

La estimación temporal prospectiva de dos duraciones físicas: efectos del esfuerzo de procesamiento

MARÍA BELÉN BUENO
Universidad de Salamanca

Resumen

Hemos contrapuesto en el mismo diseño experimental las variables prototípicas de los modelos del tamaño de lo almacenado en la memoria, atencional y de cambio cognitivo con la finalidad de ver cuál de ellos explica mejor la experiencia humana de la duración en condiciones de atención intencional al tiempo. Además, realizamos una medición independiente del esfuerzo de procesamiento invertido en la ejecución de las tareas experimentales mediante la presentación de un tono con un ISI impredecible y utilizamos dos duraciones físicas para potenciar la generalización de los hallazgos. El diseño empleado fue un factorial intersujetos del tipo $3 \times 2 \times 2$ completamente aleatorizado por el que pasaron 192 estudiantes de Psicología de la Universidad de Salamanca. Los resultados, obtenidos mediante técnicas ANOVA y contrastes ortogonales entre las medias, indicaron (1), que los seres humanos somos sensibles a las variaciones en la duración física; (2), que factores similares participan en las reproducciones temporales de las dos duraciones objetivas utilizadas; y (3), que la variable que mejor explica las estimaciones temporales efectuadas es el esfuerzo de procesamiento involucrado en la realización de las tareas, la cual presenta una relación inversa con el tamaño de la reproducción ofrecida.

Palabras clave: estimación temporal humana, esfuerzo atencional, cambios cognitivos, paradigma prospectivo.

THE PROSPECTIVE TIME ESTIMATION OF TWO PHYSICAL DURATIONS: EFFECTS OF THE PROCESSING EFFORT

Abstract

We opposed the prototypical variables of cognitive change, attentional and memory storage-size models in the same experimental design with the aim of discovering which of them best explains the human experience of duration in conditions of intentional attention to the time. In addition, we made an independent measurement of the processing effort invested in experimental tasks performance through a tone presented with an unpredictable ISI and we used two physical durations to increase the power of the results generalization. It was employed a completely randomized $3 \times 2 \times 2$ between-subjects factorial design that was applied to 192 students of Psychology of the University of Salamanca. Results, obtained by means of ANOVA methods and orthogonal contrasts between means, showed (1) that human beings are sensitive to the variations of the physical duration; (2) that similar factors participate in the temporal reproductions of the two used physical durations; and (3) that the variable that best explains the temporal estimations carried out is the processing effort expended in the tasks realization, which shows an inverse relation with the size of the reproduction made.

Key words: Human time estimation, attentional effort, cognitive changes, prospective paradigm.

Agradecimientos: La investigación que ha dado lugar a este trabajo ha sido financiada por una beca predoctoral concedida por la Universidad de Salamanca. Además, deseo agradecer los comentarios y sugerencias realizados por Manuel de Vega y un revisor anónimo sobre una versión previa de este trabajo.

Dirección del autor: Departamento de Psicología, Facultad de Psicología, Avda. de La Merced, 109-131. 37005 Salamanca.

INTRODUCCION

Resulta extremadamente difícil responder a la pregunta de qué es el tiempo, sentimiento que inspiró a San Agustín (354-430) su ampliamente conocido tratamiento sobre la incomunicabilidad del concepto (St. Augustine, 1949). Puesto que el tiempo, al igual que el espacio, supone un logro intelectual y no una categoría perceptiva, la utilización del concepto de tiempo como tal resultaría útil en el estudio de la física, pero no tanto en el de la psicología, ya que lo que realmente percibimos y, en consecuencia, experimentamos es un flujo de sucesos con un componente de persistencia y uno de cambio. A pesar de utilizar expresiones tales como la percepción o la estimación del tiempo, el mero paso del tiempo, tiempo vacío, no se puede percibir puesto que nuestra experiencia nunca está vacía. Siempre se produce una serie de estímulos externos o internos que conforman un flujo de cambio y esto es lo que percibimos, en vez de un flujo de tiempo en sí mismo.

Precisamente, gran parte de la investigación temporal contemporánea se ha centrado en el denominado «efecto del intervalo lleno», o sea, en el efecto puesto de manifiesto por las variables que ocupan un período de tiempo sobre la duración que se experimenta sobre dicho intervalo. Sin embargo, no existe un acuerdo unánime respecto del peso específico ejercido sobre la experiencia de duración por distintos tipos de variables. Según el *modelo sobre el tamaño de lo almacenado en la memoria*, la duración subjetiva de un período de tiempo está determinada por la cantidad de sucesos que se recuerdan de los ocurridos en dicho intervalo temporal (Ornstein, 1969); *el modelo atencional* (Hicks, Miller y Kinsbourne, 1976), al considerar que la atención se distribuye entre la información temporal y la no temporal, defiende una relación inversa entre las demandas de procesamiento exigidas por la tarea no temporal y el tamaño de la estimación subjetiva de la duración; y *el modelo de cambio contextual* (Block, 1978, 1982; Block y Reed, 1978) insiste en el papel que desempeña la cantidad de cambio cognitivo que se produce en el intervalo de tiempo crítico.

Resultados empíricos en apoyo de la cantidad de sucesos retenidos como el factor determinante del juicio de duración han sido obtenidos, por ejemplo, por Block (1974) quien, mediante la presentación de intervalos de 160 segundos ocupados con 80 palabras categorizadas —presentadas, bien por bloques, bien en forma aleatoria—, encontró que la primera condición producía significativamente tanto mayores estimaciones de duración cuanto mayores puntuaciones de retención del material verbal, hallazgo que fue interpretado como indicativo de que las estimaciones de duración son función de la cantidad de ítems retenidos. Resultados similares fueron obtenidos por Poynter (1979) y por Kowal (1987), quienes de nuevo encontraron la relación directa entre cantidad de sucesos percibidos o recordados y juicio temporal.

Esos hallazgos, aunque consistentes con los encontrados por otros autores (Block, 1978, experimento 1; Bobko, Schiffman, Castino y Chiappetta, 1977; Kowal, 1976; Thomas y Weaver, 1975), resultan contradictorios con respecto a los obtenidos en algunas investigaciones (Block, 1978, experimento 2; Cantor y Thomas, 1977; Mo, 1975; Poynter y Homa, 1983; Schiffman y Bobko, 1977), por lo cual el efecto de la cantidad de sucesos retenidos sobre el juicio de duración resulta, cuando menos, inestable.

En apoyo del modelo atencional, autores tales como McClain (1983), Zakay, Nitzan y Glicksohn (1983) y Brown (1985) obtuvieron de forma consistente que

la estimación del tiempo era una función inversa de la carga de procesamiento o de la dificultad *preestablecida* de la tarea. Sin embargo, no siempre la *supuesta* manipulación del esfuerzo de procesamiento ha mostrado efecto sobre la experiencia de duración, tal y como quedó puesto de manifiesto en el experimento 1 realizado por Block y Reed (1978), en el que, a pesar de la manipulación realizada sobre el nivel de procesamiento de la información presentada y bajo el supuesto de que el procesamiento semántico generalmente demanda una mayor selectividad atencional que el procesamiento estructural, no se encontró ningún efecto de esa variable sobre la estimación retrospectiva de la duración (esto es, realizada en condiciones de atención incidental al tiempo).

Precisamente, Block y Reed (1978) inauguraron la serie de experimentos encaminados a probar los efectos del cambio contextual sobre la duración subjetiva pidiendo a sus sujetos que procesaran una lista de palabras presentadas serialmente durante un intervalo temporal de 80 segundos. La manipulación efectuada sobre el modo de procesamiento de dichas palabras hacía que éstas se procesaran estructuralmente, semánticamente o de las dos formas mediante el cambio entre el modo de procesamiento estructural y el semántico. El resultado obtenido fue una estimación alargada de la duración del intervalo temporal en el que se realizaba el procesamiento alternante en relación con las estimaciones temporales de los intervalos en los que se producía un tipo único de procesamiento.

Este resultado indujo a los autores a pensar que las estimaciones de la duración eran más largas al ejecutar tareas alternantes a causa de la mayor cantidad de cambios en el contexto de procesos ocurrida en dicha condición. Dicha interpretación se hacía, además, descartando la plausibilidad del modelo sobre el tamaño de lo almacenado por cuanto el mayor reconocimiento del material verbal se produjo en la condición de procesamiento exclusivamente semántico, lo que excluía la posibilidad de que la cantidad de sucesos recordados fuese la causa del hallazgo obtenido. Por otra parte, se descartó la explicación basada en un esfuerzo de procesamiento superior en la condición de cambio apoyándose en el supuesto —no comprobado y altamente cuestionable, tal y como se verá posteriormente— de que la condición de procesamiento semántico era también la que exigía un mayor esfuerzo cognitivo.

Investigaciones posteriores (Block, 1982, 1985, 1986; Poynter, 1983; Poynter y Homa, 1983) han descartado una explicación contextual en términos de la codificación de asociaciones ambientales variadas y han insistido en que el factor crítico en determinar la duración recordada de un período temporal radica en los cambios holísticos en el contexto de procesos.

La *principal crítica* que se puede realizar a los estudios que han considerado el papel de las variables atencionales en la duración psicológica es la *ausencia de un criterio independiente para medir el esfuerzo cognitivo*, variable que ha sido supuestamente controlada mediante manipulaciones de la dificultad de la tarea o del nivel de procesamiento exigido durante el intervalo sin tener en cuenta que dichas manipulaciones resultan inadecuadas para justificar tal suposición (Mitchell y Hunt, 1989). Puesto que el esfuerzo cognitivo se define como el porcentaje de capacidad exigido para realizar una tarea, pudiera ocurrir que los procesos requeridos para ejecutar una tarea supuestamente fácil consumieran tanta capacidad como los involucrados en una tarea «difícil», con lo cual la relación entre esfuerzo cognitivo y dificultad de la tarea deja de ser un problema trivial. La investigación sobre este punto cuenta con hallazgos de una relación inversa

entre esos dos factores (Britton, Westbrook y Holdredge, 1978), e incluso de una ausencia de dicha relación (Ellis, Thomas y Rodríguez, 1984; Hunt, 1983), de lo cual se deriva que no se puede inferir el esfuerzo cognitivo a partir de la dificultad preestablecida de la tarea, salvo que la dificultad de la tarea se defina realmente mediante el esfuerzo cognitivo. Los estudios sobre la duración como una función de la dificultad de la tarea, al no contar con un índice independiente de medida del esfuerzo cognitivo, no son en absoluto concluyentes sobre la relación entre esfuerzo cognitivo y estimación del tiempo.

Con respecto a la relación entre esfuerzo cognitivo y niveles de procesamiento (Craik y Lockhart, 1972; Craik y Tulving, 1975), diferentes investigadores sobre la memoria (Britton, Meyer, Simpson, Holdredge y Curry, 1979; Krinsky y Nelson, 1981; Tyler, Hertel, McCallum y Ellis, 1979) han encontrado que el esfuerzo cognitivo no difiere necesariamente como una función de la manipulación de tarea estructural-semántico. En un estudio ampliamente citado sobre esta cuestión en el que Tyler y col. (1979) variaron la dificultad de la tarea ortogonalmente con la profundidad de procesamiento y utilizaron el tiempo de reacción a un tono presentado durante la tarea de orientación como índice del esfuerzo cognitivo, encontraron que a pesar de que el esfuerzo cognitivo se relacionaba positivamente con la dificultad de la tarea —el tiempo de reacción al tono era mayor con tareas difíciles que con tareas fáciles—, dicho esfuerzo cognitivo no difería como función del nivel de procesamiento semántico-no semántico. O sea, las tareas de orientación pueden producir cambios en la memoria sin el correspondiente efecto sobre el esfuerzo cognitivo. Variables de las que se sabe que afectan a la memoria, con interpretaciones ampliamente aceptadas de sus efectos, no influyen de forma consistente los índices del esfuerzo cognitivo. Por tanto, los procesos teóricos directamente relacionados con la retención no mantienen una relación necesaria con el esfuerzo cognitivo y, en consecuencia, al manipular aquéllos no se puede inferir la consiguiente manipulación de este último.

De todo lo anterior se deriva que en la actualidad no se puede utilizar la memoria de un suceso en la investigación sobre la atención para inferir la ocurrencia de procesos psicológicos. A la cuestión de cuánta capacidad atencional es exigida por los procesos involucrados en una determinada tarea, se debe responder mediante la utilización de algún índice independiente para evaluar las demandas cognitivas de dicha tarea (Wickens, 1984).

A modo de recapitulación, si consideramos la evidencia empírica que existe a favor y en contra de cada uno de los tres tipos de explicaciones que se han formulado para dar cuenta del juicio de duración, es el modelo de cambio contextual el que mejor da cuenta de los hallazgos empíricos que se han obtenido, aun cuando los estudios que lo apoyan plantean dos tipos de debilidades importantes que afectan tanto a la validez interna como a la validez externa de dichas investigaciones: por un lado, ciertas variables (p. e., el esfuerzo cognitivo o de procesamiento) se han inferido sin ser medidas directamente y, por otra parte, la falsedad del modelo de cambio se ha restringido casi exclusivamente a unas condiciones experimentales en las que se ha utilizado un paradigma de atención incidental al tiempo y el método comparativo para obtener juicios de duración relativa.

De este modo, el **objetivo principal** de este trabajo consistió en someter a prueba el modelo de cambio contextual confrontándolo en un mismo diseño con las variables representativas de los otros dos modelos y realizando una medición independiente del esfuerzo cognitivo exigido por las tareas. Todo ello

en condiciones de atención intencional al tiempo y con un método de reproducción temporal dada su fiabilidad y sensibilidad.

Por otra parte, un problema metodológico importante que se presenta en la mayor parte de la investigación sobre la experiencia de duración consiste en que muchos estudios emplean solamente una duración para que juzguen todos los sujetos y que diferentes estudios han utilizado duraciones ampliamente variadas, lo que dificulta la comparación entre distintos estudios y la posibilidad de explicar las discrepancias encontradas en los resultados.

Existe cierta controversia sobre la cuestión general de si factores similares o diferentes subyacen el juicio de intervalos de diferentes duraciones. Algunos autores (p. e., Block, 1979) creen que factores similares están involucrados en los juicios de tiempo de un amplio abanico de duraciones, mientras que otros opinan que es verdad lo opuesto, avalando este punto de vista con datos consistentes con la mediación de factores diferentes en los juicios de duraciones objetivas variadas (Hicks y Miller, 1976). El problema sigue sin resolverse en la actualidad puesto que se han obtenido hallazgos en los que dos duraciones diferentes dentro del mismo experimento ejercían efectos significativos en casi todos los análisis (Brown, 1985), de lo cual se desprende que la duración por sí misma puede contribuir a algunos de los resultados conflictivos con los que cuenta la bibliografía.

Puesto que se necesitaba más trabajo paramétrico en esta área con comparaciones sistemáticas de cronometraje a través de diferentes condiciones de tarea y diferentes duraciones, un **segundo objetivo** de esta investigación fue potenciar la generalidad de los hallazgos que se obtuviesen mediante la utilización de dos duraciones diferentes a través de las distintas condiciones de tarea.

Para conseguir los objetivos mencionados, investigamos el efecto de los cambios entre tipos diferentes de procesamiento cognitivo sobre los juicios de reproducción temporal correspondientes a intervalos de dos duraciones físicas diferentes en condiciones de atención intencional al tiempo, a la vez que se introducían sendas manipulaciones con la finalidad de inducir tanto una retención de los sucesos presentados como un esfuerzo cognitivo involucrado en procesar tales sucesos diferenciales en función de los niveles de tarea de procesamiento introducidos. Además, utilizamos un índice independiente para medir directamente el esfuerzo cognitivo involucrado en la realización de las tareas. Para dicho fin, descartamos la utilización de medidas fisiológicas por no disponer de los aparatos adecuados. Decidimos utilizar la técnica de la tarea secundaria (Posner, 1978, 1982; Posner y Boies, 1971) dado el éxito que ha tenido en las investigaciones atencionales y mnémicas e introducir una condición de ausencia del índice independiente a modo de control teniendo en cuenta los posibles efectos imprevisibles que dicho índice pudiera producir sobre las variables medidas.

Expuesto sistemáticamente, esperábamos que el juicio de duración subjetiva fuese directamente proporcional a la duración física del intervalo juzgado; que en las condiciones en que aparece un tono al que el sujeto tiene que responder, el juicio de duración fuese más impreciso que en las condiciones en que no aparece dicho tono; que la duración subjetiva fuera función de los cambios psicológicos producidos en un intervalo de tiempo; que la duración subjetiva fuese función inversa de la cantidad de esfuerzo de procesamiento exigido por la tarea no temporal; y que todas las reproducciones fueran subestimaciones respecto del tiempo físico.

Para falsear los modelos alternativos al del cambio cognitivo, además del juicio de duración introdujimos una serie de variables dependientes sobre las que también se establecieron hipótesis. Especificaremos sólo las más relevantes para la falsedad de los modelos. Respecto del tiempo de reacción registrado para medir el esfuerzo cognitivo involucrado en la realización de cada uno de los tipos de tarea esperábamos el mayor tiempo de reacción en respuesta al tono en la condición con la tarea de procesamiento exclusivamente semántico, el menor tiempo de reacción en la condición con procesamiento exclusivamente estructural y un tiempo de reacción intermedio en la condición de cambio entre los dos tipos de procesamiento. Respecto del conteo del número total de ejemplos del intervalo entero, esperábamos que la cantidad de ejemplos contados fuese función directa de la duración física que se juzga y que no fuese función de ninguna de las otras dos variables independientes utilizadas. Y con respecto al reconocimiento del material verbal esperábamos que la condición de procesamiento exclusivamente semántico arrojase el mayor reconocimiento de palabras, seguida de la condición con cambios en el tipo de procesamiento, y el menor reconocimiento de palabras se adjudicaría a la condición de procesamiento exclusivamente estructural.

METODO

Sujetos

En este experimento participaron 192 estudiantes de Psicología de la Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación de la Universidad de Salamanca. Todos ellos tenían visión normal o corregida hacia la normalidad, así como audición normal.

Diseño

Se utilizó un diseño factorial intersujetos del tipo $3 \times 2 \times 2$ completamente aleatorizado con tres tratamientos y seis variables dependientes.

A) Las *variables independientes* fueron:

1. *Tipo de tarea de procesamiento*, definida mediante las frases de instrucción que orientaban al sujeto sobre las palabras que tenía que contar. Podía tomar una de tres formas: procesamiento estructural pretendidamente demandante de poco esfuerzo cognitivo, procesamiento semántico orientado a exigir un alto esfuerzo mental y cambio entre los dos tipos de procesamiento anteriores.

2. *Condición de manipulación de un tono*, con dos valores posibles obtenidos a partir de la presencia o de la ausencia de un tono. Esta variable se define, en el primer caso, por medio de la presentación de un tono al que hay que responder lo más rápidamente posible después de haber contado o no la palabra tras de la que aparece. En las condiciones de ausencia de tono, éste no aparece tras ninguna de las palabras.

3. *Duración física del intervalo crítico*. Esta variable se define como el tiempo físico que dura la presentación estimular, entre los señalizados comienzo y fin del intervalo. Podía tomar uno de dos valores: 48 u 80 segundos. Utilizamos

la duración de 80 segs. por ser la empleada por Block y Reed (1978), lo cual facilitaba la comparación entre ambos estudios; la duración de 48 segs. vino condicionada por la utilización de la mitad de los sustantivos de las condiciones de 80 segundos.

B) Las *variables dependientes* fueron:

1. *La estimación de la duración del intervalo crítico*, definida como el tiempo reproducido por cada sujeto, medido en segundos.

2. *Tiempo de reacción al tono que sigue a las palabras en las condiciones de presencia de tono*. Esta variable se define como el tiempo que transcurre desde el comienzo de la presentación del tono hasta el comienzo de la respuesta de presión de la tecla.

3. *Juicio del número de palabras contadas por categoría*, variable definida mediante la cantidad de sustantivos que el sujeto contaba como correspondientes a lo indicado por cada frase de orientación e introducida para facilitar el conteo total de ejemplos del intervalo.

4. *Juicio del número total de palabras contadas durante el intervalo*; definida como la cantidad total de sustantivos contados durante el intervalo entero.

5. *Juicio del interés personal elicitado por la tarea experimental*; variable definida por el grado de interés suscitado por dicha tarea, medido en una escala ordinal de 1 a 7 puntos.

6. *Juicio de reconocimiento de las palabras presentadas durante el intervalo temporal*; variable definida como la cantidad de sustantivos que el sujeto reconocía correctamente.

Materiales

Se utilizaron estímulos visuales y auditivos. El material presentado visualmente era de naturaleza verbal, compuesto de frases y de palabras. El material auditivo estaba constituido por un tono débil (1.000 hercios y aproximadamente 14 decibelios).

El grupo de palabras utilizado estaba formado por 48 sustantivos de tres a siete letras, obtenidos en grupos de 12 de cada una de cuatro categorías pertenecientes a las Normas categoriales de Pascual y Musitu (1980), que, a su vez, estaban inspiradas en las Normas de Battig y Montague (1969). Las cuatro categorías utilizadas fueron partes del cuerpo humano, animales cuadrúpedos, bebidas y armas, las mismas que las utilizadas por Block y Reed (1978). Dentro de cada una de esas categorías, se extrajeron las 12 palabras más frecuentes que cumplían una serie de restricciones: las partes del cuerpo humano no podían pertenecer ni a la cabeza ni a las extremidades, los animales cuadrúpedos tenían que ser raramente domesticados, se escogieron sólo las bebidas no alcohólicas y se seleccionaron armas que fueran demasiado grandes para ser llevadas en un bolsillo. Además, se eliminaron las palabras obviamente polisémicas.

Se escogieron al azar ocho palabras de cada categoría que sirvieron como estímulos que el sujeto debía contar durante el intervalo temporal de 80 segs. Dos de las ocho palabras por categoría se asignaron aleatoriamente para ser escritas en cada uno de los cuatro tipos de escritura diferentes: letras mayúsculas y minúsculas en negrita y letras mayúsculas y minúsculas en cursiva. De este modo, se asignaban 32 palabras a cada intervalo de 80 segs., ocho de cada categoría semántica y ocho en cada tipo de escritura. Para la duración de 48 segun-

dos, de las ocho palabras que formaban parte del intervalo experimental de 80 segundos se escogieron al azar cuatro palabras, una de cada categoría y tipo de escritura.

Las restantes cuatro palabras de cada categoría que no se utilizaron nunca durante el intervalo de 80 segs. cuya duración había que estimar, se asignaron a un grupo de palabras distractoras para una fase posterior de reconocimiento, con una palabra de cada categoría asignada aleatoriamente a cada uno de los cuatro tipos diferentes de escritura.

Las frases empleadas eran enunciados de instrucción que indicaban el atributo de las palabras que venían a continuación en el que tenía que fijarse el sujeto. Había cuatro frases que orientaban hacia una codificación estructural y supuestamente demandante de poco esfuerzo cognitivo que indicaban el tipo de letra en que podían aparecer escritas las palabras (p. e., TIPO DE LETRA MAYUSCULA NEGRITA) y cuatro frases que orientaban hacia la puesta en marcha de una codificación semántica y pretendidamente demandante de mucho esfuerzo cognitivo para procesar las palabras, que hacían referencia a la categoría restrictiva a la que pertenecían los sustantivos (p. e., PARTES DEL CUERPO HUMANO NO PERTENECIENTES NI A LA CABEZA NI A LAS EXTREMIDADES).

Cada intervalo, cuya duración tenía que reproducir el sujeto, se componía de una secuencia de la forma 1 frase - 4/8 palabras, dependiendo de la duración física del intervalo - 1 frase - 4/8 palabras - 1 frase - 4/8 palabras - 1 frase - 4/8 palabras.

Por lo que se refiere al estímulo auditivo empleado, en las condiciones en que se presentaba el tono, éste podía suceder con uno de cuatro retrasos respecto de cada sustantivo tras el que aparecía. Los cuatro retrasos de tono se introdujeron para evitar una secuencia de tonos predecible por parte del sujeto, al estilo de lo que hicieron Tyler y col. (1979).

Formación de las condiciones experimentales

A) Dentro de la variable *tipo de tarea de procesamiento*, la condición de *procesamiento exclusivamente estructural* estaba formada por cada una de las frases indicativas del tipo de letra en que las palabras estaban escritas seguida de los sustantivos correspondientes a cada tipo de letra (4 u 8 palabras dependiendo de que la duración física fuera de 48 o de 80 segs., respectivamente). En cada una de estas condiciones aparecía una vez cada una de las frases del tipo estructural.

La condición de *procesamiento exclusivamente semántico* estaba formada, de manera análoga a la condición anteriormente comentada, por cada una de las frases indicativas de la categoría restrictiva a la que pertenecían las palabras, seguida de los sustantivos correspondientes a cada una de esas categorías.

Los diferentes intervalos de las condiciones de procesamiento no mezclados sólo se diferenciaban en el orden con que aparecían las frases orientadoras y en el orden en que se presentaban los sustantivos correspondientes a cada tipo de letra o a cada categoría semántica. En cada caso, tanto la ordenación de las frases como la de los sustantivos se extraía al azar de todas las posibles y se asignaba aleatoriamente a cada sujeto que pasaba por dicha condición.

La condición de *cambio cognitivo entre modos de procesamiento distintos* se

componía siempre de dos frases orientadoras hacia un procesamiento estructural pretendidamente demandante de poco esfuerzo mental y dos frases encaminadas a conseguir del sujeto la puesta en marcha de un procesamiento semántico de los sustantivos con fuertes demandas de esfuerzo cognitivo. Las dos frases de cada tipo de orientación para la codificación de los sustantivos eran diferentes dentro de cada intervalo, por lo que la misma frase solamente podía aparecer una vez dentro de cada intervalo.

Cada intervalo podía comenzar con una frase de orientación estructural fácil o con una frase de orientación semántica difícil. Se formaron todos los ordenamientos posibles y se extrajo aleatoriamente una ordenación para cada sujeto. Tras cada tipo de frase aparecían los 4 u 8 sustantivos —dependiendo de la duración física a la que correspondiera la condición de cambio cognitivo, 48/80 segs., respectivamente— correspondientes a cada frase en orden aleatorio para cada sujeto.

Para todas las condiciones, cada frase aparecía en el centro de la pantalla de un ordenador Macintosh ED, escrita en tipo normal, con mayúsculas, New York 14. Permanecía en pantalla durante 4 segundos, incluyendo el intervalo de cambio necesario de 32 milisegundos. Cada sustantivo permanecía en pantalla una duración media de 2 segundos.

B) Dentro de la variable *manipulación de un tono*, había 6 condiciones en las que podía aparecer un tono que el sujeto oía a través de su oído izquierdo mediante unos auriculares conectados al ordenador y 6 condiciones en las que no aparecía tono alguno.

En las condiciones en que aparecía, podía ocurrir o 240 mseg., o 480 mseg., o 720 mseg., después del comienzo de cada sustantivo, o podía no aparecer después de esa palabra. Como en cada intervalo de 48 segundos aparecían 16 sustantivos en total, cada uno de los retrasos de tono acompañaba a 4 palabras en una secuencia contrabalanceada. Dentro de cada tipo de frase, cada tipo de retraso aparecía después de una palabra. Puesto que en cada intervalo de 80 segs. aparecían 32 palabras en total, cada uno de los retrasos de tono acompañaba a 8 palabras en una secuencia contrabalanceada. Dentro de cada tipo de frase, cada tipo de retraso aparecía después de dos palabras. En las condiciones de ausencia de tono, no aparecía el tono tras ninguno de los sustantivos a lo largo del intervalo.

C) Cada una de las dos duraciones físicas empleadas se formó mediante la secuencia de cuatro frases seguidas, cada una de ellas, por los sustantivos pertinentes a cada tipo de frase, 4 sustantivos para los intervalos de 48 segs. y 8 para las duraciones de 80 segundos.

Procedimiento

Los sujetos entraban en la sala experimental en grupos pequeños, generalmente entre 3 y 6 personas cada uno. Las instrucciones sobre la tarea experimental que ocupaba el intervalo temporal crítico eran leídas por cada sujeto en silencio, pudiendo solicitar aclaraciones siempre que lo necesitasen. Tras la lectura silenciosa por parte de los sujetos, la experimentadora ofrecía una explicación detallada tanto de las instrucciones a seguir respecto de la tarea experimental cuanto del modo de respuesta que habrían de dar a cada una de las cuestiones que se les plantearían tras finalizar el período crítico.

En todas las condiciones de este experimento se utilizaba el paradigma prospectivo, o sea, todos los sujetos, mediante las instrucciones que recibían, sabían antes de empezar con la presentación de estímulos que se les iba a pedir un juicio sobre la duración del intervalo que habían experimentado. Se les decía que inmediatamente después de que acabase el intervalo crítico tendrían que mantener pulsada una tecla debidamente señalizada durante un tiempo igual al que habían sentido que había durado el período crítico. Se intentaba que desistieran de llevar el ritmo de cualquier manera que se les ocurriera para ayudarse en la tarea de estimación del tiempo indicándoles que lo que queríamos era que estimasen el tiempo que habían «sentido» y que, además, llevar el ritmo podría interferirles con la tarea de contar las palabras, que era igualmente importante.

También se les pedía que contaran el número de palabras que eran ejemplos de lo indicado por las frases de orientación. Se les informaba del tipo de frases que se les podían presentar, indicándoles mediante un ejemplo que no era utilizado en el experimento el tipo de decisión que tendrían que hacer sobre los sustantivos que les aparecieran.

En las condiciones de ausencia de tono, la tarea era, por tanto, doble. En las condiciones de presencia de tono, además de las dos tareas mencionadas, se indicaba a los sujetos que, después de algunas de las palabras, podía aparecer un tono que oírían a través del auricular izquierdo. Se les decía que inmediatamente después de que lo oyeran, debían presionar la tecla roja —la M— lo más rápidamente que pudieran. Se les indicaba, también, que las tareas de contar las palabras y de atender al tiempo eran más importantes que la de respuesta al tono, aun cuando se les instaba a realizar las tres tareas lo mejor posible.

Por lo que respecta a la **recogida de datos**, la *tarea de reproducción temporal* comenzaba inmediatamente después de que acababa la presentación de estímulos, o sea, inmediatamente después de la aparición en la pantalla de forma simultánea de las frases FIN DEL INTERVALO y REPRODUCE LA DURACION DE DICHO INTERVALO, una frase encima de la otra y separadas por dos «returns». El ordenador estaba programado para registrar la medición del tiempo reproducido por el sujeto con la mayor precisión posible (hasta los 16 milisegundos —un tic— más próximos). Dos segundos después de acabar la reproducción temporal, aparecían en pantalla las *instrucciones de conteo* mediante las que se pedía a los sujetos que indicasen el número de palabras que eran ejemplos de cada categoría semántica o de cada tipo de escritura. Tras completar la respuesta a las cuatro peticiones, aparecía otra pantalla en la que se pedía al sujeto que indicase el número total de palabras contadas durante el intervalo entero. La pantalla anterior y ésta duraban 78 segundos.

Transcurridos los 80 segundos desde la finalización de la tarea de reproducción temporal, aparecían las instrucciones para una *tarea de escalado de interés* en la que se pedía a los sujetos que indicasen en una escala ordinal de 7 puntos el grado de interés que les había suscitado la tarea experimental. Finalmente, aparecían las instrucciones para una *tarea de memoria de reconocimiento* en la que se indicaba al sujeto que tenía que decidir qué palabras de las que se le presentaban habían aparecido durante la fase de exposición de estímulos y cuáles no se habían presentado y, por tanto, no había visto durante el intervalo previo.

Para terminar, aparecía un mensaje en la pantalla mediante el que se comunicaba al sujeto el fin del experimento, se le rogaba que no hablara sobre él con nadie y se le agradecía su colaboración y su discreción. Además, se le emplaza-

ba para una reunión con todos los participantes en la que se llevaría a cabo la explicación de la investigación y de cada una de las condiciones del estudio. Toda la sesión experimental duraba aproximadamente unos treinta minutos.

RESULTADOS

Los cálculos estadísticos han sido realizados mediante la versión 3.1 del programa SYSTAT (Wilkinson, 1986) y han consistido en varios análisis factoriales de varianza y varios contrastes ortogonales entre las medias. Los análisis de varianza se han efectuado siguiendo un modelo de efectos fijos (Winer, 1971). El nivel de error aceptado fue del 5%.

Análisis de las reproducciones temporales

Con respecto a la duración subjetiva, era preciso trabajar, por un lado, con las puntuaciones de reproducción absoluta para poder someter a prueba la hipótesis sobre la proporcionalidad directa entre duraciones físicas y estimadas. Por otra parte, además de ese tipo de puntuación directa, cuando diferentes sujetos juzgan duraciones distintas, es recomendable (Brown, 1985) expresar esas medidas como proporciones o como porcentajes de la duración juzgada, de modo que todas las puntuaciones existan en la misma escala relativa; de ahí que calculásemos las medidas correspondientes al error direccional y al error absoluto de los juicios de duración realizados.

El cálculo de la medida direccional del error se efectuó convirtiendo las reproducciones directas en puntuaciones de cociente dividiendo cada juicio por el tiempo real transcurrido. Un valor inferior a 1 representa un juicio más corto que la duración real, mientras que un valor superior a 1 corresponde a un valor más largo que la duración real.

La medida de error absoluto se calculó sustrayendo de la duración real el valor de cada juicio e ignorando el signo de la diferencia. Después, las puntuaciones de error absoluto se transformaron en porcentajes dividiendo cada puntuación de error por la duración física correspondiente y multiplicando este valor por 100, lo cual permite comparar puntuaciones de error absoluto a través de las dos duraciones físicas utilizadas. Este tipo de puntuaciones muestra la diferencia proporcional entre el tiempo objetivo y el juzgado, y se utiliza para evaluar el nivel absoluto de precisión de los juicios temporales.

Del análisis de varianza efectuado sobre las puntuaciones correspondientes al juicio medio de reproducción temporal directa para las diferentes condiciones experimentales es importante resaltar la significación del efecto principal del factor duración física utilizada [$F(1,180) = 54,414, p < 0,001$], efecto que apoya nuestra primera hipótesis sobre la relación directamente proporcional existente entre el tiempo físico y el juicio de estimación realizado por los sujetos.

Puesto que con la excepción de dicho efecto principal, el resto de las hipótesis se comprueban más finamente con los resultados obtenidos tanto a partir de las puntuaciones del error direccional cometido en los juicios de reproducción temporal (Tabla I) como a partir de las puntuaciones del error absoluto cometido en dichos juicios (Tabla II), a partir de este momento nos referiremos a estas puntuaciones transformadas para comentar los hallazgos encontrados.

TABLA I

Procesamiento	Tono	
	Ausencia	Presencia
Estructural exclusivo		
48 segundos	0,429 (0,213)	0,249 (0,143)
80 segundos	0,483 (0,226)	0,272 (0,142)
Semántico exclusivo		
48 segundos	0,303 (0,179)	0,319 (0,160)
80 segundos	0,309 (0,181)	0,425 (0,148)
Mezclado		
48 segundos	0,295 (0,196)	0,277 (0,198)
80 segundos	0,335 (0,193)	0,219 (0,114)

Medias y desviaciones típicas (entre paréntesis) de las puntuaciones de error direccional expresadas como una función del tipo de tarea de procesamiento, de la duración física y de la manipulación del tono.

Mean directional error and standard deviations (in brackets) as a function of the processing task type, physical duration, and tone manipulation.

TABLA II

Procesamiento	Tono	
	Ausencia	Presencia
Estructural exclusivo		
48 segundos	57,134 (21,275)	75,110 (14,314)
80 segundos	52,148 (21,416)	72,762 (14,179)
Semántico exclusivo		
48 segundos	69,707 (17,928)	68,148 (16,044)
80 segundos	69,149 (18,140)	57,533 (14,831)
Mezclado		
48 segundos	70,502 (19,571)	72,338 (19,828)
80 segundos	66,495 (19,304)	78,124 (11,445)

Medias y desviaciones típicas (entre paréntesis) de los porcentajes de error absoluto cometido en los juicios directos de reproducción temporal como una función del tipo de tarea de procesamiento, de la duración física y de la manipulación del tono.

Mean absolute error percentage and standard deviations (in brackets) of the direct judgments of time reproduction as a function of the processing task type, physical duration, and tone manipulation.

La ausencia de un efecto principal del factor duración física utilizada sobre las puntuaciones de error indica que no existen diferencias en el error cometido en los juicios de reproducción temporal en función de la duración real emplea-

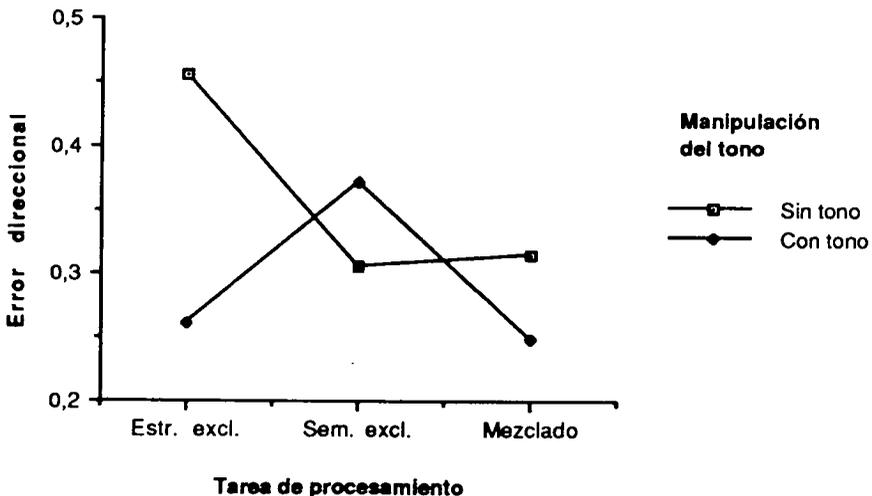
da, de tal modo que tanto la dirección como la cantidad absoluta de error es la misma en las dos duraciones de reloj utilizadas; además, tal como se predijo, tanto en la estimación de 48 segs. como en la de 80 se producen subestimaciones de la duración real mediante el empleo de un método de reproducción.

Nuestra predicción sobre la distorsión producida por la presencia de un tono también se ve confirmada por el efecto principal que manifiesta la condición de manipulación del tono [$F(1,180) = 6,562, p < 0,01$], de tal modo que, tal como preveíamos en nuestra segunda hipótesis, en las condiciones en que aparece el tono, el juicio de duración es significativamente más impreciso que cuando no aparece.

Respecto del efecto principal del tipo de tarea de procesamiento tanto sobre la dirección de la subestimación realizada [$F(2,180) = 3,251, p < 0,05$] como sobre la cantidad absoluta de error cometido [$F(2,180) = 3,218, p < 0,05$], los contrastes ortogonales realizados sobre las condiciones del factor tipo de tarea de procesamiento también apoyan nuestra tercera hipótesis, puesto que, de acuerdo con nuestra predicción, es significativa la diferencia entre las dos condiciones de procesamiento no mezclado, por un lado, y la de procesamiento mezclado por el otro. Sin embargo, es la condición de tarea que incluye cambios en el modo de procesamiento la que arroja el mayor índice de error en el juicio de reproducción temporal.

El análisis de la interacción entre el factor de manipulación del tono y el de tipo de tarea de procesamiento [$F(2,180) = 8,672, p < 0,001$] clarifica la situación puesta de manifiesto por el efecto principal del último factor.

FIGURA 1



Interacción entre la manipulación del índice independiente de medida del esfuerzo cognitivo y el tipo de tarea de procesamiento sobre el error direccional de la subestimación realizada.

Interaction between manipulation of the independent index to measure the cognitive effort and processing task type with respect to the directional error in the underestimation made.

Tal y como puede verse en la Figura 1, en las condiciones sin tono, los menores errores direccionales y absolutos se producen en las condiciones ocupadas por la tarea de procesamiento exclusivamente estructural, mientras que errores muy superiores se dan en las otras dos condiciones de tarea, ligeramente menores en la condición con cambios en el modo de procesamiento. Ese patrón de resultados cambia totalmente en las condiciones con tono, en las que ahora la menor cantidad de error se produce en las condiciones ocupadas por la tarea de procesamiento exclusivamente semántico, en tanto que el error aumenta en las otras dos condiciones, siendo algo superior en la de procesamiento mezclado.

Análisis de las puntuaciones de respuesta al tono

Con respecto al análisis de las puntuaciones de respuesta al tono (ver Tabla III), para falsear la hipótesis específica propuesta, realizamos comparaciones entre los grupos de categorías dentro del factor tipo de tarea de procesamiento.

TABLA III

Tarea de procesamiento	Segundos	
	48	80
Estructural exclusivo	0,653 (0,209)	0,623 (0,149)
Semántico exclusivo	0,735 (0,199)	0,725 (0,167)
Mezclado	0,790 (0,213)	0,630 (0,137)

Puntuaciones medias y desviaciones típicas (entre paréntesis) del tiempo de reacción medio por intervalo en función del tipo de tarea de procesamiento y de la duración física en las condiciones de presencia de tono.

Means and standard deviations (in brackets) of mean reaction time per interval as a function of the processing task type and physical duration in tone presence conditions.

Obtuvimos diferencias significativas [$F(1,90) = 4,228$, $p < 0,05$] entre los T.R. al tono en las dos condiciones de tarea de procesamiento no mezclado, indicativas, tal como postulamos, de un mayor esfuerzo cognitivo en las ocupadas por el procesamiento exclusivamente semántico (MTRestruct. excl. = 0,64 vs. MTRsemánt. excl. = 0,78). Sin embargo, la comparación entre los T.R. correspondientes a las condiciones de tarea de procesamiento exclusivamente estructural y de procesamiento mezclado (MTRmezclado = 0,71) no alcanzó la significación [$F(1,90) = 2,401$, $p = 0,125$], ni tampoco el contraste entre las condiciones de procesamiento exclusivamente semántico y de procesamiento mezclado [$F(1,90) = 0,257$, $p = 0,614$].

Puesto que los sujetos podían omitir su respuesta al tono, esta no respuesta puede haberse distribuido diferencialmente en aquellos casos en que resultaba más difícil atender al tono dado el esfuerzo cognitivo invertido en el procesamiento de la palabra presentada, con lo cual en las condiciones muy demandan-

tes se puede haber utilizado para el cálculo del T.R. medio al tono nada más aquellas respuestas al tono que resultaban menos difíciles de dar. Esta posibilidad nos condujo a considerar la realización de un análisis de varianza sobre unas puntuaciones de T.R. al tono que incluyeran los tiempos de no respuesta por parte de los sujetos. Puesto que la programación informática de la prueba registraba el tiempo de respuesta permitido desde la presentación del tono hasta la exposición del siguiente sustantivo, incorporamos esos valores para el cálculo del T.R. global al tono en las distintas condiciones experimentales.

En el análisis de varianza realizado sobre las puntuaciones modificadas del T.R. al tono (ver Tabla IV), sí que obtuvimos el efecto principal esperado del factor tipo de tarea de procesamiento.

TABLA IV

Tarea de procesamiento	Segundos	
	48	80
Estructural exclusivo	0,777 (0,266)	0,714 (0,198)
Semántico exclusivo	0,929 (0,281)	0,920 (0,210)
Mezclado	0,923 (0,253)	0,842 (0,242)

Puntuaciones medias y desviaciones típicas (entre paréntesis) del tiempo de reacción medio corregido por intervalo en función del tipo de tarea de procesamiento y de la duración física en las condiciones de presencia de tono.

Means and standard deviations (in brackets) of corrected mean reaction time per interval as a function of the processing task type and physical duration in tone presence conditions.

Los contrastes ortogonales realizados para la puesta a prueba de la hipótesis específica con respecto al efecto de ese último factor sobre los T.R. al tono evidenciaron sendas comparaciones significativas, una entre el T.R. al tono entre las dos condiciones de tarea de procesamiento no mezclado [$F(1,90) = 8,665$, $p < 0,01$] y otra entre las condiciones correspondientes al procesamiento exclusivamente estructural y al procesamiento mezclado [$F(1,90) = 5,088$, $p < 0,05$]; la comparación entre las condiciones de tarea de procesamiento únicamente semántico y la de procesamiento mezclado seguía sin resultar significativa [$F(1,90) = 0,474$, $p = 0,492$].

Análisis de las puntuaciones de conteo de ejemplos

Dado que el registro de la cantidad de sustantivos contados para cada tipo de instrucción lo introdujimos para facilitar a los sujetos el conteo de la cantidad total de palabras consideradas ejemplos de lo indicado por las frases de orientación durante la totalidad del intervalo, se efectuó únicamente un análisis de varianza sobre la cantidad de ejemplos contados durante el intervalo entero (ver Tabla V).

TABLA V

Procesamiento	Tono	
	Ausencia	Presencia
Estructural exclusivo		
48 segundos	15,750 (0,683)	15,563 (2,337)
80 segundos	32,063 (1,806)	30,563 (2,943)
Semántico exclusivo		
48 segundos	16,000 (3,483)	14,750 (2,380)
80 segundos	28,688 (5,16)	25,938 (6,537)
Mezclado		
48 segundos	15,188 (3,250)	15,563 (3,425)
80 segundos	29,188 (4,355)	28,188 (6,814)

Puntuaciones medias y desviaciones típicas (entre paréntesis) del conteo total de sustantivos por intervalo en función del tipo de tarea de procesamiento, de la duración física y de la manipulación del tono.

Means and standard deviations (in brackets) of the whole noun count per interval as a function of the processing task type, physical duration, and tone manipulation.

Tal como predecíamos, la cantidad total de ejemplos contados durante el intervalo temporal completo resultó ser función directa de la duración física juzgada [$F(1,180) = 555,76, p < 0,001$].

El efecto principal puesto de manifiesto por el tipo de tarea de procesamiento que ha ocupado el período temporal crítico [$F(2,180) = 4,76, p < 0,01$] invalida la hipótesis que postulaba una ausencia de relación entre dicha variable independiente y la cantidad total de ejemplos contados. Comparaciones a posteriori realizadas entre las medias de ese factor indican que existen diferencias en la cantidad de sustantivos contados entre las dos condiciones de tarea de procesamiento no mezclado [$F(1,180) = 9,131, p < 0,01$] y entre las de procesamiento estructural solo y las de procesamiento mezclado [$F(1,180) = 4,208, p < 0,05$], no obteniéndose diferencias entre las condiciones de procesamiento exclusivamente semántico y las de procesamiento mezclado [$F(1,180) = 0,942, p = 0,333$].

Este último efecto principal ha de entenderse a la vista de la interacción significativa obtenida entre las duraciones físicas empleadas y el tipo de tarea de procesamiento involucrado durante las mismas [$F(2,180) = 3,523, p < 0,05$]. El origen de las diferencias en el conteo total de ejemplos en función del tipo de tarea de procesamiento realizado se restringe al intervalo de 80 segs. de duración física, en el que el conteo está más próximo al total correcto en la condición ocupada por la tarea de procesamiento exclusivamente estructural, con conteos más inexactos en los otros dos tipos de condiciones. Sin embargo, en el intervalo de 48 segs. no existen diferencias en el conteo total de ejemplos, con cifras muy cercanas al total correcto en los tres tipos de tarea.

Análisis de las puntuaciones sobre el interés experimentado

En el análisis de varianza realizado sobre ellas no encontramos ningún efecto significativo de los factores manipulados ni de sus interacciones, por lo cual,

tal como se esperaba, no se ha producido interés diferencial en función de ninguna de las condiciones incorporadas en este experimento. En todas ellas, la puntuación media de interés se situaba cerca del punto medio de la escala de 7 puntos.

Análisis de las puntuaciones de reconocimiento verbal

Las comparaciones ortogonales realizadas entre los porcentajes medios de reconocimiento verbal en función del tipo de tarea de procesamiento efectuado durante el intervalo temporal crítico ofrecen un rotundo apoyo a nuestra última hipótesis.

Efectivamente, exactamente como predijimos, existen diferencias significativas en reconocimiento verbal entre las condiciones en las que se realiza procesamiento exclusivamente estructural frente a aquellas en que se efectúa procesamiento únicamente semántico [$F(1,180) = 86,88, p < 0,001$], entre aquellas ocupadas con procesamiento sólo estructural frente a las que se llenan con la tarea de procesamiento mezclado [$F(1,180) = 20,512, p < 0,001$], así como entre las de procesamiento exclusivamente semántico y las de procesamiento mezclado [$F(1,180) = 22,963, p < 0,001$].

Diferencialmente, tal y como se había predicho, se produjo un reconocimiento máximo del material verbal en las condiciones de procesamiento únicamente semántico (Media = 37,94%), intermedio en las correspondientes al tipo de procesamiento mezclado (Media = 29,93%) y mínimo en las condiciones ocupadas por el procesamiento únicamente estructural (Media = 22,36%).

DISCUSION

En primer lugar, hemos constatado la sensibilidad puesta de manifiesto por los seres humanos ante las variaciones efectuadas en la duración física, de tal modo que a los aumentos en el tiempo de reloj respondemos con duraciones subjetivas más largas. Además, mediante el empleo del método de reproducción para la obtención de los juicios temporales se consiguen, en todos los casos, subestimaciones respecto de la duración física, resultado obtenido habitualmente con duraciones superiores a unos pocos segundos (Brown, 1985; Schiffman y Bobko, 1974; Zakay, Nitzan y Glicksohn, 1983).

La inexistencia de diferencias entre las dos duraciones físicas utilizadas en este experimento en lo que se refiere al tamaño del error direccional y del error absoluto cometido en las reproducciones hace pensar que, al menos por lo que respecta a las duraciones escogidas por nosotros, no se encuentran discrepancias importantes atribuibles a la duración física en sí misma. De aquí se deriva la posibilidad de generalizar los hallazgos encontrados a diversas duraciones físicas moderadamente largas, resultado que apoya la argumentación favorable a la involucración de factores similares en las estimaciones de la duración de un espectro amplio de duraciones objetivas (Block, 1979).

La introducción de un tono para medir directamente el esfuerzo cognitivo exigido por la tarea principal ha arrojado dos tipos de evidencia. Por un lado, ha puesto claramente de manifiesto su efecto fuertemente distorsionador sobre los juicios de duración efectuados, de tal modo que no sólo conduce a mayores errores direccionales y absolutos en la magnitud de la reproducción realizada,

sino que además provoca resultados imprevisibles en interacción con el tipo de tarea de procesamiento involucrado durante los intervalos experimentales.

Por otra parte, no hemos conseguido inducir un esfuerzo cognitivo significativamente intermedio en las condiciones ocupadas por los cambios en el tipo de procesamiento respecto de las condiciones correspondientes a los intervalos ocupados por las tareas de procesamiento no mezclado, tal y como se deriva de las puntuaciones del T.R. al tono presentado en función del tipo de tarea de procesamiento introducido. La evidencia más optimista indica que, correspondiendo a la manipulación intentada, el menor esfuerzo cognitivo se ha producido en los intervalos ocupados por la tarea de procesamiento exclusivamente estructural, pero al no haber aparecido diferencias en los tiempos de reacción al tono entre las condiciones de tarea de procesamiento mezclado y las de procesamiento únicamente semántico, hemos de pensar que el esfuerzo mental involucrado en ambos tipos de condiciones ha resultado similar.

Como ya sabemos, las variables medidas se introdujeron con la finalidad de contrastar las hipótesis derivadas de las principales teorías que intentan dar cuenta de la experiencia de duración. De acuerdo con la predicción derivada de la propuesta de Ornstein (1969) sobre la relación directa entre la cantidad de lo almacenado en la memoria y la duración subjetiva experimentada, debería haberse obtenido la mayor duración psicológica reproducida en las condiciones de procesamiento exclusivamente semántico, la menor duración subjetiva para las condiciones de procesamiento únicamente estructural y una duración reproducida intermedia para las condiciones correspondientes al procesamiento mezclado. Pero estos no fueron los resultados hallados, de modo similar a lo que le ocurriera a Kowal (1976).

Por otra parte, en caso de que los indicios relevantes para la configuración del juicio de duración estuvieran conformados por la cantidad de sucesos procesados como ejemplos positivos, el mayor número de los mismos contado en los intervalos de 80 segs. ocupados por la tarea de procesamiento exclusivamente estructural debería haber conducido a un alargamiento de la duración reproducida bajo esa condición frente a los otros dos tipos de condiciones de tarea presentados. No obstante, esa variable no explicaría la situación ocasionada en los intervalos de 48 segs. en los que no apareció conteo de ejemplos diferencial en función de los tres tipos diferentes de tareas de procesamiento.

Al no haberse producido un interés diferencial entre las distintas condiciones experimentales, no cabe la posibilidad de introducir argumentos respecto de los factores emocionales (tales como el aburrimiento o el desinterés) que podrían afectar los juicios de duración psicológica (Hawkins y Tedford, 1976; Underwood, 1975).

Un modelo basado en la utilización del cambio cognitivo experimentado durante un intervalo de tiempo como indicio fundamental para la configuración de los juicios de duración encontraría evidencia favorable a partir de la obtención de juicios temporales diferentes en las condiciones con cambio cognitivo respecto de los otorgados en las condiciones sin dicho cambio mental destacado. Dado que éste fue precisamente uno de los resultados obtenidos en este experimento, cabría defender que el cambio cognitivo experimentado por los sujetos contribuye de una manera destacada en la realización de los juicios de duración mediante el método de reproducción.

Sin embargo, la evidencia obtenida a partir de las medidas del error direccional y del error absoluto cometidos en las estimaciones indica que los cam-

bios cognitivos introducidos en este experimento no han servido como indicios facilitadores de juicios más precisos, sino que han conducido a un mayor error en las estimaciones respecto del tiempo físico propuesto. La causa de tales efectos distorsionadores puede haber sido el tono introducido para medir el esfuerzo cognitivo, que ha cambiado cualitativamente la naturaleza de la situación creada.

Precisamente la situación obtenida en las condiciones de ausencia de tono se ajusta a la propuesta realizada por las teorías atencionales sobre la duración subjetiva al postular una relación inversa entre el esfuerzo cognitivo demandado por la tarea no temporal y el tamaño de la duración subjetiva reproducida (Brown, 1985; Hicks, Miller y Kinsbourne, 1976; Hicks, Miller, Gaes y Bierman, 1977; Miller, Hicks y Willette, 1978; Thomas y Brown, 1974; Thomas y Cantor, 1978; Thomas y Weaver, 1975). Una vez medidos los niveles de esfuerzo mental real demandados por la tarea no temporal, habrían de esperarse juicios de duración subjetiva similares en las condiciones con procesamiento exclusivamente semántico y en las condiciones con procesamiento mezclado, diferentes globalmente de las reproducciones efectuadas bajo las condiciones de procesamiento exclusivamente estructural. Puesto que este patrón de resultados se corresponde con los obtenidos en este experimento en las condiciones de ausencia de tono, las predicciones procedentes de los modelos atencionales para dar cuenta de la reproducción temporal más fiable reciben apoyo en las condiciones de estimación prospectiva inmediata de este experimento.

Hay que destacar el hecho de que todas las reproducciones realizadas por los sujetos fueran subestimaciones con respecto al tiempo físico, de modo similar a lo que ocurriera en otros trabajos (Bueno, 1991; Bueno, en prensa). Incluso en las condiciones estructurales y sin tono los sujetos subestiman fuertemente la duración física. Si, junto a Thomas y Weaver (1975), Hicks, Miller y Kinsbourne (1976) y Zakay (1989), suponemos que la totalidad de los recursos con que cuenta el sujeto se distribuye entre los dos procesos fundamentales de estimación de la duración y de procesamiento de la información no temporal concurrente, la tarea de estimación temporal resultará más afectada en la medida en que la tarea de procesamiento de información no temporal exija más recursos, disminuyendo con ello la cuantía de la reproducción temporal. Este hallazgo permite inferir claramente que dicha tarea de estimación temporal es un proceso altamente controlado, que demanda considerable capacidad y que interfiere con otras actividades cognitivas que también requieren capacidad (Hasher y Zacks, 1979). Por todo ello, la estimación de la duración no puede considerarse entre los procesos automáticos tal y como fueron definidos por Hasher y Zacks (1979). La evidencia obtenida indica que atender a la información temporal sobre la duración de un intervalo exige gran cantidad de recursos del sistema de procesamiento humano.

Por otro lado, puesto que la presencia del tono ha ocasionado distorsiones en los juicios temporales difícilmente interpretables dada la ausencia de precedentes experimentales con dicha manipulación en la bibliografía sobre la cognición temporal, quizás fuese recomendable para futuros trabajos en este campo la incorporación de otro tipo de técnicas para la medición del esfuerzo cognitivo que no incluyan una tarea adicional a realizar por parte de los sujetos. Las técnicas fisiológicas, tales como la medida del diámetro pupilar, podrían constituir la alternativa adecuada dada su simplicidad (Kahneman, 1983), siempre que se disponga de los medios técnicos necesarios.

Tal y como afirma Zakay (1990), el tiempo subjetivo es una de las dimensiones esenciales que necesitamos los seres humanos para orientarnos en nuestro entorno. El conocimiento de los determinantes que intervienen en los juicios sobre la duración de un período de tiempo resulta crucial para el avance de nuestra comprensión sobre el modo en que los seres humanos nos adaptamos a nuestro ambiente (Michon, 1980). Además, la estimación del tiempo puede resultar crítica en diversos tipos de actividades puesto que la ejecución habilidosa de muchas tareas perceptivo-motoras depende de la evaluación consciente o implícita de la duración de los sucesos. Los resultados obtenidos en esta investigación pueden ser de utilidad práctica en diversos campos y conductas, como, por ejemplo, en el desempeño de la actividad que realizan ciertos profesionales (controladores aéreos, educadores, deportistas, músicos, etc.).

EXTENDED SUMMARY

The present research examines the predictive value of cognitive change, attentional and memory storage-size models with the aim of discovering which of them best explains the human experience of duration in conditions of intentional attention to time. On the one hand, the function carried out by stimulus information has been studied by means of the assumption originally defended by Ornstein (1969) to the effect that the duration remembered about a time interval depends directly on the amount of codified and recoverable stimulus information; that is, of the size of what is stored in memory. On the other hand, assuming that attentional resources are distributed between the temporal and non-temporal aspects of a task, the attentional model (Hicks, Miller and Kinsbourne, 1976; Thomas and Weaver, 1975) postulates that the subjective estimation of duration is a direct function of the amount of attention directed to the passage of time, postulating an inverse relation between the estimation of duration and the attentional effort invested in the non-temporal task. Finally, other investigators (Block, 1978, 1982, 1986; Block and Reed, 1978; Poynter, 1983; Poynter and Homa, 1983) have underlined the importance of contextual variables by stressing the relevance of cognitive changes in duration judgments expressed about a time period.

According to the literature revised, it would appear that the contextual change model best predicts the empirical results obtained in studies in which attempts have been made to confront the prototypical variables of each of the three main models formulated. However, this comparison has been carried out without measuring cognitive effort directly and under retrospective conditions. In this study, therefore, an attempt is made to test the role of cognitive changes under conditions of prospective judgment with a clear manipulation of the alternating variables and an independent measurement of the processing effort invested in experimental tasks through a tone presented with an unpredictable ISI.

This research was also designed to try to overcome another methodological problem associated with previous studies into human temporal estimation. Most of the studies in this area use only a single duration for all subjects to judge and different studies have used widely different durations (Block, 1985). This fact makes it difficult to compare different studies and may explain some of the discrepancies in past research. Furthermore, there is some controversy over

the general issue as to whether similar or different factors underlie the judgment of intervals spanning different durations. Because there was a need for more parametric work in this area involving systematic comparisons of timing across different task conditions and different durations, our second objective consisted in examining the effects of two different physical durations across the different task conditions.

In order to achieve these aims an experiment with a $3 \times 2 \times 2$ between-subjects factorial design was run. The independent variables were (1) processing task type (exclusively structural, exclusively semantic, mixed), (2) tone manipulation (presence, absence), and (3) physical duration (48", 80"). The dependent variables were (1) estimation of the duration of the critical interval, (2) reaction time to the tone which followed words in conditions of tone presence, (3 and 4) judgment of the number of words counted per category and during the whole interval, (5) judgment of personal interest elicited by the experimental task, and (6) judgment of the recognition of the words displayed during the time interval. 192 students of Psychology participated in this experiment. Visual and auditory stimuli were presented on a Macintosh 512ED computer.

The results indicated that human beings are sensitive to the variations of the physical duration and that similar factors participate in the temporal reproductions of the two physical durations used. Furthermore, the defence that humans beings use changes in the cognitive context as the main indicators to constitute the most accurate subjective estimations about the duration of a time period does not seem to have obtained support under the prospective conditions of this experiment because in the mixed processing conditions the durations were the strongest underestimated by the subjects. In the present research, the variable that best explains the temporal estimations carried out is the processing effort expended in the tasks performance, which shows an inverse relation with the size of the reproduction made. Of great interest is that, be they longer or shorter, all the reproductions made by the subjects were underestimations with respect to the physical time involved. This clearly indicates that this type of temporal estimation task is a highly controlled process requiring considerable capacity and interfering with other cognitive activities that also demand capacity. Considering the results obtained by us in other studies, it could be concluded that the complexity of time cognition may involve the crucial dependence of the results on time estimation on the conditions under which judgment is made.

Referencias

- BATTIG, W. F., y MONTAGUE, W. E. (1969). Category norms for verbal items in 56 categories: A replication and extension of the Connecticut category norms. *Journal of Experimental Psychology Monographs*, 80, (3, Pt. 2).
- BLOCK, R. A. (1974). Memory and the experience of duration in retrospect. *Memory & Cognition*, 2, 153-160.
- BLOCK, R. A. (1978). Remembered duration: Effects of event and sequence complexity. *Memory & Cognition*, 6, 320-326.
- BLOCK, R. A. (1979). Time and consciousness. En: G. Underwood y R. Stevens (Eds.), *Aspects of consciousness: Vol. 1. Psychological issues*. London: Academic Press, 179-217.
- BLOCK, R. A. (1982). Temporal judgments and contextual change. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 8, 530-544.

- BLOCK, R. A. (1985). Contextual coding in memory: Studies of remembered duration. En: J. A. Michon y J. L. Jackson (Eds.), *Time, Mind, and Behavior*. Heidelberg: Springer-Verlag, 169-178.
- BLOCK, R. A. (1986). Remembered duration: Imagery processes and contextual encoding. *Acta Psychologica*, 62, 103-122.
- BLOCK, R. A., y REED, M. A. (1978). Remembered duration: Evidence for a contextual-change hypotheses. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 4, 656-665.
- BOBKO, D. J.; SCHIFFMAN, H. R.; CASTINO, R. J., y CHIAPETTA, W. (1977). Contextual effects in duration experience. *American Journal of Psychology*, 90, 577-586.
- BRITTON, B. K.; MEYER, B. J.; SIMPSON, R.; HOLDREDGE, T. S., y CURRY, C. (1979). Effects of the organization of text on memory: Tests of two implications of selective attention hypotheses. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 5, 496-506.
- BRITTON, B. K.; WESTBROOK, R. D., y HOLDREDGE, T. S. (1978). Reading and cognitive capacity usage: Effects of text difficulty. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning & Memory*, 4, 582-591.
- BROWN, S. W. (1985). Time perception and attention: The effects of prospective versus retrospective paradigms and task demands on perceived duration. *Perception & Psychophysics*, 38, 115-124.
- BUENO, M. B. (1991). Efectos de los cambios cognitivos y del esfuerzo de procesamiento sobre los juicios de duración prospectivos y retrospectivos. *Estudios de Psicología*, 45, 109-127.
- BUENO, M. B. (en prensa). The role of cognitive changes in immediate and remote prospective time estimations. *Acta Psychologica*.
- CANTOR, N. E., y THOMAS, E. A. C. (1977). Control of attention in the processing of temporal and spatial information in complex visual patterns. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 3, 243-250.
- CRAIK, F. I. M., y LOCKHART, R. S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11, 671-684.
- CRAIK, F. I. M., y TULVING, E. (1975). Depth of processing and the retention of words in episodic memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 104 (3), 268-294.
- ELLIS, H. C.; THOMAS, R. L., y RODRÍGUEZ, I. A. (1984). Emotional mood states and memory: Elaborative encoding, semantic processing, and cognitive effort. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 10, 483-495.
- HASHER, L., y ZACKS, R. T. (1979). Automatic and effortful processes in memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 108, 356-388.
- HAWKINS, M. F., y TEDFORD, W. H., JR. (1976). Effects of interest and relatedness on estimated duration of verbal material. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 8, 301-302.
- HICKS, R. E., y MILLER, G. W. (1976). Transfer of time judgments as a function of feedback. *American Journal of Psychology*, 89, 303-310.
- HICKS, R. E.; MILLER, G. W., y KINSBOURNE, M. (1976). Prospective and retrospective judgments of time as a function of amount of information processed. *American Journal of Psychology*, 89, 719-730.
- HICKS, R. E.; MILLER, G. W.; GAES, G., y BIEMAN, K. (1977). Concurrent processing demands and the experience of time-in-passing. *American Journal of Psychology*, 90, 431-446.
- HUNT, R. R. (1983, agosto). What will more «effort» tell us about memory? En D. B. Mitchell (Chair), *Limited capacity, automaticity, and effort: Memorable concepts?* Symposium conducted at the 91st Annual Convention of the American Psychological Association, Anaheim, CA.
- KAHNEMAN, D. (1983, agosto). Current assessment of limited capacity concepts and their applications. En D. B. Mitchell (Chair), *Limited capacity, automaticity, and effort. Memorable concepts?* Symposium conducted at the 91st annual convention of the American Psychological Association. Anaheim, CA.
- KOWAL, K. H. (1976). Apparent duration of long meaningful events and meaningless intervals. *Memory & Cognition*, 4, 215-220.
- KOWAL, K. H. (1987). Apparent duration and numerosity as a function of melodic familiarity. *Perception & Psychophysics*, 42, 122-131.
- KRINSKY, R., y NELSON, T. O. (1981). Task difficulty and pupillary dilation during incidental learning. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning, and Memory*, 7, 293-298.
- MCCLAINE, L. (1983). Interval estimation: Effect of processing demands on prospective and retrospective reports. *Perception & Psychophysics*, 34, 185-189.
- MICHON, J. A. (1980). *Psychological and physiological aspects of the temporal organization of behavior*. Ponencia presentada en el congreso de la UNESCO sobre «Tiempo, calidad de vida y desarrollo social», organizado por la Fundación Bariloche, San Carlos de Bariloche, Argentina, 28-31 de octubre.
- MILLER, G. W.; HICKS, R. E., y WILLETTE, M. (1978). Effects of concurrent verbal rehearsal and temporal set upon judgments of temporal duration. *Acta Psychologica*, 42, 173-179.
- MITCHELL, D. B., y HUNT, R. R. (1989). How much «effort» should be devoted to memory? *Memory & Cognition*, 17, 337-348.
- MO, S. S. (1975). Temporal reproduction of duration as a function of numerosity. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 5, 165-167.
- ORNSTEIN, R. E. (1969). *On the experience of time*. Harmondsworth: Penguin.
- PASCUAL, J., y MUSITU, G. (1980). Normas categoriales. *Psicologica*, 1, 157-174.

- POSNER, M. I. (1978). *Chronometric explorations of mind*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- POSNER, M. I. (1982). Cumulative development of attentional theory. *American Psychologist*, 37, 168-179.
- POSNER, M. I., y BOIES, S. J. (1971). Components of attention. *Psychological Review*, 78, 391-408.
- POYNTER, W. D. (1979). *Human time perception and memory processes. The role of retrieval in duration estimates*. Tesis de Master, Arizona State University.
- POYNTER, W. D. (1983). Duration judgment and the segmentation of experience. *Memory & Cognition*, 11, 77-82.
- POYNTER, W. D., y HOMA, D. (1983). Duration judgment and the experience of change. *Perception & Psychophysics*, 33, 548-560.
- SCHIFFMAN, H. R., y BOBKO, D. J. (1974). Effects of stimulus complexity on the perception of brief temporal intervals. *Journal of Experimental Psychology*, 103, 156-159.
- SCHIFFMAN, H. R., y BOBKO, D. J. (1977). The role of number and familiarity of stimuli in the perception of brief temporal intervals. *American Journal of Psychology*, 90, 85-93.
- ST. AUGUSTINE (1949). *The confessions of Saint Augustine (E. B. Pussey. D. D. Trans)*. Nueva York: Basic Books. (Trabajo original publicado 400 años a. c.)
- THOMAS, E. A. C., y BROWN, I., JR. (1974). Time perception and the filled-duration illusion. *Perception & Psychophysics*, 16, 449-458.
- THOMAS, E. A. C., y CANTOR, N. E. (1978). Interdependence between the processing of temporal and non-temporal information. En J. Requin (Ed.), *Attention & performance VII*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- THOMAS, E. A. C., y WEAVER, W. B. (1975). Cognitive processing and time perception. *Perception & Psychophysics*, 17, 363-367.
- TYLER, S. W.; HERTEL, P. T.; MCCALLUM, M. C., y ELLIS, H. C. (1979). Cognitive effort and memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 5, 607-617.
- UNDERWOOD, G. (1975). Attention and the perception of duration during encoding and retrieval. *Perception*, 4, 291-296.
- WICKENS, C. D. (1984). Processing resources in attention. En R. Parasuraman y D. R. Davies (Eds.), *Varieties of attention*. London: Academic Press, 63-102.
- WILKINSON, L. (1986). *SYSTAT: The system for statistics*. Evanston, IL: SYSTAT, Inc.
- WINER, B. J. (1971). *Statistical principles in experimental design (2.ª ed.)*. Tokio: McGraw-Hill Kogakusha, LTD.
- ZAKAY, D. (1989). Subjective time and attentional resource allocation: An integrated model of time estimation. En: I. Levin y D. Zakay (Eds.), *Time and human cognition: A life-span perspective*. North-Holland: Elsevier Science Publishers B. V., 365-397.
- ZAKAY, D. (1990). The elusive art of subjective time measurement: Some methodological dilemmas. En: R. A. Block (Ed.), *Cognitive Models of Psychological Time*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, 59-84.
- ZAKAY, D.; NITZAN, D., y GLICKSOHN, J. (1983). The influence of task difficulty and external tempo on subjective time estimation. *Perception & Psychophysics*, 34, 451-456.