



Ct vkwq'f'g'lp'xgunk' ceko p

# Duración e intervalo entre estímulos en el aprendizaje de secuencias de posiciones

## Duration and interval between stimuli on learning sequences of position

<https://doi.org/10.62364/a1dkme70>

Jairo Ernesto Tamayo Tamayo\*, María Elena Rodríguez Pérez\*\* y Fabiola Mercado Rodríguez\*\*

Universidad Veracruzana\*

Universidad de Guadalajara \*\*

Citación

Tamayo-Tamayo, J. E., Rodríguez-Pérez, M. E. & Mercado-Rodríguez, F. (2026). Duración e intervalo entre estímulos en el aprendizaje de secuencias de posiciones. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 8(1), 1-13. <https://doi.org/10.62364/a1dkme70>

*Artículo enviado: 28-06-2025, aceptado: 13-02-2026, publicado: 11-03-2026.*

### Resumen

Se evaluó el efecto que tiene la duración y el intervalo entre estímulos sobre el aprendizaje de secuencias de posiciones en una tarea de recuerdo serial inmediato con dos grupos. El primero se expuso a una condición en la que se incrementó la duración de cada uno de los eventos mientras se mantuvo constante el intervalo entre ocurrencias; el segundo se expuso a la condición inversa incrementando el intervalo entre ocurrencias y manteniendo la duración constante. En los resultados no se identificaron diferencias sustanciales entre grupos. Sin embargo, en ambas condiciones los participantes requirieron de un menor número de ensayos para aprender la secuencia en comparación con un estudio previo lo que sugiere un efecto facilitador del incremento en los valores de las variables manipuladas. Los resultados se discuten en función de investigaciones antecedentes sobre el efecto de aislamiento temporal y las estrategias de agrupamiento para la codificación de secuencias.

*Palabras clave* | aprendizaje de secuencias, intervalo entre estímulos, recuerdo serial inmediato, orden serial, memoria espacial, agrupamiento.

### Abstract

The effect of duration and interval between stimuli on learning position sequences in an immediate serial recall task was evaluated with two groups. The first group was exposed to a condition in which the duration of each event was increased while the interval between occurrences remained constant; the second group was exposed to the opposite condition, increasing the interval between occurrences and keeping the duration constant. The results did not identify substantial differences between groups. However, in both conditions, participants required fewer trials to learn the sequence compared to a previous study, suggesting a facilitating effect of the increase in the values of the manipulated variables. The results are discussed in light of previous research on the effect of temporal isolation and grouping strategies for sequence encoding.

*Keywords* | sequence learning, interval between stimuli, immediate serial recall, serial order, spatial memory, clustering.

### Correspondencia:

Jairo Ernesto Tamayo Tamayo. Correo electrónico: [jatamayo@uv.mx](mailto:jatamayo@uv.mx). ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7738-1786>.

\* Instituto de Psicología y Educación, Agustín Melgar esquina Juan Escutia S/N, Xalapa, Veracruz, México. C.P. 91100.

**E**n el aprendizaje de secuencias o series de eventos, un participante es expuesto a una secuencia de ocurrencias de eventos de estímulo los cuales pueden variar en su modalidad o dimensión yendo desde letras, palabras, sílabas, colores, números o asteriscos. Luego de que el último evento de la secuencia es presentado, el participante debe reproducirla ya sea de manera libre o siguiendo el mismo orden de ocurrencia de los eventos (Grenfell-Essam et al., 2019; Kausler, 1966).

Las tareas que implican reproducir la secuencia en el mismo orden que se presentó se reconocen en la literatura como pruebas de recuerdo serial inmediato (ISR por sus siglas en inglés). En este tipo de tareas, por lo regular, se han evaluado secuencias cortas, de entre cinco y ocho eventos (Grenfell-Essam et al., 2019) con algunas excepciones de nueve elementos (De Lillo et al., 2016; Tamayo Tamayo, 2019) o de 16 y 25 eventos (Tamayo et al., 2023).

El aprendizaje de secuencias también se ha evaluado en estudios comparativos principalmente empleando humanos (adultos y niños) y monos (chimpancés y macacos) (Beran et al., 2004; Botvinick et al., 2009; Inoue & Matzusawa, 2009; Scarf et al., 2011; Völter et al., 2019; Zhang et al., 2022). Los hallazgos principales en este campo es que el desempeño de los monos se ve afectado progresivamente a partir del segundo evento a ser recordado (Beran et al., 2004; Botvinick et al., 2009; Inoue & Matzusawa, 2009; Scarf et al., 2011). Así mismo, se han identificado efectos de recencia en humanos, pero no en monos (Zhang et al., 2022). Las diferencias se han explicado por la posibilidad que existe en el caso humano de establecer relaciones lingüísticas entre eventos (Zhang et al., 2022).

En humanos, empleando tareas de recuerdo serial inmediato, se han encontrado principalmente efectos de primacía, de modo que los primeros eventos de las secuencias son los más fácilmente recordados, incrementándose los errores hacia la parte media y final de la lista. Debido a que, principalmente, se han evaluado listas compuestas por palabras, algunos de los efectos que se han analizado tienen que ver con la longitud de las palabras y la semejanza fonética entre ellas (Baddeley et al., 1975). Es decir que, las palabras de mayor extensión, así como aquellas con similitud fonética pueden afectar la precisión del recuerdo de la secuencia.

Uno de los efectos analizados corresponde al aislamiento temporal (TIE, por sus siglas en inglés). Este se refiere a que los eventos que son presentados con un mayor aislamiento temporal (con mayores intervalos entre ocurrencias) son más fácilmente recordados. El supuesto que subyace a la explicación de este efecto es que el distanciamiento temporal favorece una mayor discriminación entre eventos, lo que facilitaría el proceso de codificación y el posterior recuerdo de la secuencia (Farrell et al., 2011). Este supuesto y los hallazgos son importantes para las teorías de la memoria, debido a que asumen que los eventos en la memoria pueden organizarse a lo largo de la dimensión temporal; por ende, todo lo que favorezca los procesos de discriminación temporal constituye un factor facilitador del recuerdo (Grenfell-Essam et al., 2019).

Los principales hallazgos en relación con el TIE indican que, cuando el intervalo entre estímulos es variado en una manera predecible, se mejora la precisión del recuerdo de las listas (ver Lewandowsky et al., 2007, Experimento 1). Sin embargo, este efecto es de mayor magnitud cuando los participantes tienen que recordar las secuencias de manera libre (en cualquier orden) y no cuando deben hacerlo en un orden predefinido (Lewandowsky et al., 2008). El efecto ha sido analizado tanto en listas de palabras (Lewandowsky et al., 2007) como en dígitos (Farrell et al., 2011) empleando intervalos entre 100 y 1500 ms. El efecto se acentúa cuando se les sugiere a los participantes dividir los eventos de las secuencias en subgrupos (Farrell et al., 2011).

Una excepción a este efecto fue el reportado por Grenfell-Essam et al. (2019). En dos experimentos evaluaron el efecto de aislamiento temporal en listas cortas de siete dígitos (Experimento 1) y largas de 17 dígitos (Experimento 2). En ninguno de los dos casos se encontró mejora en la precisión en función al incremento del intervalo entre dígitos. Otros autores también han planteado que no hay evidencia sólida sobre el TIE o que en realidad dicho efecto sea menor (Morin et al., 2010). Lewandowsky y Brown (2005) afirman que la ausencia del TIE ha sido replicado en diferentes tareas de recuerdo serial cuando se emplean diferentes modalidades y se manipula la tasa de presentación de los eventos (Farrell et al., 2011). Una posibilidad planteada por Farrell et al. (2011) es que la manipulación del intervalo entre

estímulos, en lugar de favorecer procesos discriminativos, hace que los participantes dediquen el tiempo a elaborar agrupaciones entre eventos, estrategia que favorece el recuerdo de las secuencias.

Las estrategias de división, segmentación o fraccionamiento de las secuencias (*chunks* o *clusters* en inglés) se han identificado como relevantes en el aprendizaje de secuencias y podrían ser responsables del incremento de la precisión en el recuerdo ante la manipulación de parámetros temporales. Esta estrategia implica que los participantes dividen la secuencia en partes en función de diferentes propiedades que hacen posible relacionarlos (Cowan & Hardman, 2021; Lindsey & Logan, 2021). Luego de ello, el participante trata de aprender cada uno de los fragmentos por separado hasta lograr recordar la secuencia completa (Botvinick et al., 2009; Farrell, 2012; Miller, 1956; Manoochehri, 2021).

En la mayor parte de las tareas de recuerdo serial inmediato se emplean listas de palabras. En otros casos, se han empleado secuencias de posiciones en el espacio. En este último caso, una luz se enciende secuencialmente en un conjunto de posiciones (una posición a la vez) presentadas en una pantalla. Una vez que termina la secuencia, el participante debe reproducirla en la misma forma en la que se presentó. En este tipo de secuencias, los eventos son idénticos en forma y color, lo que hace necesario identificar la posición de los eventos para aprender la secuencia. Ejemplos de este tipo de procedimientos han sido reportados por Botvinick et al. (2009), De Lillo et al. (2016), Tamayo Tamayo (2019), Tamayo et al. (2023) y Zhang et al. (2022). No todos los factores que se han evaluado en las listas de palabras se han analizado en las secuencias de posiciones.

Un ejemplo es el estudio de De Lillo et al. (2016). En un primer experimento, evaluaron el efecto del agrupamiento al manipular la distancia espacial entre eventos al interior de la una secuencia de posiciones. En una pantalla de computadora, presentaron nueve eventos agrupados en grupos de tres. Un grupo se presentó en la parte superior de la pantalla y los otros dos, en la parte inferior. Las manipulaciones implicaron la comparación entre secuencias estructuradas y no estructuradas. En las estructuradas, la secuencia pasaba por todas las posiciones de cada grupo (una a la vez) antes de pasar al siguiente grupo de posiciones lo que implicaba que las distancias entre las posiciones de las secuencias fueran cortas (i.e. contiguas). En el caso de las no estructuradas, la secuencia alternaba posiciones entre los tres grupos lo que generaba una mayor distancia entre las posiciones de los eventos. Las secuencias estructuradas fueron más fácilmente recordadas que las no estructuradas.

En el Experimento 2 se introdujeron intervalos entre grupos de eventos o entre los eventos al interior de cada grupo. En el primer caso (entre grupos), se introdujo un intervalo una vez la secuencia pasaba por las tres posiciones de cada grupo; en el segundo caso, (intra-grupos) el intervalo se presentaba una vez dentro de la secuencia de tres posiciones (entre el primer y el segundo o entre el segundo y tercer ítems de cada grupo). En este caso, se encontró que la ocurrencia de intervalos entre grupos de eventos favoreció más el recuerdo que el intervalo entre eventos.

Resultados similares fueron reportados por Tamayo et al. (2023) quienes evaluaron secuencias de 16 y 25 posiciones presentadas en matrices de 4 x 4 y 5 x 5 respectivamente. Los autores manipularon la ubicación de un grupo de posiciones contiguas espacialmente al interior de una secuencia. Así, las posiciones contiguas se presentaron al inicio, en la parte media, o al final de las secuencias. En todos los casos, el intervalo entre estímulos se mantuvo constante. El hallazgo principal fue que los participantes mostraron un menor número de errores en las posiciones contiguas en espacio cuando éstas se presentaron al inicio de la secuencia ocasionando, según los autores, que se acentuara el efecto de primacía.

Si bien los dos estudios mencionados previamente (De Lillo et al., 2016; Tamayo et al., 2023) han evaluado el papel de factores espaciales en el aprendizaje de secuencias de posiciones, a excepción del Experimento 2 del estudio de De Lillo et al. (2016), poco se sabe del efecto de los factores temporales en este tipo de secuencias. En secuencias de listas de palabras se ha analizado el efecto de la duración de cada evento a partir de la extensión de cada palabra y el TIE, mostrando en este último caso, evidencia poco consistente (ver Farrell et al., 2011; Grenfell-Essam et al., 2019; Lewandowsky et al., 2008; Lewandowsky & Brown 2005; Morin et al., 2010). En este sentido, resulta relevante analizar el efecto que sobre el aprendizaje de secuencias de posiciones tiene la duración de los eventos y el intervalo entre su ocurrencia.

Se realizó un experimento en el que, empleando el procedimiento reportado en el estudio de Tamayo et al. (2023), se manipuló de manera independiente la duración de los eventos al interior de la secuencia de posiciones y el intervalo entre la ocurrencia entre eventos con el objetivo de analizar si estas variables tienen un efecto en el aprendizaje de secuencias de posiciones. Si los hallazgos en el aprendizaje de listas de palabras se replican en el aprendizaje de secuencias de posiciones, es esperable que la duración de los eventos muestre un efecto favorable más consistente en el aprendizaje de la secuencia en comparación con la manipulación de los intervalos entre ocurrencias.

### **Método**

#### **Participantes**

Participaron 24 estudiantes que cursaban la licenciatura en ingeniería mecánica eléctrica de la Universidad de Guadalajara 23 hombres y 1 mujer con una edad promedio de 22 años. Los participantes fueron elegidos en función de su disponibilidad y anuencia de participar en el estudio. Por su participación recibieron puntos extra para la calificación final en la asignatura de electromagnetismo.

Los participantes fueron asignados a cada grupo en función de un cronograma que especificaba fecha y hora de aplicación, el cual se generó a partir de sus disponibilidades de horario. De este modo, el primero en la lista se asignó al Grupo 1 (G1), el segundo al Grupo 2 (G2), el tercero al G1 y así sucesivamente hasta completar 12 participantes por grupo.

#### **Materiales**

Se empleó una tarea diseñada en ambiente Java, la cual consistió en un aplicativo que permitía configurar la presentación escalonada en la pantalla de la computadora de dos matrices, una de cuatro filas por cuatro columnas (16 cuadrados) y otra de cinco filas por cinco columnas (25 cuadrados). Cada cuadrado correspondió a una posición. La medida de cada cuadrado fue de 1.5 x 1.5 cm. Los espacios entre los cuadrados fueron de 0.5 cm. Al interior de cada matriz se configuró una secuencia. Cada posición de la secuencia se identificó con la iluminación de un cuadrado en color rojo. Luego de que un cuadrado se apagaba, se iluminaba el siguiente en la secuencia y así sucesivamente hasta completar la secuencia de 16 (en la matriz de 4 x 4) o 25 (en la matriz de 5 x 5) posiciones. La secuencia de posiciones fue definida por el experimentador cuidando que ninguna ocurriera adyacente o contigua a otra. Dada la contingencia sanitaria derivada del virus SARS-COV 2, la aplicación se realizó por medio de TeamViewer de modo que cada participante se conectó de manera remota al computador del experimentador. Para controlar lo que el participante hacía durante la sesión, se pidió que se mantuviera la cámara encendida mientras se aplicaba el procedimiento.

El aplicativo arrojaba cuatro archivos de datos en formato txt y csv que incluían los datos del participante, las condiciones experimentales que le fueron aplicadas, las opciones elegidas en cada ensayo (cada vez que el participante tenía la oportunidad de reproducir las secuencias), la duración de cada ensayo, y la posición del cursor en la pantalla de la computadora durante la presentación de la secuencia. Para el análisis de datos se usó Excel.

#### **Diseño**

Los participantes se asignaron a uno de dos grupos experimentales, los cuales se distinguieron por el criterio temporal manipulado. Los valores temporales de duración y del intervalo entre estímulos se definieron tomando como base los empleados en los estudios antecedentes, referidos en la introducción. Las duraciones tradicionalmente empleadas van desde 400 ms hasta 1000 ms. En el caso del intervalo entre estímulos, se han empleado desde 100 ms hasta 1500 ms. En este estudio, para el G1 la duración empleada fue de 3 s mientras que el intervalo entre estímulos se mantuvo constante en 1 s; para el G2, el intervalo entre estímulos fue de 3 s mientras se mantuvo constante la duración en 1 s. En este sentido, el incremento fue de hasta tres veces sobre los valores de los estudios de referencia.

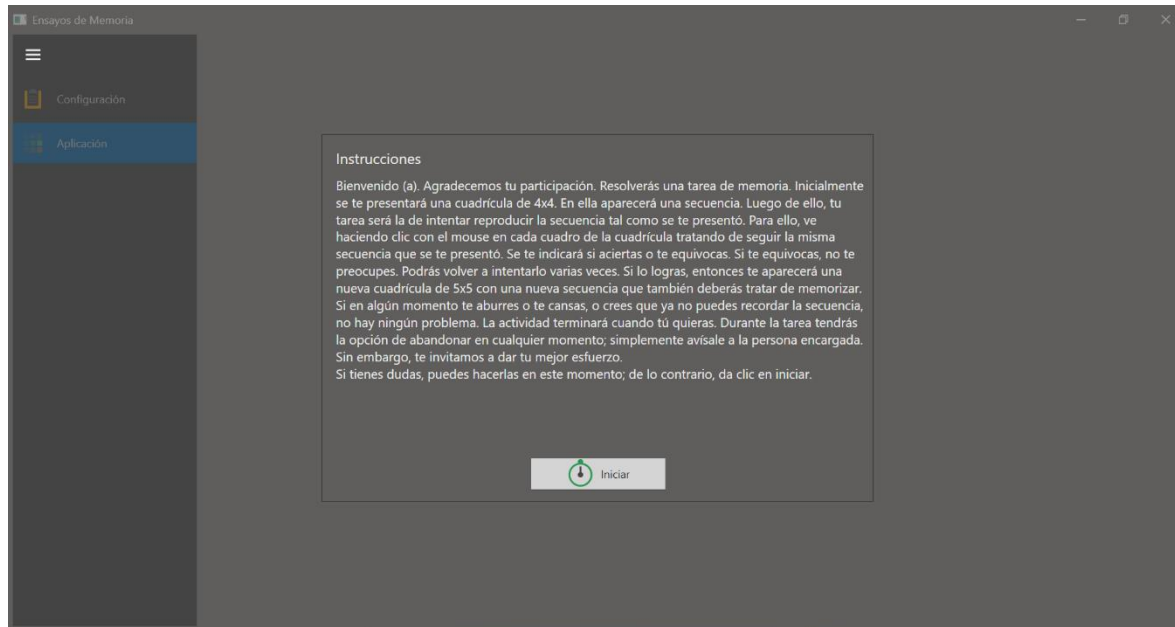
A cada participante se le presentaron dos secuencias, una en una matriz de 4 x 4 (16 posiciones) y otra en una matriz de 5 x 5 (25 posiciones). El participante sólo pasaba a la matriz de 5 x 5 cuando lograba reproducir correctamente la secuencia de posiciones de la matriz de 4 x 4 (ver Procedimiento).

## Procedimiento

A todos los participantes se les hizo entrega de un formato de consentimiento informado que leyeron y firmaron previo al inicio de la sesión experimental. Para iniciar, se abrió una sesión de TeamViewer y se estableció la conexión remota desde el ordenador del participante con el del experimentador, de modo que el participante trabajó sobre la pantalla del ordenador del experimentador. Previamente, el experimentador había cargado la aplicación para el participante con sus datos según la condición de grupo que le correspondiera.

### Figura 1

*Pantalla inicial con instrucciones*



Una vez establecida la conexión, el participante veía una pantalla en la que aparecía una instrucción en la que se le especificaba lo que debía hacer (ver Figura 1). Luego de leer la instrucción, el participante presionaba el botón “Iniciar”. En la pantalla aparecía una cuadrícula de 4 x 4. La secuencia iniciaba con la iluminación de un cuadrado con color rojo. Luego de cumplir el criterio temporal de duración (3 s para el G1; 1 s para el G2), el cuadrado dejaba de estar iluminado. Inmediatamente después iniciaba el intervalo entre estímulos (1 s para el G1; 3 s para el G2). Al término de éste, el siguiente cuadrado de la secuencia se iluminaba de rojo y así sucesivamente hasta completar todas las posiciones (sin repetición). Una vez esto había ocurrido, la pantalla con la cuadrícula de 4 x 4 se presentaba en blanco y el participante debía intentar reproducir la secuencia tal como se había presentado. Para hacerlo, debía presionar con el ratón el primer cuadrado que se había iluminado, luego el segundo y así sucesivamente. Una vez hacía clic en un cuadrado, este se iluminaba de color rojo y así permanecía hasta que el participante completaba toda la secuencia de posiciones. Luego de ello, debía presionar el botón “Enviar”. En ese momento la aplicación retroalimentaba el desempeño del participante, indicándole el número de errores que había cometido. Al mismo tiempo le preguntaba si quería volverlo a intentar o si deseaba abandonar la tarea. Si presionaba el botón “Volver a intentarlo”, se le volvía a presentar la misma secuencia de posiciones tal cual como se le había presentado en la primera ocasión. Todo esto se repetía hasta que el participante lograba reproducir la secuencia correctamente o hasta que presionaba el botón “Abandonar”, caso en el que el aplicativo le indicaba por medio de un mensaje que la sesión había terminado y que se le agradecía su participación.

Una vez el participante lograba reproducir la secuencia correctamente, se le presentaba una segunda instrucción en la que se le indicaba que ahora se le presentaría una nueva secuencia, esta vez en

una cuadrícula de 5 x 5. Cuando el participante presionaba el botón “Iniciar”, en la pantalla aparecía una cuadrícula de 5 x 5. La presentación de la secuencia y la forma de responder, así como la retroalimentación fueron idénticas a la de la matriz de 4 x 4. Una vez el participante lograba reproducir la secuencia correctamente, la aplicación se lo indicaba, le decía que la sesión había terminado y le agradecía por su participación. Es importante mencionar que el participante podía abandonar la sesión presionando el botón “Abandonar” luego de concluir cualquier intento de reproducción de la secuencia. Cada presentación de la secuencia junto con su correspondiente intento de reproducción por parte del participante se contó como un ensayo.

### Aspectos éticos

El estudio se llevó a cabo bajo las pautas establecidas por los Principios Éticos y el Código de Conducta de la American Psychological Association (APA, 2017). El nivel de riesgo del estudio fue estimado como “leve” de acuerdo con los estándares para la investigación establecido por el Comité de Ética del Centro de Estudios e Investigaciones en Conocimiento y Aprendizaje Humano de la Universidad Veracruzana. El protocolo de investigación contó con la aprobación del mismo Comité.

Durante la comunicación inicial a través del correo electrónico y durante la primera parte de la videoconferencia con cada participante, se les informó los aspectos considerados en un consentimiento informado: condiciones de participación, posibles riesgos o incomodidades, derecho a retirarse sin consecuencias en cualquier momento, uso confidencial de sus datos, incentivo a través de puntos extras de calificación y tratamiento ético de los datos obtenidos. Antes de comenzar el aplicativo, a cada participante se les preguntó si estaban de acuerdo en participar y si permitían el registro de su desempeño. Las sesiones no fueron videograbadas y el único registro de su desempeño fue el que la tarea proveyó automáticamente.

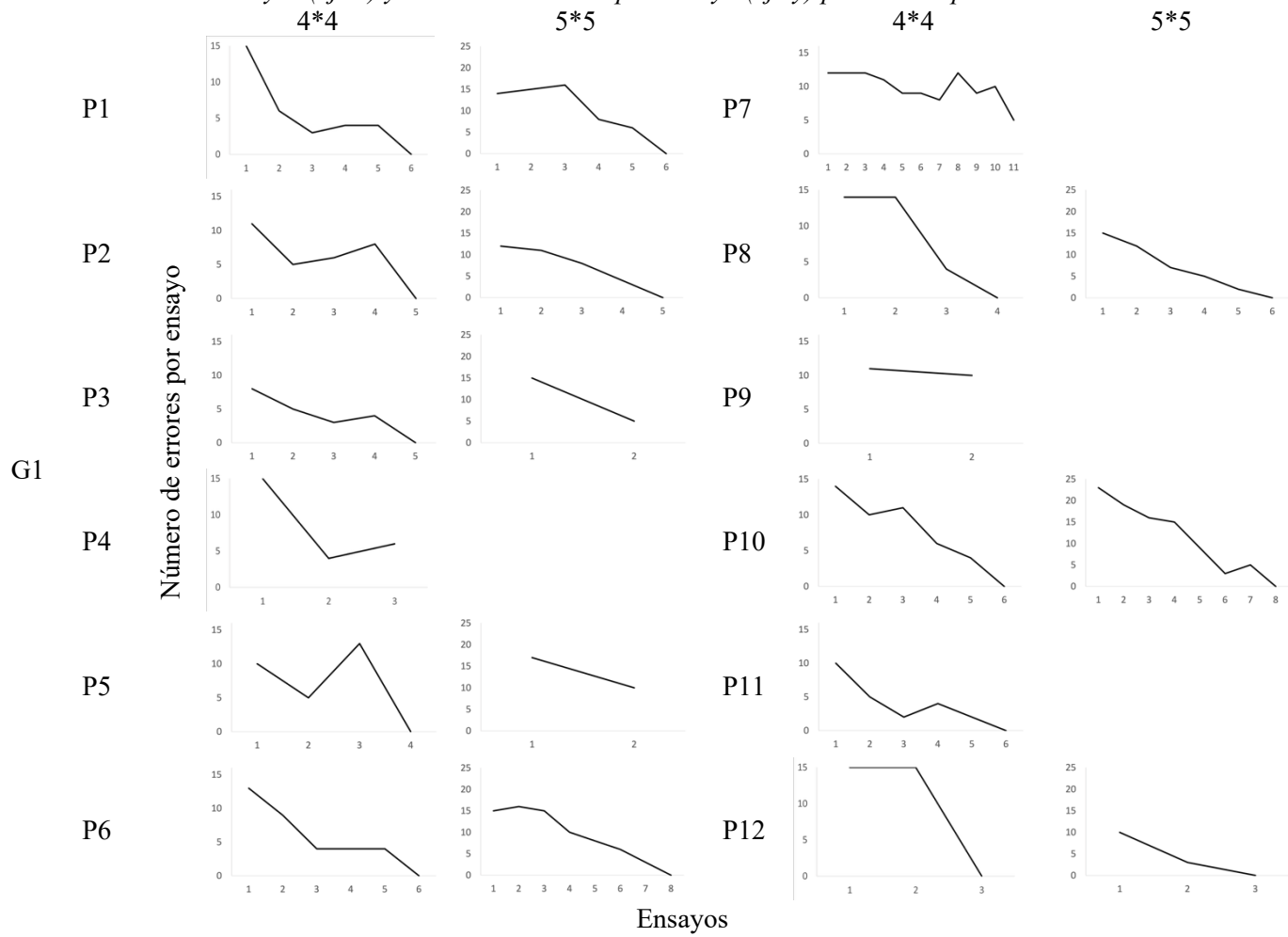
### Resultados

El número de errores por ensayo y en número de ensayos requeridos para reproducir correctamente la secuencia en el caso del G1 puede visualizarse en la Figura 2. Observe que los participantes de este grupo requirieron de cinco ensayos antes de reproducir correctamente la secuencia de la matriz de 4 x 4 ( $\bar{X} = 5$ ) y seis ensayos para la matriz de 5 x 5 ( $\bar{X} = 6$ ). Cinco participantes abandonaron la tarea, tres durante la secuencia de la matriz de 4 x 4 (P4, P7 y P9) y los dos restantes durante el desarrollo de la secuencia de la matriz de 5 x 5 (P3 y P5).

Por su parte, los participantes del G2 requirieron alrededor de cinco ensayos para resolver correctamente la secuencia de 16 posiciones ( $\bar{X} = 4.7$ ) y cinco ensayos en la secuencia de 25 posiciones ( $\bar{X} = 5$ ). Se presentaron tres abandonos durante el desarrollo de la matriz de 4 x 4 (P11, P21 y P22) y ningún abandono durante la matriz de 5 x 5 (ver Figura 3).

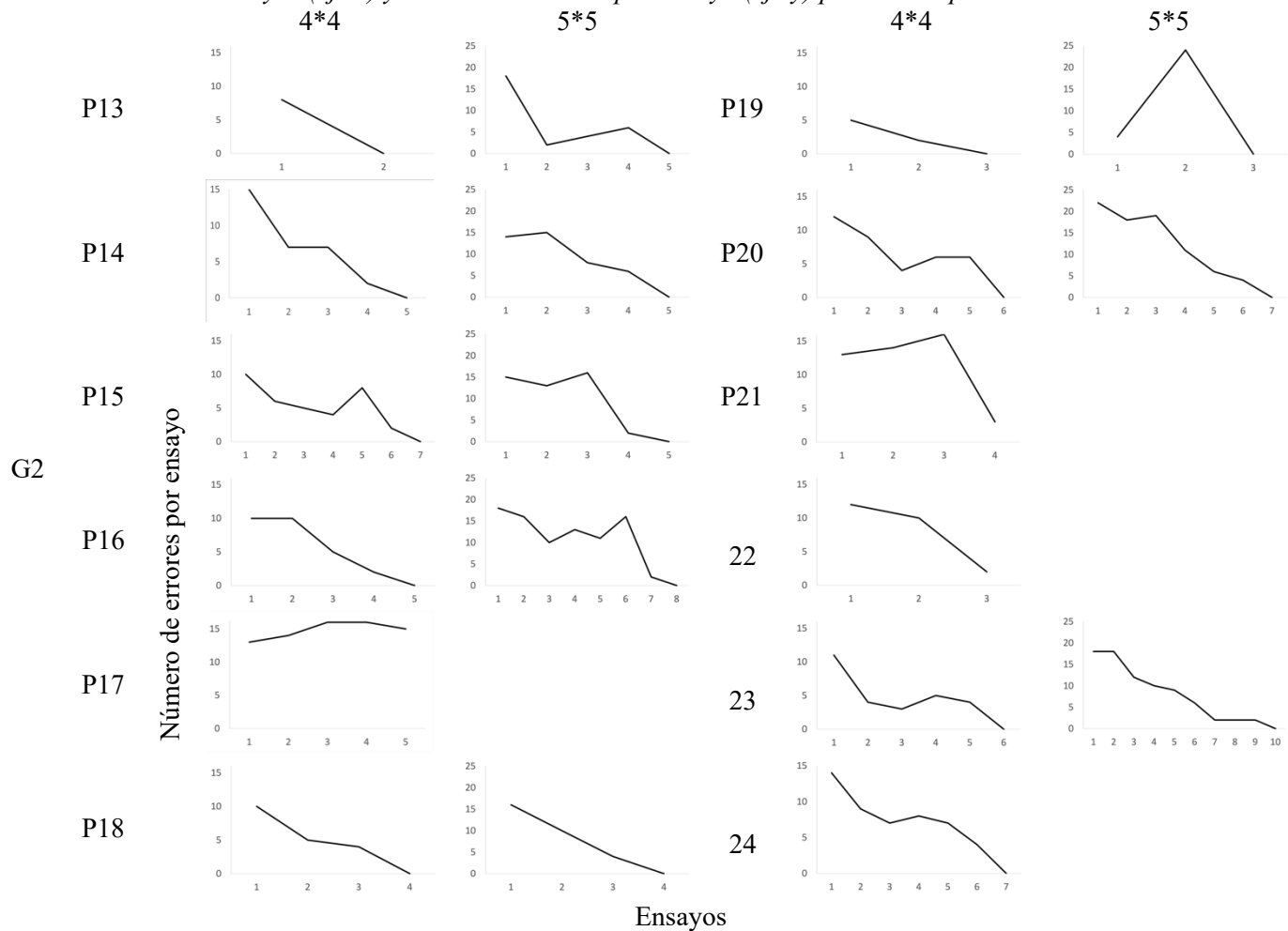
**Figura 2**

Número de ensayos (eje x) y número de errores por ensayo (eje y) para el Grupo 1



**Figura 3**

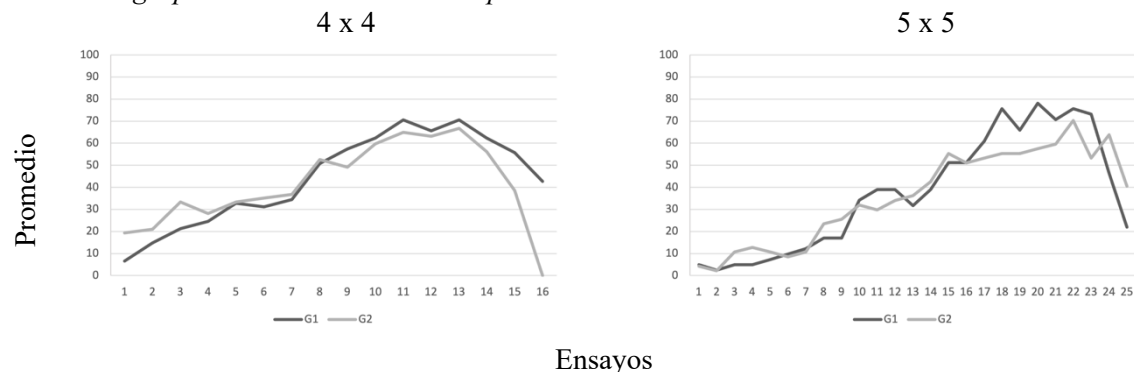
Número de ensayos (eje x) y número de errores por ensayo (eje y) para el Grupo 2



El promedio grupal de los errores que los participantes cometieron en cada una de las secuencias puede verse en la Figura 4. Se observó que la tendencia de errores, en ambos grupos, es semejante, pero, se identificó diferencia entre las matrices. En la matriz de 5 x 5 (25 posiciones), el menor número de errores (por debajo del 20%) se presentó en las primeras nueve posiciones, mientras que en la matriz de 4 x 4 este porcentaje de errores solamente se presentó en las primeras tres posiciones. Para estimar si dichas diferencias son estadísticamente significativas, se corrió una prueba estadística paramétrica (prueba t para muestras correlacionadas) comparando los promedios de errores en cada una de las posiciones de cada matriz. Para la matriz de 5x5, en las primeras 9 posiciones, el promedio de errores fue menor ( $M=13.5$ ;  $DE=24.1$ ) que para las primeras 9 posiciones de la matriz de 4x4 ( $M=29.9$ ;  $DE=21.6$ ) y la diferencia fue estadísticamente significativa ( $t(39)=2.28$ ,  $p=0.028$ ). El tamaño del efecto se estimó a partir del cálculo de la  $d$  de Cohen ( $d=0.031$ ) el cual puede interpretarse como irrelevante. Es decir, aunque las diferencias en los errores cometidos no pueden atribuirse al azar, tienen poca relevancia práctica (Goss-Sampson, 2024). Así mismo, en ambas matrices se apreció un efecto de recencia para la última posición de la secuencia, el cual fue más marcado para el G2 en la matriz de 4 x 4.

**Figura 4**

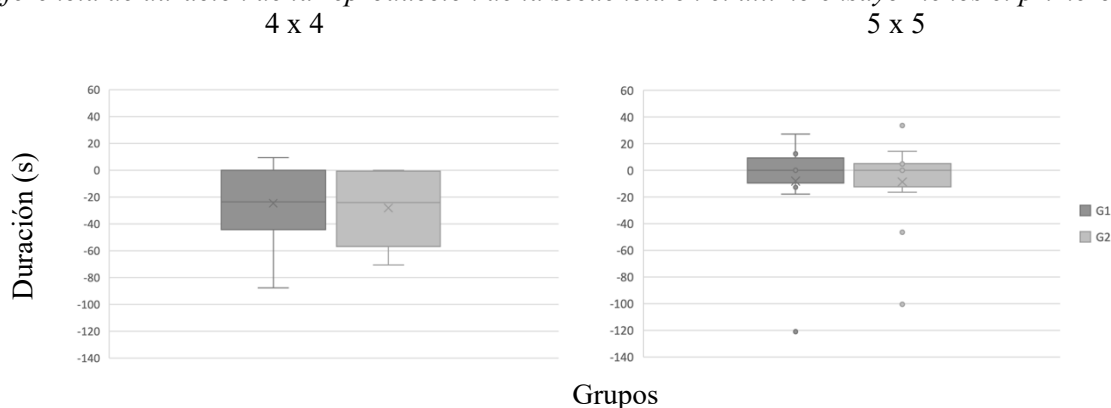
*Promedio grupal de los errores en cada posición de la secuencia*



La diferencia entre la duración (el tiempo que le tomó al participante reproducir la secuencia) del último ensayo de la secuencia (aquel en el que se reprodujo la secuencia correctamente) menos la duración del primer ensayo se muestra en la Figura 5. Una diferencia negativa indica que a los participantes les tomó menos tiempo reproducir la secuencia en el último ensayo, es decir, cuando reprodujeron la secuencia correctamente, en comparación al tiempo empleado en el primer ensayo; una diferencia positiva indica lo opuesto (les tomó más tiempo la reproducción en el último ensayo que en el primero.) En la matriz de 4 x 4 las diferencias tendieron a ser principalmente negativas, mientras que en la matriz de 5 x 5 se presentaron diferencias tanto positivas como negativas. Se observó una mayor dispersión en las diferencias en el caso de la matriz de 4 x 4.

**Figura 5**

*Diferencia de duración de la reproducción de la secuencia en el último ensayo menos el primero*



En general, se encontraron dos ligeras diferencias entre los grupos. Primero, en el G1 se presentaron más abandonos que en el G2 (cinco contra tres respectivamente). La segunda diferencia se relacionó con que, en el caso del G1, en la matriz de 5 x 5 se requirió un mayor número promedio de ensayos para reproducir correctamente la secuencia, en comparación con el G2 (seis ensayos frente a cinco, respectivamente). Finalmente, en ambos grupos, se presentó un número de errores menor en las primeras nueve posiciones en la matriz de 5 x 5, mientras que en la matriz de 4 x 4, el número de errores fue menor en apenas las primeras tres o cuatro posiciones. Sin embargo, no hay evidencia suficiente en los datos como para asumir que las diferencias entre grupos puedan ser explicadas por los valores temporales manipulados en cada caso o bien que las diferencias pudieran ser significativas.

## Discusión

El propósito del estudio presentado fue el de evaluar el efecto de incrementar la duración o el intervalo entre estímulos sobre el aprendizaje de una secuencia de posiciones en un procedimiento de recuerdo serial inmediato. No se identificaron diferencias entre grupos, lo que indica que, una mayor duración o un mayor intervalo entre estímulos no afectó directamente el aprendizaje de las secuencias empleadas.

Sin embargo, al comparar los resultados de este estudio con los de Tamayo et al. (2023) en el que se usó la misma tarea, se observa que, en dicho estudio necesitaron dos ensayos o más de los requeridos que en este estudio para reproducir secuencias con el mismo número de posiciones. Asimismo, los valores de duración e intervalo entre estímulos se mantuvieron constantes en 1 s. A diferencia de la presente investigación, en la que los valores empleados fueron tres veces mayores (3 s). Así, la comparación entre estudios sugiere que el alargamiento de las duraciones y del intervalo entre estímulos pudo facilitar el aprendizaje de las secuencias. Según los antecedentes descritos, tanto la duración como el incremento (progresivo) del intervalo entre estímulos parecen facilitar el recuerdo de las secuencias en listas verbales y en secuencias de posiciones (Baddeley et al., 1975; Farrell et al., 2011; Lewandowsky et al., 2007, 2008) en tareas de recuerdo serial inmediato. Los resultados obtenidos en este estudio en comparación con los de Tamayo et al. (2023) serían consistentes con esta literatura. En todo caso el efecto facilitador sería mínimo lo que es correspondiente con lo planteado por Morin et al. (2010). Aun así, los resultados no permiten identificar cuál es el mecanismo o por qué la manipulación de las duraciones o de los intervalos podrían favorecer el aprendizaje.

Según el TIE, el incremento en la separación entre estímulos contribuye a una mayor discriminabilidad de los mismos, lo cual favorecería su codificación y recuerdo. Sin embargo, varias investigaciones parecen señalar que el efecto no es consistente o, que cuando ocurre, en realidad tiene una afectación menor sobre la precisión del recuerdo (Lewandowsky & Brown, 2005; Lewandowsky et al., 2008; Farrell et al., 2011; Grenfell-Essam et al., 2019; Morin et al., 2010). Es decir que, en cuanto al incremento en el intervalo entre estímulos se refiere, la afectación podría darse, más bien, sobre la posibilidad de que los individuos apliquen estrategias de división, segmentación o fragmentación de las secuencias (*chunks* o *clusters*) que les permitan dominar progresivamente las secuencias (Botvinick et al., 2009; Farrell, 2012; Manoochehri, 2021; Miller 1956; Tamayo Tamayo, 2019). En principio, los resultados obtenidos en este estudio ni confirman ni niegan esta posibilidad. Sin embargo, lo que sí se observó es que no se presentaron diferencias entre manipular la duración o el intervalo entre estímulos por lo que, si efectivamente ocurrió una estrategia de segmentación o agrupación de las posiciones de la secuencia, ésta se presentó tanto con el incremento de las duraciones como con el intervalo entre estímulos de manera indistinta.

Un dato que, en principio, abonaría a la posibilidad del establecimiento de agrupaciones en la secuencia podría ser el de la diferencia en la duración de los ensayos iniciales y finales. En la matriz de 4 x 4 (16 posiciones), las diferencias fueron negativas, lo que indica que los participantes tardaron menos tiempo en los últimos ensayos que en los primeros. Esto pudo darse por el establecimiento de una estrategia de agrupamiento o de división de la secuencia en partes, que fueron aprendiéndose progresivamente ensayo a ensayo. A medida que se iban aprendiendo, el tiempo dedicado a la reproducción de la secuencia fue disminuyendo. En este sentido, De Lillo et al. (2016), al emplear secuencias agrupadas, encontraron efectos al manipular el intervalo entre grupos de posiciones. Parte de los efectos hallados por los autores implicaron una disminución progresiva de los tiempos de respuesta asociados con las posiciones agrupadas, lo cual es comparable con la disminución de la duración de los ensayos finales respecto a los iniciales.

Sin embargo, este efecto parece depender del tamaño de la secuencia. La disminución de las duraciones no fue tan clara en la matriz de 5 x 5. Es decir, la disminución de la duración fue más clara en la secuencia de 16 posiciones que en la de 25. Lo anterior es contrario a los resultados reportados por De Lillo et al. (2016), quienes encontraron que el efecto de la agrupación de las secuencias se presentó independientemente del tamaño de las secuencias. Las diferencias en los dos estudios seguramente podrían explicarse por el procedimiento empleado. En el estudio de De Lillo et al. (2016), las

agrupaciones fueron claramente definidas (había una distancia determinada entre los grupos de posiciones). En el caso del estudio que aquí se reporta, la presentación en matrices no permitió el establecimiento de agrupaciones a partir de su contigüidad espacial (no se presentaron posiciones contiguas). De este modo, de haber ocurrido algún tipo de segmentación y agrupamiento, pudo haberse dado en función de la cercanía temporal entre posiciones, es decir, en función de la secuencia ordinal (e.g. el primero, el segundo, el tercero, el cuarto como un grupo; el quinto, el sexto, como otro grupo, etc.); o bien, en función de claves del contexto como pudieron ser las esquinas o las posiciones que ocurrieron en los costados de la matriz.

Una condición adicional que puede ser necesaria para el aprendizaje y recuerdo de este tipo de secuencias implica potencialmente la participación de factores o procesos atencionales. “Poner atención” en el sentido coloquial de la expresión, puede ser requerido como condición inicial para identificar y recordar las posiciones y las secuencias. Si no se observa con atención, no se identifica la posición ni se recuerda. Podría suponerse como hipótesis adicional que los factores vinculados con la atención se ven favorecidos cuando el participante tiene más tiempo (cuando la duración del estímulo o el intervalo entre ocurrencias es mayor) lo cual le permitiría el establecimiento de relaciones verbales simples entre los eventos con los que interactúa, en este caso, con la secuencia de posiciones. La posibilidad de que el lenguaje participe en el establecimiento de relaciones entre eventos en una secuencia de posiciones ya ha sido planteada por Zhang et al. (2022). Sin embargo, para sostener esta hipótesis se necesitarían estudios adicionales en los que: se tengan condiciones iniciales que evalúen procesos atencionales (podría incluir el registro del seguimiento ocular o la correspondencia ojo-mano); se manipulen de manera más sistemática las duraciones e intervalos entre eventos; se pida explícitamente a los participantes que, durante el desarrollo de la tarea digan, de manera constante, lo que están pensando; que se establezca alguna correlación entre los factores atencionales evaluados, las verbalizaciones elaboradas por los participantes y los resultados en cualesquiera que sean las tareas a las que se exponga.

Cabe decir que, se considera que la relación entre los procesos atencionales, los factores temporales y la verbalización de las relaciones entre eventos pueden jugar un papel relevante en el aprendizaje de secuencias de posiciones, supuesto que puede potencialmente abrir nuevos caminos de exploración en esta área de investigación.

### Conclusiones

El principal hallazgo de este estudio es que incrementar la duración de los eventos y el intervalo entre la ocurrencia de estos disminuyó el número de ensayos requeridos para aprender correctamente una secuencia de posiciones en comparación con los resultados obtenidos en estudios previos. Adicionalmente, los resultados parecen sugerir que el tamaño de la secuencia parece ser un aspecto relevante y modulador del efecto de las variables manipuladas.

Dos elementos podrían ser necesarios para tener en cuenta en futuros estudios. En primer lugar, es recomendable aislar el efecto de las dos variables evaluadas (duración de los eventos vs. intervalo entre eventos). En segundo lugar, puede ser plausible suponer que aprender este tipo de secuencias que varíen en posición requiera el establecimiento de relaciones verbales. Dichas relaciones podrían ser relevantes a la hora de agrupar los eventos de una secuencia ya sea en términos espaciales (por contigüidad o por alguna clave de su ubicación [e.g. la esquina, el borde derecho o izquierdo, etc.]) o bien temporales (el primero, el segundo, el tercero, etc.). Cualquiera de estas posibilidades, requiere corroboración empírica.

### Referencias

- American Psychological Association. (2017). *Ethical principles of psychologist and code of conduct* [Archivo PDF]. <https://www.apa.org/ethics/code/ethics-code-2017.pdf>
- Baddeley, A. D., Thomson, N., & Buchanan, M. (1975). Word length and the structure of short-term memory. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, *14*(6), 575–589. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(75\)80045-4](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(75)80045-4)
- Beran, M. J., Pate, J. L., Washburn, D. A., & Rumbaugh, D. M. (2004). Sequential responding and planning in chimpanzees (*Pan troglodytes*) and rhesus macaques (*Macaca mulatta*). *Journal of experimental psychology. Animal Behavior Processes*, *30*(3), 203–212. <https://doi.org/10.1037/0097-7403.30.3.203>

- Botvinick, M. M., Wang, J., Cowan, E., Roy, S., Bastianen, C., Patrick Mayo, J., & Houk, J. C. (2009). An analysis of immediate serial recall performance in a macaque. *Animal Cognition*, *12*(5), 671–678. <https://doi.org/10.1007/s10071-009-0226-z>
- Cowan, N., & Hardman, K. O. (2021). Immediate recall of serial numbers with or without multiple item repetitions. *Memory*, *29*(6), 744–761. <https://doi.org/10.1080/09658211.2021.1942920>
- De Lillo, C., Kirby, M., & Poole, D. (2016). Spatio-Temporal Structure, Path Characteristics, and Perceptual Grouping in Immediate Serial Spatial Recall. *Frontiers in Psychology*, *7*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01686>
- Farrell S. (2012). Temporal clustering and sequencing in short-term memory and episodic memory. *Psychological Review*, *119*(2), 223–271. <https://doi.org/10.1037/a0027371>
- Farrell, S., Wise, V., & Lelièvre, A. (2011). Relations between timing, position, and grouping in short-term memory. *Memory and Cognition* *39*, 573–587. <https://doi.org/10.3758/s13421-010-0053-0>
- Goss-Sampson, M. A. (2024). Statistical Analysis in JASP. A Guide for Students. [Documento en línea] <https://jasp-stats.org/wp-content/uploads/2024/03/Statistical-Analysis-in-JASP-2024.pdf>
- Grenfell-Essam, R., Ward, G., & Cortis Mack, C. (2019). Temporal isolation effects in immediate recall. *Journal of Memory and Language*. *109*, 1-25. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2019.104049>
- Inoue, S., & Matsuzawa, T. (2009). Acquisition and memory of sequence order in young and adult chimpanzees (Pan troglodytes). *Animal Cognition*, *12*(Suppl 1), S59–S69. <https://doi.org/10.1007/s10071-009-0274-4>
- Kausler, D. (1966). *Readings in verbal learning contemporary theory and research*. John Wiley & Sons, Inc.
- Lewandowsky, S., & Brown, G. D. A. (2005). Serial recall and presentation schedule: A micro-analysis of local distinctiveness. *Memory*, *13*(3-4), 283–292. <https://doi.org/10.1080/09658210344000251>
- Lewandowsky, S., Wright, T., & Brown, G. D. A. (2007). The interpretation of temporal isolation effects. In N. Osaka, R. H. Logie, & M. D'Esposito (Eds.). *The cognitive neuroscience of working memory: Behavioural and neural correlates* (pp. 137–152). Oxford University Press.
- Lewandowsky, S., Nimmo, L. M., & Brown, G. D. A. (2008). When temporal isolation benefits memory for serial order. *Journal of Memory and Language*, *58*(2), 415–428. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2006.11.003>
- Lindsey, D. R. B., & Logan, G. D. (2021). Previously retrieved items contribute to memory for serial order. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *47*(9), 1403–1438. <https://doi.org/10.1037/xlm0001052>
- Manoochchri, M. (2021). Up to the magical number seven: An evolutionary perspective on the capacity of short term memory. *Heliyon*, *7*(5), e06955. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06955>
- Morin, C., Brown, G. D., & Lewandowsky, S. (2010). Temporal isolation effects in recognition and serial recall. *Memory & Cognition*, *38*(7), 849–859. <https://doi.org/10.3758/MC.38.7.849>
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, *63*(2), 81–97. <https://doi.org/10.1037/h0043158>
- Scarf, D., Danly, E., Morgan, G., Colombo, M., & Terrace, H. S. (2011). Sequential planning in rhesus monkeys (Macaca mulatta). *Animal Cognition*, *14*(3), 317–324. <https://doi.org/10.1007/s10071-010-0365-2>
- Tamayo Tamayo, J. E. (2019). Aprendizaje serial de secuencias basadas en la posición y dimensión de sus componentes. *Revista Iberoamericana de Psicología*, *12*(3), 9-20. <https://reviberopsicologia.ibero.edu.co/article/view/1683>
- Tamayo, J., Rodríguez-Pérez, M. E. & Mercado Rodríguez, F. (2023). Effect of spatial contiguity on learning sequences of positions. *Acta Colombiana de Psicología*, *26*(1), 113–126. <https://doi.org/10.14718/ACP.2023.26.1.8>

- Völter, C. J., Mundry, R., Call, J., & Seed, A. M. (2019). Chimpanzees flexibly update working memory contents and show susceptibility to distraction in the self-ordered search task. *Proceedings. Biological Sciences*, 286(1907), 20190715. <https://doi.org/10.1098/rspb.2019.0715>
- Zhang, H., Zhen, Y., Yu, S., Long, T., Zhang, B., Jiang, X., Li, J., Fang, W., Sigman, M., Dehaene, S., & Wang, L. (2022). Working Memory for Spatial Sequences: Developmental and Evolutionary Factors in Encoding Ordinal and Relational Structures. *The Journal of Neuroscience: the official journal of the Society for Neuroscience*, 42(5), 850–864. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0603-21>.