

EFFECTOS DEL RUIDO SOBRE EL RENDIMIENTO EN UNA TAREA DE BÚSQUEDA VISUAL

Santalla Peñaloza, Zuleyma

RESUMEN

El presente estudio tuvo por objeto ahondar en la evaluación de los efectos del ruido sobre el rendimiento alcanzado en una tarea de búsqueda visual. Para ello, se trabajó con matrices de letras que contenían una gran cantidad de elementos distractores y se manipuló, tanto la condición sonora bajo la que los sujetos debían realizar la tarea (silencio; ruido blanco continuo presentado a través de audífonos a un nivel de intensidad de 75 dBA), como la similitud que existía entre el elemento objetivo y los elementos distractores (altamente similares, medianamente similares, no similares). En general, los resultados permiten apoyar la noción de que el ruido moderado afecta benéficamente al rendimiento, favoreciendo la focalización de la atención sobre los elementos relevantes de la tarea. No obstante, este efecto está mediatizado por el tipo de configuración presentada. Por otra parte, los resultados evidenciaron la importancia que tienen peculiaridades de las configuraciones, tales como: el grado de similitud física que existe entre los elementos relevantes y los irrelevantes, y la presencia o no del elemento objetivo.

INTRODUCCIÓN

Una revisión de la literatura sobre los efectos que tiene la exposición al ruido en el rendimiento humano evidencia que esta área de investigación se caracteriza por una gran diversidad de resultados, algunos de los cuales son incluso contradictorios. En este sentido, hay autores que han constatado que la exposición a condiciones ruidosas

durante la realización de determinadas tareas incide perjudicialmente sobre el rendimiento en ellas alcanzado; otros han hallado que el ruido afecta positivamente; y, finalmente, otros investigadores han observado que la presencia de ruido no tiene efecto alguno sobre el rendimiento. Por esta razón, aún hoy en día se carece de una respuesta unívoca a la cuestión de si la exposición a condiciones ambientales ruidosas tiene un efecto significativo sobre el rendimiento alcanzado por los sujetos, y de ser así cuál es la dirección de dicho efecto (Para una revisión de los efectos del ruido ver: Berglund y Lindvall, 1995; Broadbent, 1971, 1983; Harris, 1977; Kryter, 1985; Santalla-Peñaloza, 1992; Santisteban-Requena y Santalla-Peñaloza, 1990).

Específicamente, y en cuanto a los efectos del ruido sobre el rendimiento de los individuos en tareas atencionales, la gran mayoría de los estudios realizados han partido de la noción de que la estimulación sonora actúa elevando el nivel de activación de la persona. En este sentido, según García-Sevilla (1997), los individuos activados: (a) presentan unos niveles de atención altos y son capaces de concentrarse mejor, (b) tienen una mayor capacidad para responder a una gran cantidad de información, y (c) mantienen mejor la atención durante lapsos relativamente prolongados. Es decir, la activación provoca una mejora de la atención selectiva, dividida y sostenida.

Si esto es efectivamente así, entonces se esperaría que la presencia de ruido durante la realización de tareas atencionales incida benéficamente sobre la ejecución de estas tareas. Esta hipótesis ha recibido cierto respaldo de los resultados obtenidos por diversos autores reseñados por Santisteban-Requena y Santalla-Peñaloza (1990). En general, estos resultados evidencian que el ruido, presentado a niveles de intensidad altos y moderados, repercute sobre el rendimiento haciendo que las personas centren su atención en los aspectos definidos como relevantes para la tarea, a expensas de la atención que prestan a aquellos de menor relevancia.

Lo anterior se fundamenta, por una parte, en la relación entre el nivel de activación y la atención selectiva planteada por Eastbrook (1959; cp. García-Sevilla, 1997), según la cual el *arousal* produce un estre-

chamamiento del foco atencional. Por otra parte, se fundamenta en la Ley de Yerkes-Dobson (1909; cp. García-Sevilla, 1997) que establece una relación curvilínea en forma de "U" invertida entre nivel general de activación y rendimiento. Así, de acuerdo con esta Ley, también cabe la posibilidad de que el ruido genere una sobreactivación en el individuo, la cual puede incidir perjudicialmente sobre el rendimiento haciendo que las personas sean más susceptibles a la distracción (Broadbent, 1971; García-Sevilla, 1997).

En opinión de Santalla-Peñaloza (1992) y Santisteban-Requena y Santalla-Peñaloza (1990), el que se encuentren efectos significativos del ruido y la dirección específica de estos efectos depende, entre otras cosas, de las peculiaridades de la tarea que se pide a los sujetos realizar, tales como: (a) el nivel de dificultad, (b) el tamaño de los estímulos empleados, (c) el nivel de dificultad para codificar una señal dada, y (e) si la tarea implica, además de la actuación del mecanismo atencional, el recuerdo de información. Por ejemplo, cuando la atención ha sido medida a partir de los resultados obtenidos en pruebas visuales como el test de figuras enmascaradas, Smith y Broadbent (1980) han constatado la ausencia de un efecto significativo del ruido sobre el número de figuras completadas, con independencia del nivel de dificultad de la tarea. Por su parte, Smith (1985 a) concluyó que cuando las personas tienen que recordar los rasgos globales y los detalles de un estímulo compuesto, la presencia de ruido facilita el recuerdo ordenado de los detalles, a expensas de los rasgos globales; pero, este efecto varía en función del tamaño del estímulo compuesto que el sujeto debe procesar. Finalmente, trabajando con una tarea de reacción serial, Smith (1985 b) observó que el ruido moderado provocaba una disminución del tiempo de reacción (TR) a las señales que tenían una probabilidad de ocurrencia alta; pero, producía un aumento en los TR cuando las señales tenían una probabilidad de ocurrencia baja.

La variabilidad en los resultados obtenidos en cuanto a los efectos del ruido sobre el rendimiento también se pone de manifiesto en aquellos estudios en los que las tareas empleadas han sido estrictamente atencio-

nales. Así, Usai y Umiltà (1994) observaron que la presencia de un ruido continuo a 94 dB de intensidad provocaba un cambio en la forma y el tamaño del foco atencional, cuando la tarea consistía en detectar una letra objetivo que aparecía dentro o fuera de una figura que definía el área a ser atendida por el sujeto.

Adicionalmente, Warner y Heimstra (1971, 1972, 1973), trabajando con una tarea de búsqueda visual, constataron que los efectos del ruido intermitente dependían de la dificultad de la tarea, del nivel de intensidad del ruido y de la tasa de ruido. Específicamente, Warner y Heimstra (1971) hallaron que cuando se mantenía constante el nivel de intensidad del ruido intermitente y la tasa de ruido era del 30%, la estimulación sonora provocaba una mejora de la velocidad de detección en la tarea difícil; pero, cuando la tasa de ruido era del 70% y del 100%, la estimulación sonora no tenía un efecto significativo sobre la velocidad de detección en la tarea difícil, y afectaba perjudicialmente al rendimiento alcanzado por los sujetos en la tarea fácil. Por su parte, Warner y Heimstra (1973) hallaron que la presencia de ruido blanco intermitente a 80, 90 o 100 dB de intensidad no incidía significativamente sobre los TR cuando la tarea de detección era fácil (la presentación visual contenía ocho letras distractoras); pero sí afectaba de modo significativo a los TR cuando la tarea era moderadamente difícil (la presentación visual contenía 16 letras distractoras), y cuando era difícil (la presentación visual contenía 32 letras distractoras). Este efecto mostró que, cuando la tarea era moderadamente difícil, el ruido a 90 dB producía un enlentecimiento de la respuesta; y, cuando la tarea era difícil, la presencia de ruido a 90 y 100 dB provocaba un aumento en la rapidez de respuesta.

En línea con los resultados obtenidos en 1973 por Warner y Heimstra cuando las configuraciones visuales contenían pocos distractores, Smith (1991), empleando una tarea de búsqueda visual de corta duración, halló que la presencia de un ruido continuo en campo libre a 78 dBA no afectaba significativamente al TR. En este mismo trabajo, Smith (1991) evaluó el efecto de la condición sonora sobre el rendimiento en una tarea de atención visual focalizada, usando el

paradigma de compatibilidad de los flancos (Eriksen y Eriksen, 1974). En este caso, el autor sí halló un efecto significativo del ruido; pero, la dirección de dicho efecto resultó ser la contraria a la esperada según la noción de que el ruido favorece la focalización de la atención visual. Específicamente, Smith (1991) encontró que los TR eran mayores en el grupo de sujetos que trabajó en presencia de ruido, que en el que realizó la tarea en silencio.

A una conclusión cónsona con la de Smith (1991) se llega a partir de los resultados obtenidos por Santalla-Peñaloza, Alvarado-Izquierdo y Santisteban-Requena (1999). Estos autores utilizaron una versión modificada del paradigma de los flancos y manipularon, no sólo la condición sonora, sino el tipo y número de letras distractoras, la distancia entre la letra objetivo y las distractoras, y el intervalo temporal entre la aparición de los distractores y el objetivo (SOA). Los autores constataron que la presencia de un ruido blanco en campo libre a 75 dBA (L_{eq}) no tenía un efecto significativo sobre el TR, aún cuando se observó que el TR aumentaba sistemáticamente en presencia de ruido. Ahora bien, cuando el rendimiento se midió en función del número de errores cometidos, la presencia de ruido sí tuvo un efecto significativo, el cual evidenció que su presencia perjudicaba la ejecución, aumentando la comisión de errores. La condición sonora no interactuó significativamente ni con el número de distractores, ni con el tipo de distractor, ni con la distancia objetivo-distractor, ni con el SOA. Al igual que los resultados obtenidos por Smith (1991), los hallados por Santalla-Peñaloza y cols. (1999) no permiten apoyar la hipótesis de que el ruido facilita la focalización de la atención visual sobre los aspectos relevantes de la tarea.

Si bien las tareas de búsqueda visual como las empleadas por Smith (1991) y Warner y Heimstra (1971, 1972, 1973), y las tareas de atención visual focalizada como las usadas por Santalla-Peñaloza y cols. (1999) y Smith (1991) tienen en común el hecho de que ambas implican la actuación de la atención selectiva, dichas tareas difieren en un aspecto crucial: en las tareas de búsqueda visual el sujeto desconoce la localización espacial en la que aparecerá el estímulo objetivo a detectar;

mientras que en las tareas de atención focalizada el sujeto siempre sabe de antemano cuál es la localización espacial en la que aparecerá el estímulo objetivo. Puede que la presencia de ruido favorezca la focalización de la atención solamente en condiciones de alta incertidumbre espacial. Adicionalmente, otro factor que parece incidir en el rendimiento de los sujetos en tareas de atención selectiva es la similitud física que existe entre el estímulo objetivo y los estímulos distractores (Botella y Barriopedro, 1997; Eriksen y Eriksen, 1974; Eriksen y St. James, 1986; García-Sevilla, 1997). En este sentido, García-Sevilla (1997) afirma que la similitud física entre los estímulos relevantes y los irrelevantes aumenta la distractibilidad. El posible impacto de este factor no fue evaluado por Warner y Heimstra (1973) en su estudio sobre los efectos del ruido en una tarea de búsqueda visual.

Sobre la base de lo anteriormente expuesto, el presente estudio tuvo por objeto ahondar en la evaluación de los efectos del ruido sobre el rendimiento alcanzado por los individuos en una tarea de búsqueda visual. Para ello, se trabajó solamente con configuraciones visuales catalogadas por Warner y Heimstra (1973) como difíciles (contenían 35 letras distractoras), y se manipuló tanto la condición sonora como la similitud física que existía entre las letras distractoras y la objetivo. Con este tipo de tarea, y si la presencia de ruido incide benéficamente sobre el rendimiento favoreciendo la focalización de la atención sobre los aspectos relevantes de la tarea, se esperaba que dicha estimulación provocase un aumento significativo en la rapidez de los sujetos para responder al elemento definido como el objetivo y/o un aumento significativo en la exactitud de la respuesta.

MÉTODO

A. SUJETOS

En el estudio participaron 28 estudiantes de la Universidad Católica Andrés Bello (tres hombres y 25 mujeres), con edades

comprendidas entre los 19 y los 25 años. Los sujetos participaron en el experimento como parte de las actividades que debían realizar dentro de la asignatura "Psicología Experimental". Todos los sujetos tenían visión normal o corregida a la normal.

B. DESCRIPCIÓN DE LA TAREA Y LAS CONFIGURACIONES VISUALES

La tarea realizada por los sujetos consistió en determinar si en la configuración visual que se les presentaba aparecía o no la letra objetivo "C". Para ello, los sujetos debían responder con la palabra "Sí" si en la configuración aparecía la letra definida como la objetivo, y responder con la palabra "No" si no aparecía. Los sujetos fueron instruidos para que respondiesen tan rápido como pudiesen, evitando cometer errores.

En todos los casos, las configuraciones visuales estuvieron conformadas por un total de 36 letras, distribuidas en una matriz de 6 filas x 6 columnas. Todas las letras eran mayúsculas, del tipo "Times New Roman", y con un tamaño de 36. Asimismo, todas las letras eran de color negro y se presentaban sobre un fondo blanco. Se trabajó con dos tipos de configuraciones visuales:

1. *Displays positivos* (ver Figura 1), en los cuales aparecía una sola vez la letra objetivo "C", acompañada de 35 letras distractoras. Las letras distractoras fueron la letra "G", la letra "O", o la letra "H". Estas letras se caracterizan por variar en el grado de similitud física que guardan con la letra objetivo. Así, la letra "G" se consideró como *altamente similar* a la objetivo, la letra "O" se consideró como *medianamente similar*, y la letra "H" se consideró como *no similar* a la objetivo.

Las letras distractoras estaban ligeramente descentradas las unas respecto de las otras, de manera tal de dificultar la lectura de la matriz en columnas; pero, la distancia entre las letras distractoras que bordeaban a la objetivo y la letra objetivo se mantuvo constante. La posición de la letra objetivo dentro de la matriz se determinó aleatoriamente, bajo la restricción de que en dos ensayos sucesivos

no apareciese la letra objetivo en la misma posición dentro de la matriz.

G	G	G	C	G	G
G	G	G	G	G	G
G	G	G	G	G	G
G	G	G	G	G	G
G	G	G	G	G	G
G	G	G	G	G	G

Figura 1. Ejemplo de los displays positivos utilizados en el estudio.

2. *Displays negativos* (ver Figura 2), en los cuales no aparecía la letra objetivo. Estos displays estuvieron conformados por 36 letras “G”, 36 letras “O”, o 36 letras “H”. Al igual que en los displays positivos, en los negativos las letras estuvieron ligeramente descentradas las unas respecto de las otras.

O	O	O	O	O	O
O	O	O	O	O	O
O	O	O	O	O	O
O	O	O	O	O	O
O	O	O	O	O	O
O	O	O	O	O	O

Figura 2. Ejemplo de los displays negativos utilizados en el estudio.

Se trabajó con un total de: (a) 25 displays positivos (nueve en los que la letra objetivo aparecía acompañada de 35 letras "G", ocho en los que la letra objetivo aparecía acompañada de 35 letras "O", y ocho en los que la letra objetivo aparecía acompañada de 35 letras "H"); y, (b) 11 displays negativos (tres conformados por 36 letras "G", cuatro conformados por 36 letras "O", y cuatro conformados por 36 letras "H").

El orden de presentación de las distintas configuraciones visuales fue aleatorio, y una vez determinada la secuencia aleatoria de presentación de las configuraciones, todos los sujetos recibieron la misma secuencia (ver Tabla 1).

C. DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES SONORAS

La mitad de los sujetos realizó la tarea de búsqueda visual en una condición de ruido y la otra mitad llevó a cabo la misma tarea en una condición de silencio. La asignación de los sujetos a las condiciones de ruido y silencio se realizó aleatoriamente. La condición de ruido consistió en la presentación de un ruido blanco continuo a través de audífonos. La intensidad, medida en la salida de los audífonos, fue de 75 dBA. La condición de silencio consistió en la no presencia de estímulos sonoros.

D. APARATOS

Para la presentación de los estímulos visuales se empleó un proyector taquitoscopico de diapositivas compuesto por dos proyectores automáticos de diapositivas marca Kodak, modelo: Ektagrafhic III E-plus, y un controlador taquitoscopico marca Gerbrands, modelo: G1290. La respuesta de los sujetos fue recogida por un micrófono marca Realistic, modelo: 33-986b, cuya sensibilidad se fijó mediante un controlador marca Gerbrands, modelo: G134T. El tiempo de reacción fue registrado por un reaccionómetro marca Gerbrands, modelo: G1360 y un controlador marca Gerbrands, modelo: G1360. El ruido blanco se generó en un generador de señales. La grabación y reproducción del sonido se realizó mediante un minicomponente estéreo de alta fidelidad marca Philips, modelo:

Tabla 1. Secuencia de presentación de las distintas configuraciones visuales y ubicación de la letra objetivo en cada una de las configuraciones

Orden de los ensayos	Display	Posición de la letra objetivo
1	Positivo: C-G	1º Fila, 4º Columna
2	Positivo: C-H	3º Fila, 6º Columna
3	Negativo: G solas	-
4	Positivo: C-O	4º Fila, 3º Columna
5	Negativo: H solas	-
6	Positivo: C-O	2º Fila, 1º Columna
7	Positivo: C-G	5º Fila, 2º Columna
8	Positivo: C-O	6º Fila, 6º Columna
9	Negativo: O solas	-
10	Positivo: C-H	4º Fila, 5º Columna
11	Positivo: C-H	1º Fila, 1º Columna
12	Positivo: C-G	2º Fila, 4º Columna
13	Negativo: O solas	-
14	Positivo: C-H	3º Fila, 2º Columna
15	Negativo: G solas	-
16	Positivo: C-O	4º Fila, 6º Columna
17	Positivo: C-G	5º Fila, 4º Columna
18	Negativo: H solas	-
19	Positivo: C-H	6º Fila, 5º Columna
20	Positivo: C-O	3º Fila, 5º Columna
21	Negativo: O solas	-
22	Positivo: C-O	6º Fila, 3º Columna
23	Negativo: G solas	-
24	Positivo: C-H	3º Fila, 4º Columna
25	Positivo: C-G	2º Fila, 2º Columna
26	Positivo: C-H	5º Fila, 1º Columna
27	Negativo: H solas	-
28	Positivo: C-O	1º Fila, 5º Columna
29	Positivo: C-G	4º Fila, 2º Columna
30	Positivo: C-G	5º Fila, 6º Columna
31	Negativo: O solas	-
32	Positivo: C-G	3º Fila, 1º Columna
33	Positivo: C-H	1º Fila, 3º Columna
34	Positivo: C-G	4º Fila, 2º Columna
35	Negativo: H solas	-
36	Positivo: C-O	2º Fila, 3º Columna

FW20. La estimulación acústica se presentó a los sujetos a través de unos audífonos estéreo marca Aiwa, modelo: HP-XIII. Finalmente, los niveles de intensidad del sonido se midieron con un sonómetro marca Brüel & Kjaer, modelo 2236.

E. PROCEDIMIENTO

Los participantes llevaron a cabo la tarea en una única sesión experimental, cuya duración fue de aproximadamente 20 minutos. Los sujetos trabajaron en una sala experimental en la que se mantuvieron constantes: (a) la disposición del mobiliario, (b) las condiciones de iluminación, y (c) la posición ocupada por el experimentador dentro de la sala. La distancia entre los ojos del sujeto y la pantalla sobre la que se proyectaron las diapositivas que contenían los estímulos visuales se mantuvo constante y fue de dos metros. Los sujetos que trabajaron en la condición de silencio tuvieron puestos los audífonos, de manera tal de reducir la estimulación sonora proveniente del ambiente.

Cada sujeto realizó un total de 36 ensayos, uno con cada una de las configuraciones visuales. Cada uno de los ensayos comenzó con la aparición de un punto de fijación conformado por una cruz (+) ubicada en el centro de la configuración visual. El punto de fijación permaneció expuesto durante cinco segundos. Luego de transcurrido este lapso, el punto de fijación desaparecía y aparecía la configuración visual correspondiente. La configuración visual permanecía expuesta hasta que el sujeto emitía su respuesta. Una vez que el sujeto emitía su respuesta, y luego de que el experimentador había anotado el TR y la respuesta dada por el sujeto en la correspondiente hoja de datos, se daba inicio al siguiente ensayo.

En las instrucciones, dadas verbalmente por el experimentador, se especificaba a los sujetos que: (a) la letra cuya aparición debían detectar era la letra "C", (b) debían mantener la vista fija sobre el punto de fijación, (c) no debían mover los ojos en el transcurso de cada ensayo, y (d) debían responder tan rápido como pudiesen, sin que ello implicase cometer errores.

ANÁLISIS

Para cada participante y cada ensayo se registró el TR y si la respuesta dada era correcta o incorrecta. En primer lugar, los datos se analizaron mediante un análisis de varianza de medidas repetidas, en el que la variable dependiente fue el TR. En este caso, el factor entre sujetos fue la condición sonora (ruido, silencio), y los factores intrasujeto fueron: (a) el grado de similitud entre las letras distractoras y la objetivo (altamente similares, medianamente similares, no similares); y, (b) el tipo de display (positivos, negativos). Posteriormente, se analizaron por separado los datos obtenidos para los displays positivos y para los negativos. Los datos obtenidos para los displays positivos se analizaron mediante un análisis de varianza, con objeto de determinar los posibles efectos principales de las variables: (a) condición sonora, y (b) grado de similitud entre las letras distractoras y la objetivo sobre los TR y la exactitud de la respuesta, así como la posible interacción entre estas dos variables. El análisis de los datos obtenidos para los displays negativos se realizó mediante el mismo tipo de análisis estadístico y con el mismo propósito.

RESULTADOS

En primer lugar, los resultados pusieron de manifiesto que, considerando conjuntamente todas las configuraciones visuales, la condición sonora no tuvo un efecto principal significativo sobre los TR ($F = 0,61$). En segundo lugar, se halló que el grado de similitud entre las letras distractoras y la objetivo tuvo un efecto principal significativo sobre los TR ($F = 22,72$; $p < 0,01$). Este efecto evidenció que los TR aumentaban a medida que aumentaba el grado de similitud entre las letras distractoras y la objetivo (TR medios: Distractor H = 1171,52 ms; Distractor O = 1515,20 ms; Distractor G = 2359,18 ms). La interacción entre la condición sonora y el grado de similitud de las letras no resultó estadísticamente significativa ($F = 0,45$).

Adicionalmente, se halló que, comparando los TR obtenidos para los displays positivos con los obtenidos para los displays negativos, el TR medio fue significativamente mayor cuando las matrices no contenían la letra objetivo, que cuando la letra objetivo sí se presentaba ($T = 5,87$; $p < 0,01$; TR medios: displays negativos = 1962,66 ms; displays positivos = 1404,93 ms). Finalmente, comparando el número de respuestas correctas obtenido para los displays positivos con el obtenido para los displays negativos, la exactitud de las respuestas fue significativamente mayor cuando las matrices no contenían la letra objetivo, que cuando la letra objetivo sí se presentaba ($T = 4,16$; $p < 0,01$; Porcentaje de respuestas correctas: displays negativos = 97,42%; displays positivos = 86,11%). En otras palabras, cuando la matriz no contenía la letra objetivo los sujetos tardaban más en responder, pero respondían con más exactitud, que cuando la matriz contenía la letra objetivo.

A. DISPLAYS POSITIVOS

La condición sonora tuvo un efecto principal significativo sobre los TR ($F = 7,76$; $p < 0,01$). Este efecto puso de manifiesto que el TR medio fue significativamente inferior para los sujetos que realizaron la tarea en presencia de ruido (TR medio = 1266,29 ms), que para aquellos que la realizaron en silencio (TR medio = 1543,57 ms). No obstante, la condición sonora no tuvo un efecto principal estadísticamente significativo sobre la exactitud de las respuestas ($F = 0,47$).

Adicionalmente, el grado de similitud entre las letras distractoras y la objetivo tuvo un efecto principal significativo sobre los TR ($F = 37,42$; $p < 0,01$). Este efecto evidenció que el TR medio aumentaba a medida que aumentaba el grado de similitud física que existía entre las letras distractoras y la objetivo (TR medios: Distractor H = 1026,43 ms; Distractor O = 1181,21 ms; Distractor G = 2007,15 ms). Las comparaciones pareadas realizadas con el test Bonferroni pusieron de manifiesto que las diferencias en los TR, en función del grado de similitud entre las letras distractoras y la objetivo, resultaron estadísticamente

significativas ($p = 0,05$) solamente al comparar el TR medio obtenido cuando las letras distractoras tenían una gran similitud con la objetivo (Distractor G), con los TR medios obtenidos para cada una de las otras dos letras distractoras (Distractores O y H).

El grado de similitud entre las letras distractoras y la objetivo también tuvo un efecto principal significativo sobre la exactitud de las respuestas ($F = 46,02$; $p < 0,01$). Este efecto indicó que la exactitud de las respuestas disminuía a medida que aumentaba la similitud física que existía entre las letras distractoras y la objetivo (Porcentaje de respuestas correctas: Distractor H = 99,55%; Distractor O = 96,88%; Distractor G = 61,91%). Al igual que sucedió con los TR, las comparaciones pareadas realizadas con el test Bonferroni pusieron de manifiesto que las diferencias en la exactitud de las respuestas, en función del grado de similitud entre las letras distractoras y la objetivo, resultaron estadísticamente significativas ($p = 0,05$) solamente al comparar la exactitud de las respuestas cuando las letras distractoras tenían una gran similitud con la objetivo (Distractor G), con la exactitud en cada una de las otras dos letras distractoras (Distractores O y H).

Finalmente, la interacción entre las dos variables independientes no resultó significativa, ni en el caso de la variable dependiente TR ($F = 1,03$; $p = 0,362$), ni en el caso de la variable dependiente exactitud de las respuestas ($F = 2,139$; $p = 0,125$).

B. DISPLAYS NEGATIVOS

La condición sonora no tuvo un efecto principal significativo sobre los TR ($F = 0,09$). No obstante, la condición sonora sí tuvo un efecto principal significativo sobre la exactitud de las respuestas ($F = 4,22$; $p < 0,05$). Este efecto puso de manifiesto que la exactitud de las respuestas era significativamente mayor para los sujetos que trabajaron en la condición de ruido (Porcentaje de respuestas correctas = 100%), que para aquellos que trabajaron en la condición de silencio (porcentaje de respuestas correctas = 94,84).

Adicionalmente, el grado de similitud entre las letras presentadas en los displays negativos y la letra objetivo presentada en los positivos tuvo un efecto principal significativo sobre los TR ($F = 10,23$; $p < 0,01$). Este efecto evidenció que el TR medio aumentaba a medida que aumentaba el grado de similitud física que existía entre las letras presentadas en los displays negativos y la letra objetivo presentada en los positivos (TR medios: Letra H = 1327,50 ms; Letra O = 1849,26 ms; Letra G = 2711,21 ms). Las comparaciones pareadas realizadas con el test Bonferroni pusieron de manifiesto que las diferencias en los TR resultaron estadísticamente significativas ($p = 0,05$) solamente al comparar el TR medio obtenido cuando las letras presentadas en los displays negativos tenían una gran similitud con la letra objetivo de los displays positivos (G), con los TR medios obtenidos para cada una de las otras dos letras (O y H).

El grado de similitud entre las letras presentadas en los displays negativos y la letra objetivo presentada en los positivos no tuvo un efecto principal significativo sobre la exactitud de las respuestas ($F = 1,97$; $p = 0,146$). No obstante, hubo una tendencia a que la exactitud disminuyese a medida que aumentaba la similitud física que existía entre las letras presentadas en los displays negativos y la letra objetivo presentada en los positivos (Porcentaje de respuestas correctas: Letra H = 100%; Letra O = 98,21%; Letra G = 94,05%).

Finalmente, la interacción entre las dos variables independientes no resultó significativa, ni en el caso de la variable dependiente TR ($F = 0,10$), ni en el caso de la variable dependiente exactitud de las respuestas ($F = 1,97$; $p = 0,146$).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En el presente estudio se partió de la hipótesis general, según la cual, la presencia de estimulación sonora durante la realización de una tarea de búsqueda visual afecta benéficamente al rendimiento alcanzado por las personas, favoreciendo la focalización de la atención sobre los aspectos definidos como relevantes para la tarea.

Tal y como se esperaba, los resultados obtenidos evidencian que la presencia de un ruido blanco continuo sí puede incidir favorablemente sobre el rendimiento de los individuos cuando llevan a cabo una tarea de búsqueda visual difícil, aún cuando el ruido se presente a niveles moderados de intensidad; pero, dicho efecto se ve mediatizado por las características de las configuraciones visuales que se presentan.

En este sentido, se constató que cuando se consideraban conjuntamente todas las configuraciones utilizadas en este estudio, la condición sonora bajo la cual se realizaba la tarea no tenía un efecto significativo sobre el rendimiento, medido en función de la velocidad de respuesta. Esta ausencia de un efecto global de la condición sonora tuvo su razón de ser en el hecho de que, el impacto de la condición sonora sobre la rapidez de respuesta resultó estadísticamente significativo sólo cuando en las configuraciones aparecía efectivamente la letra objetivo. En estos casos, y en línea con la noción de que el ruido favorece la focalización de la atención y los resultados de Warner y Heimstra (1973), la presencia de ruido provocó un aumento en la velocidad de respuesta.

Lo anterior pone de manifiesto que cuando las personas trabajan en una situación de alta incertidumbre acerca de la localización espacial del elemento objetivo, y la configuración contiene el estímulo que deben detectar, el ruido moderado acelera el proceso de búsqueda o «escaneo» requerido para la localización de dicho estímulo. Sin embargo, de acuerdo con los resultados de este estudio, este aumento en la velocidad de respuesta no implica que los individuos comprometan su exactitud; ya que, en los displays positivos, la condición sonora no afectó significativamente a la exactitud de la respuesta.

Los resultados relativos al rendimiento medido en función de la exactitud de la respuesta fueron marcadamente diferentes cuando las configuraciones no contenían la letra objetivo. Con estas configuraciones, y si bien la presencia de ruido no alteró la velocidad de respuesta, sí incidió significativamente sobre la exactitud. En estos casos, el efecto hallado fue en la dirección predicha por la hipótesis de que la presencia de ruido redundaba en una mejora de la atención selectiva; ya que, se

comprobó que el ruido moderado producía un incremento en la exactitud de la respuesta.

En el presente estudio, además de evaluarse el posible impacto de la condición sonora, se evaluó la propuesta según la cual, uno de los factores que incide en el rendimiento alcanzado por las personas en tareas atencionales es la similitud física que existe entre el estímulo objetivo y los estímulos distractores. En relación con este punto, los resultados permiten respaldar la afirmación de García-Sevilla (1997) de que la mayor similitud entre los elementos relevantes y los irrelevantes aumenta la distractibilidad. De acuerdo con lo hallado en este estudio, esta mayor distractibilidad con altos grados de similitud física redundaba en un descenso del rendimiento. El impacto perjudicial que tiene la similitud física no parece depender, ni de cómo se evalúe la ejecución de los sujetos, ni del tipo de configuración visual presentada, ni de la condición sonora bajo la que se lleve a cabo la tarea. En este sentido, se observó que cuando existía una gran similitud física entre la letra objetivo y las letras distractoras se producía una marcada reducción, tanto de la rapidez con que los individuos llevaban a cabo el proceso de búsqueda visual, como de la exactitud de la respuesta, independientemente de que la configuración contuviese o no el elemento a ser detectado, y de que la persona trabajase en silencio o con ruido. No obstante, aclarar que en el presente estudio el efecto deteriorador que tuvo la alta similitud física sobre la exactitud de la respuesta resultó estadísticamente significativo solamente cuando las configuraciones contenían de hecho la letra objetivo.

Finalmente, los resultados obtenidos en el presente estudio revelaron el papel crucial que juegan las peculiaridades de las configuraciones visuales utilizadas en la ejecución de tareas de búsqueda visual. En este sentido, el tipo de configuración no sólo actuó moderando el efecto que tuvo el ruido sobre la rapidez y la exactitud de la respuesta, sino que actuó directamente sobre el rendimiento alcanzado por los sujetos. Específicamente, se constató que la velocidad de respuesta era significativamente menor cuando la configuración no contenía la letra objetivo; pero, en este caso, aumentaba la exactitud de la respuesta.

Este resultado puede explicarse si se considera que cuando en la configuración visual no aparece el elemento objetivo, los individuos, antes de poder responder, se ven obligados a realizar una búsqueda exhaustiva a lo largo de toda la configuración. La realización de esta búsqueda exhaustiva requiere de tiempo, por lo que los sujetos tardan más en emitir sus respuestas; pero, a su vez, esto redundaría en una mejora de la exactitud puesto que, al final de la búsqueda, las personas tienen una gran seguridad de que el objetivo no se hallaba presente.

Los resultados del presente estudio permiten concluir lo siguiente:

1. La presencia de ruido durante la realización de una tarea de atención selectiva puede afectar significativamente, y de forma benéfica, al rendimiento alcanzado por las personas, haciendo que ellas centren su atención en los aspectos definidos como relevantes para la tarea.
2. Este efecto de la estimulación sonora se hace patente fundamentalmente en aquellas tareas de atención selectiva que implican una alta incertidumbre respecto a la localización espacial en la que aparecerá el estímulo a ser detectado y que, por ende, conllevan un proceso de búsqueda o «escaneo» de la información.
3. Para que se produzca el efecto benéfico del ruido no es indispensable que el nivel de intensidad del sonido sea alto, tal y como sugería los resultados de Warner y Heimstra (1973). Dicho efecto también se constata con niveles de intensidad moderados como los usados en este estudio, cuando el ruido que se presenta es un ruido blanco continuo y la tarea de búsqueda visual que deben realizar los individuos implica una gran cantidad de elementos distractores.
4. El efecto del ruido blanco de intensidad moderada está mediatizado por las características de las configuraciones visuales que se emplean: cuando las configuraciones contienen el elemento objetivo, la presencia de ruido redundaría en una mejora de la rapidez de respuesta, sin que esto implique un cambio en la exactitud. Ahora bien, cuando las configuraciones no contienen el estímulo objetivo, la presencia de estimulación sonora no altera la velocidad de respuesta, pero sí provoca una mejora de la exactitud.

5. Las peculiaridades de las configuraciones visuales no sólo actúan moderando el efecto de la condición sonora sobre la ejecución, también inciden directamente sobre el rendimiento: cuando en las configuraciones no aparece el elemento objetivo, las personas requieren de una mayor cantidad de tiempo para realizar el proceso de búsqueda y responder, pero, responden con mayor exactitud que cuando en las configuraciones aparece el elemento objetivo.
6. Otro de los aspectos relevantes de las configuraciones que incide sobre la realización de tareas de búsqueda visual es la similitud física que existe entre el elemento relevante y los elementos irrelevantes: el aumento en el grado de similitud física provoca un deterioro en el rendimiento, con independencia de si las configuraciones contienen o no el elemento objetivo, de si el rendimiento se evalúa en función del TR o de la exactitud de la respuesta, y de la condición sonora bajo la cual se lleva a cabo la tarea.

REFERENCIAS

- Berglung, B. y Lindvall, T. (1995). *Community noise*. Stockholm: Center for Sensory Research.
- Botella, J. y Barriopedro, M.I. (1997). Una gradación del efecto de compatibilidad de los flancos manipulando su similitud física. *Estudios de Psicología*. 57, 119-127.
- Broadbent, D.E. (1971). *Decision and stress*. London: Academic Press.
- Broadbent, D.E. (1983). Recent advances in understanding performance in noise. En: G. Rossi (Ed.). *Proceedings of the Fourth International Congress of Noise as a Public Health Problem*. Milan.
- Eriksen, B.A. y Eriksen, C.W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics*. 16, 143-149.

- Eriksen, C.W. y St. James, J.D. (1986). Visual attention within and around the field of focal attention: A zoom lens model. *Perception & Psychophysics*. 40, 225-240.
- García-Sevilla, J. (1997). *Psicología de la atención*. Madrid: Síntesis.
- Harris, C.M. (1977). *Manual para el control del ruido*. Madrid: Instituto de Estudios de Administración Local.
- Kryter, K.D. (1985). *The effects of noise on man*. Orlando: Academic Press.
- Santalla-Peñaloza, Z. (1992). *El ruido y sus efectos en procesos cognitivos*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Santalla-Peñaloza, Z.; Alvarado-Izquierdo, J.M.; y Santisteban-Requena, C. (1999). ¿El ruido afecta a la focalización de la atención visual?. *Psicothema*. 11(1), 97-111.
- Santisteban-Requena, C. y Santalla-Peñaloza, Z. (1990). Efectos del ruido sobre memoria y atención: Una revisión. *Psicothema*. 2(2), 49-91.
- Smith, A.P. (1985 a). The effects of noise on the processing of shape and local detail. *Psychological Research*. 47, 103-108.
- Smith, A.P. (1985 b). Noise, biased probability and serial reaction. *British Journal of Psychology*. 77(1), 89-95.
- Smith, A.P. (1991). Noise and aspects of attention. *British Journal of Psychology*. 82, 313-324.
- Smith, A.P. y Broadbent, D.E. (1980). Effects of noise on performance on embedded figures tasks. *Journal of Applied Psychology*. 65(2), 246-248.
- Usai, M.C. y Umiltà, C. (1994). Effetti del rumore sul controllo del fuoco dell'attenzione. *Giornale Italiano di Psicologia*. 21(2), 221-241.
- Warner, H.D. y Heimstra, N.W. (1971). Effects of intermittent noise on visual search task of varying complexity. *Perceptual and Motor Skills*. 32, 219-226.

- Warner, H.D. y Heimstra, N.W. (1972). Effects of noise intensity on visual target-detection performance. *Human Factors*. 14, 181-185.
- Warner, H.D. y Heimstra, N.W. (1973). Target-detection performance as a function of noise intensity and task difficulty. *Perceptual and Motor Skills*. 36, 439-442.