dos fuentes de evidencia para explicar la discrepancia entre nuestros resultados y los de Shaw y Shaw (1977).

5.2 Método

5.2.1 Sujetos

Seis voluntarios (tres varones) estudiantes de Psicología (uno de quinto curso diurno, tres de cuarto

diurno, uno de cuarto nocturno y un licenciado) participaron en el experimento. Ninguno lo había hecho en el anterior. Sus edades estaban comprendidas entre veintiuno y treinta y un años. Su visión, corregida o no, puede ser considerada normal. El experimento fué realizado en el mes de mayo de 1980.

5.2.2 Aparatos

El ruido fué obtenido y reproducido por el procedimiento y equipo expuesto en el experimento anterior.

Para la presentación de estímulos y control de cada bloque se utilizó un microordenador CBM Commodore de 32Kbytes de RAM. Un monitor, incorporado al microordenador, reproduce, en forma gráfica, la información contenida en 1000 posiciones de memoria, produciendo un refresco de la información en pantalla cada dieciseis milisegundos.

En la figura 9, podemos ver un esquema del laboratorio y de la disposición del equipo.

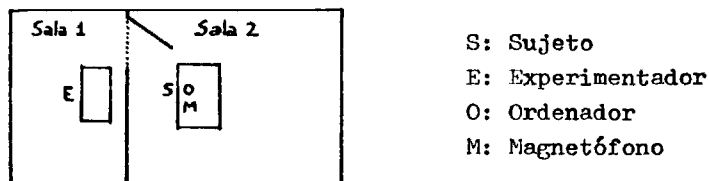


Figura 9. Disposición del equipo en el experimento II.

5.2.3 Estímulos

Se mantuvieron los niveles de ruido y silencio del experimento anterior.

Estímulos visuales.

El punto de fijación, que aparecía en el centro de la pantalla, fué un signo "+" de 3x3 mm.

El blanco, o estímulo propiamente dicho, era una letra (la E, la T o la V), que podía aparecer encima, debajo, a la derecha o a la izquierda del punto de fijación. Tenemos, por lo tanto, cuatro posiciones:

E			E
+	+ T	+ V	+

Posición 1 Posición 2 Posición 3 Posición 4
 Figura 10. Posiciones y blancos del experimento II. Se ha marcado el punto de fijación para que se puedan apreciar mejor las posiciones.

El sujeto apoyaba su cabeza sobre un soporte metálico, siendo la distancia entre la pantalla y sus ojos 50 cm.. La información requería un ángulo visual de 1'89, tratándose, por lo tanto, de visión foveal.

En la serie uniforme (U), el blanco a reconocer aparecía con equiprobabilidad en las cuatro posiciones. Hubo dos series no uniformes, la NU1 y la NU2. La probabilidad de blanco en cada posición se presenta en la

tabla 17.

	NU1	NU2	U
Posición 1	.4	.1	.25
Posición 2	.1	.4	.25
Posición 3	.4	.1	.25
Posición 4	.1	.4	.25

Tabla 17. Funciones de probabilidad del blanco.

La elección de la máscara siguió a varias consideraciones. En efecto, una máscara posible, y aparentemente apropiada, consistía en encender simultáneamente todos los puntos de las cuatro posiciones en las que la letra podía aparecer. Sin embargo, el ordenador recoge información y la lleva al monitor de forma sistemática: Por filas y de izquierda a derecha. Por ello, la máscara "llegaba antes" a la posición 1, a continuación a la 4, a la 2, y, por último, a la 3, siendo en esta posición notablemente superior el reconocimiento, presumiblemente por esta razón. En consecuencia, optamos por enmascarar solamente la posición en la que había aparecido la letra, siendo la máscara una letra del conjunto {A, B, C, D, F, G, H, I, J, K, L, M} presentada en negativo; es decir, encendidos los puntos usualmente apagados cuando la letra es llevada a la pantalla. Se eligió la citada máscara para evitar rendimiento perfecto (es decir, no errores), aún cuando la

exposición de la letra fuese la mínima posible con nuestro equipo.

Nótese que la sustitución del taquistoscopio por el ordenador ha impuesto cambios en el punto de fijación, en el número de posiciones (cuatro en vez de ocho) y en el tipo de máscara.

5.2.4 Procedimiento

Cada sujeto realizó diez sesiones de una hora de duración aproximadamente.

En cuanto a la sesión primera, la única modificación en relación al experimento I consiste en que realizaron 120 ensayos de práctica. No se rechazó sujeto alguno por los datos recogidos en el cuestionario.

Sesiones 2, 3, 4, 5 y 6.

Los tres sujetos fueron asignados, al azar, a las dos series no uniformes, tres a cada serie. Cada sujeto realizó las cinco sesiones en el siguiente orden: U, NU, U, NU, NU.

Cada sesión constaba de tres o más bloques (se permitía que cada uno eligiese su velocidad). A su vez, cada bloque de 120 ensayos. Los bloques estaban separados con cinco minutos de descanso. En ese intervalo, el experimentador, que se encontraba en la

sala 1 del laboratorio, recogía, en una hoja confeccionada al efecto, los resultados del bloque.

El bloque está gobernado por el programa 3, llamado Experimento II. Está escrito en Basic y en su desarrollo actual presenta estímulos, recoge respuestas, da feedback y analiza y tabula los resultados. El programa podía funcionar en exposición fija o no fija. En las sesiones de entrenamiento (desde la dos hasta la cinco, ambas inclusive) trabajaba en modo no fijo; es decir, el programa ajustaba el intervalo entre la letra y la máscara de manera que el porcentaje de reconocimiento fuese aproximadamente el 70%. En las sesiones experimentales, el programa funcionaba en exposición fija.

Descripción de un ensayo

El ensayo comenzaba con la presencia del punto de fijación, que permanecía en pantalla hasta que el sujeto accionase cualquier tecla. A los 500 milisegundos aparecía el blanco a identificar, una letra del conjunto (E, T, V) extraída al azar y con reposición de una distribución rectangular discreta con probabilidad de $1/3$. En función de la serie que le correspondiese al sujeto, el programa elegía la posición en la que la letra debía aparecer. Tras un tiempo de exposición de la letra, aparecía una de las doce máscaras,

permaneciendo en pantalla durante un segundo. Para finalizar, el ordenador requería al sujeto su respuesta y le daba el correspondiente feedback. Inmediatamente reaparecía un nuevo punto de fijación, que indicaba el inicio de un nuevo ensayo.

Todas las sesiones de entrenamiento fueron realizadas en la condición de silencio. En los descansos se apagaba el magnetófono.

Sesiones 7, 8, 9 y 10

En las sesiones experimentales, se procedió, como en las cinco precedentes, con las siguientes salvedades:

a) El intervalo entre la letra y la máscara fué constante e individualmente determinado para cada sujeto. La exposición (medida en iteraciones de un bucle) quedó fijada en 7, 5, 7, 6, 10 y 6, respectivamente.

b) Dos sesiones fueron realizadas en silencio y dos en ruido. Dado que el número de permutaciones es seis, cada sujeto fué asignado al azar a una de ellas.

c) El tipo de serie (U o NU) varió de sesión a sesión. El orden seguido fué U, NU, U, NU.

d) Al acabar la sesión última, se daba a los sujetos las explicaciones que requerían en relación al objetivo y método del experimento.

5.3 Resultados

En las tablas 18 y 19 presentamos la proporción observada, \hat{b} , y la predicha por el MMBO, b , para cada posición, sujeto y serie (U o NU), en las sesiones de entrenamiento (sesiones 2, 3, 4, 5 y 6). Como hicimos en el experimento I, nos interesa saber si podemos aceptar el ajuste entre la proporción de aciertos observada y la teórica.

Resultados con la serie uniforme

Suj	$\hat{b}(j, f(j))$				$b(j, f^*(j))$
	1	2	3	4	
1	.6524	.7048	.6905	.6857	.6833
2	.6444	.6611	.6611	.6333	.65
3	.7128	.6872	.6103	.6154	.6564
4	.6	.7056	.6778	.6222	.6514
5	.7128	.6872	.6154	.5774	.6474
6	.6677	.7795	.6103	.6667	.6808

Tabla 18. Resultados en la serie uniforme. Resultados obtenidos con , al menos, 720 ensayos por sujeto.

Pasamos a exponer seguidamente los resultados obtenidos con la serie no uniforme.

Suj	posición				$\hat{P}(f)$		
	1	2	3	4			
1	\hat{b}	.6611	.7	.7028	.5889	.6745	} NU1
	b	.7965	.186	.7965	.186		
2	\hat{b}	.6667	.7281	.6996	.6842	.6877	
	b	.8047	.219	.8047	.219		
3	\hat{b}	.7685	.611	.5856	.713	.6741	
	b	.7963	.185	.7963	.185		
4	\hat{b}	.7018	.8048	.693	.6382	.7167	} NU2
	b	.292	.823	.292	.823		
5	\hat{b}	.5667	.6813	.5833	.6188	.635	
	b	.087	.7718	.087	.7718		
6	\hat{b}	.7143	.754	.6746	.7163	.727	
	b	.317	.8292	.317	.8292		

Tabla 19. Resultados en la serie no uniforme. Los datos de cada sujeto de han obtenido con, al menos, 1.080 ensayos.

Empecemos por valorar el ajuste al NMBO en la serie no uniforme. Razonando como lo hicimos en el experimento I, mediremos el ajuste mediante el estadístico W (véase apéndice 5), de distribución χ^2_1 . Los valores del estadístico de contraste y su nivel de significación se presentan en la tabla 20.

Sujeto	Valor de W	
1	313'76 ^{***}	} NU1
2	403'85 ^{***}	
3	449'45 ^{***}	
4	289'51 ^{***}	} NU2
5	800'88 ^{***}	
6	231'54 ^{***}	

Tabla 20. Valores del estadístico W a partir de los datos de la serie no uniforme. *** indica resultado significativo al 1%.

El ajuste sigue siendo altamente insatisfactorio en las dos sesiones experimentales (8 y 10), en las que nuestros sujetos cumplimentaron la serie no uniforme. Los valores del estadístico han sido:

Sujeto	Silencio	Ruido	
1	76'24 ^{***}	336'29 ^{***}	} NU1
2	109'34 ^{***}	346'55 ^{***}	
3	166'89 ^{***}	154'23 ^{***}	
4	49'96 ^{***}	62'93 ^{***}	} NU2
5	140'66 ^{***}	166'83 ^{***}	
6	98'57 ^{***}	60'96 ^{***}	

Tabla 21. Valores de W en las series no uniformes en las sesiones experimentales. Cada W se obtuvo con 360 observaciones. *** indica resultado significativo al 1%.

En el análisis sujeto a sujeto vemos que todos los contrastes son significativos. En ninguno de los seis sujetos se ajustan los datos al MMBO. Tampoco en el experimento II podemos poner a prueba los efectos del ruido en la atención.

Ahora bien, hemos rechazado que las proporciones de reconocimiento en la serie no uniforme sean las predichas por el MMBO. Queremos saber si la manipulación experimental serie uniforme o no uniforme, así como la particular serie no uniforme que a cada sujeto le correspondió, produce cambios en la proporción de reconocimiento en las cuatro posiciones. Para ello, hemos reanalizado los datos de las cinco sesiones de entrenamiento, mediante un Anova de $2 \times 2 \times 4$, con el programa BMDP2V (Dixon, 1975), medidas repetidas en los dos últimos factores. El primer factor, F1, es el factor grupos, dos en nuestro caso, pues hemos asignado tres sujetos a NU1 y tres a NU2. El segundo factor, F2, se presenta a dos niveles: Serie uniforme y serie no uniforme. El tercer factor, F3, tiene tantos niveles como posiciones en las que puede aparecer el blanco: Cuatro. Estamos, como en el experimento I, especialmente interesados en la triple interacción.

La tabla resumen del Anova, se encuentra en la página siguiente.

F.V.	S.C.	G.L.	M.C.	f	P(F>f)
MEAN	21'512	1	21'512	4227'91	.000
F1	0'000	1	0'000	0'00	.995
ERROR	0'020	4	0'005		
F2	0'003	1	0'003	0'88	.400
F2*F1	0'000	1	0'000	0'04	.857
ERROR	0'013	4	0'003		
F3	0'029	3	0'010	3'66	.044*
F3*F1	0'012	3	0'004	1'45	.278
ERROR	0'032	12	0'003		
F2*F3	0'001	3	0'000	0'08	.969
F2*F3*F1	0'001	3	0'000	0'19	.900
ERROR	0'028	12	0'002		

Tabla 22. Tabla resumen del Anova realizado con las sesiones de entrenamiento.

La tabla nos muestra un único resultado significativo, al 5%, que corresponde al efecto principal del factor posiciones. El reconocimiento medio en las cuatro posiciones fué:

Posiciones:	1	2	3	4
	.672	.709	.65	.646

Comparando las cuatro medias por el método de Newman-Keuls (Winer, 1962), hemos obtenido que el reconocimiento en la posición 2 es significativamente superior al de las posiciones 4 y 3. Ninguna otra com-

paración difiere significativamente.

La triple interacción vuelve a ser no significativa. El rendimiento en las posiciones no sólo no es el predicho por el MHBO, sino que no parece diferir en función de si se trata de la serie uniforme o la no uniforme y tampoco depende de la particular serie no uniforme. La manipulación experimental más importante no varió el rendimiento observado en las cuatro posiciones.

Vamos a terminar el apartado analizando si el ruido ha producido algún efecto en la variable dependiente porcentaje de reconocimiento. Las puntuaciones observadas en las sesiones experimentales han sido sometidas a un Anova $2 \times 2 \times 2 \times 4$, mediante el programa BMDP2V (Dixon, 1975), medidas repetidas en los tres últimos factores. F1 es el factor grupos; F2, tipo de serie; F3, nivel de ruido y F4, posiciones. Si observamos la tabla resumen, presentada en la página siguiente, vemos que no hay ningún resultado significativo. El factor posiciones alcanza casi el nivel de significación del 5%, en congruencia con los resultados correspondientes a las sesiones de entrenamiento.

F.V.	S.C.	G.J.	M.C.	f	P(F)f)
MEAN	45'325	1	45'325	2079'02	.000
F1	0'046	1	0'046	2'10	.221
ERROR	0'087	4	0'022		
F2	0'019	1	0'019	3'68	.128
F2×F1	0'002	1	0'002	0'38	.570
ERROR	0'021	4	0'005		
F3	0'004	1	0'004	0'26	.634
F3×F1	0'025	1	0'025	1'70	.262
ERROR	0'058	4	0'005		
F2×F3	0'005	1	0'005	0'94	.388
F2×F3×F1	0'002	1	0'002	0'46	.536
ERROR	0'020	4	0'005		
F4	0'073	3	0'024	2'79	.086
F4×F1	0'011	3	0'003	0'41	.752
ERROR	0'104	12	0'009		
F2×F4	0'000	3	0'000	0'05	.984
F2×F4×F1	0'009	3	0'003	0'98	.433
ERROR	0'036	12	0'003		
F3×F4	0'014	3	0'005	0'69	.574
F3×F4×F1	0'005	3	0'002	0'24	.866
ERROR	0'079	12	0'007		
F2×F3×F4	0'006	3	0'002	0'67	.586
F2×F3×F4×F1	0'004	3	0'001	0'39	.759
ERROR	0'038	12	0'003		

Tabla 23. Tabla resumen. Sesiones experimentales.

5.4 Discusión conjunta de los experimentos I y II

El experimento II ha pretendido repetir el experimento de Shaw y Shaw (1977) incrementando la práctica de los sujetos y controlando más adecuadamente algunas variables que, supuestamente, pueden haber contribuido a los diferentes resultados de Shaw y Shaw y nuestro primer experimento.

Pues bien, los resultados del experimento II corroboran, en lo fundamental, los obtenidos en el experimento I. Y esto es así aún cuando la sustitución del taquistoscopio por el ordenador ha impuesto algunos cambios en la tarea.

De ambos experimentos se desprenden las siguientes consecuencias:

a) Respecto a las sesiones de entrenamiento:

- a1) En ningún sujeto (17 en total) se observa un ajuste satisfactorio al MMBO.
- a2) La manipulación experimental básica --diferentes probabilidades en las posiciones-- no ha producido un patrón uniforme de rendimiento, función de las citadas probabilidades.
- a3) El reconocimiento observado depende de la posición en la que la letra aparece, tanto en la serie uniforme como en la no uniforme.

b) Respecto a las sesiones experimentales:

b1) No hay efecto principal del nivel de ruido.

b2) El efecto principal de las posiciones, observado y comentado en las sesiones de entrenamiento, se mantiene, aunque a menores niveles de significación.

Hay, no obstante, algunas diferencias entre ambos experimentos. A saber,

d1) En el experimento II, los valores del estadístico de contraste, indicador del ajuste al MMBO, son mayores que los del experimento I. Esto es así, aún cuando se mantiene constante el número de ensayos. En efecto, en las sesiones experimentales (experimento II), con 360 ensayos, se rechaza el ajuste en todos los casos con una probabilidad menor de 0'001. Sin embargo, en el experimento I (véase la tabla 11) la probabilidad es notablemente superior en dos casos.

d2) Mientras en el experimento I, el peor rendimiento se obtuvo en la posición 5; en el experimento II, se obtuvo en la posición 2 el mejor rendimiento. Al tratarse de distintos sujetos y distinto suministrador de estímulos, no sabemos en qué medida la diferencia observada depende de los sujetos o del aparato. No obstante, sí podemos afirmar que en futuros ex-

perimentos conviene incorporar un nuevo parámetro que recoja la facilitación-interferencia estructural propia de cada posición. Tanto defectos en el sistema visual (astigmatismo p.e.) como irregularidades del suministrador de estímulos (diferente luminosidad, brillos, etc..) pueden afectar el reconocimiento en determinadas posiciones por razones que nada tienen que ver con la atención.

De los resultados expuestos se sigue, no haría falta decirlo, que el objetivo del presente trabajo no ha sido satisfecho: No ha ocurrido el ajuste al MMBO y no hemos podido aplicarlo. Si pudimos ver si nuestras variables independientes, en especial el nivel de ruido, afectaban el porcentaje de reconocimiento. Estos resultados serán brevemente comentados al final de esta discusión. Ahora nos detendremos en considerar algunas posibles explicaciones, todas ellas post hoc, del no ajuste al MMBO de nuestros datos.

Una primera posibilidad es que, en nuestros experimentos, no haya existido una división de atención entre las posiciones, acorde a sus correspondientes probabilidades de blanco. Nuestros resultados se explican si la atención dedicada a cada posición no ha sido influida por la probabilidad de blanco de la citada posición. Posner, Snyder y Davidson (1980) demuestran que es más efectivo, si se pretende suscitar

un reparto atencional, mostrar la función de probabilidad del blanco al inicio de cada ensayo, que hacerlo al inicio del bloque. Nótese que nosotros lo hicimos al comienzo de la sesión. Para los anteriores autores, la mencionada diferencia en el procedimiento experimental explicaría, por sí sola, la carencia de efectos en la atención, dado su carácter "activo". En otras palabras, la acción de atender es más probable que se ponga en marcha si es "recordada" al sujeto en cada ensayo, que si lo es al inicio del bloque.

Los comentarios de los sujetos, especialmente al finalizar el experimento II, diferían notablemente en cuanto a si les había sido o no útil la función de probabilidad del blanco, mostrada al inicio de la sesión. Algunos afirmaban no haberla tenido en cuenta, mientras otros no creían que sus resultados pudiesen reflejar tan débilmente sus esfuerzos en atender a algunas posiciones con especial interés. Estas observaciones nos llevan de lleno a considerar una segunda posibilidad.

En segundo lugar, nuestros resultados son compatibles con que, en los sujetos que hayan dividido su atención en función de la probabilidad de blanco, la atención asignada a una posición no modifica el rendimiento. Norman y Bobrow (1975) distinguen entre procesos limitados por los datos y procesos limitados por

los recursos o capacidad atencional. Pues bien, el reconocimiento de una letra, cuando no se presenta simultáneamente otra información visual, podría ser un proceso limitado por los datos; un proceso cuyo resultado no depende de la atención asignada. Disponemos de una observación que avala, en absoluto demuestra, esta interpretación. En efecto, al acabar la sesión, un sujeto del experimento II realizó un bloque de la serie uniforme con las instrucciones modificadas (le pedí que se pusiese en la situación de ganar 5 % por cada señal advertida en las posiciones 2 y 4, mientras sólo ganaría una peseta por cada señal reconocida en las restantes posiciones). Pues bien, el porcentaje de reconocimiento no varió del reconocimiento habitual en la serie uniforme. Las nuevas instrucciones no modificaron el rendimiento.

Los modernos estudios sobre atención se han preocupado de sus posibles efectos en tareas de reconocimiento en las que el almacenamiento, recuperación de la información y elaboración de la respuesta tienen escasa influencia. Sperling y Melchner (1978b; notas 3 y 4) valoran los resultados como ambiguos o favorables a la inexistencia de efectos de la atención en tareas de reconocimiento. Sin embargo, obtuvieron efectos, si bien en una tarea más compleja, que requiere dos respuestas y las señales van acompañadas de distractores.

En conclusión, los estudios sobre la atención no han determinado todavía qué características de la tarea la hacen sensible o insensible a la atención que a ella se dedica. En mi opinión, en nuestros dos experimentos el reconocimiento no ha dependido de la atención dedicada en aquellos sujetos que hayan procurado distribuir su capacidad entre las posiciones. Por motivos desconocidos, parece que en tres de los cuatro sujetos de Shaw y Shaw (1977) sí hubo una dependencia entre atención y reconocimiento.

En cuanto a los efectos del ruido en la conducta, haremos dos observaciones:

a) Se ha comprobado que el orden en el que se aplica el ruido, dentro de una misma sesión, es un factor a tener en cuenta en el rendimiento. Tal resultado es acorde con los postefectos sugeridos por Broadbent (1958a) y Jerison (1959).

b) Nótese que el resultado anterior y la triple interacción de la tabla 13, que no ha reaparecido en el experimento II, se han obtenido en una situación que no satisface los requisitos impuestos por Broadbent (1958) (véase 1.2.4.1) para encontrar efectos del ruido.

Capítulo VI

Modificación del MMBO: Un nuevo modelo.

6.1 Introducción

El objetivo del presente trabajo (expuesto en el apartado 3.2) no ha podido ser satisfecho, tras la realización de dos experimentos.

De acuerdo con la discusión general (véase 5.4), la explicación más verosímil de nuestros resultados es que el rendimiento en las diferentes posiciones no depende de la atención dedicada a cada una, cuando se trata de reconocer un elemento --en nuestro caso, una letra-- presentado aisladamente, sin otra información simultánea. Debemos, por lo tanto, buscar una tarea que sí sea sensible a la atención dedicada a cada posición. En segundo lugar, es ineludible modificar el modelo de forma que considere las facilitaciones o interferencias específicas de algunas posiciones, pues son independientes de los cambios en la atención.

Según lo dicho, pretendemos poner a prueba los efectos del ruido en la atención en un paradigma nue-

vo --elegido de forma que induzca distribución atencional y el rendimiento dependa de la atención asignada-- y mediante un modelo nuevo, el modelo de atención con dos componentes (MADC), resultado de modificar el MMBO.

Las características de la tarea se expondrán en los apartados 7.1 y 7.2. A continuación, vamos a desarrollar el modelo de atención con dos componentes.

6.2 Modelo de atención con dos componentes (MADC)

Mantendremos, en lo posible, la notación introducida en el apartado 2.3.1.

S1 Consideremos un plano de búsqueda, P , que ha sido partido en dos componentes o celdillas exhaustivas y mutuamente exclusivas.

En uno, y sólo en uno, de los componentes existe un blanco que no se mueve.

S2 Sea p , función de probabilidad del blanco en el plano P , la función

$$p: P \rightarrow [0, 1] \quad p(1) + p(2) = 1.$$

$p(1)$ indica la probabilidad de que el blanco aparezca en el componente 1.

S3 Supongamos que el sujeto dispone de una atención o capacidad, K , que es constante.

S4 Sea v , función de visibilidad, la función

$$v: P \rightarrow [0, 1] \quad v(1)+v(2) = 1$$

$v(1)$ indica la visibilidad relativa del componente 1, que dependerá del sistema visual del sujeto y del suministrador de estímulos.

S5 Sea f , distribución de capacidad en P , la función

$$f: P \rightarrow [0, K] \quad f(1)+f(2) = K$$

De las infinitas distribuciones de capacidad en P , consideramos aquellas que satisfacen:

a) Ser función de p

$$b) f(j) = 0 \quad \text{si } p(j) = 0; \quad j:1, 2$$

S6 Sea b , función de detección, la función

$$b: P \times [0, K] \times [0, 1] \rightarrow [0, 1]$$

$b(j, f(j), v(j))$, que notaremos en adelante como $b(j)$, indica la probabilidad de detectar el blanco en la celdilla j , de visibilidad $v(j)$, asignando una capacidad $f(j)$, supuesto que el blanco se halle en la celdilla j .

S7 Supongamos que

$$b(j) = 1 - e^{-f(j)v(j)}$$

6.3 Comparación del MADC con el MMBO

Las principales diferencias entre ambos modelos son tres:

a) El MADC está particularizado para dos componentes. No obstante, puede ampliarse a más de dos, pero el número de parámetros a estimar de los datos aumenta considerablemente.

b) El MADC incorpora, mediante la función de visibilidad, factores extraños a la distribución y eficacia de la atención.

c) Los supuestos (véase S5) del MADC sobre la función f son menos restrictivos que los del MMBO, que impone una función particular: La que hace máximo el porcentaje de reconocimiento. Sin embargo, si el MADC se ajusta a los datos observados, sí podemos analizar qué particular función --la predicha por el MMBO o alguna otra-- se acomoda mejor a los valores de la función f observados.

En definitiva, el MADC es un modelo menos restrictivo, que debe ajustarse a un mayor número de situaciones; pero que, en contrapartida, incrementa el número de parámetros a estimar de los datos. En la aplicación, que realicemos del MADC, tendremos que estimar tres parámetros.

193 "

Capítulo VII

Experimento III

7.1 Introducción

Con el propósito de poner a prueba los efectos del ruido en la atención, hemos propuesto un modelo --el MADC--menos restrictivo que el MMBO, y vamos a proponer un paradigma experimental que satisfaga:

a) El blanco ha de aparecer en uno de los componentes, definidos con escasa o nula ambigüedad, en los que se ha dividido el espacio de búsqueda.

b) El rendimiento en cada componente debe depender de la atención prestada por el sujeto, entendiendo que la atención prestada se mueve en el estrecho rango obtenible en tareas de atención (con sujetos altamente motivados, autopresentación, etc..)

La tarea elegida ha consistido en presentar el blanco entre 15 distractores. Los 16 elementos se han dispuesto (véase la figura 11) en cuatro matrices, lo que permite definir con escasa ambigüedad dos componentes, el vertical (CV) y el horizontal (CH), cada uno integrado de ocho elementos.

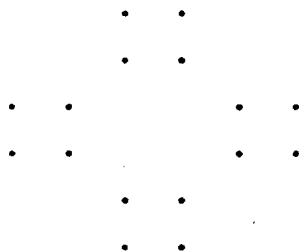


Figura 11. Cada punto indica la posición en la que aparece un blanco o distractor.

¿Por qué introducimos distractores? Es un hecho generalmente aceptado que los humanos recurrimos a concentrar nuestra atención cuando aparecen en el medio, donde desarrollamos nuestra actividad, elementos que percibimos como potencialmente perturbadores del objetivo planteado. Concentrando nuestra atención queremos evitar un previsible deterioro en el procesamiento de la información más relacionada con nuestro objetivo. Por ello, nos ha parecido que la presencia de distractores ha de hacer a una tarea, similar a la de los dos experimentos anteriores, sensible a la atención dedicada.

Decidida la incorporación de distractores, necesitamos decidir sus características, las de las señales, la distancia entre elementos, etc.. La cuestión planteada es importante, pues se trata de optar por una tarea que requiera movimientos sacádicos o no los requiera.

En efecto, eligiendo distractores similares a las señales y distancias cortas entre los elementos, obtendremos una tarea que requiere un "barrido" visual por los dieciseis elementos para identificar el blanco. En esta situación los efectos atribuibles a cambios en la atención (obtenibles con modificar adecuadamente el tiempo de exposición de la información) tienen un escaso interés teórico (Kantowitz, 1980), pues se explican por la incapacidad estructural de captar información visual simultáneamente de la zona observada y la no observada.

Es más interesante el estudio de la atención visual sin movimientos oculares. A pesar de que al hacer introspección tenemos certeza de que es posible, sin mover los ojos, estar atentos a determinadas zonas, hay interés (Sperling y Melcher, 1978b; Posner, Snyder y Davidson, 1980) en obtener evidencia experimental del fenómeno y de sus consecuencias. Además, el que la tarea no exija movimientos oculares la hace más similar a la de los experimentos anteriores, lo que nos debe facilitar su ulterior comparación.

Elegida la tarea y sus características en función de las consideraciones expuestas, comprobamos en una prueba piloto, realizada con participantes en los experimentos anteriores, que informar al sujeto

del componente en que el blanco iba a aparecer, variaba el rendimiento. En la medida en que siempre se presentaban quince distractores y una señal, siendo la única manipulación la probabilidad de blanco en cada componente, parece lícito concluir que, en principio, la tarea elegida permitía:

- a) Que el sujeto repartiese su atención en los dos componentes.
- b) Valorar los efectos de la atención asignada a cada uno de los componentes.

7.2 Método

7.2.1 Sujetos

Diez (dos varones) estudiantes de Psicología (dos de quinto diurno, cuatro de cuarto diurno, uno de segundo nocturno, dos de primero nocturno y un licenciado) participaron voluntariamente en el experimento. Ninguno había participado en los anteriores. Las edades estaban comprendidas entre 21 y 26 años. Su visión, tanto los que la tenían corregida como los que no, era normal. Respecto a la audición, sólo un sujeto admitió haber tenido algún problema, durante la infancia.

7.2.2 Aparatos

Los estímulos visuales fueron presentados en un monitor OPC de nueve pulgadas, controlado por el micro ordenador Apple II de 48 Kbytes de RAM.

El ruido blanco fué producido por el generador 1390-b de General Radio Company, que suministraba la señal al atenuador 1450 TB de General Radio Company, de donde salían los auriculares Hösiden DH 20S, que proporcionan el ruido binauralmente.

La disposición del equipo es similar a la del ex perimento anterior, con las siguientes salvedades:

a) Las respuestas eran simultáneamente recogidas por una impresora, colocada en la sala 1 del laboratorio.

b) La distancia entre el monitor y el dispositivo metálico, en el que el sujeto apoyaba su cabeza, fué de un metro.

7.2.3 Estímulos

En la condición silencio, se presentó ruido blanco en el rango 20-20000 Hz, a 70 dB(A). En la condi ción de ruido, el nivel elegido fué 90 dB(A).

(1) Equipo gentilmente prestado por el Instituto de Acústica Leonardo Torres Quevedo.

Estímulos visuales

El punto de fijación, que aparecía a la altura de los ojos del sujeto, indicaba el inicio de un ensayo. Podía ser una de las siguientes señales:

+ , | , - , + , †

Figura 12. Punto de fijación

La tarea consistía en reconocer el único dígito que, entre quince letras, aparecía en una de las 16 posiciones, organizadas en dos componentes: El vertical (CV) y el horizontal (CH).

	B	A		
	C	B		
F	T		A	4
G	H		W	E
	S	Y		
	X	P		

Figura 13. Uno de los estímulos del experimento III.

Las quince letras se elegían al azar, de todo el alfabeto inglés, una a una con reposición, siendo posible la aparición de una o más letras repetidas en un mismo ensayo. La señal fué un dígito del conjunto 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9. Se excluyó el cero por su arbitraria diferencia con la letra O. El dígito a presentar en cada ensayo se elegía al azar, con equi-

probabilidad, entre los nueve posibles. Los 16 elementos, en conjunto, requerían un ángulo visual de 2'86".

En el presente experimento, el punto de fijación indica al sujeto el centro de la información y, además, le informa sobre la función de probabilidad del blanco. Las funciones de probabilidad del blanco asociadas a los puntos de fijación pueden verse en la tabla 24.

Punto de fijación	CV	CH
+	.5	.5
	1	0
—	0	1
+	.2	.8
+	.8	.2

Tabla 24. Las cinco funciones de probabilidad del blanco y sus correspondientes puntos de fijación. CV y CH significan componente vertical y horizontal.

Por último, hay que decir que el blanco se presentaba con equiprobabilidad en las ocho posiciones de cada componente.

7.2.4 Procedimiento

Cada sujeto realizó 10 sesiones de una hora de duración cada sesión. Fueron realizadas en dos semanas consecutivas, manteniendo constante la hora de inicio

para cada sujeto.

En la primera sesión se procedió como en los experimentos anteriores. Varió la cantidad de ensayos de práctica en función del tiempo disponible..

En las sesiones de entrenamiento (desde la 2 hasta la 7) cada sujeto completa el número de bloques, nunca más de seis, que puede realizar en su hora asignada. A la entrada se le pedía el reloj. Se optó por no dar importancia a la rapidez, instando a los sujetos a que reconociesen el mayor número posible de dígitos, aunque completasen menos bloques.

Un programa Basic (véase programa 4), llamado Experimento III, gobernaba toda la sesión. Presentaba los estímulos, recogía, analizaba y tabulaba las respuestas, daba feedback y controlaba todos los intervalos temporales (tiempos de exposición de estímulos, descansos del sujeto, etc..)

Cada bloque consta de 60 ensayos. Los 60 dígitos fueron distribuidos de la siguiente forma:

Punto de fijación	CV	CH	total
+	10	10	20
	10	0	10
—	0	10	10
+	2	8	10
†	8	2	10

Tabla 25. Distribución de las señales.

Nótese que, al final de un bloque, han aparecido el mismo número de señales en un componente que en el otro, evitándose, en consecuencia, la posibilidad de que los sujetos atiendan a un determinado componente en función de que presenta más señales y no en función del particular punto de fijación.

Cada ensayo comenzaba con la presencia del punto de fijación, que permanecía en pantalla hasta que el sujeto pulsase el tabulador. A los 700 milisegundos de la autopresentación, aparecía la información o estímulo durante 200 iteraciones (230 milisegundos, aproximadamente)(1). A continuación, el ordenador solicitaba la respuesta, que el sujeto introducía valiéndose del teclado, y recibía inmediatamente feedback: Acierto o error (en este caso, comunicaba el dígito que apareció de hecho) y la proporción de reconocimiento en lo que iba de bloque.

Los bloques fueron realizados en la condición de silencio y estaban distanciados por tres minutos de descanso en los que el sujeto podía moverse con libertad por la sala 2 del laboratorio.

Sesiones experimentales.

Se procedió como en las seis anteriores, con

(1) No pudimos comprobar si ocurrían movimientos oculares, por carecer de material adecuado. Optamos, por ello, por presentaciones breves y por repetir insistentemente a los sujetos que evitasen la "tendencia a leer".

la siguiente salvedad: Cinco sujetos realizaron la sesión ocho en la condición de ruido y la nueve en la condición de silencio. Los otros cinco realizaron la ocho en silencio y la nueve en ruido.

Sesión 10.

Fué realizada por todos los sujetos en la condición de silencio. Se modificó la tarea de las nueve sesiones anteriores (tarea 1) en dos sentidos:

- a) Se presenta el dígito, sin distractores.
- b) A los 35 milisegundos, la señal a reconocer se enmascara con el símbolo "#".

Llamemos a esta tarea modificada tarea 2. Pues bien, con la sesión 10 se pretende comprobar (nótese que la tarea 2 es muy similar a la de los experimentos I y II) si los sujetos que en la tarea 1 se ajustan al MADC, lo hacen en la tarea 2. Si hay ajuste en la tarea 1 y no lo hay en la 2, obtendremos evidencia experimental a favor de la interpretación post hoc dada a los resultados de los experimentos I y II (véase 5.4).

Al acabar el último bloque, completaban un cuestionario sobre su percepción de los efectos del ruido, y se les explicaba el propósito del experimento.

7.3 Predicciones del MADC

Una palabras sobre el supuesto S3 (véase 6.2), que supone independencia entre K y p . Pensamos que el supuesto puede ser aceptado en el paradigma descrito, pues en ninguna función de probabilidad del blanco es posible un rendimiento perfecto. Por lo tanto, la dificultad subjetiva será lo suficientemente alta en todos los ensayos como para exigir del sujeto la puesta en juego de toda su atención, independientemente del punto de fijación con el que comience el ensayo.

Las predicciones del MADC se presentan en la siguiente tabla.

Punto de fij.	comp.	$f(j)$	$b(j)$
+	CV	$0.5K$	$1 - e^{-0.5Kv(1)}$
	CH	$0.5K$	$1 - e^{-0.5K(1-v(1))}$
	CV	K	$1 - e^{-Kv(1)}$
	CH	0	$1 - e^{-0}$
—	CV	0	$1 - e^{-0}$
	CH	K	$1 - e^{-K(1-v(1))}$
+	CV	g	$1 - e^{-gv(1)}$
	CH	$K-g$	$1 - e^{-(K-g)(1-v(1))}$
†	CV	$K-g$	$1 - e^{-(K-g)v(1)}$
	CH	g	$1 - e^{-g(1-v(1))}$

Tabla 26. Predicciones del MADC.

En efecto. Cuando el punto de fijación es el signo "+", $p(1) = p(2)$. Por ser f única función de p , y ser $p(1) = p(2)$, entonces $f(1) = f(2)$. Además $f(1) + f(2) = K$. De donde se deduce que $f(1) = f(2) = 0.5K$.

Cuando el punto de fijación es "|", $p(1) = 1$ y $p(2) = 0$. Por ser $p(2) = 0$, $f(2) = 0$ por S5. Además como $f(1) + f(2) = K$, entonces $f(1) = K$. El razonamiento es igualmente válido si el punto de fijación es "-".

Cuando el punto de fijación es "←", $p(1) = 0.2$ y $p(2) = 0.8$. Llamemos g a la capacidad asignada al componente de menor probabilidad, es decir al CV. Como $f(1) + f(2) = K$, nos queda $f(1) = g$, y $f(2) = K - g$. El razonamiento es idéntico cuando el punto de fijación es el signo "↑".

Obtenidos los valores de K , $v(1)$ y g , tenemos completamente especificadas las probabilidades de reconocimiento para cada punto de fijación y componente.

En las dos primeras columnas de la tabla 25, podemos ver ocho valores no nulos. Pues bien, dividiendo el número de aciertos correspondiente a cada uno de los ocho valores por ese mismo valor, obtendremos la proporción empírica de reconocimiento, $\hat{b}(j)$.

Nos interesa saber si la discrepancia entre las proporciones empíricas de reconocimiento y las teóricas (expuestas en la tabla 26) es significativa. Razonando como en los dos experimentos anteriores, el ajuste se medirá mediante el estadístico W, de distribución χ^2_3 , pues se estiman tres parámetros de los datos. Donde

$$\begin{aligned}
 W = & \frac{(n/6)(\hat{b}_1(1) - b_1(1))^2}{b_1(1)} + \frac{(n/6)((1-\hat{b}_1(1)) - (1-b_1(1)))^2}{1-b_1(1)} \\
 & + \frac{(n/6)(\hat{b}_1(2) - b_1(2))^2}{b_1(2)} + \frac{(n/6)((1-\hat{b}_1(2)) - (1-b_1(2)))^2}{1-b_1(2)} \\
 & + \frac{(n/6)(\hat{b}_2(1) - b_2(1))^2}{b_2(1)} + \frac{(n/6)((1-\hat{b}_2(1)) - (1-b_2(1)))^2}{1-b_2(1)} \\
 & + \frac{(n/6)(\hat{b}_2(2) - b_2(2))^2}{b_2(2)} + \frac{(n/6)((1-\hat{b}_2(2)) - (1-b_2(2)))^2}{1-b_2(2)} \\
 & + \frac{(n/30)(\hat{b}_3(1) - b_3(1))^2}{b_3(1)} + \frac{(n/30)((1-\hat{b}_3(1)) - (1-b_3(1)))^2}{1-b_3(1)} \\
 & + \frac{(n/7'5)(\hat{b}_3(2) - b_3(2))^2}{b_3(2)} + \frac{(n/7'5)((1-\hat{b}_3(2)) - (1-b_3(2)))^2}{1-b_3(2)} \\
 & + \frac{(n/7'5)(\hat{b}_4(1) - b_4(1))^2}{b_4(1)} + \frac{(n/7'5)((1-\hat{b}_4(1)) - (1-b_4(1)))^2}{1-b_4(1)} \\
 & + \frac{(n/30)(\hat{b}_4(2) - b_4(2))^2}{b_4(2)} + \frac{(n/30)((1-\hat{b}_4(2)) - (1-b_4(2)))^2}{1-b_4(2)}
 \end{aligned}$$

Siendo "n" el número de ensayos realizados por el sujeto cuyo ajuste se quiere comprobar.

Obtención de K , $v(1)$ y g .

Queremos estimar los tres parámetros del MADC, con la condición de que el estadístico W sea mínimo. Si el valor mínimo de W es no significativo, aceptaremos el ajuste de los datos observados al modelo propuesto y aceptaremos las estimaciones realizadas como los verdaderos valores de los parámetros.

Los valores de K , $v(1)$ y g , que minimizan W , se pueden obtener analíticamente pues son la solución del siguiente sistema:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\partial W}{\partial K} = 0 \\ \frac{\partial W}{\partial v(1)} = 0 \\ \frac{\partial W}{\partial g} = 0 \end{array} \right\}$$

La solución analítica es muy laboriosa. Por ello, hemos obtenido las estimaciones de los parámetros mediante un programa de ordenador, escrito en Basic y llamado Estimaciones, expuesto en el apartado Programas (programa 5), que "barré" sucesivamente el espacio paramétrico tridimensional, cada vez con más precisión, hasta que la diferencia entre dos valores de W , en dos barridos consecutivos, es menor de 0'05.

7.4 Resultados

Comenzamos con las sesiones de entrenamiento.

Suj.		+			-	+		†	
		CV	CH			CV	CH	CV	CH
1	\hat{b}	.48	.61	.65	.71	.43	.62	.61	.49
	b	.46	.53	.71	.78	.36	.62	.55	.42
2	\hat{b}	.26	.63	.58	.65	.14	.73	.49	.52
	b	.33	.52	.55	.77	.19	.66	.45	.32
3	\hat{b}	.54	.85	.76	.93	.42	.93	.66	.63
	b	.54	.80	.78	.96	.36	.90	.66	.60
4	\hat{b}	.62	.32	.68	.70	.49	.70	.68	.36
	b	.52	.45	.77	.70	.33	.58	.66	.28
5	\hat{b}	.59	.59	.71	.71	.49	.64	.65	.49
	b	.53	.53	.78	.78	.41	.62	.62	.41
6	\hat{b}	.50	.56	.65	.62	.44	.56	.54	.37
	b	.46	.46	.70	.70	.36	.53	.53	.36
7	\hat{b}	.53	.54	.58	.68	.28	.71	.60	.30
	b	.43	.50	.67	.75	.23	.65	.58	.27
8	\hat{b}	.55	.40	.53	.65	.24	.63	.59	.30
	b	.42	.42	.67	.67	.22	.57	.57	.22
9	\hat{b}	.53	.64	.70	.83	.20	.80	.63	.45
	b	.48	.63	.73	.86	.27	.78	.63	.37
10	\hat{b}	.67	.41	.69	.63	.22	.66	.68	.31
	b	.52	.43	.77	.68	.27	.59	.69	.21

Tabla 27. Resultados obtenidos (\hat{b}) y predichos por el MADC en las sesiones de entrenamiento. Los datos de cada sujeto se basan, por término medio, en 1800 respuestas.

Resultados correspondientes a la sesión experimental realizada en la condición de silencio.

Suj.	+			—	+		+		
	CV	CH			CV	CH	CV	CH	
1	\hat{b}	.57	.75	.68	.82	.25	.81	.56	.67
	b	.48	.66	.73	.89	.35	.77	.58	.52
2	\hat{b}	.43	.73	.67	.83	.67	.53	.38	.33
	b	.43	.65	.67	.87	.39	.69	.46	.60
3	\hat{b}	.72	.90	.82	.90	.50	.96	.79	.75
	b	.65	.79	.88	.96	.45	.89	.77	.60
4	\hat{b}	.70	.50	.72	.87	.33	.81	.77	.50
	b	.57	.61	.81	.84	.33	.76	.72	.35
5	\hat{b}	.75	.70	.78	.78	.50	.79	.77	.83
	b	.64	.64	.87	.87	.51	.73	.73	.51
6	\hat{b}	.52	.70	.60	.77	.42	.77	.54	.67
	b	.44	.62	.69	.85	.35	.71	.52	.51
7	\hat{b}	.57	.63	.58	.82	.33	.77	.81	.42
	b	.47	.62	.72	.85	.24	.78	.63	.34
8	\hat{b}	.53	.52	.65	.80	.33	.81	.60	.58
	b	.46	.60	.71	.84	.30	.73	.58	.41
9	\hat{b}	.43	.67	.78	.85	.33	.85	.73	.50
	b	.52	.66	.77	.89	.29	.81	.67	.40
10	\hat{b}	.68	.55	.77	.72	.33	.67	.69	.50
	b	.59	.51	.83	.76	.42	.63	.70	.36

Tabla 28. Los datos de cada sujeto se han obtenido a partir de 360 respuestas, excepto los del sujeto 2 que realizó 180 ensayos.

Resultados correspondientes a la sesión experimental realizada en la condición de ruido.

Suj.		+			-		+		+	
		CV	CH		CV	CH	CV	CH	CV	CH
1	\hat{b}	.45	.67	.63	.70	.33	.73	.58	.67	
	b	.43	.57	.67	.81	.30	.68	.53	.41	
2	\hat{b}	.60	.63	.68	.80	.25	.78	.44	.38	
	b	.46	.60	.71	.84	.31	.72	.57	.43	
3	\hat{b}	.75	.93	.78	.98	.42	.94	.77	.92	
	b	.63	.90	.86	.99	.50	.95	.73	.80	
4	\hat{b}	.75	.50	.78	.78	.58	.81	.71	.25	
	b	.62	.55	.86	.80	.40	.69	.76	.35	
5	\hat{b}	.63	.75	.75	.80	.67	.69	.67	.58	
	b	.57	.64	.81	.87	.51	.69	.62	.59	
6	\hat{b}	.48	.35	.70	.78	.63	.81	.59	.50	
	b	.49	.52	.74	.77	.36	.63	.59	.39	
7	\hat{b}	.75	.73	.73	.88	.25	.79	.83	.17	
	b	.59	.67	.83	.89	.21	.85	.79	.26	
8	\hat{b}	.65	.43	.57	.83	.50	.58	.58	.33	
	b	.47	.51	.72	.76	.38	.59	.55	.41	
9	\hat{b}	.70	.68	.85	.93	.25	.92	.73	.33	
	b	.62	.73	.85	.92	.28	.88	.79	.36	
10	\hat{b}	.75	.60	.72	.85	.33	.75	.71	.42	
	b	.57	.61	.82	.85	.36	.75	.71	.39	

Tabla 29. Los datos de cada sujeto se han obtenido a partir de 360 respuestas, excepto los de los sujetos 2 y 6, que realizaron 240 ensayos.

Hemos expuesto en las tres tablas anteriores las proporciones de reconocimiento observadas y las predichas por el MADC. Comparando la tabla 27 con las tablas 10 y 19, podemos apreciar que el ajuste es notablemente superior. Sin embargo, el estadístico W , de distribución χ^2_5 , da resultados significativos, en parte atribuibles a su tendencia a aumentar a medida que lo hace el número de observaciones (más de 1320 por sujeto en la tabla 27).

En efecto, la tabla de los valores de W y su nivel de significación es la siguiente:

Sujeto	Valor de W
1	31'09 ***
2	49'58 ***
3	12'99 *
4	82'48 ***
5	31'61 ***
6	27'91 ***
7	44'10 ***
8	62'31 ***
9	12'97 *
10	57'13 ***

Tabla 30. Valores de W en las sesiones de entrenamiento (véase la tabla 27).

El mejor ajuste del nuevo modelo se manifiesta en las sesiones experimentales (con 360 observaciones por sujeto). Tanto en la sesión realizada en silencio, como

en la realizada en ruido, hemos obtenido resultados no significativos (tabla 31)

Sujeto	Silencio	Ruido
1	9'70	10'47
2	6'42	7'23
3	15'64 ^{**}	9'93
4	13'39 [*]	13'68 [*]
5	18'19 ^{**}	10'08
6	11'50 [*]	12'67 [*]
7	16'10 ^{**}	14'24 [*]
8	8'11	19'20 ^{**}
9	4'49	4'30
10	6'73	11'88 [*]

Tabla 31. Valores de W en las sesiones experimentales 8 y 9 (véase las tablas 28 y 29). * y ** indican resultado significativo al 5 y al 1%.

Encontramos, por lo tanto, que en tres sujetos podemos aceptar el MADC en ambas condiciones. En estos sujetos disponemos de una medida de la capacidad, de la visibilidad y de la porción de capacidad asignada al componente de menor probabilidad de blanco. En la tabla 32 presentamos estos valores.

Suj.	silencio				ruido			
	K	g	v(1)	g/K	K	g	v(1)	g/K
1	3'49	1'16	.37	.33	2'79	0'88	.40	.32
2	3'19	1'41	.35	.44	3'05	0'94	.40	.31
9	3'63	0'85	.40	.23	4'49	0'77	.43	.17

Tabla 32. Resultados de los tres sujetos en los que el MADC se ajusta.

Tres sujetos son muy pocos sujetos y no vamos a poder establecer nada definitivo. No obstante, parece apropiado un breve comentario.

No podemos decir mucho sobre los efectos en la capacidad. En dos sujetos es menor en la condición de ruido, mientras en el otro lo es en la condición de silencio.

Hay cierta evidencia a favor de posibles efectos del ruido en la distribución de la capacidad: Los tres sujetos muestran una menor proporción de capacidad asignada al componente de menor probabilidad de señal en la condición de ruido. A este suceso le corresponde en el test del signo (Siegel, 1956) una probabilidad de 0'125.

Si hubiésemos fijado el nivel de significación en el 1%, hubiésemos obtenido ajuste al MADC en seis sujetos, cinco de los cuales presentan la tendencia a disminuir el cociente g/k en la condición de ruido. Suceso al que le corresponde una probabilidad de 0'109 en el test del signo.

El comportamiento de $v(1)$, en cierta manera, nos ha sorprendido. Como podemos ver en la tabla 32, en la condición de ruido aumenta el valor de $v(1)$ en relación a la condición de silencio en los tres sujetos. Pero además, en la tabla que resulta de descender el nivel

de significación al 1%, pudimos constatar que:

a) Cinco sujetos de los seis alcanzaron un valor de $v(1)$, en la condición de silencio, inferior a 0'5. Pues bien, en los cinco casos, $v(1)$ aumentó en la condición de ruido.

b) El sujeto restante, que obtuvo en la condición de silencio un valor mayor de 0'5, disminuyó el valor de $v(1)$ en la condición de ruido.

En conclusión, dado que $v(1)+v(2) = 1$, hemos obtenido una cierta evidencia de que en la condición de ruido hay una disminución de la diferencia $v(1)-v(2)$, tomada en valor absoluto.

Unas palabras respecto a los resultados de la sesión 10, realizada, como se recordará, con la tarea 2 (véase 7.2.4). Los valores del estadístico W se exponen en la tabla 33.

Sujeto	Valor de W
1	33'70 ***
2	16'36 **
3	20'98 ***
4	33'93 ***
5	56'27 ***
6	19'83 **
7	25'57 ***
8	29'28 ***
9	15'11 **
10	21'35 ***

Tabla 33. Valores de W en sesión 10.

Los valores de W en la tabla 33 se han obtenido a partir del mismo número de respuestas y con las mismas instrucciones que los expuestos en la tabla 31, columna silencio. Resulta evidente que los datos recogidos en la sesión 10 con la tarea 2 se ajustan peor al MADC que los obtenidos, bajo la misma condición acústica, en la tarea 1.

7.5 Discusión

Nos vamos a referir, en primer lugar, a los efectos del ruido en la atención. Hemos visto que el MADC se ajusta, en la condición de ruido y en la de silencio, en tres sujetos de los diez que componen la muestra. La tendencia de nuestros resultados (son pocos sujetos para establecer nada definitivo) se puede resumir en:

- En cuanto a los cambios en la capacidad, no se ha observado regularidad entre los tres sujetos.
- En la condición de ruido, los tres sujetos disminuyen la proporción de capacidad que asignan al componente con menor probabilidad de blanco.

Por lo tanto, nuestros datos van en la línea sugerida por Hockey (1970a; 1970b) de que en la condición

de ruido intenso el sujeto modifica la distribución de su atención en el sentido de dedicar menos al componente con menos probabilidad de blanco, y más atención al de mayor probabilidad.

Desde el punto de vista de Boggs y Simon (1968), hubiésemos debido obtener una menor capacidad en la condición de ruido que en la de silencio. Nuestros datos no muestran de forma uniforme esta tendencia.

La misma o más evidencia de la comentada sobre los cambios en la distribución se tiene sobre posibles efectos del ruido en la visibilidad $v(j)$. Reconociendo que el resultado no se esperaba, haremos algunas consideraciones.

El parámetro $v(j)$ se ha introducido para incorporar al modelo las facilitaciones e interferencias estructurales, atribuibles al sujeto o al suministrador de estímulos. En la medida en que la evidencia encontrada (en la condición de ruido hay un mayor acercamiento entre $v(1)$ y $v(2)$ que en la de silencio) se afiance en posteriores trabajos, tendremos que admitir que $v(j)$ mide, de hecho, facilitaciones o interferencias también no estructurales.

En segundo lugar, discutiremos algunas deficiencias del MADC. Es evidente que el MADC se ajusta mejor a los datos que el MABO. Ahora bien, presenta, a nues

tro juicio, serias deficiencias, que requieren más investigación. Algunas de ellas son las siguientes:

a) No conocemos con exactitud si los tres parámetros reflejan, de hecho, lo que pretenden medir. Con vendría realizar un nuevo experimento introduciendo variables independientes que, en principio, afecten a la capacidad, a la visibilidad y a la distribución de la capacidad, para ver si los parámetros del MADC se comportan adecuadamente.

b) Convendría que el MADC incorporase los cambios en el aprendizaje. Si aplicamos el modelo a dos sesiones cualesquiera consecutivas, concluiremos, supuesto el ajuste al MADC en ambas sesiones, que la capacidad en la sesión posterior es mayor que la de la sesión precedente. Sin embargo, lo que probablemente ocurrió fué una mayor eficiencia del sujeto a consecuencia de un mayor aprendizaje de la situación.

c) Por último, el modelo debiera incorporar la posibilidad de variar sus pronósticos en función de las características de la tarea que la hacen más o menos sensible a la asignación de capacidad.

En último lugar, comentaremos la relación entre atención y características de la tarea. No parece que la atención dedicada a un componente produzca, independientemente de las características de la tarea,

un mismo beneficio. Nuestros sujetos, con las mismas instrucciones que con la tarea 1 (véase 7.2.4), no se han ajustado al MADC en la tarea 2 (similar a la de los experimentos I y II) y sí lo han hecho, si bien no todos, en la tarea 1. El punto es importante porque es, en cierto modo, contrario a lo que por propia experiencia podemos esperar. Tenemos la idea de que estar pendientes de lo que ocurre en una cierta zona del espacio nos debe llevar a un mejor rendimiento en esa zona que en las no favorecidas por nuestra atención. Pues bien, los resultados de los experimentos I y II (con la salvedad de que no tenemos certeza de que hubiese distribución de la atención) y los de la tarea 2 del experimento III (donde debió existir división de la atención, a la vista de los resultados en las sesiones precedentes a la 9) muestran que asignar atención a una posición cuando no hay distractores apenas modifica el porcentaje de reconocimiento. Hemos visto que tanto los efectos del ruido en la atención, como el MADC reclaman más investigación. También requiere más investigación la solución a si es o no correcta nuestra interpretación, ~~exposta~~ una líneas más arriba.

2000

Capítulo VIII

Conclusión

Con cierta frecuencia se infieren efectos del ruido en la atención directamente del rendimiento observado: Cuanto mayor es el rendimiento observado, se infiere que mayor ha sido la atención. Ahora bien, el rendimiento observado, depende, desde el punto de vista de las teorías de la capacidad, simultáneamente de la capacidad del sujeto y de la particular distribución que de ella realice. Un procedimiento para llegar a medir la capacidad y cómo es distribuida consiste en la aplicación de un modelo matemático.

Nuestro objetivo ha sido poner a prueba los efectos del ruido en la atención mediante un modelo matemático apropiado, dado que se han sugerido efectos, inferidos desde el rendimiento observado, tanto en la capacidad como en su distribución.

El modelo elegido ha sido el propuesto por Shaw y Shaw (1977). Sin embargo, el ajuste del modelo a los datos, que es un requisito previo a su aplicación como instrumento para la medida de los efectos del ruido, fué insatisfactorio en todos los sujetos de los ex-

perimentos I y II. Por ello, modificamos el modelo y la tarea.

Hemos modificado el modelo principalmente:

- a) Introduciendo un nuevo parámetro para aislar la contribución al rendimiento de facilitaciones o interferencias estructurales.
- b) Imponiendo supuestos menos restrictivos a la función que reparte la capacidad.

Hemos modificado la tarea, persiguiendo que sea sensible a la capacidad dedicada.

Pues bien, en un tercer experimento hemos obtenido que el nuevo modelo puede ser aplicado en tres de los diez sujetos de la muestra. Los resultados de estos sujetos sugieren que:

- a) En la condición de ruido, es sistemáticamente menor que en la condición de silencio la proporción de capacidad asignada al componente de la tarea con una menor probabilidad de señal.
- b) No hay patrón uniforme en cuanto a los cambios en la capacidad.
- c) Las visibilidades de los componentes de la tarea alcanzan, en la condición de ruido, valores más próximos entre sí, que en la condición de silencio. Es decir, la diferencia entre la visibilidad de los componentes es menor, no

considerando el signo, en la condición de ruido.

En cuanto al nuevo modelo, es patente su mejor ajuste a los datos. Necesita, no obstante, la incorporación de otras variables, que le proporcionen mayor generalidad, y un estudio del comportamiento de los parámetros en situaciones cuyos efectos psicológicos sean conocidos.

Si modificamos la tarea del experimento III, haciéndola similar a la de los experimentos anteriores, nos encontramos con que los datos no se ajustan al nuevo modelo. El resultado es interpretado en el sentido de que hay tareas muy poco sensibles a la atención asignada. Sensibilidad que depende, a nuestro juicio, de la presencia o ausencia de distractores; es decir, de que la señal aparezca o no acompañada de otra información visual.

Por último, en los dos primeros experimentos, en los que se ha puesto a prueba los efectos del ruido en el rendimiento (al no poder hacerlo sobre la atención), hemos obtenido una interacción entre nivel de ruido y su orden de aplicación, resultado que confirma los postefectos de Jerison (1959; experimento II). Ningún efecto principal del nivel de ruido fué significativo.

2216

Apéndices

Apéndice 1: Demostración del teorema 2.

Consideremos un sensor con ley de rango definido (es decir, un sensor que detecta el blanco con probabilidad 1 si queda dentro de su amplitud de barrido, w , y con probabilidad cero si queda fuera), que recorre la celdilla $j \in P$, de superficie A .

Supuestos:

S1 La distribución del blanco en j es uniforme

S2 La trayectoria del sensor es aleatoria, de manera que está distribuida uniformemente en j y no depende de la trayectoria que lleva (es decir, la probabilidad de que una zona sea barrida no depende de la zona contigua previamente barrida).

S3 El sensor no barre fuera de j .

Sea $g(h)$ la probabilidad de detectar el blanco en un pequeño incremento h de trayectoria del sensor, supuesto que el blanco no ha sido detectado anteriormente. Al recorrer el sensor la trayectoria h , el área barrida es wh y, por S1 y S2, $g(h) = wh/A$.

Sea $b(z)$ la probabilidad de que el blanco sea detectado tras haber recorrido el sensor una trayectoria de longitud z , entonces,

$$\begin{aligned} b(z+h) &= P(\text{detección en } z) + P(\text{no detec. en } z \wedge \text{det. en } h) \\ &= b(z) + (1-b(z))wh/A. \end{aligned}$$

Luego, $(b(z+h) - b(z))/h = (1-b(z))w/A$,

Tomando límites,

$$\lim_{h \rightarrow 0} (1-b(z))w/A = (1-b(z))w/A = b'(z).$$

La solución general de la anterior ecuación diferencial es $b(z) = 1 + ke^{-zw/A}$

Si imponemos que $b(z) = 0$, hallamos $k = -1$

$$\text{Por lo tanto, } b(z) = 1 - e^{-zw/A}.$$

Nótese que el exponente es el área barrida en j , que puede ser entendida como una medida particular de la capacidad dispensada por el sensor a la celdilla j . Si nos referimos a la capacidad asignada, en general, a j , la fórmula anterior quedaría $1 - e^{-f(j)}$.

En la demostración se ha seguido a Stone (1975).

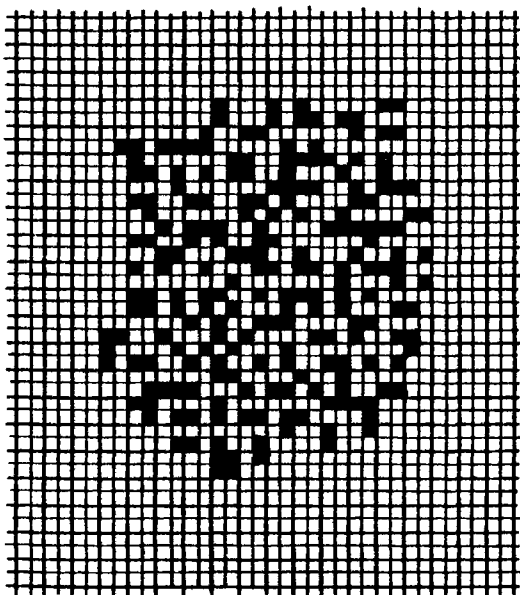
Anéndice 2 . Estímulos de la serie Uniforme (Exp.I)

<u>Est.</u>	<u>Le.</u>	<u>Po.</u>	<u>Est.</u>	<u>Le.</u>	<u>Po.</u>	<u>Est.</u>	<u>Le.</u>	<u>Po.</u>
1	V	7	41	V	7	81	E	3
2	V	7	42	T	4	82	T	7
3	T	7	43	V	8	83	T	8
4	E	4	44	E	7	84	E	1
5	T	8	45	E	2	85	V	3
6	V	7	46	E	1	86	E	8
7	T	7	47	E	8	87	T	2
8	T	3	48	V	3	88	T	5
9	V	6	49	T	6	89	E	1
10	E	2	50	E	7	90	T	2
11	T	8	51	V	3	91	V	2
12	E	3	52	T	1	92	V	1
13	V	1	53	E	7	93	V	2
14	E	2	54	T	4	94	T	1
15	E	4	55	E	8	95	E	6
16	V	6	56	V	3	96	E	1
17	T	6	57	T	1	97	T	4
18	V	4	58	T	1	98	V	8
19	E	5	59	V	1	99	T	5
20	V	6	60	E	2	100	E	5
21	E	6	61	E	8	101	T	6
22	E	4	62	V	2	102	E	7
23	T	7	63	V	2	103	E	4
24	T	3	64	E	8	104	E	4
25	T	8	65	T	5	105	E	3
26	E	3	66	E	5	106	V	1
27	V	5	67	T	2	107	T	5
28	T	3	68	V	5	108	E	6
29	V	4	69	E	7	109	T	2
30	V	4	70	V	2	110	E	5
31	V	5	71	V	8	111	T	6
32	V	3	72	E	3	112	V	8
33	T	4	73	V	4	113	E	6
34	V	6	74	V	6	114	T	8
35	E	6	75	V	8	115	T	5
36	V	5	76	T	2	116	T	7
37	T	3	77	E	5	117	T	3
38	E	1	78	V	5	118	T	6
39	T	1	79	T	4	119	V	1
40	V	7	80	E	2	120	V	4

Apéndice 3. Estímulos de las series no uniformes
(Exp. I)

Est.	Le.	Posición				Est.	Le.	Posición			
		N U <u>1</u>	N U <u>2</u>	N U <u>3</u>	N U <u>4</u>			N U <u>1</u>	N U <u>2</u>	N U <u>3</u>	N U <u>4</u>
1	T	5	6	7	8	31	V	3	4	5	6
2	E	1	2	3	4	32	T	7	8	1	2
3	E	5	6	7	8	33	T	1	2	3	4
4	V	7	8	1	2	34	V	6	7	8	1
5	V	1	2	3	4	35	E	1	2	3	4
6	E	5	6	7	8	36	V	4	5	6	7
7	E	1	2	3	4	37	T	5	6	7	8
8	T	5	6	7	8	38	V	8	1	2	3
9	T	6	7	8	1	39	T	4	5	6	7
10	T	6	7	8	1	40	E	6	7	8	1
11	E	5	6	7	8	41	V	5	6	7	8
12	E	8	1	2	3	42	V	1	2	3	4
13	E	3	4	5	6	43	E	5	6	7	8
14	E	6	7	8	1	44	V	1	2	3	4
15	T	2	3	4	5	45	V	4	5	6	7
16	T	5	6	7	8	46	T	3	4	5	6
17	T	8	1	2	3	47	E	7	8	1	2
18	V	5	6	7	8	48	T	5	6	7	8
19	V	2	3	4	5	49	E	8	1	2	3
20	V	6	7	8	1	50	T	1	2	3	4
21	T	2	3	4	5	51	E	2	3	4	5
22	V	1	2	3	4	52	V	5	6	7	8
23	V	5	6	7	8	53	V	2	3	4	5
24	V	5	6	7	8	54	V	1	2	3	4
25	E	2	3	4	5	55	T	4	5	6	7
26	E	1	2	3	4	56	T	1	2	3	4
27	T	1	2	3	4	57	T	1	2	3	4
28	T	8	1	2	3	58	E	5	6	7	8
29	V	8	1	2	3	59	E	1	2	3	4
30	E	4	5	6	7	60	E	4	5	6	7

Apéndice 4: Máscara o ruido visual del experimento I



Apéndice 5: Bondad de ajuste

Las respuestas dadas en los 360 ensayos realizados, en la serie no uniforme, por nuestro sujeto 1, se presentan en la siguiente tabla de contingencia:

	posición del blanco								Tot.
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Aciertos	68	28	15	24	39	27	13	15	239
Errores	22	8	3	12	51	9	5	11	121
Tot.	90	36	18	36	90	36	18	36	360

Si este sujeto hubiese repartido óptimamente su capacidad, la tabla hubiese debido ser la siguiente:

	Posición del blanco							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Aciertos	74'88	20'88	2'88	20'88	74'28	20'88	2'88	20'88
Errores	15'12	15'12	15'12	15'12	15'12	15'12	15'12	15'12

El problema que debemos resolver es el de si se puede o no aceptar que el sujeto 1 haya repartido de forma óptima su capacidad. En otras palabras, se trata de asignar la probabilidad correspondiente a un estadístico que mida el ajuste entre las frecuencias observadas (tabla superior) y las esperadas (tabla inferior).

Obtención del estadístico y distribución muestral.

Definamos en cada sujeto las 360 variables aleatorias siguientes:

$$E_i \begin{cases} 1 & \text{si el sujeto acertó en el ensayo "i"} \\ 0 & \text{si no acertó en el ensayo "i"} \end{cases}$$

$i: 1, 2, \dots, 360.$

¿Son independientes las 360 variables definidas?

No se pueden suponer, a priori, independientes, pues son medidas en un mismo sujeto y razonablemente el resultado de un ensayo puede depender de los ensayos anteriores. Kazdin (1976) ha sugerido que la dependencia entre los ensayos sucesivos puede medirse, a posteriori, mediante la autocorrelación. La dependencia se hará ver en fuertes correlaciones cuando los retardos sean cortos y menores correlaciones a medida que aumentan los retardos.

De acuerdo con lo dicho, hemos tomado los datos de una sesión, elegida al azar, en cada sujeto y analizado cada bloque de 30 ensayos por separado, mediante el programa 1, llamado Autocorrelación. Es un programa Basic, que obtiene --para cada sujeto, bloque, sesión, y retardo, R, (R: 1, 2, 3, 4 y 5)-- una tabla de 2×2 y mide la independencia entre E_i y E_{i+R} mediante el estadístico W, de distribución χ^2_1 .

En particular, para analizar los datos de un bloque, con retardo 1, el programa formaría con los 29 pares de observaciones $(E_1, E_2), (E_2, E_3), \dots, (E_{29}, E_{30})$ consecutivas la siguiente tabla:

		E_{i+1}		
		0	1	
E_i	1			
	0			29.

De fijar otro retardo, se procedería de forma análoga, obteniéndose los 30-R pares de observaciones $(E_1, E_{1+R}), (E_2, E_{2+R}), \dots, (E_{30-R}, E_{30})$, y, a partir de ellos, la siguiente tabla:

		E_{i+R}		
		0	1	
E_i	1			
	0			30-R.

Los resultados obtenidos han sido:

Suj.	bloque 1	bloque 2	bloque 3	bloque 4	sesión
1	2				2, 5
2				1	
3	1, 4, 5				3
4	5				
5					
6	2				2
7	2			1	5
8					
9	2				2
10		1			
11					

En la tabla anterior, cada valor indica el retardo, si lo hubo, al que correspondió una W mayor de 3'84; es decir, al que correspondió rechazo de la independencia.

En resumen, dado que

a) En seis sujetos no se ha obtenido resultado significativo alguno en el análisis de la sesión. En los restantes sujetos, a pesar de haber obtenido resultados significativos, no aparece el patrón, anteriormente comentado, que permita suponer la dependencia.

b) Nótese que se han realizado en cada sujeto 25 contrastes estadísticos; algunos de los resultados significativos pueden deberse al incremento sufrido por el nivel de confianza.

Concluiremos que las variables aleatorias E_1, E_2, \dots, E_{360} , se pueden suponer independientes.

Supongamos que los parámetros de las 360 variables aleatorias definidas se relacionan con las 8 posiciones, en las que el blanco puede aparecer, de la siguiente forma:

En los 90 ensayos en los que la letra aparece en la posición 1, las correspondientes 90 variables tienen igual parámetro. Llamemos a ese parámetro común, p_1 , y definamos la nueva variable aleatoria X_1 como la suma de esas 90 variables aleatorias.

Procediendo de forma análoga con las 36 varia-

bles en las que la letra aparece en la posición 2, podremos definir X_2 .

En conclusión, podremos definir, de acuerdo con las ocho posiciones, las nuevas variables X_1, X_2, \dots, X_8 . Ahora bien, X_i al ser la suma de n_i variables de Bernouilli e independientes es una binomial de parámetros n_i y p_i . $i: 1, 2, \dots, 8$

Ahora bien, dado que cada una de las E_i ($i: 1, 2, \dots, 360$) forma parte de una, y sólo una, X_i ($i: 1, 2, \dots, 8$), podremos admitir que las variables X_1, \dots, X_8 son independientes.

En consecuencia,

$$\begin{aligned} P(X_1=x_1, X_2=x_2, \dots, X_8=x_8) &= f(x_1, x_2, \dots, x_8) \\ &= b(x_1; n_1, p_1) b(x_2; n_2, p_2) \dots b(x_8; n_8, p_8) \\ &= \prod_{i=1}^8 b(x_i; n_i, p_i). \end{aligned}$$

Entonces, según lo dicho, nuestro problema se reduce a la realización del siguiente contraste:

$$H_0: p_1 = p_{10}; p_2 = p_{20}; \dots p_8 = p_{80}$$

Donde p_1, p_2, \dots, p_8 son parámetros de las binomiales X_1, X_2, \dots, X_8 , respectivamente.

Se propone el siguiente estadístico de contraste:

$$W = \sum_i \sum_j \frac{(X_{ij} - n_i p_{i0})^2}{n_i p_{i0}}$$

Siendo $X_{i1} = X_i$ y $X_{i2} = n_i - X_{i1}$

El estadístico W se convierte en el estadístico habitual (véase Amón, 1980) para contrastar

$H_0: p = p_0$ frente a $H_1: p \neq p_0$
cuando estamos ante una sola variable binomial; cuando el subíndice "i" toma un único valor.

Si definimos la variable aleatoria V ,

$$V = \sum_i \sum_j \frac{(X_{ij} - n_i p_{i0})^2}{n_i p_{i0}}$$

tenemos que,

$$P(V=v) = g(v) \begin{cases} \sum_{x_1=0}^{n_1} \sum_{x_2=0}^{n_2} \dots \sum_{x_g=0}^{n_g} f(x_1, x_2, \dots, x_g) & \text{cuando } \sum_i \sum_j ((x_{ij} - n_i p_{i0})^2 / n_i p_{i0}) = v \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

En consecuencia,

$$g(w) \begin{cases} \sum_{x_1=0}^{n_1} \dots \sum_{x_g=0}^{n_g} \left(\prod_{i=1}^g b(x_i; n_i, p_{i0}) \right); & \text{cuando } \sum_i \sum_j ((x_{ij} - n_i p_{i0})^2 / n_i p_{i0}) = v. \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

Pues $g(w) = g(v | H_0)$.

Disponemos, por lo tanto, de un estadístico de contraste del que conocemos su distribución. Para realizar los contrastes podemos proceder de dos formas:

a) Mediante la distribución exacta. En efecto, podemos generar en el ordenador las $(n_1+1)(n_2+1) \dots (n_g+1)$ tablas posibles, hallar en cada una el valor de W y su probabilidad y completar, de este modo, la función de probabilidad de W . El procedimiento ha sido implementado en el Apple II, mediante el programa 2, llamado Distribución exacta. Este procedimiento tiene algunas ventajas: Su exactitud; facilita la obtención de la potencia si se dispone de una H_1 simple. Pero tiene un grave inconveniente: Es excesivamente caro en tiempo de ordenador.

b) Mediante la distribución aproximada. Fleiss (1973) sugiere que la distribución de W puede ser aproximada mediante la distribución χ^2 , en nuestro caso, de parámetro 7. Será el procedimiento a utilizar por nosotros.

87.11

Programas

Programa 1

```

LIST:REM          *** AUTOCORRELACION ***
100 DIM X(30),G(10,10,10),EE(10,10,10),E(5,5)
120 PRINT
140 PR# 0
150 INPUT "NOMBRE , BLOQUE, SESION "INT)
170 PR# 5
180 PRINT "LOS DATOS CORRESPONDEN A "
200 FOR I = 1 TO 30
300 READ X(I)
400 NEXT I
500 RM = 5
600 RE = RE + 1
700 FOR I = 1 TO 30 - RE
800 E1 = X(I)
900 E2 = X(I + RE)
1000 K(E1,E2) = K(E1,E2) + 1
1100 NEXT I
1200 E(0,0) = (K(0,0) + K(0,1)) * (K(0,0)
1300 E(0,1) = (K(0,0) + K(0,1)) * (K(0,1)
1400 E(1,0) = (K(0,0) + K(1,0)) * (K(1,0)
1500 E(1,1) = (K(1,0) + K(1,1)) * (K(0,1)
1600 FOR I = 0 TO 1
1700 FOR J = 0 TO 1
1800 CH = CH + (K(I,J) - E(I,J)) ^ 2
1920 NEXT J
1950 NEXT I
2000 FOR I = 0 TO 1
2100 PRINT K(I,0) " " K(I,1) " " K
2300 NEXT I
2350 PRINT K(0,0) + K(1,0) " " K(0,1) +
2400 PRINT "VALOR DE JI CUADRADO "CH"
2500 IF RE > RM THEN GOTO 4000
2600 FOR I = 0 TO 1
2700 FOR J = 0 TO 1
2800 G(I,J,RE) = G(I,J,RE) + K(I,J):K
2900 NEXT J
3000 NEXT I
3050 CH = 0
3100 GOTO 600
4000 IF B < 4 THEN CH = 0:K(0,0) = 0:K(0,1) = 0
0: GOTO 120
4050 CH = 0
4100 PRINT "RESULTADOS DE LA SESION "
4200 FOR RE = 1 TO RM
4300 FOR I = 0 TO 1
4400 PRINT G(I,0,RE) " " G(I,1,RE) " " G(I,0,RE) + G(I,
4425 NEXT I
4450 PRINT G(0,0,RE) + G(1,0,RE) " " G(0,1,RE) + G(1,1,RE) "
(30 - RE)
4600 EE(0,0,RE) = (G(0,0,RE) + G(0,1,RE)) * (G(0,0,RE) + G(1,0,RE)) / (4 *
(30 - RE))
4700 EE(0,1,RE) = (G(0,0,RE) + G(0,1,RE)) * (G(0,1,RE) + G(1,1,RE)) / (4 *
(30 - RE))
4800 EE(1,0,RE) = (G(0,0,RE) + G(1,0,RE)) * (G(1,0,RE) + G(1,1,RE)) / (4 *
(30 - RE))
4900 EE(1,1,RE) = (G(0,1,RE) + G(1,1,RE)) * (G(1,0,RE) + G(1,1,RE)) / (
(30 - RE))

```

```
5000 FOR I = 0 TO I
5100 FOR J = 0 TO 1
5200 CH = CH + (G(I,J,RE) - EE(I,J,RE)) * 2 / EE(I,J,RE)
5300 NEXT J
5400 NEXT I
5500 PRINT "VALOR GLOBAL CH OBTENIDO CON RETARDO RE"
5600 CH = 0
5700 NEXT RE
5800 FOR I = 0
5900 END
```

```

ILIST:REM          *** DISTRIBUCION EXACTA ***
5 DIM X(10,10),B(10,10),HK(10,10),XE(10,10),P1(20),P2(20)
100 FOR I = 1 TO 18: READ J2(I),PT(I): NEXT
150 READ A$
200 FOR I = 1 TO 3: READ MK(I): NEXT
400 READ T
500 FOR I = 1 TO 3
600 READ B(1,I),HK(1,I),XE(1,I)
650 B(2,I) = MK(I) - B(1,I):HK(2,I) = MK(I) - HK(1,I):XE(2,
700 NEXT
720 U1 = 0:U2 = 0:NI = 0:N = 0:BT = 0:BB = 0:HT = 0:BH = 0
1 = 0:H2 = 0
740 FOR I = 1 TO 18:P1(I) = 0:P2(I) = 0: NEXT
800 FOR J = 1 TO 3
900 FOR I = 1 TO 2
925 U1 = U1 + (XE(I,J) - B(I,J)) ^ 2 / B(I,J)
950 U2 = U2 + (XE(I,J) - HK(I,J)) ^ 2 / HK(I,J)
975 NEXT I,J
990 K = T - HK(2) - HK(3)
1000 FOR I1 = K TO HK(1)
1100 FOR I2 = 0 TO HK(2)
1300 FOR I3 = 0 TO HK(3)
1790 NI = NI + 1
1800 IF I1 + I2 + I3 = T THEN GOTO 1900
1850 NEXT I3,I2,I1
1870 GOTO 10000
1900 X(1,1) = I1:X(1,2) = I2:X(1,3) = I3
2000 FOR I = 1 TO 3
2050 X(2,I) = MK(I) - X(1,I)
2100 NEXT
2150 BB = 1:BH = 1
2200 FOR I = 1 TO 3
2300 FOR J = 1 TO 2
2400 W1 = W1 + (X(J,I) - B(J,I)) ^ 2 / B(J,I)
2500 W2 = W2 + (X(J,I) - HK(J,I)) ^ 2 / HK(J,I)
2550 NEXT J
2700 IF X(1,1) > = X(2,1) THEN DE = X(1,1)
2800 IF X(1,1) < X(2,1) THEN DE = X(2,1)
2850 NC = 10 ^ - 20
2900 IF DE = 0 GOTO 3400
3000 FOR L = 0 TO DE - 1
3100 NC = NC * (MK(I) - L) / (DE - L)
3200 NEXT L
3400 BB(I) = NC * (B(1,I) / MK(I)) ^ X(1,I) * (B(2,I) / MK(I)) ^ X(2,I)
3450 BB(I) = BB(I) * 10 ^ 20
3500 BH(I) = NC * (HK(1,I) / MK(I)) ^ X(1,I) * (HK(2,I) / MK(I)) ^ X(2,I)
3550 BH(I) = BH(I) * 10 ^ 20
3600 BB = BB * BB(I)
3700 BH = BH * BH(I)
3800 NEXT I
4000 BT = BT + BB
4100 HT = HT + BH
4200 IF W1 > = U1 THEN B1 = B1 + BB
4225 IF W1 > = U2 THEN B2 = B2 + BB
4250 IF W2 > = U2 THEN H2 = H2 + BH
4275 IF W2 > = U1 THEN H1 = H1 + BH
4300 FOR I = 1 TO 18

```

```

4400 IF H1 < J2(I) THEN P1(I) = P1(I) + BB
4500 IF H2 < J2(I) THEN P2(I) = P2(I) + BH
4600 NEXT
5000 H1 = 0: H2 = 0
7000 N = N + 1
8000 GOTO 1850
10000 HOME
10050 PRINT "  LOS DATOS CORRESPONDEN A "A$
10100 PRINT "SON POSIBLES "N" TABLAS, SIENDO LOS ACIERTOS "T
10200 PRINT
10300 PRINT "  2-2 TABLAS (A-H) (I-H)"
10400 FOR I = 1 TO 18
10500 PRINT J2(I) "  BT = "P1(I) "  HT = "P2(I)
10600 NEXT
10700 PRINT
10800 PRINT "  PRIMER ACIERTO = "B1 "  BT
10900 PRINT "  PRIMER ACIERTO = "H1 "  VALOR DE BT = "BT
10950 PRINT "  PRIMER ACIERTO = "H2 "  HT
10910 PRINT "  PRIMER ACIERTO = "B2 "  VALOR DE HT = "HT
10950 PRINT
11000 END

```

```

1 READA5$,A6$,B(1),B(2),B(3),P(1),P(2),P(3),P(4),B$(1),B$(2),B$(3) ,P3$,B
2 DATA SI,NO,5,20,22,33227,33268,33307,33266,E, T,V,P1,20
3 INPUT"3 SABES LAS INSTRUCCIONES";A7$
4 IFA5$=A7$ THEN GOTO28
5 PRINT"3INSTRUCCIONES"
7 PRINT" UN ENSAYO COMIENZA CON LA APARICION DEL SIGNO + EN LA PANTALLA."
8 PRINT" CUANDO APAREZCA EL SIGNO +" FOCALIZALO LO MEJOR QUE PUEDES."
9 PRINT" CUANDO ESTES PREPARADO, PUEDES PRESEN-TARTE EL ESTIMULO PULSANDO EL"
10 PRINT"TABULADOR SIN DEJAR DE FOCALIZAR""2 EL SIG-NO +. AL 1/2 SEGUNDO DE"
11 PRINT"PULSAR EL TABULADOR, APARECERA UNA LETRA( LA E, LA T O LA V),EN LAS"
12 PRINT"PROXIMIDADES AL SIGNO +, LETRA QUE DEBESRECONOCER."
13 PRINT" SI LAS INSTRUCCIONES DADAS ESTAN CLARAS, PULSA RETURN "
14 GETA9$
15 IFA9$=""GOTO14
16 PRINT"3CUANDO APAREZCA-----LETRA, CONFIANZA?"
17 PRINT"DEBES ESCRIBIR : "
18 PRINT"LA LETRA QUE HAYAS VISTO,UNA COMA,Y LA CONFIANZA QUE TIENES EN QUE "
19 PRINT"LA LETRA QUE HAS ESCRITO ES LA LETRA PRESENTADA."
20 PRINT"EXPRESA TU CONFIANZA CON LOS VALORES 0, 1,2,3,4;"
21 PRINT"SIENDO 0 CONFIANZA NULA, Y 4 CONFIANZA ABSOLUTA. HECHO ESTO,"
22 PRINT"A CONTINUACION PULSA RETURN Y RECIBIRASFEEDBACK"
23 PRINT" SI LAS INSTRUCCIONES ESTAN CLARAS, PULSA ELTABULADOR;"
24 PRINT" SI NO, PIDE ACLARACIONES"
25 WAIT 59410,4,4
28 INPUT "CUANTOS ENSAYOS(MULTIPLO DE 60),DISTRIBUCION UNIFORME";NE,DI$
40 DIM M(3,3):DIM A(15):DIME(15):DIM NJ(15):DIM Z(140):DIM BI(140):DIM LA(140)
41 DIM PI(140):DIM LP$(140): DIM LR$(140): DIM CN(140): DIM MA(140)
50 IF DI$=A5$ THEN GOTO58
52 INPUT "P1 O P2";PI$
53 PRINT"3 TE HA CORRESPONDIDO LA DISTRIBUCION NO RECTANGULAR:"
54 IF PI$=P3$ THENPRINT"POSI.: 1 2 3 4":PRINT"PROB.:.4 .1 .4 .1":GOTO 65
55 PRINT"POSICION : 1 2 3 4":PRINT"PROBABILIDAD:.1 .4 .1 .4":GOTO 65
58 PRINT"3 TE HA CORRESPONDIDO LA DISTRIBUCION RECTANGULAR:"
59 PRINT"POSICION : 1 2 3 4":PRINT"PROBABILIDAD :.25 .25 .25 .25"
65 INPUT " B FIJO"; Z$
67 IFZ$=A5$ THEN INPUT"VALOR DE B";BN:GOTO70
68 IFZ$=A6$GOTO70
69 PRINT"RESPUESTA INCORRECTA":GOTO65

```

Programa 3

"Experimento II"

238

```

70 PRINT" CUANDO PULSES EL TABULADOR,EMPEZARA EL PRIMER ENSAYO"
72 PRINT"COMPRUEBA SI EL RUIDO ESTA AL NIVEL CORRECTO, Y"
73 PRINT"!S U E R T E!"
75 T=TI
80 GETA$
85 IF A$=""GOTO80
86 REM ***CONTROL DE B***
87 EZ=0:A=N-6
88 IF A<0 THEN A=0
90 FORIN= A TON
100 EZ=EZ+Z(IN)
110 NEXTIN
120 IFEZ>2THEN B=B+1:GO TO 200
130 IFB>2 THEN B=B-1
200 IF N>19 THEN LA(B)=LA(B)+1:SB=SB+B
300 PRINT"3"
302 N=N+1
310 IFZ$=A5$THEN B4=B:B=BN
420 REM ***OBTENCION DE LA LETRA***
430 A= INT(3*RND(RND(RND(0))))+1).
432 N(A)=N(A)+1
434 IF N(A)>(NE/3)GOTO430
436 IF D1$=A5$ THEN GOTO460
437 REM ***OBTENCION DE LA POSICION***
438 P = INT(10*RND(RND(RND(0))))+1)
442 IF P1$ = P3$ THEN D1=9:D2=5:D3=4:K(1)=.4:K(2)=.1:K(3)=.4:K(4)=.1:GOTO445
444 D1=6:D2=5:D3=1:K(1)=.1:K(2)=.4:K(3)=.1:K(4)=.4
445 IF P>D1 THEN P=4:GOTO450
446 IF P>D2 THEN P=3:GOTO450
447 IF P>D3 THEN P=2:GOTO450
448 P=1:GO TO 450
450 NE(P)=NE(P)+1
452 IF NE(P)/NE>K(P)THEN GOTO438
454 GO TO 465
460 P = INT(4*RND(RND(RND(0))))+1)
462 NE(P)=NE(P)+1
463 IFNE(P)>NE/4 THEN GOTO460
464 REM ***OBTENCION DE LA MASCARA***

```

Programa 3 (continuación)

239

```

465 HJ=INT(12*RND(RND(0))+1)
466 H=134+HJ
467 NJ(HJ)=NJ(HJ)+1
468 IF NJ(HJ)>NE/12 THEN GOTO 465
490 POKE33267,43
500 GETA1$
510 IF A1$=""GOTO500
520 X=TI
530 IF (TI-X)<30 THEN GOTO530
540 REM ***PRESENTACION DE UN ESTIMULO***
550 POKEP(P),B(A)
600 FORI=1 TO B:NEXTI
800 POKEP(P) ,H
810 IFZ$=A5$THENB=B4
850 BI(N)=B
900 X=TI
1000 IF (TI-X)<60THEN GO TO 1000
1100 PRINT"3"
1110 INPUT"LETRA, CONFIANZA";A1$,CO
1115 REM ***VERIFICACION DE RESPUESTAS***
1121 IFA1$=B$(3) GOTO1125
1122 IFA1$=B$(2) GOTO1125
1123 IFA1$=B$(1) GOTO1125
1124 PRINT"LETRA INCORRECTA ":GOTO1110
1125 IFCO=4 GOTO1131
1126 IFCO=3 GOTO1131
1127 IFCO=2 GOTO1131
1128 IFCO=1 GOTO1131
1129 IFCO=0 GOTO1131
1130 PRINT"CONFIANZA INCORRECTA":GOTO1110
1131 FOR L = 1 TO 3
1132 IFB$(L)=A1$ THEN LL=L
1133 NEXTL
1136 M(A,LL)=M(A,LL)+1
1137 PI(N)=P:LP$(N)=B$(A):LR$(N)=A1$:CN(N)=CO:MA(N)= H
1138 REM ***ANALISIS DE RESPUESTAS***
1140 IF A1$=B$(A)THEN PRINT"!ACERTASTE MUCHACHO/A" :A(HJ)=A(HJ)+1 :GOTO1160
1145 Z(N)=1

```

Programa 3 (continuación)

```

1148 CE(CO)= CE(CO)+1
1149 XE=XE+CO
1150 PRINT"!FALLASTE! SE TRATA DE UNA ";B$(A); " Y NO DE UNA ";A!$
1151 X=TI
1152 IFTI-X<90 THEN GOTO1152
1153 E(HJ)=E(HJ)+1
1154 ER(P) =ER(P)+1
1155 ER=ER+1
1156 IFN<NETHEN GO TO 87
1158 GOTO 1250
1160 X=TI:CA(CO)=CA(CO)+1:XA=XA+CO
1161 IFTI-X<60 THEN GOTO1161
1170 AC(P)=AC(P)+1
1180 AC=AC+1
1200 IFN<NE THEN GOTO87
1250 TA=AC/(AC+ER):TE=ER/(AC+ER)
1270 REM ***OUTPUT***
1280 PRINT"3?ESTAS CANSADA/O?"
1290 PRINT"PUEDES DESCANSAR DURANTE CINCO MI- NUTOS"
1291 PRINT"PARA EL RUIDO, PERO NO TE QUITES LOS AURICULARES"
1292 MM=TI
1294 IF (TI-MM)<360 GOTO1294
1300 PRINT "3POSICION:"," 1 "," 2 "," 3 "," 4 "," SUMA"," PROB."
1400 PRINT"ACIERTOS: ";AC(1);AC(2);AC(3);AC(4);" ";AC;INT(1000*TA)/1000
1500 PRINT"ERRORES :";ER(1);ER(2);ER(3);ER(4);" ";ER;INT(1000*TE)/1000
1600 PRINT"MATRIZ DE CONFUSION EN LETRAS"
1700 PRINT" ";B$(1);" ";B$(2);" "; B$(3);" ";SUMA"
1800 FORA=1TO3:PRINTB$(A);M(A,1);M(A,2);M(A,3);" ";M(A,1)+M(A,2)+M(A,3)
1900 NEXTA
1950 PRINT"TIEMPO INVERTIDO ="(TI-T)/3600"MINUTOS"
2000 PRINT"PARA VER ERRORES SEGUN MASCARA, PULSAR EL TABULADOR"
2100 GET AJ$
2150 IFAJ$="" GOTO2100
2160 PRINT"3M ACI ERR"
2200 FOR HJ=1 TO 12 :X=134+HJ :Y=32768+HJ*40
2300 PRINT" " A(HJ);" "E(HJ):POKE Y,X
2400 NEXT HJ
2800 PRINT"PARA VER LAS CONFIANZAS, PULSAR EL TABULADOR"

```

Programa 3 (continuación)

241

```

2850 GETA1$
2860 IF A1$=""GOTO2850
2900 PRINT"3DISTRIBUCION DE CONFIANZAS"
3000 PRINT"CONF ACIERTOS ERRORES"
3100 FOR Q=0 TO 4
3200 PRINTQ,CA(Q),CE(Q)
3300 NEXTQ
3400 IF ER<> 0 THEN PRINT"MEDIAS="XA/AC,XE/ER
3500 PRINT"PARA VER LA DISTRIBUCION DE B, PULSAR ELTABULADOR"
3600 GET AX$
3700 IF AX$="" GOTO 3600
3800 PRINT"3"
3850 FOR B=2 TO 32 STEP 3
3900 PRINT"N("B")="LA(B);"N("B+1")="LA(B+1);"N("B+2")="LA(B+2)
4000 NEXT B
4100 PRINT" LA MEDIA ES "SB/(NE-20)
4200 IF Z$=A5$ THEN PRINT"LA EXPOSICION SE FIJO EN"BN,"ITERACIONES"
4300 PRINT"LOS RESULTADOS DEL BLOQUE APARECERAN CON PULSAR EL TABULADOR"
4320 GET A1$
4340 IF A1$="" GOTO4320
4400 VV=1:TT=10:S=0:GOTO4480
4450 S=S+1: VV=1+10*S:TT=10+10*S
4480 PRINT" EN POS LP LR CONF MASC E EX"
4500 FOR V = VV TO TT:MA(V)=MA(V)-134
4600 PRINTV" "PI(V)" "LP$(V)" "LR$(V)" "CN(V)" "MA(V)" "Z(V)" "BI(V)""
4700 MA(V)=MA(V)+134:NEXTV
4800 IF TT<NE THEN PRINT"PULSE EL TABULADOR": WAIT59410,4,4:GOTO4450
4900 END
READY.

```

Programa 3 (continuación)


```

515 IF AL < 3 / 6 GOTO 505
517 IF AL < 2 / 3 THEN W = 0: IF N3 < M%(BL,2,2) THEN N3
2:S$ = H$: GOTO 533
520 IF AL < 2 / 3 GOTO 505
521 IF AL < 5 / 6 THEN W = 0: IF N4 < M%(BL,3,1,2) + M%(BL
= 3:N4 = N4 + 1: GOTO 534
522 IF AL < 5 / 6 GOTO 505
523 IF N5 < M%(BL,4,1,2) + M%(BL,4,2,2) THEN N5 = N5 +
524 GOTO 505
525 HGR2 : HPLLOT C1,C2 TO C1 + 10,C2: HPLLOT C3,C4 TO C3
530 HGR2 : HPLLOT C3,C4 TO C3,C4 + 10: GOTO 537
533 HGR2 : HPLLOT C1,C2 TO C1 + 10,C2: GOTO 537
534 HGR2 : HPLLOT C1,C2 TO C1 + 10,C2: HPLLOT C3
537
535 HGR2 : HPLLOT C1 + 4,C2 TO C1 + 6,C2: HPLLOT
537
537 H = 5
538 GET AP$
539 IF AP$ = "" GOTO 538
540 FOR U = 1 TO H * 100: NEXT
600 FOR I = 1 TO 16: X%(I) = 193 + INT (25 *
625 GOTO 700: REM QUITAR SO SE QUIERE TARE SOL
650 FOR I = 1 TO 16: X%(I) = 160: NEXT
700 HOME
800 IF TD = 1 THEN AL = RND (1): IF AL < .5
1,2) THEN N6 = N6 + 1: S$ = U$: GOTO 900
810 IF TD = 1 THEN W = 0: IF N7 < M%(BL,1,2,2)
900
820 IF TD = 1 GOTO 800
825 IF TD = 2 GOTO 900
850 IF TD > = 3 THEN 960
900 IF S$ = U$ THEN K = 0: GOTO 950
920 K = 8
950 P = K + 1 + INT (8 * RND (1)): N = 177 + INT (9 *
N
955 GOTO 1000
960 N = 177 + INT (9 * RND (1))
965 IF TD = 3 THEN AL = RND (1): IF AL < .8 THEN W = 0: IF
2,2) THEN NA = NA + 1: P = 9 + INT (8 * RND (1)): X%(P)
0
970 IF TD = 3 THEN W = 0: IF NB < M%(BL,3,1,2) THEN P = 1
(1)): X%(P) = N: NB = NB + 1: GOTO 1000
975 IF TD = 3 GOTO 965
980 IF TD = 4 THEN AL = RND (1): IF AL < .8 THEN W = 0: IF NC < M%(BL
1,2) THEN NC = NC + 1: P = 1 + INT (8 * RND (1)): X%(P) = N: GOTO
0
990 IF TD = 4 THEN W = 0: IF ND < M%(BL,4,2,2) THEN P = 9 + INT (8 * RND
(1)): X%(P) = N: ND = ND + 1: GOTO 1000
995 IF TD = 4 GOTO 980
1000 FOR I = 1 TO 16: POKE Y%(I),X%(I): NEXT
1200 HGR2 : TEXT
1300 FOR I = 1 TO TE: NEXT
1310 GOTO 1400: REM QUITAR SI SE QUIERE ENMASCARAMIENTO DEL DIGITO
1350 POKE Y%(P),163
1370 FOR I = 1 TO 1000: NEXT

```

Programa 4 (continuación)

```

1400 HOME = INPUT "NUMERO? "; IF "NO" = 1 THEN X = 0: IF "NO" < "9" GOTO
1450 PRINT "RESPUESTA INCORRE" GOTO 1400
IF N 178 = NU THEN PRI ACIERTO": IF P < = 8 THEN M%(BL,TD
1) M%(BL,TD,1) + 1)
F 178 = HEH M%(BL,TD,2,1) + 1: GOTO 1470
APAREC
M%(BL,TD,1,0) = M%(BL,TD,1,0)
BL 101 XBL
78 = PRI
M%(BL) / NN
8: FOR I = 1 TO 8: NEXT
GOTO 1510
GOTO 1540
E5
R*(NN - 8)*R*(NN - 7)*R*(NN - 6)
- 2)*R*(NN - 1)*R*(NN)
IF BB HTAB 10: AB 1: PRINT "FIN DEL BLOQUE" BL: GOTO
970
HTAB 1: UTAB 10: PRINT "ACABO POR HOY"
PRINT "PRINT "DESCANSO": PRINT " PUEDES QUITARTE LOS AURICULARES.":
PRINT "PARA EL RUIDO."
SALIDA POR BLOQUE
GOTO 2050: REH QUITAR SI SE QUIERE IMPRESION EN DESCANSO
PR# 1
2005 FOR NN = 12 TO NE STEP 12
2007 PRINT R*(NN - 11)*R*(NN - 10)*R*(NN - 9)*R*(NN - 8)*R*(NN - 7)*R*(NN - 6)
R*(NN - 5)*R*(NN - 4)*R*(NN - 3)*R*(NN - 2)*R*(NN - 1)*R*(NN)
2009 NEXT NN
2012 PR# 0
2050 ER$ = "": AC$ = "": SU$ = "": PE$ = "": PA$ = ""
2100 FOR TD = 1 TO 4
2150 FOR TA = 1 TO 2
2169 U0 = M%(BL,TD,TA,0): U0$ = STR$(U0)
2175 U1 = M%(BL,TD,TA,1): U1$ = STR$(U1)
2180 U2 = M%(BL,TD,TA,2): U2$ = STR$(U2)
2182 U3 = U0 / U2: U3$ = STR$(U3) + " " U3$ = LEFT$(U3$,3) + " "
2184 U4 = U1 / U2: U4$ = STR$(U4) + " " U4$ = LEFT$(U4$,3) + " "
2190 IF LEN(U0$) < = 3 THEN U0$ = U0$ + " ": GOTO 2190
2200 IF LEN(U1$) < = 3 THEN U1$ = U1$ + " ": GOTO 2200
2210 IF LEN(U2$) < = 3 THEN U2$ = U2$ + " ": GOTO 2210
2220 ER$ = ER$ + U0$
2230 AC$ = AC$ + U1$

```

```

2240 SU$ = SU$ + U2$
2242 PE$ = PE$ + U3$
2244 PA$ = PA$ + U4$
2250 NEXT TA, TO
2260 U5$ = " " + STR$ (NE - NG<BL>) + " "
2262 U6$ = " " + STR$ (NG<BL>) + " "
2264 U7$ = " " + STR$ (NE) + " "
2266 U8$ = " " + STR$ ((NE - NG<BL>) / NE) + " "
2268 U9$ = " " + STR$ (NG<BL> / NE) + " "
2300 PR# 1
2310 PRINT "TABLA SUMARIO DEL BLOQUE "BL$
2320 PRINT ER$ + U5$ + PE$ + U6$
2330 PRINT AC$ + U6$ + PA$ + U8$
2340 PRINT SU$ + U7$
2350 PR# 0
6000 IF BL < > 0 GOTO 7700
7000 REM ***** CURVA AOC *****
7050 HGR2
7100 HPLOT 65,155 TO 215,155 TO 215,5 TO 65,5
7200 X1 = 65 + INT (150 * M%(BL,2,1,1)) / M%
7210 Y1 = 155
7220 X2 = 65
7230 Y2 = 5 + INT (150 * M%(BL,2,2,0)) / M%
7250 HPLOT X1,Y1 TO X1,Y2 TO X2,Y2
7260 X3 = 65 + INT (150 * M%(BL,1,1,1)) / M%
7270 Y3 = 5 + INT (150 * M%(BL,1,2,0)) / M%
7280 HPLOT X3 - 5,Y3 TO X3 + 5,Y3: HPL
7300 X4 = 65 + INT (150 * M%(BL,4,1,1)) / M%
7310 Y4 = 5 + INT (150 * M%(BL,4,2,0)) / M%
7320 HPLOT X4,Y4 - 5 TO X4,Y4 + 5: HPL
7330 X5 = 65 + INT (150 * M%(BL,3,1,1)) / M%
7340 Y5 = 5 + INT (150 * M%(BL,3,2,0)) / M%
7350 HPLOT X5,Y5 - 2 TO X5,Y5 + 2: HPL
7360 HPLOT X1,Y1 TO X4,Y4 TO X3,Y3 TO X5,
7400 PR# 1
7500 POKE - 12525,64: POKE - 12524,0
7600 PRINT CHR$ (17)
7650 PR# 0
7700 TEXT : UTAB 13: HTAB 10: PRINT : PRI
"EL PROXIMO BLOQUE COMIENZA CUANDO
L QUE DA COMIENZO AL PRIMER ENSAYO"
7720 FOR I = 1 TO 10000: NEXT
7750 H = FRE (0)
7800 N1 = 0:N2 = 0:N3 = 0:N4 = 0:N5 = 0:N6 = 0:N7 = 0:N8
:N9 = 0:NC = 0:ND = 0:NG = 0
8000 IF BL = 0 THEN HOME : HTAB 5: UTAB 10: GOTO 8050
8005 IF BL = 88 GOTO 8100
8008 H1 = VAL ( MID$ (TF$,7,2))
8010 H1 = VAL ( MID$ (TF$,10,2))
8012 S1 = VAL ( MID$ (TF$,13,6))
8013 MF = S1 + 60 * H1 + H1 * 60 ^ 2
8014 GOSUB 10000
8015 H = FRE (0)
8018 H2 = VAL ( MID$ (T$,7,2)):H2 = VAL ( MID$ (T$,10,2)):S2 = VAL ( MID$
(T$,13,6))
8017 NR = S2 + 60 * H2 + H2 * 60 ^ 2

```

```
8018 IF A#K HF * DU GOTO 8014
8019 NEXT BL: GOTO 8100
8050 PRINT "SE ACABO (AL FIN) POR HOY:" PRINT : PRINT : PRINT
8055 PRINT "MUCHAS GRACIAS POR TU COLABORACION:"
8060 END
7100 REM " RESULTADOS DE LOS
8065 FOR BL = 1 TO 20
8070 FOR TO = 1 TO 4
8075 FOR TR = 1 TO 2
8080 FOR AC = 0 TO 2
8085 MAX(BL,TO,TR,AC) = MAX(BL,TO,TR,AC) + 1
8090 NEXT AC,TR,TO
8095 NEXT BL
8100 NE = (BL - 1) * NE
8105 BL = 0
8110 GOTO 2050
8115 END
1000 REM " CALCULO DE
1010 INI
1020 PRN 4
1030 INPUT T
1040 INI 0
1050 PRN 0
1060 FISTERA
```

```

LIST:REM          *** ESTIMACIONES ***
4  REM
5  PRINT "          *** ESTIMACIONES ***"
6  REM
10 DIM N(2,8),P(2,8)
20 KS = 2:KT = 6:KP = .25
30 US = .3:UT = .7:UP = .1
50 S2 = .005:P2 = .125
55 NB = 10
56 HI = 100000
58 READ N#
60 READ N(1,1):N(2,1) = NE / 6:N(2,2) = NE / 15:
   6:N(2,5) = NE / 30:N(2,6) = NE / 75:N(2,7) =
   30
70 FOR I = 1 TO 8
80 READ N(1,I):N(2,I) = N(2,I) - N(1,I)
90 NEXT I
95 IT = 0
100 HA = HI
110 IT = IT + 1
120 FOR K = KS TO KT STEP KP
125 T2 = K: PRINT K
130 FOR U = US TO UT STEP UP
150 FOR F2 = S2 TO T2 STEP P2
160 P(1,1) = 1 - EXP (- K / 2 * U)
170 P(1,2) = 1 - EXP (- K / 2 * (1 - U))
180 P(1,3) = 1 - EXP (- K * U)
190 P(1,4) = 1 - EXP (- K * (1 - U))
200 P(1,5) = 1 - EXP (- F2 * U)
210 P(1,6) = 1 - EXP (- (K - F2) * U)
220 P(1,7) = 1 - EXP (- (K - F2) * (1 - U))
230 P(1,8) = 1 - EXP (- F2 * (1 - U))
240 REM OBTENCION DE H
250 H = 0
260 FOR I = 1 TO 8
270 P(0,I) = 1 - P(1,I)
280 FOR J = 0 TO 1
290 H = H + (N(J,I) - N(2,I)) * P(J,I)
300 NEXT J
310 IF H < HI THEN HI = H:KK = K:G2 = F
   P(1,I): NEXT
320 NEXT F2,U,K
330 PR# 1
335 PRINT "LOS DATOS CORRESPONDEN A: "N#
340 PRINT "SE HA BARRIDO LA CAPACIDAD DESDE "K"
   TA
   ,SIENDO K= "KK
350 PRINT "IDEM VISIBILIDAD DESDE "U# HASTA "UT" A SAL
   U# "U1
370 PRINT "IDEM F2 DESDE "S2"HASTA K" A SALTO "P2"
380 PRINT "VALOR DE H= "HI
390 PRINT P(2,1)" P(2,2)" P(2,3)" P(2,4)" P(2,5)" P(2,6)
   P(2,7)
400 PR# 0
410 IF (IT) = NB) OR (HI) = HA - .05) GOTO 20
420 KS = KK - 1.5 * KP:KT = KK + 1.5 * KP:KP = KP / 2
430 US = 5 * KP:KP = KP / 2
440 US = U1 - 1.5 * UP:UT = U1 + 1.5 * UP:UP = UP / 2
450 F2 = G2 - 1.5 * P2:T2 = G2 + 1.5 * P2:P2 = P2 / 2
460 GOTO 100
500 END

```

1991

Bibliografia citada

- AKERMAN III, A. y KINZLY, R. Predicting Aircraft Detectability. Human Factors, 1979, 21 (3), 277-291.
- AMON, J. Estadística para psicólogos. Vol. II. Probabilidad / Estadística Inferencial. Ed. Pirámide S.A. Madrid 1980.
- BACON, S.J. Arousal and the range of cue utilization. Journal of Experimental Psychology, 1974, 102, 81-87.
- BARTELL, A. y KANFOWITZ B. Tradeoffs in dual-task performance induced by emphasis of wich task-was primary. 50 th annu al meeting of the Midwestern. Psychological Association Chicago, Illinois, Mayo 1978.
- BERRIEN, F.K. The effects of noise. Psychological Bulletin. XLIII 1946, 141-161.
- BOGGS, D.H. y SIMON, J.R. Differential effect of noise on tasks of varying complexity. Journal of Applied Psychology. 1968 52, 148-153.
- BOHLIN, G.A. y KJELLBERG, A. Self-reported arousal during sleep deprivation and its relation to performance and physiological variables. Scandinavian Journal of Psychology, 1973, 14, 78-86.
- BROADBENT, D.E. Noise, pace performance and vigilance tasks. British Journal of Psychology, 1953, 44, 295-303.
- BROADBENT, D.E. Some effects of noise on visual performance. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 1954, 6, 1-5.
- BROADBENT, D.E. Effects of noise of high and low frequency on behavior. Ergonomics, 1957, vol I, 21-29.
- BROADBENT, D.E. Perception and communication. Pergamon Press, London, 1958.
- BROADBENT, D.E. Effect of noise on an "intellectual" task. Journal of the Acoustical Society of America. 1958, (a) 30, 824-827.

- BROADBENT, D.E. Decision and stress. London, Academic Press, 1971.
- BROADBENT, D.E. The current state of noise research : Reply to Poulton. Psychological Bulletin, 1978, vol 85 (5), 1052-1067.
- BROADBENT, D.E. Is a fatigue test now possible ? Ergonomics, 1979, vol 22, nº 12. 1277-1290.
- BROADBENT, D.E. GREGORY, M. Division of attention and the decision theory of signal detection. Proceedings of the Royal Society. Series B, 1963 A, 138, 222-231.
- BROADBENT, D.E. GREGORY, M. Vigilance considered as statistical decision. British Journal of Psychology, 1963 B, 54, 309-323.
- BROADBENT, D.E. GREGORY, M. Effects of noise and of signal rate upon vigilance analysed by means of decision theory. Human Factors, 1965, 7, 153-162.
- BROADBENT, D.E. LITTLE, E.R.J. Effects of noise reduction in a work situation. Occupational Psychology, 1960, 32, 2, 133-140.
- COHEN, S. Environmental load and the allocation of attention. BAUM, A. SINGER, J. E. y VALINS, S. Eds. Advances in Environmental Psychology, vol. I, Lea 1978.
- COHEN, S. Aftereffects of stress on human performance and social behavior: A Review of Research and theory. Psychological Bulletin, 1980, vol. 88, nº 1, 82-108.
- COHEN, S. SPACAPAN, S. The aftereffects of stress: An attentional interpretation. Environmental Psychology and non-verbal behavior. 1978, 3 (1).
- CORCORAN, D.W. Noise and loss of sleep. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 1962, 14, 178-182.

- CORNSWEET, D.M. Use of cues in the visual periphery under conditions of arousal. Journal of experimental Psychology, 1969, 80, 14-18.
- DAEE, S. WILDING, J.M. Effects of high intensity white noise on short-term memory for position in a list and sequence. British Journal of Psychology, 1977, 68, 335-349.
- DAVEY, C.P. Physical exertion and mental performance. A.T. Welford "Man under stress". Taylor and Francis, 1974.
- DAVIES, D.R. Physiological and psychological effects of exposure to high intensity noise. Applied Acoustics, 1968, 1, 215 - 233.
- DAVIES, D.R. y JONES, D.M. The effects of noise and incentives upon attention in short-term memory. British Journal of Psychology, 1975, 66, 1, 61-68.
- DAVIES, D.R. y TUNE, G.S. Human vigilance performance, New York, 1969, American Elsevier.
- DEMER, M. BEESCHIED, E. Self-report of arousal as an indicant of activation level. Behavioral Science, 1972, 17, 420-429.
- DEUTSCH, J.A. and DEUTSCH, D. Attention: Some theoretical considerations. Psychological Review, 1963, 70, 80-90.
- DIXON, W.J. Biomedical computer programs. University of California Press, 1975.
- DORNIC, S. Noise and language dominance. Reports from the Department of Psychology the University of Stockholm, December 1978, nº 536.
- EASTERBROOK, J.A. The effect of emotion on cue utilization and the organization of behavior. Psychological Review, 1959, 66, - 183- 201.
- EUSELL, R.D. Anxiety as a function of environmental noise and social interaction. Journal of Psychology, 1976, 92, 219-226.

- EVANS, G.W. Human spatial behavior: The arousal model, in Baum, A .
EPSTEIN, Y. Eds. Human Responses to crowding, Lea 1978.
- EVANS, G.W. Behavioral and Physiological consequences of crowding
in humans. Journal of Applied Social Psychology, 1979, 9,1,
27-46.
- EYSENCK, M.W. Arousal, learning and memory. Psychological Bulletin,
1976, 83, 389-404.
- EYSENCK, M.W. Human memory: theory, research and individual diffe-
rences. Pergamon Press, 1977, London.
- EYSENCK, M.W. FOLKARD, S. Personality, time of day, and caffeine:
some theoretical and conceptual problems in Revelle et al.
Journal of experimental psychology: General, 1980, vol 109,
nº1, 32-41.
- FEENEY, D.M. PITTMAN, J. WAGNER II, M.R. Lateral inhibition and at-
tention: Comments on the neuropsychological theory of Wa-
lley and Weider. Psychological review. 1974, vol. 81, nº 6,
536-539.
- FINKELMAN, J.M. GLASS, D.C. Reappraisal of the relationship bet-
ween noise and human performance by means of a subsidiary -
task measure. Journal of Applied Psychology, 1970, 54, 211-
213.
- FLEISS → v. página 262
- FINKELMAN, J.M. ZEITLIN, L.R. ROMOFF, R.A. FRIEND, N.A. BROWN, L.S.
Conjoint effect of physical stress and noise stress on in -
formation processing performance and cardiac response. Hu -
man Factors, 1979, 21 (1), 1-6.
- FORSTER, P.M. GRIERSON, A.T. Noise and attentional selectivity :
A reproducible phenomenon ? British Journal of Psychology,
1978, 69, 489-498.
- FOWLER, C.J.H. WIDDING, J. Differential effects of noise and in-
centives on learning. British Journal of Psychology, 1979,
70, 149-153.

- FRANKENHAUSER, M. JOHANSSON, G. Task demands as reflected in catecholamine excretion and heart rate. Journal of Human stress. 1976, vol. 2, 1, 15-23.
- FRANKENHAUSER, M. LUNDBERG, U. The influence of cognitive set on performance and arousal under different noise loads. Motivation and Emotion, 1977, vol. 1, n° 2, 139-149.
- GERVER, D. The effects of noise on the performance of simultaneous interpreters: accuracy or performance. Acta Psychologica, 38 1974, 159-167.
- GLASS, D.C. REIH, B, SINGER, J. Behavioral consequences of adaptation to controllable and uncontrollable noise. Journal of experimental social Psychology. 1971, vol. 7, 244-257.
- GLASS, D. SINGER, J. Urban stress: Experiments on noise and social stressors. New York: Academic Press, 1972.
- GREEN, D.M. SWETS, J.A. Signal detection theory and Psychophysics. R.E. Krieger P.C. New York, 1974.
- HAMILTON, P. COPEMAN, A. The effect of alcohol and noise on components of a tracking and monitoring task. British Journal of Psychology, 1970, 61, 149-156.
- HAMILTON, P. HOCKEY, G.R.J. QUINN, J.G. Information, selection, arousal and memory. British Journal of Psychology, 1972, 63, 181-189.
- HAMILTON, P. HOCKEY, G.R.J. REJMAN, M. The place of the concept of activation in human information processing: An integrative approach. In Dornic S. (Ed.). "Attention and Performance VI". 1977, 463-486.
- HARRISON, F.L. The effects of noise upon certain psychological and physiological processes. Archives of Psychology, 1973, 147, 6-81.

- HARTLEY, L.R. ADAMS, R.G. Effect of noise on the Stroop test. Journal of experimental Psychology, 1974, 102, 62-66.
- HARTLEY, L. SHIRLEY, E. Sleep loss, noise and decisions. Ergonomics. 1977, vol. 20, n°5, 481-489.
- HOCKEY, G.R.J. Effect of loud noise on attentional selectivity. Quarterly Journal of experimental Psychology, 1970 a, 22, 28-36.
- HOCKEY, G.R.J. Signal probability and spatial location as possible bases for increased selectivity in noise. Quarterly Journal of experimental Psychology. 1970 b, 22, 37-42.
- HOCKEY, G.R.J. Changes in attention allocation in a multicomponent task under loss of sleep. British Journal of Psychology, 1970 c, 61, 4 : 473-480.
- HOCKEY, G.R.J. Effects of noise on human efficiency and some individual differences. Journal of sound and vibration. 1972, 20, 299-304.
- HOCKEY, G.R.J. Changes in information-selection patterns in multisource monitoring as a function of induced arousal shifts. Journal of experimental Psychology, 1973, vol. 101, n° 1, 35-42.
- HOCKEY, G.R.J. Attentional selectivity and the problems of replication : A reply to Foster and Grierson. British Journal of Psychology, 1978, 69, 499-503.
- HOCKEY, G.R.J. DORNIC, S. HAMILTON, P. Selective attention during reading: The effects of noise. Institute of Applied Psychology. University of Stockholm. n° 66, 1975.
- HOCKEY, G.R.J. HAMILTON, P. Arousal and information selection in short-term memory. Nature. London, 226, 1970, 866-867.
- HUSTON, B.K. Noise, task difficulty and stroop color-word performance. Journal of experimental Psychology, 1969, 82, 403-404.

- HOUSTON, B.K. JONES, T.M. Distraction and Stroop color-word performance. Journal of experimental Psychology, 1967, 74, 54-56.
- JERISON, H.J. Performance on a simple vigilance task in noise and quiet. Journal of the Acoustical Society of America. 1957, 29, 1163-1165.
- JERISON, H.J. Effects of noise on human performance. Journal of Applied Psychology, 1959, 43, 96-101.
- JONES, D. BROADBENT, D. Side-effects of interference with speech by noise. Ergonomics, 1979, 22, nº 9, 1073-1081.
- JONES, D. SMITH, A. BROADBENT, D. Effects of moderate intensity noise on the Bakan vigilance task. Journal of Applied Psychology, 1979, vol. 64, nº 6. 627-634.
- JUNG, J. Understanding human motivation. Ed. Macmillan, New York, 1978.
- KAHNEMAN, D. Attention and effort, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1973.
- KANTOWITZ, B. Channels and stages in human information processing: A limited review. Manuscrito no publicado, 1980.
- KAZDIN, A.E. Statistical analyses for single-case experimental designs. Hersen, M. and Barlow, D.H. (Eds). Single case experimental designs. Pergamon Press, 1976.
- KRYTER, K.D. The effects of noise on man. Academic Press, 1970.
- LEVY-LEBOYER, C. VEDRINE, B. VEYSIERE, M. Psychologie differentielle des gênes dues au bruit. Anné Psychologique, 1976, 76, 245-256.
- LIND, P.M. The behavioral effects of single and combined stressors: A test of arousal theory. British Journal of Psychology, 1976, 67, 3, 413-417.

- LOEB, M. Noise and Performance: Do we know more now? en Tobias, Jansen y Dixon, (1980), "Proceedings of the third International Congress on noise as a Public Health Problem". Asha Reports, 1980, nº 10.
- LONDON, I.D. Research on sensory interaction in the Soviet Union. Psychological Bulletin, 1954, 51, 531-568.
- LUNDBERG, U. FRANKENHAEUSER, M. Adjustment to noise. Reports from the Department of Psychology. University of Stockholm, 1976, Nov. nº 484.
- LUNDBERG, U. FRANKENHAEUSER, M. Psychophysiological reactions to noise as modified by personal control over noise intensity. Biological Psychology, 1978 (6), 51-59.
- MAIER, S.F. SELIGMAN, M.E.P. Learned helplessness: theory and evidence. Journal of experimental Psychology: General. 1976, vol. 105, nº 1. 3-46.
- MALMO, R.B. Activation: A neuropsychological dimension. Psychological Review, 1959, 66, 367-386.
- MALMO, R.B. Cognitive factors in impairment: A neuropsychological study of divided set. Journal of experimental Psychology, 1966, 71, 2, 184-189.
- MARTINDALE, C. ARMSTRONG, J. The relationship of creativity to cortical activation and its operant control. Journal of Genetic Psychology, 1974, 124, 311-320.
- MCGRATH, J.J. Irrelevant stimulation and vigilance performance. Buckner, McGrath Ed. Vigilance: A Symposium. Greenwood Press, 1963, Watport.
- MILLAR, K. Noise and the rehearsal-masking hypothesis. British Journal of Psychology, 1979, 70, 565-577.
- MILLAR, K. Word recognition in loud noise. Acta Psychologica, 1979, 43, 225-237.

- MILLER, J.D. Effects of noise on people. Journal of the Acoustical Society of America. 1974, 56: 729-764.
- MIRABELLA, A. GOLDESTEIN, D.A. The effect of ambient noise upon signal detection. Human Factors, 1967, 9: 277-284.
- MORAN, S.L. LOEB, M. Annoyance and behavioral after effects following interfering and noninterfering aircraft noise. Journal of Applied Psychology. 1977, 62 (6), 719-726.
- MORAY, N. Attention. London: Hutchinson Educational, 1969.
- NAATANEN, R. The inverted-U relationship between activation and performance: A critical review. Kornblum S. Attention and Performance IV. Academic Press. New York, 1973.
- NAVON, D. GOPHER, D. On the economy of the human-processing system. Psychological Review, 1979, vol. 86, no 3. 214-255.
- NICKERSON, R.S. Intersensory facilitation of reaction time: Energy summation or preparation enhancement?. Psychological Review. 1973, 80: 489-509.
- NORMAN, D.A. BOBBROW, D.G. On data-limited and resource-limited processes. Cognitive Psychology, 1975, 7, 44-64.
- ORINE, M.T. On the social Psychology of the psychological experiment: with particular reference to demands characteristics and their implications. American Psychologist, 1962, 17, 776-783.
- PASCINAI, L. LOEB, H. Influence of noise characteristics on behavioral after effects. Human factors, 1980, 22 (3), 341-352.
- PLUTCHIK, R. The effects of high intensity intermittent sound on performance, feeling and physiology. Psychological Bulletin. 1959, 56: 133-151.
- POSNER, M.I. Orienting of attention. Quarterly Journal of experimental Psychology, 1980, 32, 2-25.

- POSNER, M.I. SNYDER, Ch.R.R. DAVIDSON, B.J. Attention and the detection of signals. Journal of experimental Psychology. 1980. vol.109. n° 2, 160-179.
- POULTON, E.C. Continuous noise interferes with work by masking auditory feedback and inner speech. Applied Ergonomics. June, 1976, n° 7, 79-84.
- POULTON, E.C. Arousing stresses increase vigilance. In Mackie R.R. (Ed.). Vigilance, Plenum Press, 1977 a, New York.
- POULTON, E.C. Continuous intense noise masks auditory feedback and inner speech. Psychological Bulletin. 1977 b, vol. 84, n° 5, 977-1001.
- POULTON, E.C. Quantitative subjective assessments are almost always biased, sometimes completely misleading. British Journal of Psychology, 1977 c, 68: 409-425.
- POULTON, E.C. A new look at the effects of noise upon performance. British Journal of Psychology, 1978 a, 69, 435-437.
- POULTON, E.C. A new look at the effects of noise: A rejoinder. Psychological Bulletin, 1978 b, vol. 85 (5), 1068-1079.
- POULTON, E.C. Composite model for human performance in continuous noise. Psychological Review, 1979, vol. 86, n° 4, 361-375.
- POULTON, E.C. Psychology of the scientist: XI.I. Continuous noise - can degrade performance when using badly designed equipment : A case history. Perceptual and motor skills, 1980, 50, 319-330.
- POULTON, E.C. EDWARDS, R.S. Asymmetric transfer in within-subjects experiments on stress interactions. Ergonomics, 1979, vol.22 n° 8, 945-961.
- FRIBBAM, K.H. McGUINNESS, D. Arousal, activation and effort in the control of attention. Psychological Review, 1975, vol. 82, n° 2, 116-149.

- ROUFFENBERG, A. The two-arousal hypothesis: Reticular formation and limbic system. Psychological review, 1968, 75, 51-80.
- ROUFFENBERG, A. Stimulus processing and response execution: A neurobehavioral theory. Physiology and behavior, 1971, 6, 589-596.
- SAMUEL, W.H.S. Noise and the shifting of attention. Quarterly Journal of experimental Psychology, 1964, 16, 264-267.
- SANDERS, A.F. The influence of noise on two discrimination tasks. Ergonomics, 1961, 4, 253-258.
- SCHMALHOFFER, F. Theory development and experimental evaluation in attention research. Technical report, nº 95. Institute for the study of intellectual behavior University of Colorado. February, 1980.
- SELYE, H. Selye's Guide to stress research. Van Nostrand Reinhold. New York, 1980.
- SHAW, M.L. A capacity allocation model for reaction time. Journal of experimental Psychology: Human Perception and Performance. 1978, vol. 4, nº 4, 586-598.
- SHAW, M.L. SHAW, P. Optimal allocation of cognitive resources to spatial locations. Journal of experimental Psychology: Human Perception and Performance. 1977, vol. 3, nº 2, 201-211.
- SHERROD, D.R. DENNIS, R. Environmental determinants of altruism: The effects on stimulus overload and perceived control on helping. Journal of experimental social Psychology. 1974, 10, 468-479.
- STEGEL, S. Estadística no paramétrica. Ed. Trillas, México, 1956.
- STERNING, G. MELCHNER, H.J. The attention operating characteristic: Examples from visual search. Science, 1978 b, vol. 202, 20.
- STERNBERG, S. The discovery of processing stages: Extensions of Donders' method. In Koster H.G. (Ed). Attention and Performance II. North-Holland, Amsterdam, 1969.

- STEVENS, S.S. Stability of human performance under intense noise. Journal of sound and vibration, 1972, 21 (1), 35-56.
- STONE, L.D. Theory of optimal search. Academic Press, London 1975.
- STROH, C.M. Vigilance: The problem of sustained attention. Oxford, England, Pergamon, 1971.
- TEICHNER, W.H. Interaction of behavioral and physiological stress reactions. Psychological Review, 1968, vol. 75, n° 4, 271-291.
- TEICHNER, W.H. ADEES, E. REILLY, R. Noise and human performance: A psychophysiological approach. Ergonomics, 1963, 6, 83-97.
- THAYER, R.F. Measurement of activation through self-report. Psychological reports, 1967, 20, 663-678.
- THEOLOGUS, G.C. WIDEATON, G.R. FLEISHMAN, E.A. Effects of intermittent, moderate intensity noise stress on human performance. Journal Applied Psychology, 1974, vol. 59, n° 5. 539-547.
- TOBIAS, J.V. JANSEN, G. DIXONWARD, W. Proceeding of the third international congress on noise as a public health problem. Asha Reports, 10, April 1980.
- TOWNSEND, J.T. ASHBY, F.G. Methods of modeling capacity in simple processing systems. Cognitive theory, vol. IV. Castellan, N. J. jr. and Restle, F. Eds. Lea 1978.
- TREISMAN, A.M. GELADE, G. A feature-integration theory of attention. Cognitive Psychology, 1980, 12, 97-136.
- TSAO, Y.Ch. DIRURY, C.G. MORAWSKI, T.B. Human performance in sampling inspection. Human Factors, 1979, 21 (1), 99-105.
- VOSS, H.G. The effect of experimentally induced activation on creativity. The Journal of Psychology, 1977, 96, 3-9.
- WACHTEL, P.L. Conception of broad and narrow attention. Psychological Bulletin, 1967, 68: 417-429.

- VALLEY, R.E. WEIDEN, T.D.W. Lateral inhibition and cognitive masking: A neuropsychological theory of attention. Psychological review, 1973, 80, n° 4, 284-302.
- WARNER, H.D. The effects of intermittent noise on human target detection. Human Factors, 1969, 11: 245-250.
- WARNER, H.D. HEINSTRAN, N.W. Effects of intermittent noise on visual search tasks of varying complexity. Perceptual and motor skills, 1971, 32: 219-226.
- WARNER, H.D. HEINSTRAN, N.W. Effects of noise intensity on visual target-detection performance. Human Factors, 1972, 14: 181-185.
- WEINSTEIN, H.D. Effects of noise on intellectual performance. Journal of Applied Psychology, 1974, 59, 548-554.
- WELFORD, A.T. Arousal, channel capacity and decision. Nature, 1962, 194, 365-366.
- WELFORD, A.T. Stress and performance. In A.T. Welford Ed. Man under stress, Taylor and Francis, 1974, 1-14.
- WELFORD, A.T. Skilled performance: Perceptual and motor skills. - Scott, Foresman and Company. Glenview, 1976.
- WILDING, J. MONTDRA, N. Effects of subvocal suppression, articulation aloud and noise on sequence recall. British Journal of Psychology, 1980, 71, 247-261.
- WILKINSON, R.T. Interaction of noise with knowledge of results and sleep deprivation. Journal of experimental Psychology, 1963, 66, 332-337.
- WINE, J. Test anxiety and direction of attention. Psychological Bulletin, 1971, 76, n° 2, 92-104.
- WINER, B.J. Statistical principles in experimental design. McGraw-Hill Book Company, London 1962.

WOHLWILL, J.F. Human adaptations to levels of environmental stimulation. Human Ecology, 1974, 2, 127-147.

WOHLWILL, J.F. NASAR, J.L. DEJOY, D.M. FORUZANI, H.H. Behavioral effects of a noisy environment: Task involvement versus passive exposure. Journal of Applied Psychology, 1976, - vol. 61. nº 1. 67-74.

ZAFFY, D.J. BRUNING, J.L. Drive and the range of we utilization. Journal of experimental Psychology, 1966, 71: 382-384.

Fleiss J.L. Statistical Methods for Rates and Proportions
John Wiley and Sons, 1973

