



SESGO EN EL CRITERIO DE RESPUESTA EN BISECCIÓN TEMPORAL INDUCIDO POR EL CONTEXTO¹

Marina Menez Díaz²

División de Investigación y Estudios de Posgrado
Facultad de Psicología
Universidad Nacional Autónoma de México

RESUMEN

Para la Teoría de Expectancia Escalar (SET), la regla de respuesta en bisección temporal supone la comparación entre una duración de prueba, mantenida en la memoria de trabajo, y las duraciones Corta y Larga, extraídas de la memoria de referencia (Gibbon, 1981). Allan y Gerhardt (2001), utilizando un procedimiento que desalienta el uso de la memoria de referencia (Rodríguez-Gironés y Kacelnik, 2001), encontraron que los sujetos formaron un criterio a partir de los referentes y basaron su decisión en la comparación entre éste y las duraciones de prueba, refutando la regla de SET. En este estudio se evaluó esta afirmación creando un criterio y sesgándolo. Para ello se manipuló el contexto a 16 estudiantes de Bachillerato, divididos en dos grupos que categorizaron dos duraciones como cortas o largas (fase Contexto). El grupo Corto categorizó tonos de 100 y 200 ms mientras que el grupo Largo categorizó tonos de 1800 y 3200 ms. Estos valores fueron menores y mayores, respectivamente, que las duraciones de referencia de 400 y 1600 ms de la tarea de bisección subsiguiente. En la fase posterior estas condiciones se revirtieron. Un ANOVA mixto del punto de bisección (PB) promedio corroboró cambios en la ejecución, dependientes del sesgo inducido por el contexto. Se discuten las implicaciones de estos hallazgos en la formulación de la regla de comparación en la tarea de bisección temporal con humanos (Allan, 2002; Siegel, 1986).

¹ Agradecimientos: Investigación apoyada por DGAPA, UNAM (proyecto PAPIIT IN306018 e IN310320). La autora agradece a Elizabeth Islas Rosas y Héctor Hugo Romero Parada, estudiantes de intercambio del programa "Verano Científico" de la Academia Mexicana de la Ciencia por su apoyo para recolectar los datos.

² Profesor Titular B, TC Definitivo. Correo Electrónico: menez@unam.mx

Palabras Clave: bisección temporal, regla de comparación, criterio de respuesta, contexto temporal, humanos.

CONTEXT-INDUCED BIAS IN TEMPORAL BISECTION RESPONSE CRITERION

ABSTRACT

In Scalar Expectancy Theory (SET), the response rule for temporal bisection assumes the comparison of a probe duration —stored in the working memory— with the short and long durations —recovered from the reference memory— (similarity rule; Gibbon, 1981). Allan and Gerhardt (2001), by means of a procedure that discourages using the reference memory (Rodríguez-Gironés y Kacelnik, 2001), found that subjects produced a criterion duration value given the available referents, and based their decision on the comparison of this criterion with the probe durations, thus rejecting the SET similarity rule. In this study, this assertion was evaluated by attempting to form a criterion and make it biased. For this, 16 high school students were divided into two groups that received two durations, short and long, (context phase). The “short” group categorized tones of 100 and 200 ms, while the “long” group categorized tones of 1800 and 3200 ms. These values were above and below the reference durations of 400 and 1600 ms from the subsequent bisection task. In the following phase, these conditions were reverted. A mixed ANOVA from the average bisection point (PB) confirmed changes in the psychometric function that were dependent on the context-induced bias. The implications of these findings for the formulation of the comparison rule in the temporal bisection task in humans (Allan, 2002; Siegel, 1986) are discussed. Keywords: temporal bisection, comparison rule, response criterion, temporal context, humans.

Distintos procedimientos experimentales han ayudado a establecer que los humanos y otros animales comparten la capacidad de percibir y discriminar duraciones en el rango de segundos a minutos (Penney, Gibbon y Meck, 2008). Una preparación típica para estudiar la discriminación temporal tanto en humanos como no humanos es el procedimiento de bisección, el cual permite la formalización de algunas de las propiedades distintivas de la ejecución temporalmente discriminada (Vieira de Castro, Carvalho, Kroger-Costa y Machado, 2013). En el procedimiento de bisección se establecen diferentes respuestas en función de distintas duraciones. En su versión más conocida, desarrollada por Church y Deluty (1977) con ratas, se entrena al organismo a emitir una respuesta (por ejemplo, oprimir la palanca izquierda) siguiendo una duración corta (C) y otra respuesta diferente

(oprimir la palanca derecha), siguiendo a una duración larga (L). Los organismos responden “corto” (R_C) a la duración corta y “largo” (R_L) a la duración larga y reciben reforzamiento. Después de que se establece esta discriminación, se presentan duraciones intermedias t no reforzadas, mezcladas con C y L. Este procedimiento genera una función psicométrica que relaciona la proporción de respuestas a largo, $P(R_L)$, con la duración de prueba t (Figura 1).

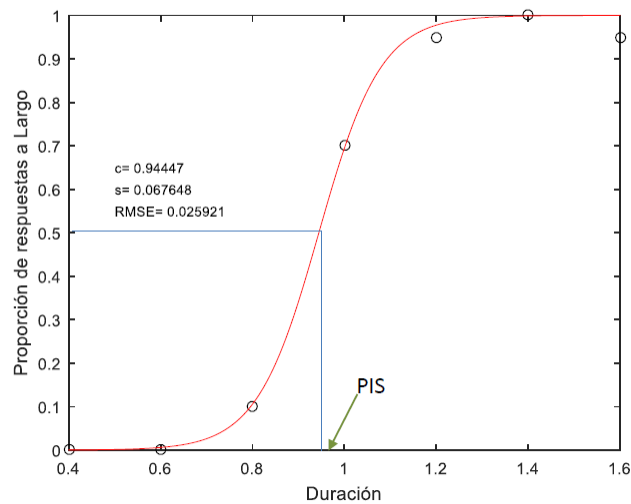


Figura 1. Función psicométrica. Se grafica la proporción de respuestas a Largo en función de las duraciones de prueba y el ajuste de la función logística (línea roja). PIS significa Punto de Igualdad Subjetiva.

El punto de bisección ($T_{1/2}$) es el valor de t en el que las respuestas a Corto (R_C) y a Largo (R_L) ocurren con la misma frecuencia, $P(R_L)=0.5$ (Allan, 1998).

De acuerdo con SET (Allan y Gibbon, 1991), durante la fase de entrenamiento de la bisección, se conforman almacenes para las duraciones de referencia, corta y larga, que serán utilizados por el organismo para realizar una comparación en términos de su similitud con el valor de t .

En la Figura 2 (modificada de Allan y Gibbon, 1991), se muestra el proceso de decisión para la clasificación de las duraciones en bisección, según SET. Se diagrama la aplicación de la regla de comparación relativa en la que la decisión de responder “Corto” o “Largo” se basa en la razón de similitudes del valor de t , en la memoria de trabajo, y los valores recordados de C y L, en la memoria de referencia.

Primero, el sujeto se pregunta si t es igual o distinto de C y L. Después, los valores de estas comparaciones que representan la similitud de la muestra t con los referentes, se comparan mediante una razón. La decisión de responder “Largo” ocurre cuando la similitud de C a t es menor que la similitud de t a L y viceversa para responder “Corto”.

$$SIM(x_C, x_t) / SIM(x_t, x_L) < \beta$$

Donde x_t es una variable que representa la percepción del tiempo t en un ensayo dado, x_C y x_L son muestras de las distribuciones de memoria asociadas con C y L, β es un parámetro de sesgo, y la métrica de similitud para los dos valores es la razón $SIM(x, y) = \min(x, y) / \max(x, y)$ (Gibbon, 1991; Allan y Gibbon, 1991).

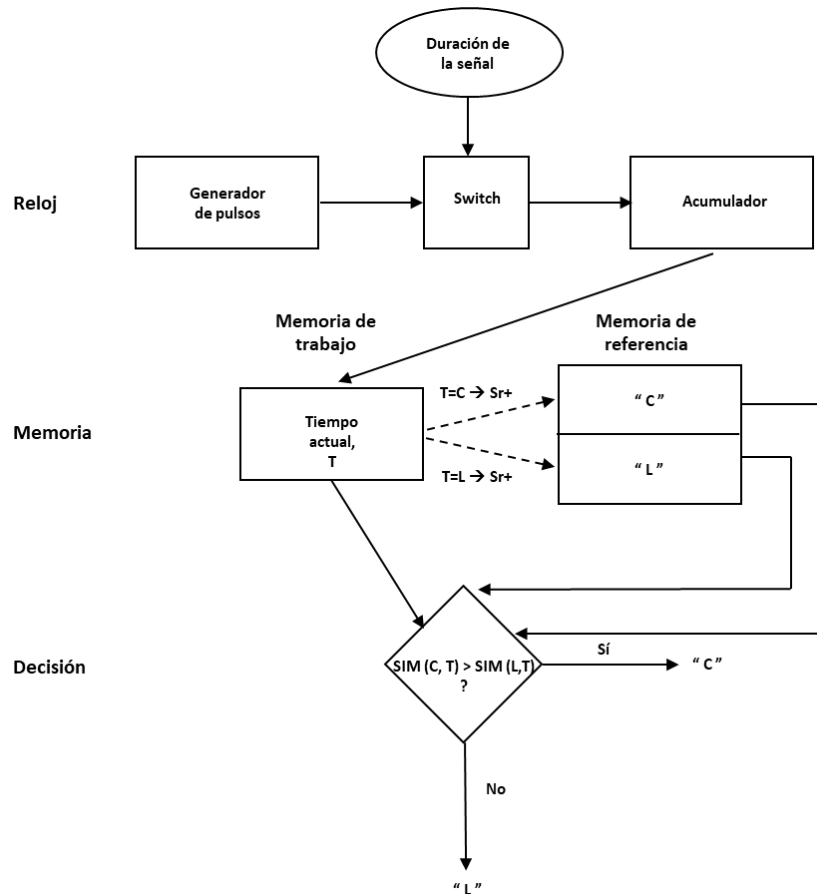


Figura 2. Diagrama de las unidades de procesamiento de información del modelo de bisección temporal con una regla de comparación de similitud, según SET. De arriba a abajo se muestran el reloj, las memorias de trabajo y referencia y el proceso de decisión por similitud. Sr+ hace referencia a la entrega de reforzador o retroalimentación para la discriminación correcta (adaptado de L. Allan y J. Gibbon, 1991).

Rodríguez-Gironés y Kacelnik (2001) modifican este procedimiento, cambiando las duraciones referentes de ensayo a ensayo. Presentan tres duraciones: dos referentes en orden contrabalanceado y la prueba. Piden a los participantes que indiquen a cuál duración se pareció más la prueba: a la primera o a la segunda. Lo llaman bisección roving porque el par de duraciones referentes cambia de ensayo a ensayo lo que impide que se establezcan los almacenes de memoria de Corto y Largo. Comparan la ejecución bajo este procedimiento con el estándar y reportan ejecuciones muy semejantes, lo que sugiere que los participantes no efectuaron comparaciones entre las duraciones de prueba y las de referencia para clasificar las duraciones en ninguna de las dos tareas. Rodríguez-Gironés y Kacelnik postulan que los participantes compararon directamente la duración de prueba con los referentes en cada ensayo (Allan, 2002).

Similarmente, en una comparación directa del papel de los referentes en el procedimiento de bisección estándar y la bisección roving, Allan y Gerhardt (2001) encuentran indicios de que la duración de prueba se compara con una duración criterio.

Más adelante, Allan (2002), en una serie de experimentos en los que utiliza una variante del procedimiento de roving, llega a la conclusión de que los humanos no realizan comparaciones entre duraciones de referencia y duraciones muestra, sino que basan su juicio en el valor absoluto de la muestra. Allan (2002) sostiene que la memoria de referencia no es una fuente dominante de variabilidad en la tarea de bisección temporal con humanos.

Evidencia adicional la proporciona un estudio de Droit-Volet y Rattat (2007), en el que compara la ejecución de niños de 5 y 8 años y adultos, en una tarea de bisección temporal, con y sin duraciones de referencia (similitud vs partición). Encuentran que, en los niños, la sensibilidad temporal fue menor en la tarea de partición que en la de similitud, pero no encuentran diferencias en los adultos. También reportan que los niños de 5 años produjeron un punto de bisección más grande en la tarea de partición que en la de similitud. En un segundo experimento llevan a cabo un análisis de los cambios en la ejecución en la tarea de partición, medidos a lo largo de bloques de ensayos. Encuentran que la ejecución de los niños

de 5 años mejoró a lo largo de los bloques, mientras que la de los participantes más grandes no. También reportaron más variabilidad en el establecimiento del criterio de duración en los niños más pequeños. Concluyen que, al parecer, la estrategia de respuesta en esta tarea involucró la conformación de un criterio, como lo refleja el hecho de que la ejecución de los adultos fue semejante en las tareas de similitud y partición y que el criterio fue mejorando con la experiencia en los niños de 5 años que respondieron la tarea de partición (para una discusión sobre la utilidad de la investigación en desarrollo y timing véase Delgado y Droit-Volet, 2007).

Todos estos hallazgos cuestionan tanto la participación de los almacenes de memoria de referencia como la validez de la regla de similitud (Gibbon, 1981) en la etapa de decisión en la tarea de bisección temporal.

En esta misma línea de resultados discordantes con la aplicación de una regla de similitud, está el estudio de Siegel (1986). Este autor prueba la conformidad de los tres principales supuestos de SET en el procedimiento de bisección con ratas: 1) la ley de Weber, 2) el punto de bisección en la media geométrica y 3) una escala de tiempo subjetivo lineal, agregando duraciones muestra o prueba fuera del rango entrenado, pero manteniendo la razón entre los distintos rangos de duraciones entrenadas. Reporta que esta manipulación disminuye el valor del punto de bisección, esto es, el criterio se sesga, además de producir una subestimación de las duraciones más largas y una sobreestimación de las duraciones más cortas. Concluye que el modelo de estimación temporal en ratas, con una regla de similitud, no es satisfactorio, por lo que propone una regla de proximidad en su lugar.

La regla de proximidad consiste en responder la pregunta ¿la duración presentada es lo suficientemente cercana (parecida) a la señal reforzada como para justificar una respuesta? Para Siegel (1986) las ratas utilizan dos reglas de proximidad en el procedimiento de bisección temporal. Este modelo explicaría los efectos reportados con las señales fuera del rango: las señales mayores que L no están suficientemente cercanas a C como para ser consideradas “Corto” ni suficientemente cercanas a L para ser consideradas “Largo”, por lo que las ratas responderían con un sesgo, que en el caso del experimento de Siegel (1986), llevaría a responder 50-50% en cada palanca, lo que se reflejaría en la ejecución

atípica reportada, consistente en que valores fuera del rango producen menos respuestas de Corto o Largo de lo esperado.

su conjunto, estos resultados apuntan hacia la aplicación de una regla de respuesta distinta a la propuesta por SET y la poca o nula contribución de la memoria de referencia a la variabilidad (propiedad escalar) en la tarea de bisección temporal.

En el presente experimento se pretendió probar si es posible inducir un criterio sesgado para clasificar las duraciones de prueba. Para esto, previo a la ejecución en la tarea de bisección estándar, se presentó a los participantes una tarea de discriminación simple de dos duraciones. Un par de estas duraciones fue mayor y otro menor a las duraciones de los referentes en la tarea de bisección que respondería posteriormente los participantes. El objetivo de esta primera discriminación fue que el participante se formara un criterio que utilizaría para clasificar las duraciones de prueba como Cortas o Largas, durante el procedimiento de bisección estándar subsecuente. Se supuso que a) el participante se formaría un criterio, b) lo utilizaría para clasificar las duraciones en el procedimiento de bisección estándar y c) la manipulación de las duraciones (contexto) sesgaría dicho criterio. Esto último se reflejará en el valor del punto de bisección obtenido: un contexto de duraciones largas provocará aumentos del punto de bisección, que equivaldrían a una subestimación temporal, mientras que un contexto de duraciones cortas, lo disminuirá, indicando que se dio una sobreestimación de las duraciones.

MÉTODO

Participantes

16 estudiantes del Colegio de Bachilleres, Plantel Iztacalco. Dentro de la muestra había 9 hombres ($\bar{x}=18.66$, s.d.=1.17 años) y 7 mujeres ($\bar{x}=19.14$, s.d.=1.03 años). La tarea se programó en Matlab en una computadora de escritorio, marca HP, procesador AMD A8-7600, Radeon R7, 10 Compute Cores 4C + 6G, 3.10 GHz, Windows 10. Se programaron tonos (500 Hz; tasa de muestreo de 22000) de siete duraciones (400, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600 ms), presentados mediante audífonos (Audífono Diadema 10-30000 Hz 1000Mw 105 Db Pioneer Semj532k). Ningún participante utilizaba aparatos auditivos auxiliares.

Procedimiento

Los 16 participantes fueron asignados aleatoriamente a uno de dos grupos, dependiendo de la tarea de discriminación que experimentarían: discriminación de duraciones cortas o largas, designados como Contexto Corto o Contexto Largo, respectivamente.

En la primera fase, para todos los participantes, se introdujo el procedimiento de bisección estándar, el cual consistió en la presentación de 10 ensayos de entrenamiento de las duraciones de referencia 400 y 1600 ms (5 ensayos de cada duración). Se instruyó a los participantes a oprimir la tecla con el número "1" si la duración fue corta y la tecla con el número "2" si la duración fue larga. Estos ensayos siempre fueron seguidos de retroalimentación: la palabra "Correcto" aparecía en la pantalla si la respuesta del sujeto se correspondía con la duración presentada o "Incorrecto", si no. Después se presentaron 140 ensayos en los que las duraciones 400, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600 ms, se presentaron 20 veces cada una, en orden aleatorio y en las que solamente algunos ensayos con las duraciones de referencia fueron reforzados, como se señaló previamente. Esta condición representó la Línea Base en este estudio.

esta condición, se presentó la tarea denominada de discriminación (Contexto), que consistió en la presentación en orden aleatorio de 10 ensayos de las duraciones más cortas (100 o 1800 ms) o 10 ensayos de las duraciones más largas (200 o 3200 ms), según el grupo asignado, para un total de 20 ensayos en esta condición. Las teclas de respuesta fueron las mismas que en la fase previa: "1" para la duración corta y "2" para la larga.

Al término de estos 20 ensayos, se volvió a presentar el procedimiento de bisección estándar ya descrito.

Por último, se revirtieron las condiciones para ambos grupos, el grupo de Contexto Corto experimentó el Contexto Largo y viceversa. Posteriormente, volvieron a experimentar la tarea de bisección estándar ya descrita.

RESULTADOS

A partir de las proporciones de respuesta a Largo para cada duración de prueba se construyeron las funciones psicométricas de cada participante. A las proporciones de respuesta, por individuo, le fue ajustada la siguiente función logística (Guilhardi y Church, 2005) para calcular el punto de bisección:

$$P(L) = 1/(1+\exp((-t-c)/s)) \quad (1)$$

donde c es el centro o PB, s es la escala y t representa la duración del tono. Para ambas fases se eliminaron los ensayos de contexto y de entrenamiento de la tarea de bisección estándar. Los estimados del PB resultantes se compararon mediante un análisis de varianza (ANOVA) mixto, en el programa estadístico R, utilizando la función lme (Pinheiro y Bates, 1996). Todas las pruebas estadísticas se evaluaron utilizando un $\alpha=0.05$.

En la Figura 2 se muestran los ajustes a las ejecuciones en la condición Contexto Corto. Se observa que en sólo tres casos (primer y última gráfica del primer renglón y última del segundo renglón), la función ajustada correspondiente a la condición de línea base se localizó entre las correspondientes a Contexto Corto y Contexto Largo (aunque en el orden esperado invertido en un caso, el último del segundo renglón); no obstante, en 6 de las 8 gráficas, la curva correspondiente a la condición de Contexto Corto se localiza a la izquierda de la correspondiente al Contexto Largo, como lo predice la manipulación: para los participantes que fueron entrenados a discriminar dos tonos de 100 y 1800 ms primero, sus ejecuciones se desplazaron hacia la izquierda, indicando que las duraciones entre el rango de 400 a 1600 ms que tuvieron que clasificar durante la tarea de bisección, fueron consistentemente categorizadas como más largas de los que realmente duraron (desplazamiento de la función). Por otra parte, las ejecuciones en la misma tarea de bisección de estos participantes después de discriminar tonos de 200 o 3200 ms, mostraron un desplazamiento a la derecha de la función correspondiente a la LB o a la derecha de la función correspondiente al Contexto Corto (Sujetos primero, segundo, tercero y cuarto, del primer renglón y los cuatro del segundo renglón). Es decir, al categorizar los tonos con duraciones entre 400 y 1600 ms, la mayoría de los participantes consideró que esas duraciones fueron más cortas de lo que realmente

fueron (en particular el tercer participante del primer renglón) o de lo que le parecieron en la condición previa (el resto de los participantes, excepto el último del segundo renglón). Únicamente el último participante del segundo renglón mostró un patrón invertido en el que después del contexto Largo los participantes categorizaron las duraciones como más largas que en la LB y después del contexto Corto, las categorizaron como más cortas que en la LB. Los valores del PB, escala y R^2 correspondientes a este grupo se muestran en la Tabla 1.

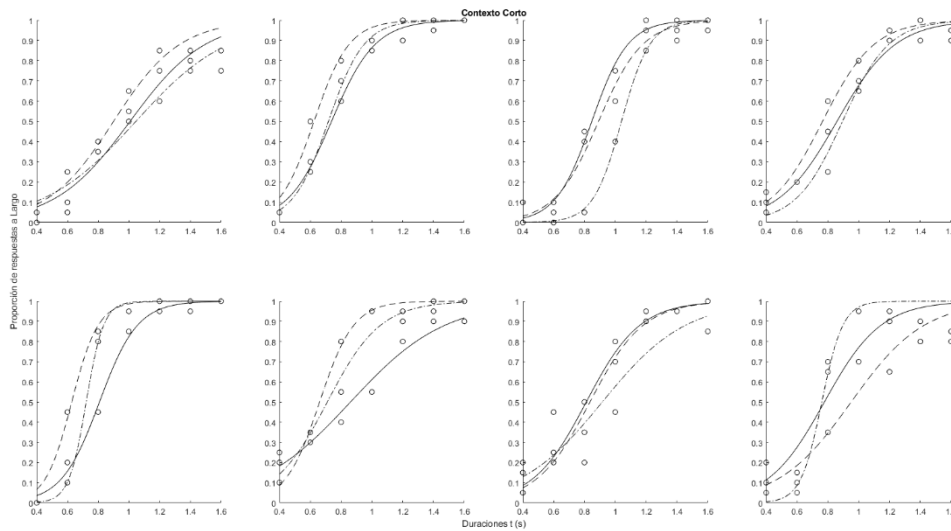


Figura 2. Ajuste de la función logística a las funciones psicométricas de los participantes en las condiciones de Línea Base (línea continua), **Contexto Corto** (línea discontinua --) seguido de **Contexto Largo** (línea discontinua -.). En las abscisas se grafican las duraciones referentes (400 ms y 1600 ms) y de prueba (600, 800, 1000, 1200 y 1400 ms) en segundos mientras que en las ordenadas se grafica la proporción de Respuestas a Largo.

En la Figura 3 se muestran los ajustes a la función logística para la condición Contexto Largo. En ningún caso la función ajustada correspondiente a la LB se localiza en medio de las ejecuciones correspondientes a Contexto Largo y Contexto Corto, a diferencia de lo que se observó para el grupo Contexto Corto primero. En tres casos (participantes primero, tercero y último del segundo renglón), las ejecuciones en los Contextos Largo y Corto se localizaron a la izquierda de la ejecución LB. Independientemente de la localización de las funciones respecto de la LB, se pueden identificar 5 casos en los que la función correspondiente al Contexto Largo se localiza a la derecha de la función para el Contexto Corto

(participantes segundo, tercero y cuarto del primer renglón, y primero y tercero del segundo renglón). Este resultado es cualitativamente consistente con la manipulación. Las ejecuciones de los participantes primero del primer renglón y último del segundo renglón mostraron ejecuciones indistinguibles entre condiciones, aunque aparentemente en un caso (participante 1, primer renglón) la ejecución que siguió al Contexto Largo se localizó a la izquierda de la ejecución que siguió a la presentación del Contexto Corto, mientras que este patrón fue el contrario en el caso del último participante del segundo renglón. Por último, un participante (segunda gráfica en el segundo renglón) mostró un patrón en el que las funciones son más pronunciadas que la que produjo el participante en la LB, en las que se observa, además, que para el rango de duraciones más corto (200 a 800 ms) las categorizaciones de las duraciones fueron consistentemente elecciones a Corto, particularmente en el caso del Contexto Largo, mientras que para el rango de duraciones más largo (1000 a 1600 ms) las clasificaciones de esas duraciones fueron consistentemente la elección de Largo, particularmente en el Contexto Largo. Los valores del PB, escala y R^2 correspondientes a este grupo se muestran en la Tabla 1.

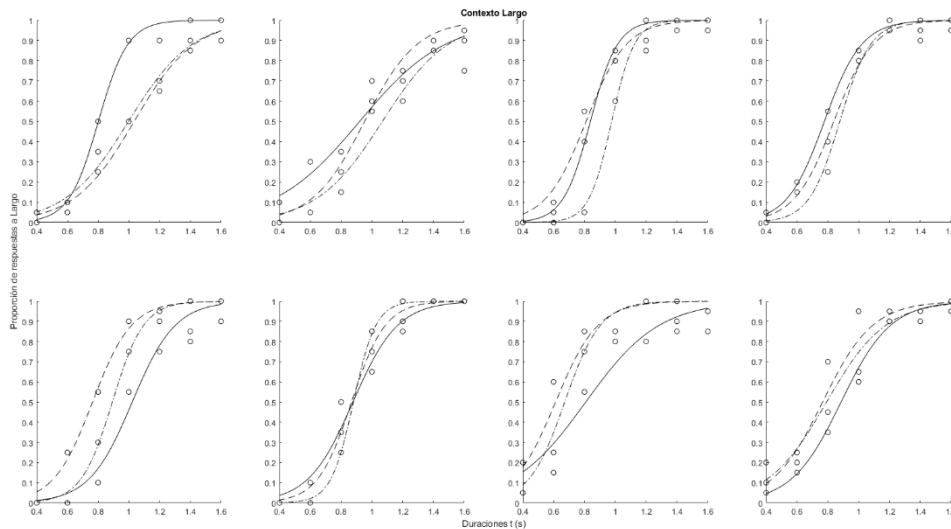


Figura 3. Ajuste de la función logística a las funciones psicométricas de los participantes en las condiciones de Línea Base (línea continua), **Contexto Largo** (línea discontinua -.) seguido de **Contexto Corto** (línea discontinua --). En las abscisas se grafican las duraciones referentes (400 ms y 1600 ms) y de prueba (600, 800, 1000, 1200 y 1400 ms) en segundos mientras que en las ordenadas se gráfica la proporción de Respuestas a Largo.

Grupo	Línea Base	Contexto 1	Contexto 2
PB Escala	R ²	PB Escala	R ²
Corto	0.777	0.183	.86
	0.951	0.237	.89
	0.761	0.068	.89
	1.007	0.244	.94
	0.900	0.215	.94
	1.045	0.302	.93
	0.738	0.141	.99
	0.624	0.113	.97
	0.717	0.116	.98
	0.847	0.117	.99
	0.891	0.143	.96
	1.040	0.092	.99
	0.859	0.189	.99
	0.765	0.167	.96
	0.895	0.150	.96
	0.808	0.123	.99
	0.628	0.086	.98
	0.722	0.056	.99
	0.861	0.306	.97
	0.660	0.111	.98
	0.710	0.172	.95
	0.811	0.174	.99
	0.835	0.173	.95
	0.915	0.270	.79
Largo	0.801	0.096	.99
	0.998	0.206	.98
	1.034	0.196	.98
	0.920	0.277	.98
	1.068	0.213	.90
	0.952	0.170	.95
	0.838	0.088	.99
	0.976	0.073	.99
	0.810	0.130	.97
	0.777	0.121	.98
	0.877	0.099	.97
	0.838	0.128	.99
	1.022	0.140	.97
	0.892	0.102	.94
	0.763	0.127	.99
	0.877	0.145	.96
	0.880	0.073	.99
	0.867	0.110	.99
	0.808	0.238	.88
	0.672	0.116	.93
	0.613	0.137	.90
	0.886	0.160	.98
	0.792	0.192	.90
	0.766	0.163	.93

Tabla 1. Punto de Bisección (en s), Escala y R² para cada participante, en cada condición. Contexto 1 si se presentó primero; Contexto 2 si se presentó como segunda condición.

Con los valores de PB individuales, se llevó a cabo un ANOVA mixto que arrojó lo siguiente. Primero, la prueba de Esfericidad de Mauchly resultó estadísticamente significativa ($W=0.324$, $p=0.0006$), por lo que se procede a reportar los resultados de la corrección de G-G. No se obtuvieron diferencias respecto a Orden de presentación del contexto (Fase, $GGe = 0.59$, $p = 0.59$) pero la interacción Contexto x Fase resultó significativa (Contexto x Fase, $GGe = 0.59$, $p = 0.04$). En lo que respecta a la variable entre grupos, Contexto, el ANOVA mixto indicó que no existieron diferencias entre el PB promedio de los Contextos Corto y Largo ($F(1,14) = 0.39$, $p = 0.54$). Comparaciones pos hoc con la prueba t, arrojaron diferencias estadísticamente significativas entre el PB promedio de los contextos Corto y Largo, en la primera fase de manipulación del Contexto ($p = 0.04$); véase Figura 4). Ni la comparación entre las LB de cada contexto ($p = 0.41$) ni la comparación entre los contextos Corto y Largo, en la segunda manipulación del contexto, ($p = 0.24$), resultaron estadísticamente significativas (véase Figura 4).

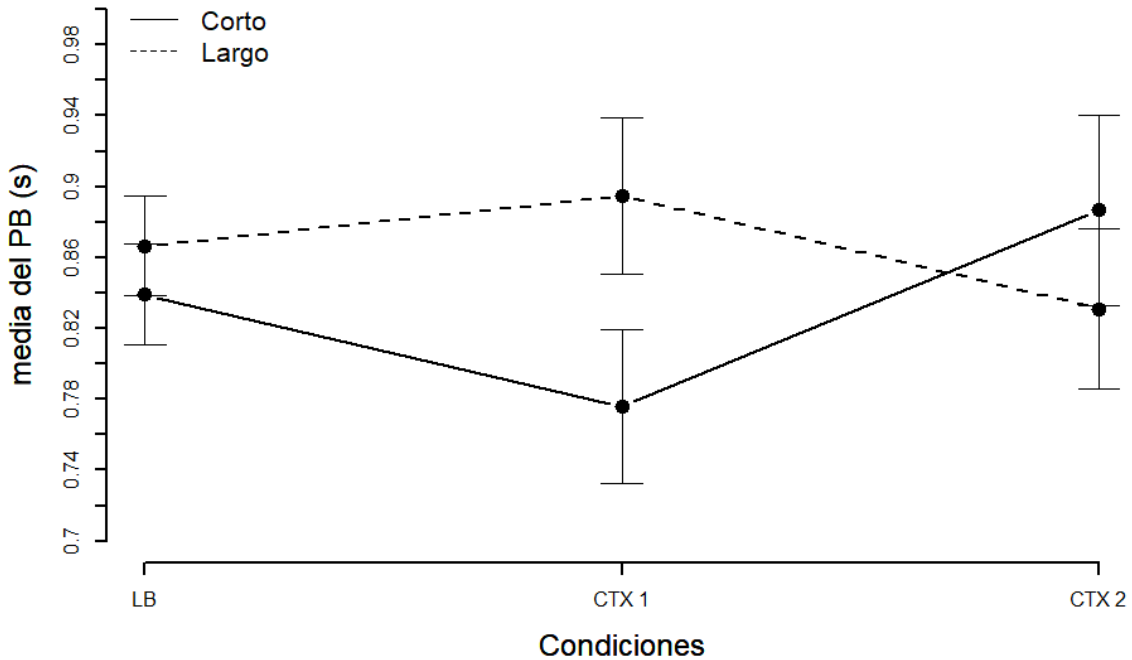


Figura 4. Se presentan las medias de los PB en cada una de las fases del estudio. Las espigas indican los errores estándar de las medias.

Adicionalmente, se llevó a cabo un análisis no paramétrico en el marco de la Teoría de Detección de Señales para calcular la sensibilidad (A') y el sesgo (B'') (Akdogan y Balci, 2016) de los participantes. Siguiendo el procedimiento reseñado por estos autores, las duraciones corta y larga se definieron arbitrariamente como Señal y Ruido, respectivamente. Los primeros y últimos 3 estímulos se categorizaron como las duraciones Corta y Larga, excluyendo a la cuarta duración. Con estos datos se calcularon las tasas de Aciertos (TA) y Falsas Alarmas (FA) (Tabla 2). Asumiendo el supuesto de SET sobre un CV constante para distintas duraciones (Gibbon, 1977 citado en Akdogan y Balci, 2016), se procedió a calcular los índices no paramétricos de sensibilidad A' y sesgo, B'' (Stanislaw y Todorov, 1999 citados en Akdogan y Balci, 2016). Cuando $HR \geq FAR$, $A' = .5 + [(HR - FAR)(1 + HR - FAR) / 4HR(1 - FAR)]$, and $B'' = [HR(1 - HR) - FAR(1 - FAR)] / [HR(1 - HR) + FAR(1 - FAR)]$. Cuando $HR < FAR$, $A' = .5 - [(FAR - HR)(1 + FAR - HR) / 4FAR(1 - HR)]$, y $B'' = [FAR(1 - FAR) - HR(1 - HR)] / [FAR(1 - FAR) + HR(1 - HR)]$. A' toma valores entre 0 y 1, donde el 0.5 corresponde a una discriminación al nivel del azar y 1 indica una

discriminación perfecta entre las duraciones corta y larga. B'' varía entre -1 y 1, donde los valores negativos proporcionan indicios de la tendencia del participante a reportar que la duración experimentada como Corto (un criterio liberal). Dado el resultado estadístico referido, se procedió a analizar los índices A' y B'' calculados para la primera manipulación del contexto. Como se puede observar en la Tabla 2, los valores de sensibilidad (A'') son muy cercanos a 1, lo que se interpreta como una buena discriminación entre las duraciones Corta y Larga por parte de los participantes. Al analizar los valores del índice de sesgo se observa que en el contexto Corto se obtuvieron 5 de 8 valores negativos, lo que indica un sesgo a responder Corto por parte de los participantes. Los valores para el contexto Largo, por el contrario, arrojaron 3 de 8 valores negativos, esto es, 5 participantes respondieron Largo ante las duraciones experimentadas. Estos resultados son cualitativamente congruentes con el resultado del ANOVA mixto.

Corto		Largo	
A'	B''	A'	B''
.90	0.64	.92	0.58
.91	0	.93	0.76
.94	-1.45	.98	1
.96	-0.08	.98	-1
.94	-0.63	.98	1
.96	-1.86	1	1
.94	-1.13	.94	-0.86
.93	-0.77	.93	-0.30

Tabla 2. Valores de sensibilidad (A'') y sesgo (B''), para cada uno de los participantes, en cada condición. Las negritas indican los casos en que el sesgo fue negativo, es decir, en los que existió una tendencia del sujeto a responder "Corto".

CONCLUSIONES

De acuerdo con SET (Teoría de Expectancia Escalar), un componente importante de la explicación de la ejecución en el procedimiento de discriminación de intervalos conocido como bisección temporal, es la regla de decisión de respuesta.

La propuesta es una regla de similitud, en la que la duración experimentada se compara con las duraciones entrenadas como Corto y Largo, en términos de su "cercanía" y después entran en una razón. La decisión de responder "Largo" ocurre cuando la similitud de C a t es menor que la similitud de t a L y viceversa para

responder “Corto”. Según SET, esta razón, a su vez, se compara con un criterio. Si la razón sobrepasa al criterio, la respuesta será “Corto”. Sin embargo, amplia evidencia proveniente tanto del procedimiento de bisección de partición (Siegel, 1986), roving (Rodríguez-Gironés y Kacelnik, 2001; Allan y Gerhardt, 2001; Allan, 2002) así como de los estudios de desarrollo (Droit-Volet y Rattat, 2007) sugieren una regla de respuesta distinta a la de similitud propuesta por Gibbon (1977), mediada por un criterio que se forma a partir de los valores de las duraciones de los referentes.

A fin de comprobar si un criterio está involucrado en la regla de respuesta, en el presente experimento se introdujo una manipulación consistente en pedir al participante que realizara una discriminación simple entre dos duraciones Corto o Largo. Estas duraciones fueron más cortas (o largas, según el grupo) que las duraciones referentes en una tarea de bisección subsecuente. Se predijo que esto induciría la creación de un criterio como mencionan Allan (2002) y Allan y Gerhardt (2001) ocurre en la bisección estándar y roving. Previo a esto, se presentó el procedimiento de bisección temporal para obtener la discriminación no sesgada y posteriormente se volvió a presentar la tarea de bisección para evaluar el sesgo inducido por el criterio creado. Después, se invirtieron las condiciones, a fin de que todos los participantes experimentaran tanto el contexto Corto como Largo.

Los resultados del ANOVA con los valores de BP indicaron que, como se esperaba, en la primera manipulación, el contexto de duraciones más largas produjo subestimación temporal mientras que el contexto de duraciones más cortas produjo sobreestimación (Véase Figura 4), sugiriendo que en esta tarea duraciones distintas a las programadas en la tarea estándar y presentadas previamente a éstas, afectaron el criterio de respuesta como es medido por el PB. Además, se observó una tendencia a replicar los cambios en la localización del PB en la segunda manipulación (ver Figura 4) pero no alcanzaron significancia estadística (Bonferroni $p = 0.24$). Estas tendencias se vieron corroboradas cualitativamente por el cálculo de los índices de sensibilidad y sesgo (en el contexto de la TDS): éstos indicaron que los participantes sí discriminaron entre las duraciones referentes Corta y Larga (A', Tabla 2) y que en la primera presentación del contexto Corto, tendieron a dar

más respuestas a Corto en cada una de las duraciones de prueba (B"). Lo contrario ocurrió cuando el primer contexto fue Largo: los participantes tendieron a dar considerablemente menos respuestas de Corto (es decir, dieron más respuestas a Largo; véase B" en la Tabla 2).

Aparentemente la comparación durante la tarea de bisección se llevó a cabo entre las duraciones de muestra y un criterio establecido fuera del procedimiento de bisección temporal. Este resultado es consistente con lo reportado por investigaciones previas (Allan, 2002; Allan y Gerhardt, 2001; Rodríguez-Gironés y Kacelnik, 2001; Siegel, 1986; Droit-Volet y Rattat, 2007) en el sentido de que los organismos establecen un criterio a partir de los referentes, pero en el caso de este estudio pareciera que el criterio se puede formar a partir de duraciones que no forman parte del procedimiento de bisección temporal. Existen antecedentes de efectos de manipulaciones sobre la localización del punto de bisección (Arantes y Machado, 2008) como en el experimento de Cambraia, Bugallo, Vasconcelos y Machado (2020), quienes variando la probabilidad de presentación de las duraciones referentes producen un sesgo en el PB. En ese sentido, el presente trabajo aporta evidencia de otro tipo de manipulación contextual que puede afectar la respuesta de discriminación.

En resumen, se mostró que la regla que los sujetos adoptan consiste en el establecimiento de un criterio de comparación único, que parece prescindir del uso del almacén de la memoria de referencia (Allan, 2002), ya que las ejecuciones parecieron haber sido influidas por las duraciones experimentadas antes de responder en el procedimiento de bisección temporal. Las particularidades de la regla de comparación quedan por determinarse con precisión: por ejemplo, si se aplicó la regla de similitud o la de proximidad (Gibbon, 1977; Siegel, 1986). Una forma de establecerlo es calculando la media geométrica de las duraciones de referencia y comparándola con el PB obtenido (Allan y Gibbon, 1991). En el caso de este estudio no se procedió así debido a que se asume que los valores de los referentes del procedimiento de bisección no fueron tomados en cuenta para el establecimiento del criterio, sino que los participantes utilizaron los valores que se les presentaron en la tarea de discriminación simple previa. En el contexto Corto,

éstos arrojan una media geométrica (MG = 424 s) alejada de los PBs obtenidos en ese contexto (valores alrededor de 800 s; Tabla 1), aunque para el contexto largo, con valores de PB alrededor de 800 s (Tabla 1), se acercó más (MG = 800 s). Una tarea pendiente es desarrollar una propuesta de regla de respuesta que explique los resultados obtenidos pero que siga siendo consistente con la propiedad escalar. Se puede concluir que los resultados en la tarea de bisección temporal deben evaluarse detenidamente antes de interpretarlos teóricamente (Allan, 1983; 1998; 2002a; 2002) y que las futuras formulaciones acerca de cómo ocurre el proceso discriminativo deben contemplar las peculiaridades de los procedimientos utilizados (Guilhadi, Yi y Church, 2007).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akdogan, B. y Balci, F. (2016). The effects of payoff manipulations on temporal bisection performance. *Acta Psychologica, 170*, 74-83.
- Allan, L. G. (1983). Magnitude estimation of temporal intervals. *Perception y Psychophysics, 33*(1), 29-42.
- Allan, L. G. (1998). The influence of the scalar timing model on human timing research. *Behavioural Processes, 44*, 101-117.
- Allan, L. G. (2002a). The location and interpretation of the bisection point. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section B, 55*(1), 43-60.
- Allan, L. G. (2002). Are the referents remembered in temporal bisection? *Learning and Motivation, 33*, 10-31.
- Allan, L. G., y Gibbon, J. (1991). Human bisection at the geometric mean. *Learning and Motivation, 22*, 39-58.
- Allan, L. G., y Gerhardt, K. (2001). Temporal bisection with trial referents. *Perception y Psychophysics, 63*(3), 524-540.
- Arantes, J., y Machado, A. (2008). Context effects in a temporal discrimination task: further tests of the scalar expectancy theory and learning-to-time models. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 90*(1), 33-51.
- Cambraia, R., Bugallo, M., Vasconcelos, M., y Machado, A. (2020). Effects of differential probabilities of reinforcement on human timing. *Behavioural Processes, 177*, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2020.104146>

- Carvalho, M. P., Tonneau, F., y Machado, A. (2016). Learning in the temporal bisection task: relative or absolute? *Journal of Experimental Psychology: Animal Learning and Cognition*, 42(1), 67-81.
- Church, R. M. y Deluty, M. Z. (1977). Bisection of temporal intervals. *Journal of Experimental Psychology*, 3(3), 216-228.
- Delgado, M. L., y Droit-Volet, S. (2007). Testing the representation of time in reference memory in the bisection and the generalization task: the utility of a developmental approach. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60(6), 820-836.
- Droit-Volet, S., y Rattat, A. (2007). A further analysis of time bisection behavior in children with and without reference memory: the similarity and the partition task. *Acta Psychologica*, 125, 240-256.
- Gibbon, J. (1991). Origins of Scalar Timing. *Learning and Motivation*, 22, 3-38.
- Gibbon, J. (1981). On the form and location of the bisection function for time. *Journal of Mathematical Psychology*, 24, 58-87.
- Penney, T. B., Gibbon, J., y Meck, W. H. (2008). Categorical scaling of duration bisection in pigeons (*Columba livia*), mice (*Mus musculus*), and humans (*Homo sapiens*). *Psychological Science*, 19(11), 1103-1109.
- Pinheiro, J.C., and Bates, D.M. (2000). *Mixed-Effects Models in S and S-PLUS*, Springer. tools:::Rd_expr_doi("10.1007/b98882").
- Rodríguez-Gironés, M. A., y Kacelnik, A. (2001). Relative importance of perceptual and mnemonic variance in human temporal bisection. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 54A(2), 527-546.
- Siegel, S. F. (1986). A test of the similarity rule model of temporal bisection. *Learning and Motivation*, 17, 59-75.
- Vieira de Castro, A. C., Carvalho, M. P. Kroger-Costa, A., y Machado, A. (2013). A percepção do tempo: contributos do procedimento de bissecção. *Temas em Psicologia*, 21(1), 49-70.