



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

## FACULTAD DE PSICOLOGÍA

APLICACIÓN DE SECUENCIAS DE DURACIONES EN MODALIDAD  
TÁCTIL Y AUDITIVA EN ESTIMACIÓN TEMPORAL CON DEMORA

**TESIS**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
LICENCIADA EN PSICOLOGÍA

PRESENTA:

JESSICA LEONOR ROLDAN GARCIA

DIRECTOR

DR. OSCAR ZAMORA ARÉVALO

REVISOR

DR. RAMSÉS VAZQUEZ LIRA

COMITÉ SINODAL

DRA. PATRICIA ROMERO SÁNCHEZ

DR. ÁNGEL EUGENIO TOVAR Y ROMO

DRA. ALEJANDRA CIRIA FERNÁNDEZ VARELA



TESIS APOYADA POR EL PROYECTO DGAPA-PAPIIT IN303919  
CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX. 2023



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Agradecimientos

Al ver el resultado logrado con este trabajo solo se me ocurre una palabra: ¡gracias!

Inicialmente, a la Universidad Nacional Autónoma de México, es una maravillosa institución en la cual tuve dicha de ingresar, gracias por los servicios, recursos y espacios no solo académicos sino culturales en los cuales tuve el placer de conocer personas excepcionales; gracias por ser parte de mi formación académica y personal.

Al Doc Zamora por permitirme formar parte del laboratorio, iniciar en el bello mundo de la investigación, sus consejos e infinita paciencia, muchas gracias.

Al Dr. Ramsés por sus amables palabras, retroalimentación e interés en mi trabajo y todas las posibilidades que éste mismo tenía, esperando puedan lograrse en un futuro.

A la Dra. Paty, Dra. Ciria y Dr. Ángel por sus comentarios, retroalimentación y tiempo que me dedicaron, gracias por darle orden y sentido al trabajo.

Y por supuesto, mil gracias a cada uno de mis participantes, por regalarme un poquito de su tiempo y formar parte de este proyecto.

A Gaby, Gus, Mario, Rox y Juan Manuel sin ustedes esto no hubiera sido posible, gracias por el inmenso apoyo, su amistad y porras que me dieron a lo largo de todo este proceso.

A los compañeros de laboratorio de Acción y Cognición Comparada son personas hermosas, inteligentes y dedicadas, gracias por todas las pláticas acompañadas de un café, risas y cariño que me brindaron.

Gracias Mar por estar ahí, escucharme, aconsejarme, ser mi mejor amiga en la facultad y ahora.

Quisiera agradecer a mi mamá y hermano por todo su apoyo incondicional, por estar en las buenas, las malas y las peores, son lo mejor que tengo en la vida, los amo. A Tommy por acompañarme en todo momento, incluyendo las develadas. Y papá deseando que estuviera aquí ¡lo logramos!

## Resumen

Para conocer el por qué los organismos adaptaban sus conductas a ciertas regularidades del entorno, se comenzó el estudio del tiempo en situaciones controladas, generando diferentes teorías. Una de las teorías más importantes es aquella que apelaba a un “reloj interno” que va modulando la manera en cómo se percibe este mismo y lo ajusta al entorno. De igual manera existen estudios que identifican cómo diferentes factores modifican esta percepción temporal, en donde se han utilizado estímulos en la modalidad auditiva y visual (Penney y Gibbon, 2000). En otros estudios, al emplear la modalidad táctil se encuentran inconsistencias en los resultados en tareas de discriminación comparándose a otros estímulos (Jones, Poliakkokk y Wells, 2009). A partir de las diversas inconsistencias mencionadas, se propone una tarea de estimación temporal de secuencias de duraciones con 3 estímulos en modalidad auditiva y táctil agregando un intervalo de retención (IR) entre la presentación de las duraciones y al final de este, en seres humanos. Participaron 14 alumnos en un procedimiento de bisección temporal de secuencias de duraciones para ambas modalidades, en la primera fase, los participantes discriminaron dos duraciones base: 600 ms (corta) y 1,200 ms (larga). Posteriormente, se procedió a la fase de generalización, donde se agregaron duraciones intermedias a las previas con el fin de analizar cómo se perciben y se clasifican estas duraciones tomando como referencia las dos duraciones base. Finalmente, en la última fase, se les presentó otro tipo de ensayos, caracterizados por la incorporación de IR's tanto en las fases de discriminación y generalización. Se encontró mayor precisión de discriminación en modalidad táctil en comparación con la auditiva. A la vez, al agregar IR en las duraciones base, se vieron modificadas las respuestas de los participantes al localizarse esta demora entre los estímulos. Esto sugiere que al encontrarse esta interrupción (recordado al reloj interno) provocó un olvido de lo que se tenía almacenado y hay una pérdida de información previa al IR, en comparación con la presentación del IR al final de los estímulos en donde no ocurre ninguna interrupción en la presentación de estímulos. Ahora bien, al agregarse el IR en fase de generalización se observó el efecto opuesto, de tal forma que al presentar el IR al final de la secuencia provocó una disminución en la discriminación, principalmente en la modalidad táctil, sugiriendo que la exposición constante a estos estímulos causa una mayor habituación.

*Palabras clave:* Estimación temporal, secuencias, intervalos de retención, estímulos auditivos y táctiles, discriminación, bisección.

## Abstract

To understand why organisms adapt their behaviors to certain regularities of the environment, the study of time in controlled situations began, generating different theories, one of the most important being that which appealed to an "internal clock" that modulates the way in which time is perceived and adjusts it to the environment. Similarly, there are studies that identify how different factors modify this temporal perception, where auditory and visual stimuli have been used (Penney & Gibbon, 2000); in other studies, when using tactile modality, inconsistencies are found in the results of discrimination tasks compared to other stimuli (Jones, Poliakokk & Wells, 2009). Based on the above inconsistencies, in this research, a task temporal estimation of sequences of durations are proposed, using three stimuli in auditory and tactile modality, adding a retention interval (RI) between the presentation of the durations and at the end of it, in humans. Fourteen students participated in a temporal bisection procedure of sequences of durations for both modalities, in the first phase they discriminated two base durations: 600 ms (short) and 1200 ms (long), then they proceeded to the generalization phase, where intermediate durations were added to the previous ones to represent how the classification of these durations and their perception is given taking the base durations as a reference. Finally, in the last phase, another type of trials was presented, characterized by the incorporation of RI's in both phases, discrimination and generalization. Greater discrimination accuracy was found in tactile modality; when RI was added to the base durations, the participants' responses were modified when this delay was located between stimuli, suggesting that when this interruption was found (reminded to the internal clock) it caused a forgetting of what was stored and there is a loss of information prior to the RI, compared to the final phase where no interruption occurs in the presentation of stimuli. However, when the RI was added in the generalization phase, the opposite effect was observed, where the RI at the end of the sequence caused a decrease in discrimination primarily in the tactile modality, suggesting that constant exposure to these stimuli causes greater habituation.

*Key words:* temporal estimation, sequences, retention intervals, auditory and tactile stimuli, discrimination, bisection.

## Introducción

El tiempo, aunque está presente en todo momento tiene cierta dificultad para poder definirse. En un intento de acercarse a una definición, se puede decir que es una magnitud con propiedades que se pueden medir y que son experimentadas por los seres vivos (Gruart, Delgado, Escobar y Aguilar, 2002). El tiempo, se ha presentado en la vida de los organismos de diversas maneras, como por ejemplo en los procesos circadianos y los cambios en el entorno y las conductas asociadas a las estaciones del año. Al hombre primitivo, estas constantes temporales le permitieron sobrevivir y conocer en qué momento era época de sequías y había menor posibilidad de conseguir frutos o en el punto cuándo era adecuado buscar refugio para evitar que depredadores lo acecharan. Es decir, el tiempo ha estado presente a lo largo de la vida del ser humano.

A pesar de que actualmente los seres humanos no se tienen las mismas presiones ambientales, sigue predominando el uso de la *estimación temporal* o *timing* debido a que toda conducta requiere de cierta noción del paso del tiempo. Desde situaciones en donde sea necesario calcular el tiempo que se requiere para cruzar la calle dependiendo de la velocidad de los autos, la sincronía de un bailarín o músico con los demás y con los movimientos que realizan, así como en los procesos relacionados para atrapar una pelota, tocar un instrumento musical, llevar a cabo una conversación con otra persona, etc. Como es posible observar, prácticamente todas las actividades y situaciones que rodean al ser humano se encuentra involucrado tiempo.

Conociendo la importancia del tiempo en la vida de los individuos, se ha realizado diversas investigaciones, para conocer factores que pueden alterar la forma en cómo se percibe y se estima el tiempo. Una de las metodologías más comunes es presentar un estímulo a estimar en la modalidad visual o auditiva. Por otro lado, si bien los procedimientos experimentales suelen ser rigurosos y controlados, pueden buscarse alternativas para acercarse a una situación de laboratorio más ecológica, como presentar más de un estímulo o estímulos de mayor complejidad.

Por lo anterior, ponderando la relevancia del tiempo en la conducta y el desarrollo de los organismos humanos y no humanos en este trabajo se buscó conocer cómo es que se percibe el tiempo mediante la presentación de una secuencia de estímulos complejos en distintas modalidades sensoriales, la auditiva y la táctil. A la vez, se evaluó la capacidad de retención de las duraciones agregando un intervalo de retención y manipulando su presentación, ya sea entre la presentación de la secuencia de estímulos o al final de la secuencia.

## Índice

Tiempo.....	1
Clasificaciones de estimación temporal.....	2
Métodos experimentales para medir estimación temporal.....	4
Modelos de tiempo.....	7
Factores que modifican tiempo.....	12
Modalidad.....	13
Demoras/intervalos de retención/ GAP.....	15
Estímulos complejos/secuencias.....	17
Justificación.....	19
Preguntas de investigación.....	20
Objetivos.....	20
Hipótesis.....	21
Materiales y método.....	22
Participantes.....	22
Instrumentos.....	22
Procedimiento experimental.....	24
Análisis de datos.....	33
Resultados.....	35
Análisis psicofísico.....	39
Parámetros psicofísicos.....	43
Análisis mediante Teoría de Detección de Señales (TDS).....	44
Discusión.....	50
Referencias.....	59
Anexo.....	64
Anexo A.....	64
Anexo B.....	65
Anexo C.....	68
Anexo D.....	70
Anexo E.....	73
Anexo F.....	75

## Tiempo

Cada día los seres vivos se enfrentan a situaciones diarias que requieren invertir parte de su tiempo en un rango muy variado, desde fracciones pequeñas de tiempo (milisegundos), hasta intervalos más grandes (horas) para realizarlas. De modo que las 24 horas disponibles se tienen que distribuir de tal manera que el organismo cumpla sus objetivos. Resultando en una regularidad de las conductas moduladas por el paso del tiempo, que influyen en los juicios que realiza una persona y las posibles acciones que tomará ante cierto evento.

Si bien, el tiempo limita estas actividades y puede marcar un inicio o fin, parece que, bajo ciertas condiciones, por ejemplo, ante eventos placenteros en comparación con otros displacenteros se concibe que el tiempo pasa más rápido (Gable y Poole, 2012). Sin embargo, no es que exista una diferencia en el transcurso de éste, sino en cómo la persona lo percibe, variando entre cada individuo los juicios subjetivos del paso del tiempo. A esta capacidad de realizar un juicio subjetivo sobre si el tiempo pasó rápido o lento, se le puede denominar *tiempo psicológico*; el cual es diferente al *tiempo objetivo*, definido como una variable continua e irreversible o una medida cuantitativa del tiempo (Díaz, 2011; Meck, 2005).

A pesar de que existe una fuerte variabilidad en la forma en que se percibe el tiempo, se han observado algunas consistencias en la forma en que responden los organismos en ciertas tareas experimentales sobre estimación temporal. Por ejemplo, se puede estimar con precisión en qué momento vendrá una recompensa ante cierta respuesta en determinada situación (Buriticá, 2014). De ahí que la importancia del estudio de los mecanismos y los factores que afectan la estimación temporal, dado que los organismos actúan en función de éste. Sin embargo, es muy complicado estudiar de manera aislada un mecanismo como lo es la estimación temporal, por lo que se recurre a ambientes controlados donde se lleva a cabo un experimento que ha sido



diseñado meticulosamente. Existen distintas maneras de clasificar los diseños experimentales para el estudio de la estimación temporal, así como los métodos para medir ésta misma. Considerar estas clasificaciones a la hora de diseñar un experimento es de particular relevancia para el estudio de la estimación temporal.

### **Clasificaciones de estimación temporal**

Una manera de catalogar los diseños experimentales es de acuerdo con el paradigma experimental al que los participantes estarán expuestos para realizar una tarea de estimación temporal y el tipo de intervalo de tiempo durante estos procedimientos. Según Grodin (2010), Killen y Fetterman (1988) los paradigmas experimentales se pueden clasificar de la siguiente manera. Primero, en el paradigma inmediato la conducta del organismo se encuentra controlada por el intervalo temporal que ocurre en ese momento. Segundo, el paradigma retrospectivo los organismos están expuestos a un estímulo con cierta duración o reciben un entrenamiento previo en el que aprenden a responder a una cierta duración y se les pregunta posteriormente acerca de ésta. Por tanto, el paradigma retrospectivo está estrechamente relacionado con la capacidad de recordar la duración, siendo un paradigma asociado a la memoria. Tercero, en el paradigma prospectivo, en la que se pide realizar un juicio relacionado a un tiempo determinado, asimismo, las respuestas se encuentran controladas por una demora que está por ocurrir (por ejemplo, tareas de demora del reforzamiento), requiriendo que la respuesta discriminativa anticipe el intervalo temporal. Por lo tanto, este es un paradigma que requiere dirigir los recursos atencionales hacia el paso del tiempo para realizar la tarea de forma adecuada.

Si bien lo anterior es una forma de clasificar dependiendo de procedimientos experimentales se han realizado otros intentos de catalogar el tiempo. Un ejemplo es el realizado por Buonomano y Karmarkar (2002) en el que consideraron el rango en el que los organismos

procesan el tiempo; proponen un rango de al menos 10 magnitudes, tomando los mecanismos neuronales se puede categorizar en diferentes escalas temporales:

**Microsegundos.** Este procesamiento se identifica principalmente en la ecolocalización en murciélagos. Un ejemplo de localización en humanos sería el tiempo que tarda en viajar un sonido de un oído a otro, que es de 600 a 700 microsegundos, el cual permite calcular la distancia al cual se encuentra localizado el sonido de dónde provino, siendo así es fundamental para discriminar el orden, intervalo y duración de los sonidos (Karmarkar y Buonomano, 2003).

**Milisegundos.** Considera desde 10 hasta 500 a 1000 milisegundos. Ocurren una gran cantidad de eventos en este rango, como son procesamiento motor (como es coordinación motora fina) y vocalizaciones verbales, es central para escuchar música (Buhusi y Meck, 2005). Es relevante en el procesamiento auditivo, visual y modalidades somatosensoriales.

**Segundos.** También conocido como tiempo intervalar que involucra tiempo de segundos a minutos y horas. Algunas conductas que operan en esta escala son locomoción y respiración en los organismos, así como control cognitivo puede verse reflejado en las diferentes estrategias en la toma de decisiones, por ejemplo, para organizarse en la incubación de huevos las palomas anulares machos utilizan sobre tiempo intervalar, mientras las hembras usan estrategias circadianas (Buhusi y Meck, 2005).

**Ritmos circadianos.** Va en un rango de horas. Un ejemplo sería los ciclos de sueño-vigilia, regulación de niveles hormonales, termorregulación y ciclos de apetito, los cuales son controlados por un reloj biológico, por lo que poseen mejor flexibilidad a comparación de los otros, además de que incluyen diferentes mecanismos neuronales, en mamíferos se encuentra localizado en el núcleo supraquiasmático e hipotálamo que coordina de acuerdo con la entrada de luz y otras claves (Buhusi y Meck, 2005).

Cabe destacar que en procedimientos que involucran tareas temporales en organismos humanos suelen usarse la escala de milisegundos y segundos para evitar fenómenos como conteo (Rattat, y Droit-Volet, 2012).

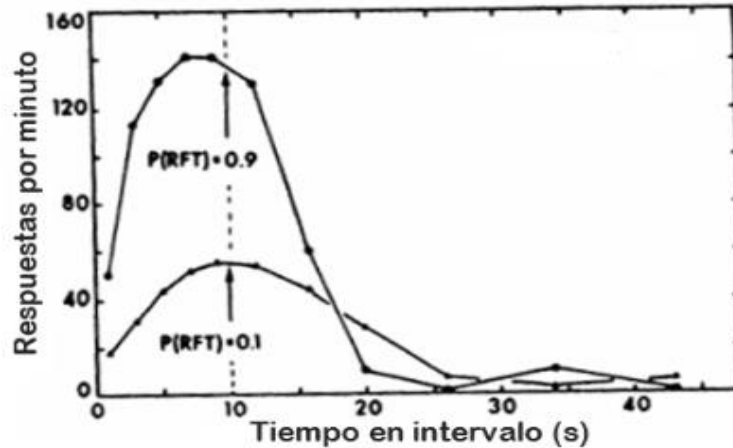
### **Métodos experimentales para medir estimación temporal**

Dentro del área de psicología, se han desarrollado algunos procedimientos para medir la estimación temporal de manera más sistemática y con la menor cantidad de factores que puedan afectar su estudio, algunos de los métodos que propone Grondin (2010) son el de estimación verbal, en la cual se presenta un intervalo objetivo y verbalmente el sujeto debe decir cuánto fue su duración. Otro método es el de reproducción donde el experimentador muestra un estímulo, posteriormente, se le pide al organismo que reproduzca la duración. También se encuentra el de producción donde al sujeto se le especifica una duración objetivo en algún rango temporal que debe producir y por último el método de comparación en el cual se debe juzgar dos duraciones presentadas sucesivamente, para responder si fue corta o larga la segunda duración presentada.

Las técnicas de tiempo inmediato son las más conocidos para estudiar el control temporal de la conducta, uno de estos es el procedimiento de pico (Catania, 1970). En dicho procedimiento se les presentan al organismo un estímulo (por ejemplo, una luz o un tono) y a la primera respuesta que brinda después de cierto periodo de tiempo se le da un reforzador para pasar al siguiente ensayo, éstos conforman el entrenamiento pues aprende a responder a cierto periodo de tiempo. Procede una fase de prueba, en la que se le presenta el mismo estímulo, pero con hasta cuatro veces la duración original resaltando que no hay entrega del reforzador; sin embargo, al generar una gráfica de las respuestas (Figura 1) se sigue observando la mayor cantidad de estas dentro el tiempo que se le brindó reforzador (Catania, 1970).

**Figura 1**

*Fase de Prueba con un reforzamiento previo en 10 seg*



*Nota.* Modificado de Catania (1970).

Otra de las tareas que entran en el método de comparación la cual es mayormente utilizada en psicofísica, permite conocer cómo los organismos perciben y son capaces de clasificar el tiempo de manera retrospectiva es mediante un procedimiento denominado bisección temporal desarrollado por Church y Deluty (1977). La tarea consta de dos fases denominadas discriminación y generalización. En la primera fase se presentan dos estímulos con duraciones diferentes, uno de duración más pequeña que otra y se le enseña al organismo a distinguir entre la corta y larga, ahora bien, una vez que el organismo es capaz de clasificar las dos duraciones pasa a la siguiente etapa la cual se conoce como generalización. En la segunda fase los ensayos se les presentan de manera aleatoria las duraciones anteriormente utilizadas (línea base) y se agregan estímulos con duraciones intermedias (las cuales pueden ser distribuidas geoméricamente) a las dos anteriores, pidiendo que clasifiquen cuáles serían cortas y cuáles largas.

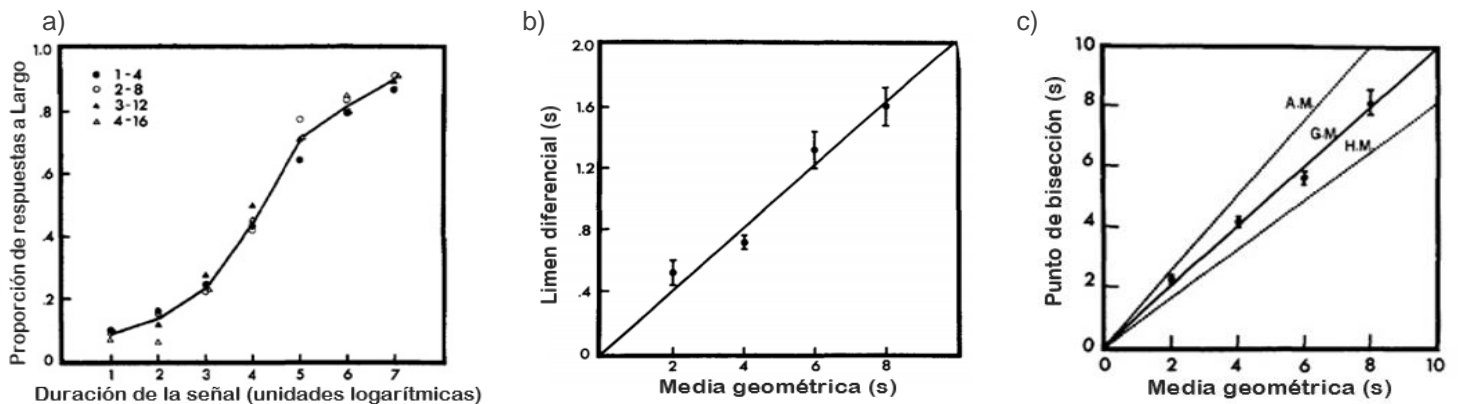
Este procedimiento propuesto por Church y Deluty (1977) se denomina bisección temporal debido a que en la fase de generalización la duración intermedia entre los rangos corto

y largo que es cercana a la media geométrica (este se calcula obteniendo la raíz cuadrada del producto de dos duraciones) los organismos suelen responder 50% de las respuestas como corto y el restante a largo, siendo ahí el punto de igualdad subjetiva (PIS) o de indiferencia. Al graficar los resultados de la generalización de acuerdo con la proporción de respuestas a largo se encuentra que la función psicofísica tiene una forma de ojiva, siendo próxima a una escala logarítmica de tiempo (Figura 2a). Otro parámetro que se puede identificar es el de simetría el cual teniendo el PIS se observa que es cercano a la media geométrica de las duraciones base (corta y larga). A la vez, el PIS incrementa conforme lo hace la media geométrica de las duraciones extremas o base (Figura 2b). Del mismo modo, al incrementarse linealmente las duraciones linealmente de los estímulos la desviación estándar del PIS incrementa.

Igualmente, obteniendo la fracción de Weber (desviación estándar dividido sobre la media del punto de bisección) para las duraciones utilizadas en un procedimiento de bisección se observa que es constante. Además, permite probar si existe una propiedad escalar, es decir, que el error de estimación de los intervalos será lineal con las duraciones de los intervalos temporales (Allan, y Gibbon, 1991). Por último, al graficar el punto de bisección en función de la media geométrica éstas se superponen en contraste con las medias aritmética o harmónica presentadas en el ejemplo de Church y Deluty (1977). Esta evidencia ha demostrado que la media geométrica representa el 99% de la varianza del punto de bisección (Figura 2c; Church, 2003).

**Figura 2**

*Resultado de datos obtenidos de generalización*



*Nota.* a) Proporción de respuestas a largo en función de duraciones en unidades logarítmicas utilizadas; b) Limen diferencial en función de la media geométrica; c) Media de punto de bisección de duraciones base, A.M., G.M. y H.M., refieren a la media aritmética, geométrica y armónica respectivamente en función de la media de la señal más larga y corta, modificado de Church y Deluty (1977).

## Modelos de tiempo

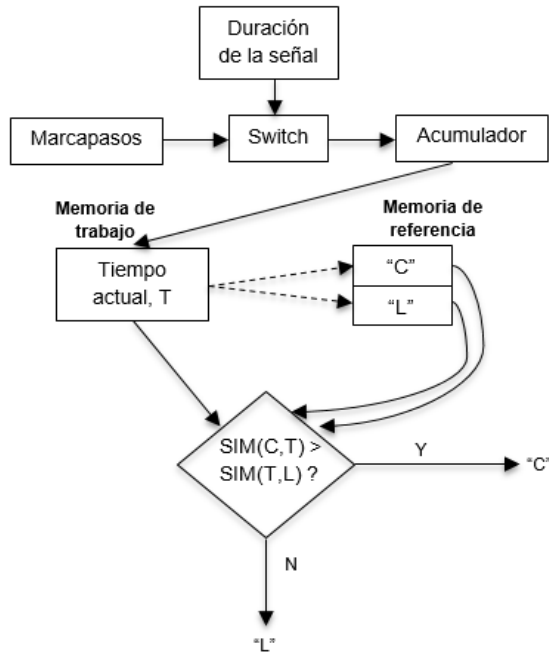
En un intento de dar explicaciones a los ajustes que tiende a tener la conducta ante las tareas de tiempo se han creado algunos modelos para describir y explicar estos fenómenos o propiedades, algunos ejemplos son: Scalar Expectancy Theory (Gibbon, 1977), Behavioral Theory of Timing (Killeen, y Fetterman, 1993) y Learning to Time (Machado, 1997).

Entre los más citados y que ha sido parteaguas de los modelos antes mencionados, además de ser uno de los más utilizados en tareas de timing es el modelo de teoría de expectativa escalar (SET, por sus siglas en inglés) (Gibbon, 1977; Gibbon, Church, y Meck, 1984). El modelo de SET propone la existencia de “un reloj interno para dar cuenta de la ejecución en estado estable de organismos expuestos a arreglos de contingencias en los que media una variable temporal” (Luna, 2007, p.7). Quiere decir que la regulación de la conducta puede ser explicada por un mecanismo de reloj el cual manipula la información temporal.

El reloj interno se encuentra constituido por 3 sistemas principales (Figura 3) que a su vez poseen componentes específicos (Gibbon, Church, y Meck, 1984) los cuales se identifican como sistema de reloj el cual registra la duración de los intervalos y al final brinda información temporal para realizar juicios. Se compone de marcapasos: emite pulsos en cierta intensidad alta; switch: recibe los pulsos, permite el flujo de pulsos y solo opera al presentarse un intervalo de tiempo; y acumulador: almacena la cantidad de pulsos en función de la apertura y cierre del switch. El sistema de memoria conformado por memoria de trabajo y memoria de referencia los cuales reciben información del sistema de reloj para tener una representación de las duraciones donde se recibió retroalimentación (que se almacenan en memoria de referencia) y recibir la siguiente información temporal en memoria de trabajo. Por último, el sistema de comparación encargado de operar la información brindada por el sistema de memoria y las diferencias entre los dos tipos de memoria para tomar una decisión, por ejemplo, si la duración presentada en el ensayo fue corta o larga de acuerdo con la memoria de referencia.

### Figura 3

Diagrama de modelo de SET



Nota. Modificado de Allan, y Gibbon (1991).

Bajo este modelo se asume que hay una propiedad escalar, es decir, que los organismos tienden a ser sensibles al paso del tiempo independiente del intervalo que deban estimar esto es conocido como ley de Weber que es una de las cuantificaciones que pueden aplicarse al modelo, así como media geométrica, limen, superposición, entre otros, hablando de una tarea de bisección.

Al ser uno de los modelos más utilizados ha recibido críticas entre ellas sugiere la falta de sustento neurofisiológico del marcapasos a pesar de los intentos llevados a cabo por demostrar hallazgos fisiológicos (para mayor detalle consultar: Bueti, y Macaluso, 2011; Buhusi y Meck, 2005; Matell y Meck, 2000) así como falta de parsimonia al hacer uso de otros procesos como memoria y competencia conductual (Staddon, 2005). En consecuencia, Staddon e Higa (1996, 1999) propusieron el modelo de escala de tiempo múltiple (MTS, por sus siglas en inglés) cuyo



principal componente es el proceso de habituación siendo definido como un debilitamiento de una respuesta refleja ante un estímulo que aparece de manera constante observado en organismos humanos y no humanos (Staddon, 2005; Staddon e Higa, 1996). El proceso de habituación consta de dos propiedades temporales, la primera, es que se lleva a cabo con mayor rapidez si la presentación de los estímulos es cercana entre uno y otro, lo que provoca un decremento en la fuerza de esa memoria; mientras que la segunda, es que si la presentación de los estímulos es espaciada ocurre lo contrario, aunque la recuperación espontánea se da de forma más lenta (Staddon, 2005).

Una manera de ilustrar cómo se da el proceso de habituación se observa en la Figura 4 (a) donde hay un comparador conformado por un “integrador de fugas”, el cual incorpora el efecto de los estímulos pasados para inhibir los efectos inmediatos de los estímulos actuales que se va “cargando “haciendo que incremente memoria ( $V$ ). Por cada presentación de los estímulos (denominados,  $X$ ) la fuerza de la respuesta ( $V_0$ ) será igual a la diferencia del umbral superior (el cual generalmente establecido igual a 0) entre los efectos directos y recordados del estímulo, se puede simbolizar de la siguiente manera:  $\theta(X-V)$ .

De esta manera, la fuerza de la respuesta de salida decrementa con la exposición constante de los estímulos siendo que incrementa  $V$ , si el siguiente estímulo se expone pronto continuará incrementado  $V$ , y la diferencia entre  $X$  y  $V$  decrementa haciendo que el organismo se habitúe, si el intervalo entre ensayos (IEE) es largo no habrá habituación (Staddon, 2005; Staddon e Higa, 1996). Una manera de representarlo formalmente en una ecuación de una sola unidad sería (Staddon e Higa, 1996):

$$V_o(t) = X(t) - V_1(t), \quad \text{si } X(t) - V_1(t) > \theta, = 0 \text{ de otra manera} \quad (1)$$

(Con un equivalente,  $V_o = \theta(X - V_1)$ , donde  $\theta$  denota una función de umbral)

$$V_1(t + 1) = aV_1(t) + bX(t), \quad 0 < a < 1, b > 0, \quad (2)$$

Donde  $V_1$ , es el efecto inhibitorio integrado del estímulo pasado

$V_o$ , es la fuerza de la respuesta

$\theta$ , es un umbral (cero es todas las simulaciones)

$a$ , es un tiempo constante que refleja el período sobre el cual el estímulo pasado contribuyó a la habituación

$X(t)$ , es el efecto de un estímulo del tiempo  $t$

$b$ , es la ponderación del efecto del estímulo

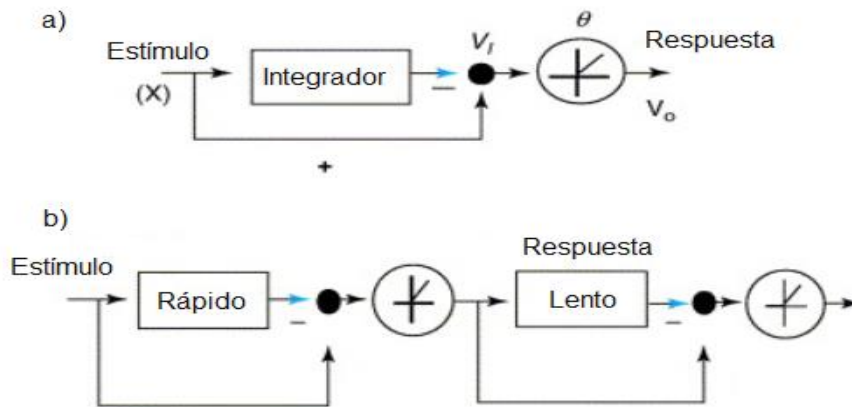
Siguiendo la lógica de la ecuación 2, si  $a$  es pequeña solo contribuyen los estímulos recientes y la habituación es rápida si el espacio de estímulo es lo suficientemente corto; por el contrario, si  $a$  es grande cualquier estímulo que haya pasado es considerado y la habituación ocurre, aunque los estímulos se presenten espaciados, pero será de manera lenta (Staddon e Higa, 1996).

Sin embargo, una sola unidad no muestra tasa de sensibilidad por lo que es necesario una cascada con al menos dos unidades como lo serían las rápidas y lentas (Figura 4b), siendo que al presentarse los estímulos cercanamente se carga primeramente la unidad rápida bloqueando la entrada a la unidad lenta, hablando de recuperación espontánea, se llevará a cabo más rápidamente en la primera unidad; aunque si el IEE es grande la unidad rápida se descarga

permitiendo que la unidad lenta se cargue y durante la recuperación se descargue lento (Staddon, 2005).

**Figura 4**

*Modelo de escala de tiempo múltiple*



*Nota.* a) modelo con un solo estímulo, b) modelo con dos unidades. Modificada de Staddon (2005).

El modelo MTS da la posibilidad de integrar no solo fenómenos de habituación, también de tasa de sensibilidad, efecto de reforzadores, Ley de Weber y parámetros psicofísicos de elección temporal (Staddon e Higa, 1999); asimismo, ha podido aplicarse en datos temporales y efectos de elección a corto (una disminución de índices de discriminación cuando se presenta un estímulo clasificado como “largo” se dice que es corto) (Staddon, 2005). Por lo anterior, el modelo MTS permitiría dar mayor explicación a procesos de estimación temporal inclusive con secuencias de estímulos y explicar procesos de memoria en este tipo de procedimientos.

**Factores que modifican tiempo**

Si bien se mencionó que la percepción de un tiempo psicológico es dependiente de cada organismo siendo una experiencia interna, también existen otros agentes que pueden afectar esta percepción. Algunos ejemplos a resaltar son condiciones placenteras o displacenteras (Gable y

Poole, 2012); consumo de sustancias adictivas (Wittmann, Leland, Churan y Paulus, 2007); trastornos afectivos (Bhawna, Pasipanodya, Ayra y Singh, 2016; Mioni, Stablum, Prunetti y Grodin, 2016); modalidad de estímulos (Duque, 2019; Grodin y Rousseau, 1991); e inclusive aspectos más específicos como son características de la presentación de los estímulos, un ejemplo sería la intensidad (Skylark y Wearden, 2011), familiaridad (Witherspoon y Allan, 1985), complejidad (Fitzgibbons y Gordon-Salant, 2001) y demoras (Grant, 2007).

En este trabajo se aborda principalmente la variable de modalidad, seguida de complejidad y demoras de los estímulos; siendo que la primera se ha limitado en investigaciones involucradas con tiempo y las segundas porque permiten al experimento mayor evidencia de validez ecológica. A continuación, se detallará cada uno de los factores.

### **Modalidad**

En la mayoría de las investigaciones se ha hecho uso de estímulos auditivos y visuales por la facilidad y practicidad. Reconociendo las implicaciones que tiene la modalidad sensorial en tareas de estimación temporal se encuentra que ante estímulos auditivos hay mayor precisión en comparación a estímulos visuales (Duque, 2019; Mioni, Grassi, Torantino, Grodin y Bisiacchi, 2016).

Ahora bien, partiendo de la premisa de que la piel posee una gran cantidad de receptores conectados a terminaciones nerviosas sensibles que permiten dar una respuesta rápida a estos estímulos (Kandel, Schawartz y Jessell, 1996) es como surge la idea de utilizar este tipo de señales en procedimientos experimentales.

Considerando lo anterior, Ortiz (2010) implementó el uso de estímulos táctiles y auditivos; se les presentaba a los participantes dos señales de una misma modalidad o mezclada con diferente duración, pero con la misma frecuencia. En la tarea se les pedía diferenciar cuál

había sido más larga a lo que encuentra que no hay diferencias significativas al procesar información de estímulos auditivos y táctiles. Una explicación es que a pesar de que la entrada de información sensorial es distinta anatómicamente, posiblemente exista un procesamiento central que es independiente de la modalidad sensorial que explicaría la ausencia de diferencias.

En otro experimento Ng y Chan (2012) realizaron una tarea de tiempo de reacción, donde la tarea implicaba apretar alguno de los números del teclado según el número que apareciera en la pantalla con estímulos de tres modalidades: auditivo, táctil y visual.

Conforme al tiempo de reacción, se encuentra que ante estímulos táctiles fue significativamente más corto, seguido por auditivo y visual. Pudiendo ser explicado a las diferencias en los mecanismos periféricos, siendo algunos sistemas sensoriales más sensibles a los estímulos que se les presenta, como lo es la piel por lo que se esperaba mayor rapidez de respuesta.

A su vez Espinosa (2019) en una tarea de discriminación de irregularidades con estímulos en modalidad auditiva, táctil y visual, encuentra que estímulos auditivos presentan mayor precisión de respuestas para identificar una anomalía ante aquellos congruentes en comparación con estímulos táctiles. Consistentemente, encuentra mayor error en modalidad visual.

Cabe aclarar que la presentación de la señal táctil en los procedimientos de Ortiz (2010) y Espinosa (2019) fue la presión al dedo central e índice de la mano, respectivamente. Mientras Ng y Chan (2012) implementaron un aparato de vibración colocado en la pierna, además de que no especifican en ninguno de las tres tareas la igualdad de intensidad de los estímulos entre las modalidades a pesar de buscar mayor parecido entre los mismos.

Como posible explicación de las diferencias encontradas en estas investigaciones (Espinoza, 2019; Ng y Chan, 2012; Ortiz, 2010), se puede mencionar que pueden deberse a que

los receptores cutáneos que se encuentran distribuidos a lo largo de la piel son diferentes siendo algunos de poseen mayor sensibilidad (como son en cara y manos) que otros que requieren de mayor estimulación para ser detectados (por ejemplo, en piernas o brazos) (Carlson, 2014).

### **Demoras/intervalos de retención/ GAP**

En la vida cotidiana los humanos sufren de interrupciones o retrasos tanto en la presentación de un evento a otro y la posibilidad de responder a esa situación, así que surge la pregunta ¿estos retrasos podrían modificar el tiempo psicológico? Es decir, ¿provocarían un cambio en la forma de responder?

Al respecto Zamora (2007) en una serie de experimentos con palomas y una tarea de discriminación condicional agregando un intervalo de retención, encuentra que afecta diferencialmente la discriminación cuando este intervalo se agrega al final de una secuencia de dos estímulos en contraste con agregarse entre los elementos de esta.

Más adelante, Vanegas (2013), siguiendo el mismo procedimiento con ratas, pero haciendo uso de estímulos auditivos y agregando un tercer estímulo, encuentra que en la condición del intervalo de retención al final de la secuencia de estímulos no es capaz de diferenciar entre las secuencias cortas o largas conforme aumenta este mismo intervalo, en comparación a agregar un intervalo de retención entre los estímulos donde se obtuvieron mejores resultados.

Por otro lado, Vázquez-Lira y Orduña (2011) realizaron una tarea de pico con interrupciones, también denominados GAP, en humanos encontraron que a pesar de un GAP de gran tamaño los participantes eran capaces de responder correctamente a la duración previamente reforzada. Concluyen que ciertos organismos (como ratas y humanos) son capaces de retener

información de un evento y responder de manera acertada a pesar de la interrupción, remarcando la importancia de diversos componentes asociados al proceso de memoria.

Más adelante Morales (2012) realizó un experimento en ratas a las cuales entrenó en un procedimiento de pico, así como, enseñándoles la estrategia de “pausa” (que el organismo retenga la duración previamente mostrada y continúe su estimación después de la interrupción) y de “reinicio” (omitir la señal presentada ante la presencia de una interrupción e iniciar estimación nuevamente posterior de la interrupción) ante una interrupción de 9 segundos para trasladarlo a una tarea de bisección.

El resultado encontrado es que la transferencia de estrategia no se logró de una tarea prospectiva (pico) a una retrospectiva (bisección), tampoco hubo una flexibilidad de transferencia de las estrategias de reinicio y pausa en un procedimiento de bisección, siendo una posible explicación las mismas diferencias en el diseño de las tareas, ya que en un procedimiento pico el organismo emite comparación de manera constante según transcurre el tiempo, a comparación de una tarea de bisección donde ocurre el momento de juicio una vez concluido el evento, por lo que cuenta con un elemento para hacer una comparación entre el estímulo presentado y el valor almacenado en memoria de referencia.

De acuerdo con lo anterior, la memoria permite retener información para intentar responder de forma adecuada ante una tarea, aunque puede creerse que es más una respuesta automática. De la misma forma, sería una manera de evitar este tipo de respuestas agregando una demora entre la presentación de los estímulos y posibilidad para permitir responder.

Se deriva que la memoria es un pilar en la toma de decisiones por lo que se ha intentado conocer cuáles son los mecanismos que involucran a la misma al rescatar información temporal. Para ello se han implementado en tareas tiempos de pre-reproducción o demora, permitiendo

conocer la capacidad de retención llegando a ser de hasta 10 segundos (Gamache y Grodin, 2010), pero es necesario ampliar investigaciones en el ámbito de organismos humanos para mayor esclarecimiento.

### **Estímulos complejos/secuencias**

Por otro lado, en la vida los organismos se encuentran expuestos ante cadenas de señales que les brindan información para responder a situaciones del medio ambiente. Estos estímulos no son aislados, sino suelen presentarse en un conjunto de dos, tres o más señales que tendrán que agrupar en una sola para codificar, un ejemplo es el habla considerando la complejidad de los estímulos un componente clave de la percepción (Aubry et al., 2008).

En ensayos de laboratorio suele utilizarse un solo estímulo restringiendo en mayor medida al sujeto del número de indicadores que probablemente pudiera encontrar en su ambiente natural, el uso de secuencias o estímulos complejos permite dar mayor dinamismo (Matthews y Meck, 2016).

Debido a lo anterior, se han implementado investigaciones donde hay tres o más estímulos/señales a identificar un ejemplo es el experimento de Matthews (2013) quien mostraba tonos en secuencias de 5 subintervalos de la misma, acelerada o desacelerada duración; permitiendo ajustar un modelo que supone una relación positiva entre el tono presentado y el tiempo percibido, a pesar de ser mostrado en una secuencia.

Anteriormente, Zamora y Bouzas (2007) en una tarea de discriminación con secuencias conformadas por dos modalidades de luz encuentran que pichones son capaces de brindar una clasificación de corto y largo realizando una suma o secuencia de dos duraciones de las luces en dos condiciones experimentales cuando se introducía un intervalo de retención entre los componentes de la suma o secuencia o presentado dicho intervalo de retención al final de la



suma o secuencia de las dos duraciones. Los índices de discriminación se mantuvieron por arriba del azar.

También, Vanegas (2013) en una tarea de discriminación temporal, presentaba una secuencia de 3 estímulos de distinta duración que ratas debían integrar para formar una duración única. Encontró que efectivamente eran capaces de clasificarlas y podían efectuar satisfactoriamente la tarea incluso con secuencias de diferentes duraciones y frecuencias de tonos.

De modo que, este tipo de estímulos complejos o compuestos se han utilizado cada vez en mayor medida, no obstante, todavía es necesario dar mayor validez a estos procedimientos debido a factores externos que no pueden ser controlados fuera del laboratorio.

## **Justificación**

En los eventos de la vida cotidiana se presentan grandes cantidades de señales que deben ser codificadas, éstas no suelen llegar a la persona de forma aislada sino en un conjunto de varios estímulos que ligados forman uno solo para poder ser interpretadas y brindar alguna respuesta, en consecuencia, en ambientes controlados de experimentos conductuales se propone el uso de más de un estímulo.

Aunado a lo anterior, los estímulos son de diferentes modalidades algunos son imágenes, otros sonidos e inclusive los hay táctiles; éstos últimos han logrado un alcance mayor por las nuevas tecnologías, como son los celulares que poseen vibradores permitiendo que de forma casi inmediata la persona sea capaz de percibirlo a pesar de que haya mucho ruido o que no esté el móvil disponible para verlo. Asimismo, en la investigación de Ng, y Chan (2012) encuentran que ante este tipo de estímulos las personas reaccionan de manera más rápida.

Partiendo de las anteriores ideas, surge la justificación social de investigar más al respecto con la finalidad del uso de estas señales como advertencia, como lo es en alertas en sismos o en los conductores cuando se acerca un objeto en su camino.

Por otra parte, dentro de las investigaciones de estimación temporal se ha empleado diferentes tareas donde se incluye de bisección temporal, en la primera parte de discriminación se han agregado condiciones para medir otros procesos como memoria adicionando gap o demoras (Zentall, 2007; Lieving et al., 2006), pero en la segunda parte de generalización no es agregado, por lo que no puede explicarse cómo son las respuestas de los organismos y su repercusión en memoria.

Por lo anterior, se propone, para mayor validez ecológica del experimento el uso de tres duraciones como estímulo, además del uso de estímulos táctiles en un procedimiento de bisección temporal tanto con fines exploratorios y de comparación con estímulos auditivos.

## **Preguntas de investigación**

### **General**

¿Los organismos humanos serán capaces de discriminar secuencias compuestas por tres diferentes duraciones temporales?

### **Secundarias**

¿Cuál será el efecto en el índice de respuestas correctas de la modalidad en la discriminación de los estímulos?

¿Qué efecto tiene en el índice de respuestas correctas al agregar un intervalo de retención (IR) entre los elementos que conforman la secuencia y al final de esta?

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Conocer si organismos humanos discriminan secuencias de duraciones de 3 estímulos en dos diferentes modalidades (Auditiva y Táctil).

### **Objetivos específicos**

- Identificar si hay mayor cantidad de respuestas correctas en la discriminación de secuencias de duraciones cortas y largas para estímulos táctiles en contraste a estímulos auditivos.
- Comparar el efecto de agregar un IR entre cada duración de la secuencia y al final de la serie de duraciones para cada modalidad en una tarea de bisección temporal.
- Implementar un análisis de Teoría de Detección de Señales a un procedimiento de bisección temporal, el cual hará posible diferenciar si los cambios pueden ser atribuidos en la detección del estímulo u ocurren en el momento de tomar la decisión o juicio.

## **Hipótesis**

### **Hipótesis general**

H: Los organismos humanos serán capaces de discriminar o realizar una correcta clasificación de duraciones cortas y largas secuencias conformadas por tres estímulos de duraciones diferentes.

### **Hipótesis específicas**

H1: Ante estímulos táctiles habrá un mejor desempeño (mejor discriminación) en comparación de la modalidad auditiva.

H2: Agregar un IR entre el primer y segundo elemento de la secuencia y entre el segundo y tercer elemento de la secuencia no provocará un efecto en la discriminación.

H3: Un IR presentado al final de la secuencia generará menor precisión en las respuestas para ambas modalidades.

H4: Habrá mayor cantidad de respuestas correctas ante una secuencia de duraciones táctiles, en contraste con secuencias de duraciones auditivas.

## **Materiales y método**

### **Participantes**

14 estudiantes de licenciatura entre los 18 a 25 años (edad  $M = 19.142$ ,  $DE = 0.3631$ ); 1 hombre y las demás mujeres experimentalmente ingenuos; de los cuales 7 se dividieron para la modalidad auditiva y los restantes en la modalidad táctil de manera aleatoria.

Cabe señalar que para la segunda sesión se descartaron 7 sujetos por pérdida de datos y retiro de sesión, quedando 4 participantes de modalidad táctil y restantes auditiva.

Todos los participantes contaban con criterios de inclusión como: visión normal o corregida; no consumir algún medicamento que pudiera alterar su atención o provocar somnolencia; contar con horas de sueño adecuadas para su descanso; no estar bajo efectos de alguna sustancia (legal [alcohol] o ilegal [marihuana, cocaína, etc.]). Estos puntos fueron identificados en un cuestionario inicial (Anexo A).

### **Instrumentos**

Dos computadoras Acer con un procesador Intel Core i7, dos monitores AOC con resolución de 100~240V~50/60 Hz, ratón y teclado inalámbrico.

Se aplicó la prueba de Snellen (Molina, 2008) el cual permite identificar problemas de agudeza visual, presentando un optotipo (letra) de diferentes tamaños cuestionando si es capaz de identificarlo. Una persona que tenga una Agudeza Visual (AV) 1 presenta un rango normal de visión siendo estos los participantes que se consideraron (Anexo B).

Asimismo, se aplicó la prueba Ishihara (1972) en la cual se le presenta una serie de láminas de círculos de colores que forman patrones de números. Permite de manera rápida identificar alteraciones en la visión de colores, como daltonismo o alguna discromatopsia donde si cometían 3 errores serían descartados; no fue ninguno retirado (Anexo B).

Además, se aplicó una prueba de audiometría de altas frecuencias a través del programa Psychopy2, esta prueba permite valorar de forma rápida la capacidad auditiva buscando los umbrales mínimos de audición (Cortés, Enciso y Reyes, 2012). Se consideraron aquellos que sean capaces de percibir los tonos con frecuencia de 850 y 1000 Hz, debido a que los estímulos del experimento fueron presentados a 850 Hz (Anexo B).

Posteriormente, se procedió a la tarea experimental programada en Psychopy3.1. La presentación de los sonidos fue a través de dos audífonos STF Sound de diadema con sensibilidad de bocina de 105 dB, rango de respuesta de bocina de 20 Hz - 20 KHz y potencia de 50 mW.

En la presentación de los estímulos táctiles se utilizó un estimulador vibratorio con el diseño para colocarse en un dedo de la mano (Figura 5) realizado por los ingenieros Fernando Salinas Iñiguez y Gustavo Ortiz Lagunes de la Facultad de Psicología en la Unidad de Redes, Informática y Desarrollo de Sistemas (URIDES) y programado en el software Arduino (contacto: [fesai@unam.mx](mailto:fesai@unam.mx) y [gus\\_lagunes@hotmail.com](mailto:gus_lagunes@hotmail.com)).

### **Figura 5**

*Estimulador táctil*



Para brindar la respuesta se crearon dos botoneras (Figura 6) construidas y diseñadas en la misma unidad de la Facultad de Psicología; cada una tenía dos botones que eran 1 y 2.

### **Figura 6**

*Botoneras*



### **Procedimiento experimental**

Se dividió en 2 sesiones la tarea (diseño experimental Tabla 1) debido a la cantidad de ensayos y para evitar cansancio en los participantes.

#### **Primera sesión.**

La primera sesión se dividió en dos fases principales, recolección de datos y primera parte del procedimiento experimental:

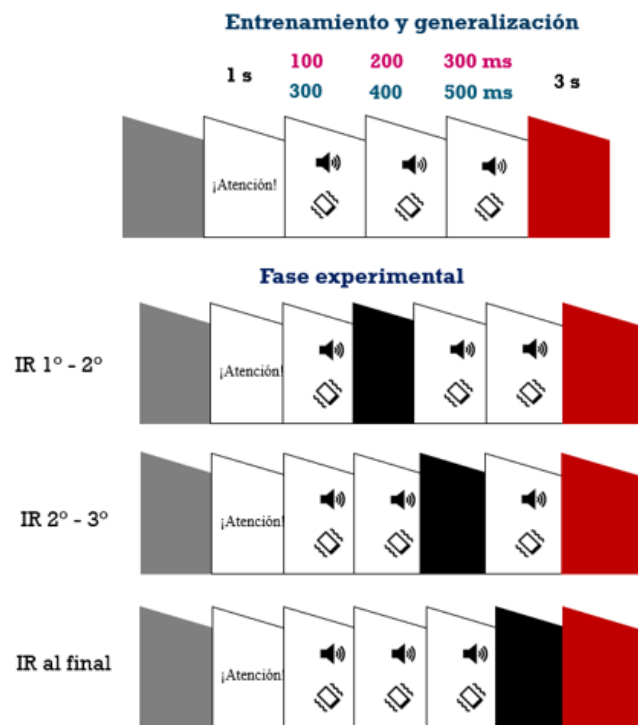
##### ***Primera fase (recolección de datos personales e información general).***

- Entrega de consentimiento informado (Anexo C).
- Llenado de cuestionario de datos personales.
- Aplicación de la prueba de Snellen, Ishihara y la audiometría.

*Segunda fase (inicio de tarea experimental).* Durante esta fase, se iniciaba la tarea principal (experimento) en la cual a los individuos se les presentó ensayos muestra, entrenamientos con retroalimentación, fase de generalización y secuencias base con intervalos de retención (Figura 7, representado visualmente).

**Figura 7**

*Presentación de estímulos durante entrenamiento y fase experimental*



A continuación, se describen cada una de estas partes:

1. Ensayos muestra.

Se les dio la bienvenida y se presentó a los participantes las siguientes instrucciones “Se te presentará un ejercicio en el que tendrás que clasificar tres vibraciones/sonidos con diferente duración. Al final de presentarse las 3 vibraciones/sonidos, aparecerá una pantalla para



responder (color **Rojo**), presiona la tecla **1** si la duración total fue **Corta**, o **2** si fue **Larga**. A continuación, se te mostrarán unos ensayos de prueba”.

Se procedió a 12 ensayos, seis de ellos categorizados como cortos y los restantes largos, donde se les mostraba al finalizar los ensayos dependiendo de la duración del estímulo una de las siguientes frases: “La anterior fue una duración CORTA por lo que deberás presionar 1” o “La anterior fue una duración LARGA por lo que deberás presionar 2”.

## 2. Entrenamiento con retroalimentación.

Posteriormente, se presentaron 36 ensayos donde 18 eran de duración corta que duraba 600 ms en total (conformada por 100-200-300 ms) y 18 ensayos de duración larga de 1200 ms totales (300-400-500 ms), presentándose de forma aleatoria en todas sus posibles combinaciones (ver Tabla 2). Después de la respuesta del participante aparecería “¡Muy bien! Sigue así” si respondió correctamente; en caso contrario “Te has equivocado”. Los participantes que obtuvieron un mínimo de 80% de respuestas correctas en este entrenamiento son aquellos que fueron retomados sus datos.

**Tabla 2**

*Combinaciones de duraciones cortas y largas desglosadas*

Corto	Largo
200-300-100 ms	300-400-500 ms
200-100-300 ms	300-500-400 ms
100-200-300 ms	400-300-500 ms
100-300-200 ms	400-500-300 ms
300-100-200 ms	500-300-400 ms

### 3. Fase de generalización.

En 156 ensayos se les presentó cinco duraciones extra: 674, 757, 850, 955 y 1073 ms, presentadas en sus diferentes combinaciones (Tabla 3), además de las duraciones base (600 y 1200 ms) con una proporción de 61.5% de duraciones base y el restante duraciones intermedias.

Se les dio las siguientes indicaciones: “Los ensayos anteriores fueron de entrenamiento. Ahora se te presentarán algunas vibraciones/sonidos de distinta duración. Al presentarse la pantalla de color **Rojo**: Si consideras que la presentación total de las vibraciones/sonidos es de duración **Corta**, presiona **1**, si crees que es de duración **Larga**, presiona **2**”.

**Tabla 3**

*Combinaciones de duraciones desglosadas intermedias (generalización)*

<b>674 ms</b>	<b>757 ms</b>	<b>850 ms</b>	<b>955 ms</b>	<b>1073 ms</b>
100-274-300	100-200-460	200-250-400	300-255-400	273-300-500
100-300-274	100-460-200	200-400-250	300-400-255	273-500-300
274-100-300	200-100-460	250-200-400	255-300-400	300-273-500
274-300-100	200-460-100	250-400-200	255-400-300	300-500-273
300-100-274	460-100-200	400-200-250	400-255-300	500-273-300
300-274-100	460-200-100	400-250-200	400-300-255	500-300-273

#### 4. Secuencia con intervalo de retención.

Esta fase contó de 270 ensayos, la cual incluía un intervalo de retención (IR) en 3 posibles condiciones: entre la presentación del primer y segundo elemento de la secuencia; entre el segundo y tercer elemento; o al final de la secuencia. Podría durar 1, 2 o 4 segundos y se distinguían por la aparición de una pantalla de color negro.

Es importante mencionar que solo se hizo uso de las duraciones base (600 y 1200 ms) y que había ensayos sin ninguna modificación de los cuales eran 40% y los restantes con IR.

Las instrucciones fueron: “Recuerda, en cada ensayo se te presentarán 3 vibraciones/sonidos. Al final de estos aparecerá una pantalla de color **Rojo**, responde: Si fue de duración **Corta**, presiona **1** si fue de duración **Larga**, presiona **2**. En algunos ensayos aparecerá una pantalla de color Negro, ignora ésta y continúa la tarea”.

### **Segunda sesión.**

La segunda sesión, que se llevó a cabo en un máximo de una semana después de la primera, tuvo una duración de 1 hora 30 minutos aproximadamente. Se mantuvieron las mismas especificaciones de la anterior sesión; sin embargo, por cuestiones de tiempo y deficiencia atencional se decidió realizar una segunda sesión. Tuvo un total de 981 ensayos, divididos de la siguiente manera:

#### 1. Ensayos muestra.

Como en la anterior sesión, se presentaron 12 ensayos, de los cuales la mitad eran cortos y los demás largos, mencionando al final de la presentación de cada uno si fue corto o largo.

2. Entrenamiento con retroalimentación.

Como en la anterior sesión, se le presentarán 24 ensayos con retroalimentación de los cuales 12 serán de duraciones cortas y los restantes larga.

3. Fase de generalización con IR

Se compuso de ensayos en los que se les presentó tanto las duraciones base y las duraciones intermedias agregando un IR. De los 945 ensayos en total 405 ensayos eran con IR (37%) y los restantes sin IR; asimismo, el 57.14% fueron de duraciones base y 42.86% fueron duraciones intermedias.

Se les ofrecieron las siguientes instrucciones: “Recuerda, en cada ensayo se te presentarán 3 vibraciones/sonidos. Al final de estos aparecerá una pantalla de color **Rojo**, responde: si fue de duración **Corta**, presiona **1**. Si fue de larga duración **Larga**, presiona **2**. En algunos ensayos aparecerá una pantalla de color Negro, ignora esta y continúa la tarea”.

Finalmente, se aclara que se les brindó a los participantes dos descansos en los cuales podrían salir a tomar aire o al baño. Una vez descansados, se les presentaron dos ensayos muestra y siguieron con los ensayos restantes.

En toda la tarea se presentó un intervalo entre ensayos después de que el participante brindaba una respuesta, su duración variaba entre 650, 700, 1000 o 1100 ms, los cuales eran presentados de manera aleatoria y podían identificarse por una pantalla de color gris; durante la presentación de los estímulos aparecía una pantalla de color azul marino. Estas especificaciones se les mencionaba verbalmente, al igual que las instrucciones antes de presentarse éstas mismas en el monitor, así como alguna aclaración en caso de tener alguna duda.

La duración de la primera sesión fue de aproximadamente 40 minutos a 1 hora y segunda sesión de 1 hora 30 minutos aproximadamente. Se presenta a continuación en la Tabla 1 el diseño experimental de las dos sesiones.

**Tabla 1**  
*Diseño experimental y estructura general de sesiones 1 y 2*

<b>PRIMERA SESIÓN</b>				
<i>Ensayos muestra</i>	<i>Entrenamiento con retro</i>	<i>Generalización</i>	<i>Ensayos muestra</i>	<i>Intervalo de Retención (IR) a duraciones base</i>
<b>Duraciones</b>	600 y 1200 ms	600, 674, 757, 850, 955, 1073 y 1200 ms	600 y 1200 ms	(selecciona de manera aleatoria una de las dos posibles combinaciones de inicio de la secuencia) IR: 0, 1, 2 y 4 s (se presenta la misma cantidad de veces cada IR)
<b>Retroalimentación</b>	Si	Si	No	Si Posición de IR: 1, 2 y 3* No
<b>Ensayos</b>	<b>12 ensayos</b> (6 corto y 6 largo)	<b>36 ensayos</b> 18 corto 18 largo	<b>156 ensayos</b> 96 ensayos duración base 60 ensayos duraciones intermedias	<b>270 ensayos</b> 135 corto 135 largo
		(3 repeticiones por posible combinación)	- 8 repeticiones por posible combinación de duración base = 61.5%	108 con IR (40%) 162 ≠ IR o IR 0 (60%)
		80% respuestas correctas para pasar a la siguiente fase	-2 repeticiones por posible combinación de duraciones intermedias = 38.5%	(6 corto y 6 largo)

Posición de IR: 1 (entre 1° y 2° elemento), 2 (entre 2° y 3° elemento) y 3 (al final de la secuencia)

## SEGUNDA SESIÓN

	<i>Ensayos muestra</i>	<i>Entrenamiento con retro</i>	<i>IR en generalización</i>
<b>Duraciones</b>	600 y 1200 ms	600 y 1200 ms	600, 674, 757, 850, 955, 1073 y 1200 ms (selecciona de manera aleatoria una de las dos posibles combinaciones de inicio de la secuencia) IR: 0, 1, 2 y 4 s Posición de IR: 1, 2 y 3* No
<b>Retroalimentación</b>	Si	Si	<b>945 ensayos</b>
	<b>12 ensayos</b>	<b>24 ensayos</b>	405 ensayos con IR (37%) 351 ensayos ≠ IR o IR 0 (63%)
<b>Ensayos</b>	(6 corto y 6 largo)	12 corto 12 largo	57.14% duraciones base 42.86% duraciones intermedias
		(2 repeticiones por posible combinación)	

## **Análisis de datos**

Se realizó un análisis de varianza para muestras independientes donde se sometieron los índices de discriminación para las secuencias cortas y largas (como variable dependiente), considerando los factores de modalidad (auditiva y táctil), posición de IR (primer-segundo elemento, segundo-tercero y al final de la presentación) y duración de IR (0, 1, 2 y 4 segundos).

Se estimaron los parámetros psicofísicos por condición: Limen (mitad del rango del 25 al 75% de las respuestas a la duración larga) como medida de variabilidad; fracción de Weber (desviación estándar/la media del punto de bisección); y punto de bisección, como medida de sensibilidad (limen/punto de bisección) para la condición IR en duraciones base y para IR en generalización; se trazaron las gráficas de cada uno de los parámetros antes mencionados.

Además, se realizó un análisis mediante teoría de detección de señales con la finalidad de tener un análisis complementario que permita conocer si los cambios pueden ser atribuidos a la detectabilidad del estímulo, o bien un sesgo en la decisión (al tomar una decisión).

Siendo así, las primeras 3 duraciones cortas (600, 674 y 757 ms) fueron consideradas como un acierto o hit (respuestas correctas a corto/número de ensayos cortos); las últimas tres duraciones eran considerados ruido (955, 1073 y 1200 ms); finalmente, una falsa alarma fue al responder corto cuando se presentó un estímulo largo (número de respuestas incorrectas/número de ensayos largos). Aunado a lo anterior, una respuesta “largo” después de la presentación de un estímulo corto se tomó como omisión; mientras se considerará un rechazo correcto cuando se presentó un estímulo largo y la respuesta era “largo” (Tabla 4).



**Tabla 4**

*Matriz de contingencia (Akdogan y Balci, 2016)*

	<b>Señal (corto)</b>	<b>Ruido (largo)</b>
<b>Respuesta “corto”</b>	Acierto	Falsa alarma
<b>Respuesta “largo”</b>	Omisión	Rechazo correcto

Con base en lo anterior, se obtuvieron los índices de sensibilidad ( $A'$ ) y sesgo ( $B''$ ), se hizo uso de las siguientes ecuaciones:

$$A' = .5 + (HR - FAR) (1 + HR - FAR) / (4HR(1 - FAR)) \quad (3)$$

$$B'' = [HR(1 - HR) - FAR(1 - FAR)] / ([HR(1 - HR) + FAR(1 - FAR)]) \quad (4)$$

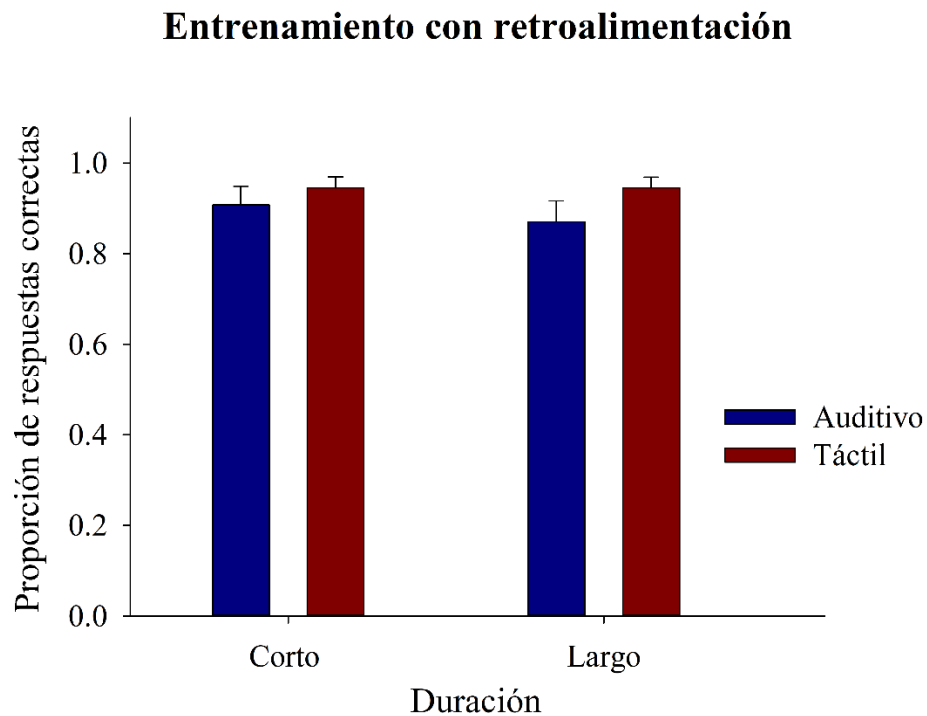
En  $A'$ , se obtendrá un rango de 0 a 1, donde 1 corresponde a una perfecta discriminación entre largo y corto;  $B''$  irá de -1 a 1, los valores negativos indican una tendencia del participante a contestar como si la duración fuera corta (Cruz, 2019).

## Resultados

Para los análisis se consideraron los datos de los 7 participantes que completaron las dos sesiones (para revisar los análisis con los 14 participantes revisar Anexo D). La primera parte del experimento la variable dependiente fue el índice de respuestas correctas el cuál fue calculado en un primer momento para determinar los participantes que serían considerados para análisis posteriores, siendo estos los que obtuvieron un mínimo de 80% de respuestas correctas en la fase de entrenamiento sin retroalimentación. En la Figura 8 se puede observar el promedio de la proporción de ensayos conforme a la modalidad en que se presentó el estímulo.

**Figura 8**

*Promedio de índice de discriminación por modalidad*



Los índices se pueden comparar por duración del estímulo encontrándose de lado izquierdo aquellas cortas y del derecho las largas, además, de color azul se muestra la proporción media de respuestas al estímulo auditivo y de color rojos ante táctil con su respectivo error estándar de la media (EEM). Se observa que para ambas modalidades son capaces de discriminar secuencias complejas.

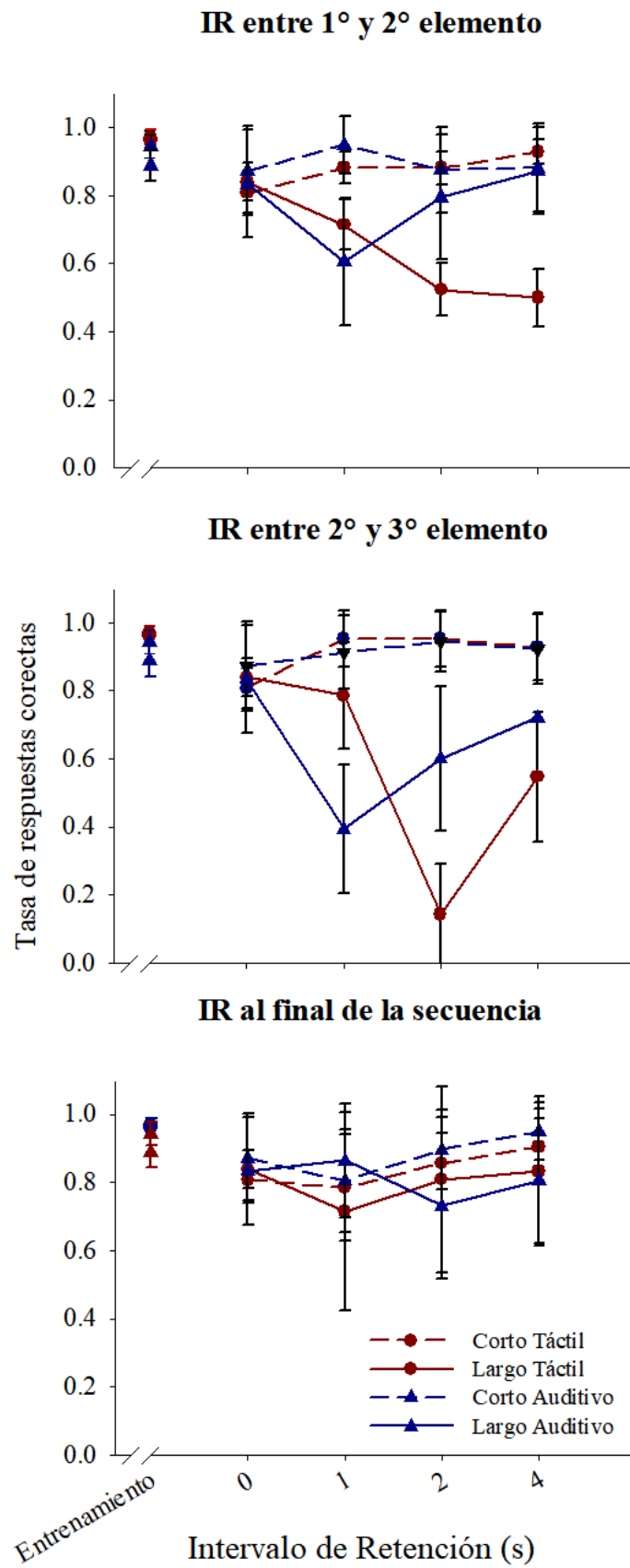
Para realizar análisis estadísticos se llevó a cabo una prueba de normalidad. Se toma el resultado de Kolmogórov-Smirnov ya que la muestra de cada grupo es superior a 50 datos, por lo tanto, la distribución de los datos no es normal. Siendo así, se realizaron pruebas no paramétricas.

Al realizar una U de Mann-Whitney para comparar las respuestas por modalidad en la fase de entrenamiento se encuentra que hay diferencia ( $Z = 7236, p < .05$ ) lo que indica que hay un contraste en la discriminación conforme a la modalidad más no para tiempo de reacción ( $Z = 7767, p > .05$ ) (gráficas de tiempo de reacción se encuentran en el Anexo E).

Posteriormente, se graficaron los resultados de agregar un intervalo de retención (IR) en las duraciones base resultando en la Figura 9 donde el índice de discriminación está en función de la duración de los IR.

**Figura 9**

*Índice de discriminación conforme intervalo de retención*



Se representan las secuencias táctiles por símbolos circulares de color rojo mientras los auditivos por símbolos triangulares azules, aquellas duraciones cortas (600 ms) están unidas por líneas punteadas y las largas (1200 ms) por una línea continua; en función de las duraciones 0, 1, 2 y 4 segundos del IR, las barras verticales representan el EEM. En el primer panel se encuentran los ensayos con posición del IR entre el primer y segundo elemento de la secuencia, en el centro cuando se colocó entre el segundo y tercer elemento, y el tercer panel al presentarse al final de la secuencia.

Llevando a cabo un análisis de varianza no paramétrico para medidas repetidas Friedman para comparar la cantidad de respuestas correctas en cada modalidad intrasujetos, no se encuentra una diferencia estadísticamente significativa para modalidad auditiva al agregar un IR con duración de 1 segundo ( $X^2_{(3)} = 6.60, p > .05$ ), IR 2 segundos ( $X^2_{(3)} = 5.69, p > .05$ ) e IR 4 segundos ( $X^2_{(3)} = 5.80, p > .05$ ), tampoco por su posición entre el 1-2° elemento ( $X^2_{(3)} = 6.21, p > .05$ ), 2-3° elemento ( $X^2_{(3)} = 6.60, p > .05$ ) y final de secuencia ( $X^2_{(3)} = 5.9, p > .05$ ).

Al realizarlo para los datos en modalidad táctil se encuentran diferencias al agregarse IR con duración 1 segundo ( $X^2_{(3)} = 9, p < .05$ ), 2 segundos ( $X^2_{(3)} = 11.8, p < .05$ ) y 4 segundos ( $X^2_{(3)} = 8.29, p < .05$ ), así como el agregar el IR entre el 1-2° elemento ( $X^2_{(3)} = 11, p < .05$ ), entre el 2-3° elemento ( $X^2_{(3)} = 10.7, p < .05$ ) y al final de la secuencia ( $X^2_{(3)} = 9.88, p < .05$ ). Al realizar un análisis post hoc se encuentra en comparar las tres posiciones con IR 0 y en las tres posibles posiciones al agregarse el IR con duración de 2 segundos, al posicionarse el IR entre el 1-2° elemento para las tres duraciones del IR (1, 2 y 4 segundos), para la posición del IR entre 2-3° elemento con las duraciones de 1-2 y 1-4 segundos, al estar al final de la secuencia se encuentran diferencias con las duraciones de 2-4 segundos.

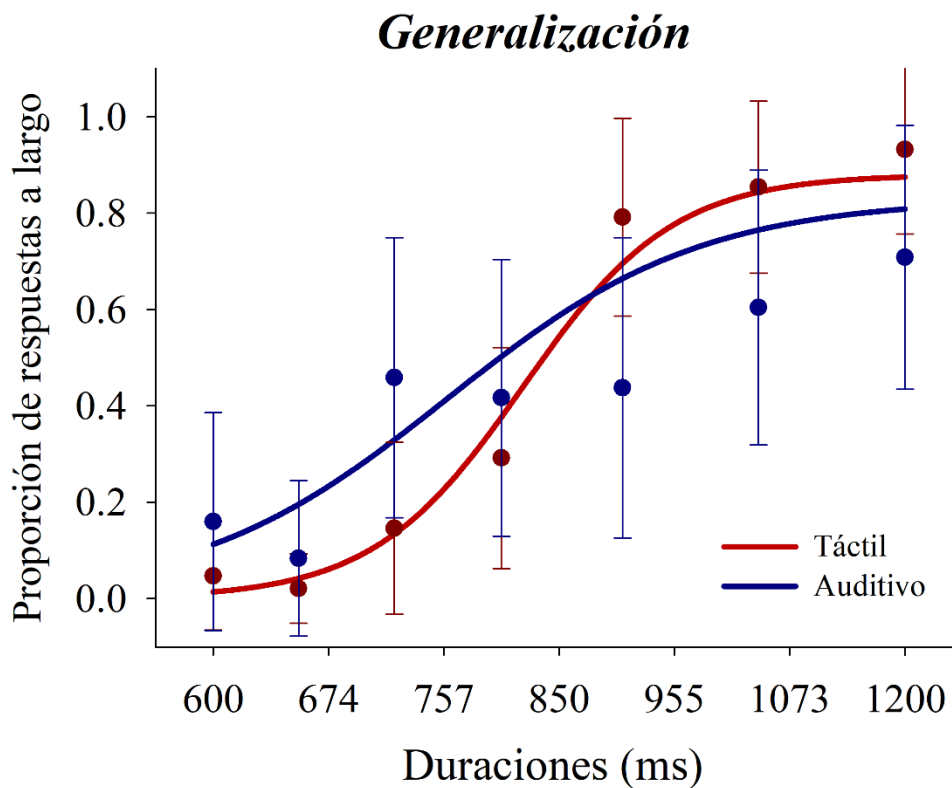
## Análisis psicofísico

### Generalización

La primera parte de esta fase se obtuvo a partir de la adición de las duraciones intermedias sin ninguna modificación; graficándose el promedio de todos los participantes se obtuvo la Figura 10 donde los puntos son valores sin ajuste con su respectivo EEM y la línea continua con un ajuste de tres parámetros, en el eje de las X se encuentra las duraciones y en el eje de las Y la proporción de respuestas a largo.

**Figura 10**

*Generalización por modalidad*



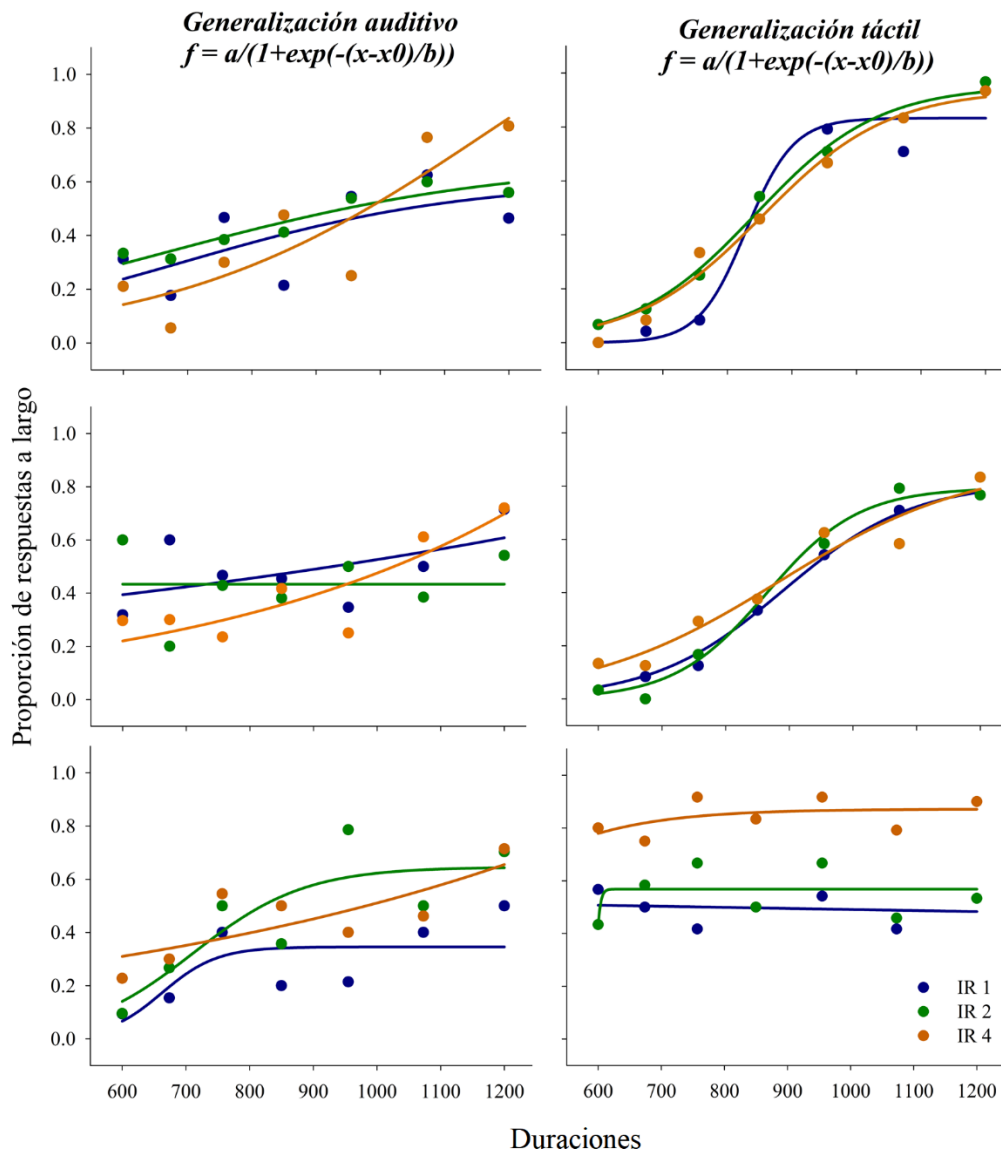
Realizando un análisis de U de Mann-Whitney para comparar el índice de respuestas correctas durante la generalización se obtiene que hay diferencias entre modalidades ( $Z = 120432, p < .05$ ), más no para tiempo de reacción ( $Z = 132684, p > .05$ ).

Otro parámetro para considerar siendo este únicamente un referente, debido a que este tipo de ajuste solo aplica en modelos lineales, son los valores de  $R^2$  mientras más cercano a 1 es un mejor ajuste, en auditivo se obtiene un valor de  $R^2 = 0.967$  y en táctil de 0.990.

Ahora bien, para generalización con IR también se obtuvieron gráficas de generalización solo que éstas fueron representadas dependiendo de la posición del intervalo y por la duración de este.

**Figura 11**

*Generalización por modalidad con IR*



*Nota.* Se presentan las curvas de generalización con ajuste de tres parámetros. En la columna izquierda se representa la modalidad auditiva e izquierda táctil. El eje de las ordenadas presenta la proporción de respuestas a largo, eje de las abscisas las duraciones corto-largo e intermedias. Paneles superiores al agregar el IR entre el 1-2° elemento de la secuencia, intermedias al posicionarse el IR entre 2-3° elemento e inferiores al colocarse el IR al final de la secuencia.

Como en la anterior gráfica se mantuvo las duraciones en el eje de las abscisas, mientras la proporción de respuestas a largo en las ordenadas, en los paneles superiores se encuentran las gráficas al estar el IR entre el primer-segundo elemento, las intermedias al encontrarse entre el



segundo-tercer elemento de la secuencia y en la parte inferior al final de la secuencia, las líneas y puntos de color azul es cuando el IR duró 1 segundo, de color verde con duración de 2 segundos y naranja para 4 segundos. Se puede observar que al posicionarse el IR de retención entre los elementos de la secuencia no se ve tan afectada las respuestas de los participantes encontrando incluso un buen ajuste para modalidad táctil a comparación de auditivo, pero al posicionarse el IR al final de la secuencia hay aplanamiento de las curvas especialmente marcado para modalidad táctil.

Al realizar un análisis de Friedman para comparar intrasujetos por modalidad, se encuentra que hay diferencias para modalidad auditiva al encontrarse el IR al final de la secuencia ( $X^2_{(17)} = 29.9, p < .05$ ), pero no entre elementos 1-2° ( $X^2_{(17)} = 14.5, p > .05$ ), 2-3° elemento ( $X^2_{(17)} = 17, p > .05$ ) o bien la duración de los IR de 1 segundo ( $X^2_{(17)} = 26.4, p > .05$ ), 2 segundos ( $X^2_{(17)} = 8.75, p > .05$ ) y 4 segundos ( $X^2_{(17)} = 23.4, p > .05$ ). Al realizar una comparación post hoc de Durbin-Conover se encuentran diferencias entre las duraciones 600-757, 600-955, 600-1073, 600-955, 674-757, 674-955, 955-1200 y 1073-1200 ( $p < .05$ ).

Realizando el mismo análisis para grupo táctil se encuentran diferencias al encontrarse el IR entre el 1-2° elemento ( $X^2_{(17)} = 37.3, p < .05$ ), cuando el IR duraba 2 segundos ( $X^2_{(17)} = 32, p < .05$ ) y 4 segundos ( $X^2_{(17)} = 41.2, p < .05$ ), pero no al encontrarse entre el 2-3° elemento ( $X^2_{(17)} = 22.3, p > .05$ ) y final de la secuencia ( $X^2_{(17)} = 22.5, p > .05$ ), tampoco para IR con duración de 1 segundo ( $X^2_{(17)} = 26.2, p > .05$ )

Comparando los grupos primeramente en 1-2° elemento en las duraciones 600-674, 600-757, 600-955, 600-1073, 674-757, 674-1073, 674-1200, 757-1200, 955-1200, 1073-1200; de igual manera cuando el IR duraba 2 segundos hay diferencias en las duraciones 674-1200, 757-1200, 955-1073, 955-1200, 1073-1200, ahora bien, cuando el IR duraba 4 segundos las

diferencias son en las duraciones 600-674, 600-757, 600-955, 600-1073, 674-757, 674-955, 674-1200, 757-1200, 757-955, 757-1073, 757-1200 y 1073-1200.

Como un análisis posterior se realizó una corrección de asíntota (Pérez-Calzada, Zamora-Arévalo, 2022; Ward y Odum, 2007) con la siguiente ecuación:

$$p(R | A) = \frac{p(R) - p(R_L)}{p(R_U) - p(R_L)} \quad (5)$$

En donde  $p(R | A)$  = probabilidad de responder a largo cuando hay un completo control de estímulos,  $p(R)$  = a la probabilidad de dar una respuesta a largo en cada duración de la función psicofísica,  $p(R_U)$  = valor de la asíntota más alto y  $p(R_L)$  = valor de la asíntota más bajo.

Esta corrección implica que hay un completo control de estímulos, por lo tanto, la asíntota menor (600 ms) y la mayor (1200 ms) la proporción de respuesta a largo debe ser 0 y 1 respectivamente.

Al realizarse en generalización con IR no fue del todo satisfactorio (revisar Anexo F, figuras 1 y 2), sin embargo, al comparar con generalización sin ninguna modificación permitió identificar que conforme se agrega el IR parece presentarse una pérdida en el control de los estímulos.

### **Parámetros psicofísicos**

Continuando con los análisis se obtuvo limen, fracción de Weber, punto de bisección y coeficiente de variación (CV) para ambas modalidades, aunque dentro de la modalidad de auditivo uno de los participantes no logró ajustarse en todos los parámetros, por lo que se tomó el valor promedio de los anteriores participantes y se sustituyó, obteniéndose:

**Tabla 5***Promedio de parámetros psicofísicos*

	<b>Auditivo</b>	<b>Táctil</b>
<b>Punto de bisección</b>	881.544	895.088
<b>Fracción de Weber</b>	0.742	0.746
<b>CV</b>	0.243	0.065
<b>Limen</b>	630.018	615.637

El análisis U de Mann-Whitney revela que tanto para punto de bisección ( $Z = 5, p > .05$ ), limen ( $Z = 4, p > .05$ ) y fracción de Weber ( $Z = 6, p > .05$ ) no hay diferencias por modalidad.

Los datos anteriormente presentados solo pudieron aplicarse en la primera parte de generalización, al realizar los ajustes para la fase de agregar IR no se pudo ajustar por la poca cantidad de datos.

#### **Análisis mediante Teoría de Detección de Señales (TDS)**

Para realizar análisis mediante TDS, se procedió a obtener tasas de cada uno de los modelos de decisión, obteniendo:

**Tabla 6***Tasa promedio por modalidad con generalización.*

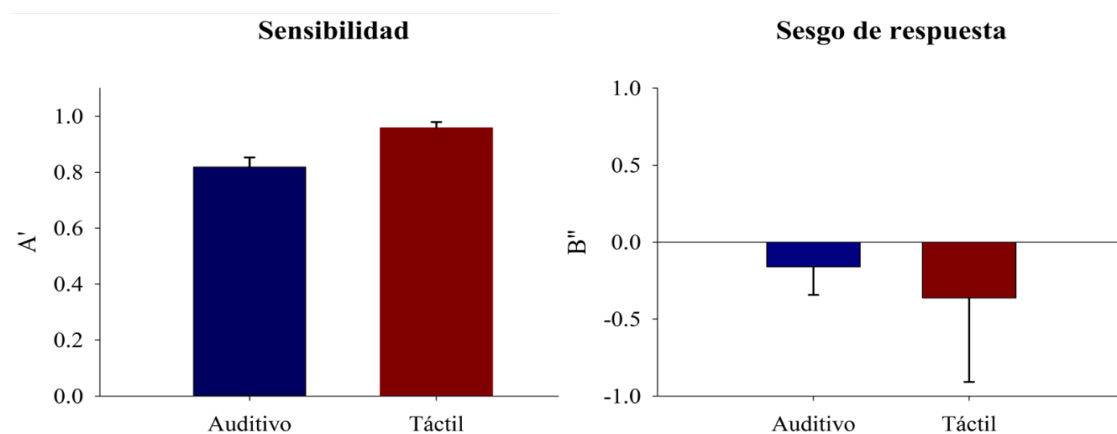
	Hits	Rechazo correcto	Falsa alarma	Omisión
Auditivo	0.796	0.657	0.333	0.194
Táctil	0.930	0.895	0.090	0.059

Asimismo, se obtuvo los índices no paramétricos de  $A'$  considerado un criterio de sensibilidad y  $B''$  el cual mide el sesgo de la respuesta:

**Tabla 7***Promedio de índices  $A'$  y  $B''$  por modalidad*

	$A'$	$B''$
Auditivo	0.818	-0.160
Táctil	0.958	-0.363

Realizando un análisis de comparación de rango promedio de grupos por modalidad, no se encuentra una diferencia significativa para el índice de  $A'$  ( $Z = 0, p > .05$ ), el mismo resultado para  $B''$  ( $Z = 7, p > .05$ ).

**Figura 12***Índices  $A'$  y  $B''$  agrupados por modalidad para generalización*

Ahora bien, para la modificación experimental agregando IR se realizó el mismo procedimiento, logrando:

**Tabla 8**

*Promedio de A' y B'' por modalidad en condición experimental con IR*

	A'		B''	
	Auditivo	Táctil	Auditivo	Táctil
IR 1 Pos 1	0.715	0.940	-0.180	0.940
IR 1 Pos 2	0.734	0.875	-0.403	-0.265
IR 1 Pos 3	0.720	0.517	-0.211	-0.057
IR 2 Pos 1	0.668	0.914	0.668	-0.040
IR 2 Pos 2	0.728	0.893	-0.380	-0.387
IR 2 Pos 3	0.732	0.579	-0.205	0.056
IR 4 Pos 1	0.769	0.916	-0.083	-0.084
IR 4 Pos 2	0.818	0.852	-0.038	-0.162
IR 4 Pos 3	0.754	0.642	0.084	0.157

De los valores anteriormente presentados, cabe aclarar que dos de las cuatro participantes para la modalidad táctil al colocarse el IR al final de la secuencia no permitía ajustarse los datos por lo que solo se consideraron los participantes restantes para estos análisis.

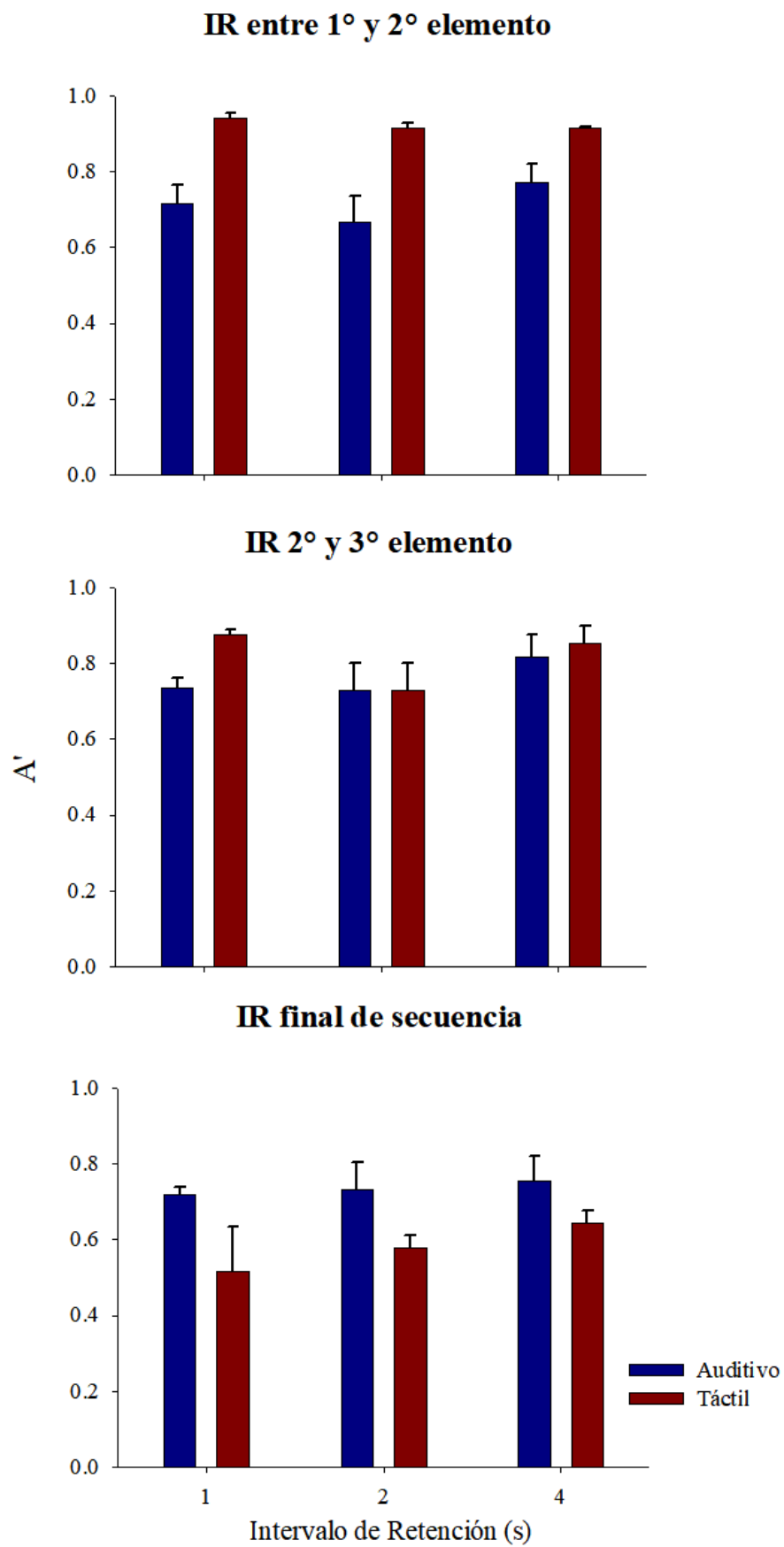
Realizando un análisis Friedman para cada modalidad encuentra que para el índice de A' en auditivo no hay diferencias significativas por duración de IR de 1 segundo ( $X^2_{(2)} = 0.667, p > .05$ ), de 2 segundos ( $X^2_{(2)} = 0.667, p > .05$ ), 4 segundos ( $X^2_{(2)} = 2.67, p > .05$ ), tampoco para la posición de este: entre el 1-2° elemento ( $X^2_{(2)} = 0.667, p > .05$ ), 2-3° elemento segundo ( $X^2_{(2)} = 2.67, p > .05$ ), tampoco al final de secuencia ( $X^2_{(2)} = 0.667, p > .05$ ). Siendo el mismo resultado para el índice de B'', no hay diferencias significativas por duración de IR de 1 segundo ( $X^2_{(2)} = 2.67, p > .05$ ), de 2 segundos ( $X^2_{(2)} = 4.67, p > .05$ ), 4 segundos ( $X^2_{(2)} = 0.667, p > .05$ ), tampoco

para la posición entre el 1-2° elemento ( $X^2_{(2)} = 4.67, p > .05$ ), 2-3° elemento segundo ( $X^2_{(2)} = 0.667, p > .05$ ), tampoco al final de secuencia ( $X^2_{(2)} = 2.67, p > .05$ ).

Ahora bien, al realizar el mismo análisis para modalidad táctil se encuentran diferencias en índice A' al agregarse IR con duración de 1 segundo ( $X^2_{(2)} = 8, p < .05$ ) al realizar el post hoc encuentra diferencias en las tres posiciones del mismo ( $p < .05$ ). No se encuentran diferencias en índice A' cuando dura el IR 2 ( $X^2_{(2)} = 6, p > .05$ ) o 4 segundos ( $X^2_{(2)} = 6.5, p > .0$ ), posición del IR entre 1-2° elemento ( $X^2_{(2)} = 1.73, p > .05$ ), 2-3° ( $X^2_{(2)} = 1.50, p > .05$ ) y final se la secuencia ( $X^2_{(2)} = 0.0, p > .05$ ), lo mismo para B'' en ensayos con IR 1 ( $X^2_{(2)} = 0.933, p > .05$ ), 2 segundos ( $X^2_{(2)} = 2, p > .05$ ), 4 segundos ( $X^2_{(2)} = 1.5, p > .05$ ), posición de IR entre 1-2 elemento ( $X^2_{(2)} = 0.5, p > .05$ ), 2-3° ( $X^2_{(2)} = 0.50, p > .05$ ) y final se la secuencia ( $X^2_{(2)} = 1.20, p > .05$ ).

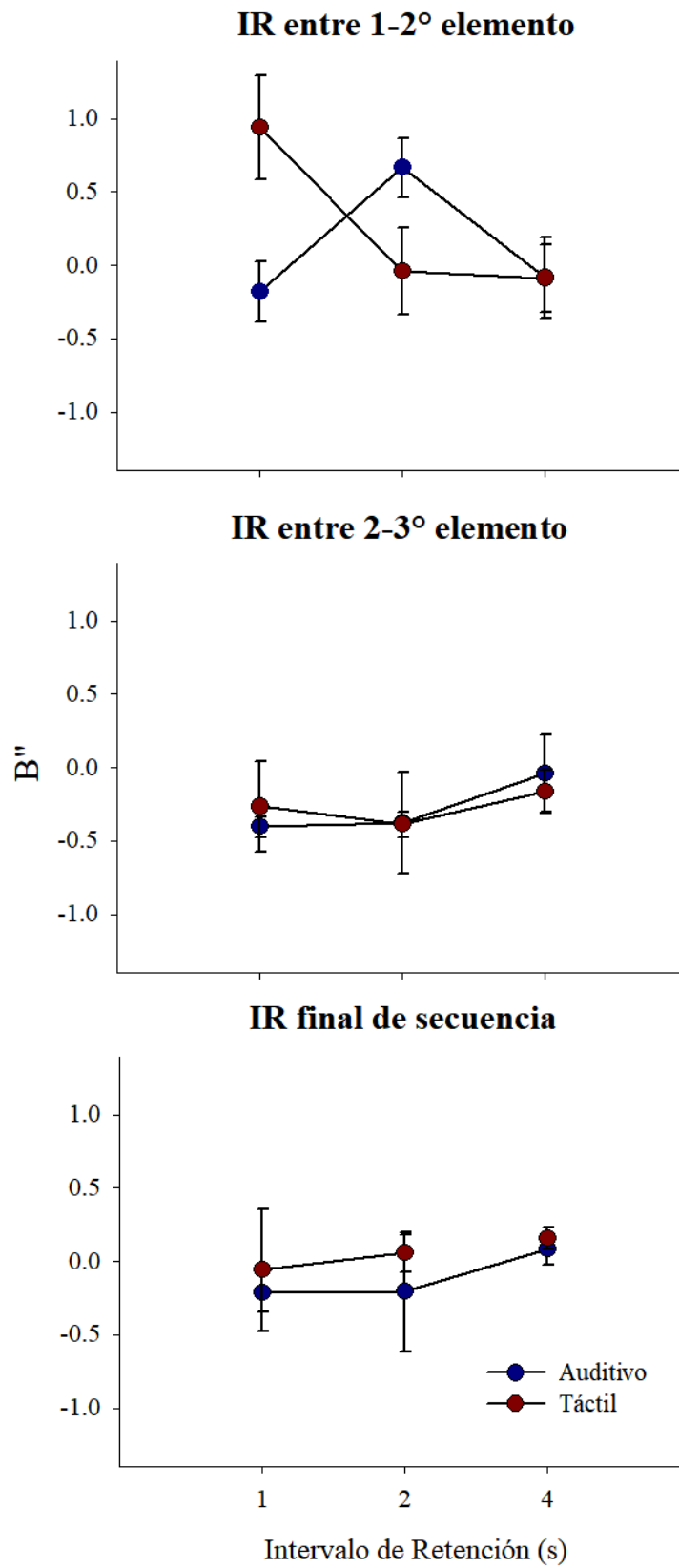
**Figura 13**

*Sensibilidad en condición experimental por modalidad*



**Figura 14**

*Sesgo de respuesta en ensayos con IR por modalidad*





## Discusión

El objetivo de esta investigación era conocer si participantes humanos son capaces de discriminar secuencias compuestas por tres elementos de diferentes duraciones, así como conocer el efecto de presentarse en diferentes modalidades, además de agregar un intervalo de retención entre las secuencias y a final de estas, por último, hacer una comparación con un análisis mediante teoría de detección de señales.

Primeramente, conforme a los resultados de la fase de entrenamiento reportado, se encuentra que al ser sometidos los organismos humanos a una tarea de discriminación condicional temporal eran capaces de unir las duraciones de los estímulos sin importar la división de estos desarrollando una estrategia que les permitía estimar una duración total.

Así bien, los hallazgos obtenidos de esta fase coinciden con los resultados encontrados en otras investigaciones (Vanegas, 2013; Zamora y Bouzas, 2007; Droit-Volet, et al 2003) donde integrar estímulos con más de un elemento permitía la correcta discriminación entre corto y largo, reflejando que son suficientes los recursos cognitivos enfocados en la tarea y consiguiendo un ajuste conductual que logra mantener índices de discriminación altos.

Haciendo una comparación de los índices entre estímulos auditivos y táctiles estos son muy similares, siendo ambos superiores a 0.80 tanto para duraciones cortas y largas, sin embargo, muestra una diferencia significativa; recordando a Ortiz (2010) donde menciona que a pesar de que la información entra por canales anatómicamente distintos hay áreas de asociación donde la información es integrada independiente de la modalidad, ya que si existiera solo un circuito para realizar procesamientos auditivos o táctiles muchas de las conductas que se llevan a cabo no podrían realizarse. Lo anterior permite reconocer que a la presentación de estas

modalidades en tareas de discriminación son similares entre sí, pero permiten tener una mayor precisión al ser táctiles, tal vez debido a la novedad del estímulo, así como la rápida transducción de éste (Merat y Jamson, 2008).

Un segundo objetivo era conocer el efecto de agregar un IR en tres diferentes posiciones, así como ensayos sin ninguna alteración. En estos últimos a pesar de no modificarse fueron menores los índices en contraste a la fase de entrenamiento, sugiriendo que el solo hecho de agregar una condición diferente cambia el modo de responder de los participantes, siendo similar a lo encontrado por Vanegas (2013) con ratas como sujetos experimentales, donde se ve afectada la decisión previamente tomada acerca del tipo de secuencia y el organismo al tratar de hacer una comparación con los ensayos previos modifican su recuerdo, disminuyendo este recuerdo con el paso del tiempo.

Igualmente, Lieving et al. (2006) en una tarea de bisección temporal añadiendo demoras entre los ensayos presenta evidencia de la alteración que puede provocar el contexto puesto que cada intervalo de tiempo utilizado como es: estímulo, estímulo de comparación, demora o incluso el intervalo entre ensayos proporciona un referente y relativo contraste que interactúa con el estímulo a ser juzgado que puede afectar en general la percepción del tiempo.

Ahora bien, en la primera parte donde se agregó únicamente en las duraciones de 600 y 1200 observando el índice de discriminación se encuentra que hay una afectación cuando el IR se encuentra entre los elementos de la secuencia, una posible explicación de acuerdo con el modelo de escala de tiempo múltiple (MTS) de Staddon e Higa (1996) es debido a que los estímulos se encontraban cercanos uno al otro, lo que provocó que los participantes experimentaran un proceso de habituación más rápido incitando un decremento en la fuerza de

esa memoria, contrariamente, con el IR al final al existir este espacio entre la presentación de estímulos y respuesta es que habituación no ocurre de manera rápida de forma que los índices se mantienen constantes.

Por otro lado, una interpretación conforme al modelo de SET (Gibbon, 1977), consiste en que al encontrarse el IR entre componentes iniciales como son 1-2° o 2- 3°, el reloj se detiene lo cual propicia que las secuencias de duraciones se puedan discriminar aun de manera correcta con los elementos restantes que vienen después del IR, caso contrario ocurre cuando el IR aparece al final de la secuencia siendo que el reloj se reinicia provocando una pérdida de información previa al IR y ya que no viene ningún componente de la secuencia que permita o ayude a discriminar correctamente.

De igual manera, tomando en consideración uno de los factores que pueden afectar la memoria como es el contexto en el cual se lleva a cabo la tarea (Lieving et al., 2006), un ejemplo de ello es el trabajo realizado por Wearden y Ferrara (1993) partiendo de en una tarea donde presentaban dos estímulos en secuencia con una demora entre ellos en la cual debían decidir si el primer sonido era igual, corto o largo al segundo, se basan en una clasificación de los errores, definiéndolos por orden de tiempo (o TOEs por sus siglas en inglés) donde al juzgarse el primer estímulo del segundo como largo se dirá que es un TOE positivo, y si el primero es categorizado como corto del segundo será un TOE negativo.

En consecuencia, Wearden y Ferrara (1993) detectan que al incrementarse la duración de una demora los participantes tendían a responder que el primer estímulo era “corto”, siendo un TOE negativo, explicando que los participantes presentaban la tendencia de elegir corto por este “fondo temporal”, tomando como referencia solo la duración de la demora más no de los

estímulos a comparar, similar a lo hallado en esta investigación donde al encontrarse los IR entre las secuencias se tuvo esta misma tendencia a decir que era corto, mostrándose afectado por el contexto.

Respecto a generalización (sin ninguna manipulación) se encuentra que cumple con los hallazgos de anteriores investigaciones (Allan y Gibbon, 1991; Church y Deluty, 1977); como primer punto a comparar, tomando los valores de bisección la duración 850 ms es la más contigua donde ocurre el 50% de respuestas cortas y restante largas, así como esta fue la más cercana a la media geométrica (848.52).

Al graficar en función de respuestas a largo de los valores utilizados se observa una función de ojiva donde el desplazamiento de las curvas es hacia arriba conforme aumentan los valores de las duraciones, eligiendo como largo conforme incrementa la duración del estímulo.

Respecto a Fracción de Weber y Limen esta se encuentra constante para ambas modalidades, lo que se esperaría dentro de estos parámetros, siendo muy parecidos los valores de estos, lo que sugiere una buena precisión en discriminar. Realizando una comparación con los valores indicados por Sánchez (2013), en el cual lleva a cabo una tarea de bisección con las mismas duraciones en modalidad visual y auditiva, y que agregando la condición de N-back y llevado a cabo en otro programa (SuperLab) se encuentran valores similares:

**Tabla 9***Comparación de fracción de Weber y limen entre modalidad*

	<b>Sánchez (2013)</b>	<b>Auditivo</b>	<b>Táctil</b>
<b>Fracción de Weber</b>	0.8-0.7	0.7425434	0.74612425
<b>Limen</b>	719.7-687.1	630.01832	615.637217

De esta manera, se puede observar que para ambas modalidades los índices de precisión en discriminación temporal son constantes a pesar de que el nivel de coeficiente de variación presenta diferencias (auditivo 0.243, táctil 0.0658) lo que podría ser un indicio de mayor exactitud en táctil.

Ahora bien, al introducirse un IR en la fase de generalización debido a la disminución de participantes no se lograron tener los suficientes datos para realizar un análisis psicofísico completo lo que no permitió obtener ajustes cuando el IR se encontró entre el 2-3° elemento en auditivo y posición al final en ambas modalidades.

Considerando las gráficas, al agregarse el intervalo entre el 1-2° y 2-3er elemento para estímulos auditivos se observa un aplanamiento de la curva para las 3 duraciones de la demora o IR, traduciéndose en una amplia disminución de la precisión de la discriminación mostrando el efecto de agregar el IR de tal suerte que para este tipo de estímulos es relevante la introducción de los IR en la decisión final, siendo los índices cercanos a 0.5 en todas las duraciones implican indiferencia o ausencia de discriminación.

Por ejemplo, el experimento de Lieving, et al. (2006) donde el punto de igualdad subjetiva incrementaba en función de la demora es un indicador del efecto de elección al corto, encontrándose un resultado similar donde en estas condiciones se observa este incremento dado que al juzgarse las duraciones como cortas se va desplazando el criterio de “largo” por lo tanto un incremento en la proporción de ensayos clasificados como corto, una posible explicación es por la hipótesis de decaimiento de memoria donde se considera que el tiempo subjetivo almacenado en la memoria de trabajo decrece durante la interrupción del IR (Cabeza de Vaca, 1994).

En contraste para modalidad táctil este se mantiene constante para ambos tipos de localización de IR lo que puede sugerir que no hay diferencias en la forma que se conservan los pulsos almacenados previo a la interrupción que permite inferir que la estrategia del reloj es de retener la duración del intervalo y al final de la interrupción continuar con la estimación.

Sin embargo, al agregarse al final de la secuencia ambas modalidades el IR se ven afectadas en auditivo es moderadamente afectado logrando mayor cantidad de respuestas correctas a la secuencia larga, solo que para táctil definen que todas las señales son de duración larga.

Desde una explicación con el modelo de SET, cuando el IR aparece al final de las secuencias cortas o largas no importa si la secuencia o la suma de duraciones fue corta o larga parece ser que el IR se suma a la secuencia provocando que se elijan más respuesta a la secuencia larga.

Tomando en consideración los niveles de A' para la primera parte de generalización, se observa que para ambas modalidades fueron cercanos a 1 lo que indica que los participantes eran

capaces de discriminar adecuadamente, a pesar de que en táctil fue más cercano este no resultó significativo, pero es otro indicador de que fue ligeramente mejor el desempeño ante esta señal, apoyando esta idea, sería enfocarse en la cantidad de hits y rechazos correctos que son mayores en táctil.

Del mismo modo, al evaluar cómo se manifestó el sesgo en las estimaciones temporales se obtuvo el valor de  $B''$  siendo para ambos negativos, lo que nos puede indicar que se adoptó un sesgo conservador donde los organismos se muestran renuentes a reportar la presencia de la señal aun con niveles altos de evidencia, así como una tendencia a responder a corto, sin embargo, por los resultados obtenidos se puede observar que este sesgo no afectó súbitamente a los participantes.

Comparando los niveles de sensibilidad al agregar las demoras en generalización se obtiene que disminuyen en comparación con la primera parte, pero logran mantenerse altos cuando se coloca entre estímulos siendo estos mayores a 0.6. Al retomar lo reportado por Akdogan y Balci (2016) donde en una tarea de bisección temporal manipulando las duraciones de referencia y premios-castigos, obtiene valores de  $A'$  entre 0.67 y 0.70 clasificándolos como una alta precisión siendo así que no afectaba la discriminación de los estímulos. Sin embargo, podemos ver cómo es que si disminuye la precisión en las gráficas de generalización.

Por el contrario, al agregarse el IR al final se halla una disminución para los estímulos táctiles llegando a ser entre 0.5-0.6, mientras que para auditivo se observan constantes, pudiendo explicarse a que los estímulos táctiles se ven más afectados debido a que suelen presentar una tendencia mayor a la habituación debido a la cantidad de receptores que presentan (Carlson, 2014). Los mecanorreceptores cutáneos poseen diferente capacidad de adaptación, por ejemplo,

corpúsculos de Meissner y Pacini son de adaptación rápida, los cuales tienen una tendencia a responder rápidamente al principio, pero al mantenerse la estimulación disminuye la “sensibilidad” siendo estos receptores los que se encuentran en mayor cantidad en los dedos de las manos e involucrados en la detección de vibraciones (Barrett et al., 2012).

Respecto a los valores de B” estos se ven más afectados al encontrarse el IR entre el 1 y 2° elemento de la secuencia para ambas modalidades, lo cual sugiere que los estímulos eran correctamente detectados (al mantenerse los valores de A’ cercanos a 1), pero al momento de decidir si es corto o largo es cuando incrementa esta afectación. En comparación de las otras posiciones del IR no se ve afectado teniendo valores cercanos a 0 los cuales son indicadores de un sesgo neutro.

A manera de conclusión, se puede rescatar que los participantes son capaces de realizar tareas que involucren más de un estímulo y realizarla de manera eficaz, así como el agregar interrupciones provocará un menor desempeño cuando es una tarea que involucre varias señales a evaluar (como lo fue las 7 duraciones en el apartado de generalización) incluyendo que si los estímulos a evaluar son de duraciones similares a estas interrupciones podrá provocar una confusión al momento de responder. Ahora bien, para aquellos experimentos que no son de larga duración los estímulos táctiles son una buena alternativa ya que parecen ser más precisos que los auditivos por su novedad, pero si requieren realizar una actividad que involucre una mayor cantidad de tiempo no son recomendables por su alta adaptabilidad o bien zona donde se coloque el aparato que emita la señal táctil.

Considerando lo anterior, como futuras direcciones de la presente investigación se propone en la medida de lo posible disminuir la duración de las sesiones para evitar fatiga y



perdida de concentración de los participantes, posiblemente dividiendo en tres las sesiones. Lo que iría encaminado a tener un control del estímulo táctil, siendo que tiene mayor sensibilidad en los primeros ensayos, pero va decayendo conforme la constante estimulación sería una alternativa en utilizarlo en períodos cortos de tiempo o bien sea colocado en alguna otra zona de cuerpo que no tenga una adaptabilidad rápida, también podría considerarse el realizar ensayos con modalidad mezclada.

Así como considerar otro tipo de factores durante el experimento, como se vio al agregar el IR parece perderse el control de los estímulos que modificarán la decisión de los participantes, como la duración de las sesiones, las cuales fueron más extensas en la segunda mitad del experimento lo que pudo provocar agotamiento que a su vez posiblemente causó una respuesta al azar por parte de los participantes.

Además, sería importante incrementar el número de los ensayos de generalización con IR para obtener más datos y no limitar la comparación estadística, aumentar la cantidad de participantes de esta manera es posible que el error estándar de la media disminuya. Otro valor relevante sería el aumentar la duración del IR siendo que los utilizados en el presente trabajo pueden ser muy cortos en contraste a los utilizados en otros trabajos con humanos. A la par de realizar un análisis con otros modelos como sería bajo el principio de verosimilitud o bien bayesiano, siendo que dan mayor cuenta en modelos logísticos como en el presente trabajo.

Por último, además de realizarse el análisis complementario con TDS obteniendo los valores de  $A'$  y  $B''$  sería un adicional el realizar las curvas ROC para obtener otro análisis ilustrativo de la sensibilidad y especificidad.

## Referencias

- Akdoğan, B., & Balci, F. (2016). The effects of payoff manipulations on temporal bisection performance. *Acta Psychologica*, 170, 74-83.
- Allan, L., & Gibbon, J. (1991). Human bisection at the Geometric Mean. *Learning and Motivation*, 22, 39-58.
- Aubry, F., Guillaume, N., Mogenicato, G., Bergeret, L. & Celsis, P. (2008). Stimulus complexity and prospective timing: clues for a parallel process model of time perception. *Acta Psychologica* 128(2008) 63–74. doi:10.1016/j.actpsy.2007.09.011
- Barret, K., Marman, S., Boitano, S., y Brooks, H. (2012). *Fisiología médica* (24a ed.) McGraw-Hill Interamericana: México.
- Bhawna, T., Pasipanodya, E. T., Ayra, Y., y Singh, T. (2016). Depression and time perception. *Indian Journal of Social Science Researches*, 13(1), 7-12.
- Bonomano, D., & Karmarkar, U. (2008). How do we tell time? *The neuroscientist*, 8(42). DOI: 10.1177/107385840200800109
- Bueti, D., & Macaluso, E. (2011). Physiological correlates of subjective time: Evidence for the temporal accumulator hypothesis. *NeuroImage*, 57(3), 1251–1263. doi: 10.1016/j.neuroimage.2011.05.014
- Buhusi, C., & Meck, W. (2005). What makes us tick? Functional and neural mechanisms of interval timing. *Nature Reviews Neuroscience*, 6(10), 755–765. doi:10.1038/nrn1764
- Butiticá, J. (2014). Estimación temporal de intervalos y discriminación del tiempo. En C. de J. Torres & C. J. Flores. *En Tópicos selectos de investigación: Paradigmas experimentales en conducta animal*. Guadalajara, Jalisco.
- Cabeza de Vaca, S., Brown, B. L. & Hemmes, N. S. (1994). Internal clock and memory processes in animal timing. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 20(2), 184- 198.
- Carlson, N. (2014). *Fisiología de la conducta*. Madrid: Pearson Educación.
- Catania, C. (1970). Reinforcement schedules and psychophysical judgment: a study of some temporal properties of behavior. En W. N. Schoenfeld (Ed.), *The theory of reinforcement schedules* (1-42). Appleton-Century-Crofts.
- Chuch, R., & Deluty, M. (1977). Bisection of temporal intervals. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 3(3), 216-228.

- Church, R. (2003). A concise introduction to scalar timing theory. Functional and neural mechanism of interval timing. En W. H. Meck. *Functional and neural mechanism of interval timing* (pp 22-32).
- Cruz, M. (2019). *Efectos motivacionales en el control temporal del comportamiento: el papel de la pre-alimentación* (tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Díaz, J. (2011). Cronofenomenología: el tiempo subjetivo y el reloj elástico. *Salud mental*, 34(4).
- Duque, A. (2019). *Ejecución en bisección temporal intra-modal* (tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Espinosa, M. (2019). *La percepción de irregularidad temporal en humanos ¿decidimos por detección o acumulación de evidencia?* (tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Fitzgibbons, P. & Gordon-Salant, S. (2001). Aging and temporal discrimination in auditory sequences. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 109(6). DOI: 10.1121/1.1371760
- Gable, P., & Poole, B. (2012). Time flies when you're having approach motivated fun: effects of motivational intensity on time perception. *Psychological Science*, 23(8), 879-886.
- Gamache, P.-L., & Grondin, S. (2010). Sensory-specific clock components and memory mechanisms: Investigation with parallel timing. *European Journal of Neuroscience*, 31(10), 1908–1914. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2010.07197.x>
- Gibbon, J. (1977). Scalar Expectancy Theory and Weber's Law in Animal Timing. *Psychological Review*, 84(3), 279-325.
- Gibbon, J., Church, R., & Meck, W. (1984). Scalar Timing in Memory. *Annals of New York Academy of Sciences*, 423, 52-77.
- Grant, D. (2007). Training delays reduce the choose-short effect with keylight, but not with food, duration samples in pigeons. *Behavioural Process*, 74(2), 209-216. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2006.09.013>
- Grodin, S. (2010). Timing and time perception: a review of recent behavioral and neuroscience findings and theoretical directions. *Attention, Perception & Psychophysics*, 72(3), 561-582. DOI: 10.3758/APP.723.561

- Grodin, S., & Rousseau, R. (1991). Judging the relative duration of multimodal short empty time intervals. *Perception & Psychophysics*, 49(3), 245-256.
- Kaiser, D. H., Zentall, T. R. & Neiman, E. (2002). Timing in pigeons: Effects of the similarity between intertrial interval and gap in a timing signal. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 28, 416-422.
- Kandel, E., Schwartz, J., y Jessell, T. (1996). *Neurociencia y conducta*. Prentice Hall: Madrid.
- Killeen, & Fetterman, (1988). A behavioral theory of timing. *Psychological Review*, 95(2), 274-295.
- Killeen, P., & Fetterman, G. (1993). The behavioral theory of timing: transition analyses. *Journal of the Experimental Analysis Behavior*, 59(2), 411-422.
- Lieving L., Lane S., Cherek D., Tcheremissine O. (2006). Effects of delays on human performance on a temporal discrimination procedure: evidence of a choose-short effect. *Behavioural Processes*, 71(2-3), 135-43. DOI: 10.1016/j.beproc.2005.10.002.
- Luna, D. (2007). *Nivel de activación general en una tarea de discriminación temporal en humanos* (tesis de maestría). Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Guadalajara.
- Machado, A. (1997). Learning the temporal dynamics of behavior. *Psychological Review*, 104(2), 241-265.
- Matell, M., & Meck, W. (2000). Neuropsychological mechanisms of interval timing behavior. *BioEssays*, 22(1), 94–103. doi:10.1002/(sici)1521-1878(200001)22:1<94::aid-bies14>3.0.co;2-e
- Matthews, W. J. (2013). How does sequence structure affect the judgment of time? Exploring a weighted sum of segments model. *Cognitive Psychology*, 66(3), 259–282. DOI: 10.1016/j.cogpsych.2013.01.001
- Matthews, W., & Meck, H. (2016). Temporal cognition: Connecting subjective time to perception, attention, and memory. *Psychological Bulletin*, 142(8), 865-907. <http://dx.doi.org/10.1037/bul0000045>
- Meck, W. (2005), Neuropsychology of timing and time perception. *Brain and Cognition*, 60(1), 103-104.
- Merat, N. y Jamson, H. (2008). The effect of stimulus modality on signal detection: implications for assessing the safety of in-vehicle technology. *Human Factors*, 50(1), 145-158.

- Mioni, G., Grassi, M., Tarantino, V., Stablim, F., Grondin, S. & Bisiacchi, P. (2016). The impact of a concurrent motor task on auditory and visual temporal discrimination task. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 78, 742-748.
- Mioni, G., Stablim, F., Prunetti, E. & Grodin, S. (2016). Time perception in anxious and depressed patients: A comparison between time reproduction and time production tasks. *Journal of Affective Disorders*, 196. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2016.02.047>
- Morales, M. (2012). *Influencia de la historia de reforzamiento en la flexibilidad del proceso de estimación temporal* (tesis para obtener título de psicóloga). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Ng, A. & Chan, A. (2012). Finger response times to visual, auditory, and tactile modality stimuli. *Proceedings of the International Multiconference of Engineers and Computer Scientists*, 2.
- Ortiz, L. (2010). *Estudio psicofísico de la capacidad para discriminar estímulos táctiles y auditivos en humanos* (tesis para obtener título de bióloga). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Pérez-Calzada, M., & Zamora-Arevalo, O. (2022). Effects of reinforcement during the intertrial interval on temporal discrimination: Location version with rats. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*. DOI: 10.3389/fnbeh.2022.956175
- Rattat, A., & Droit-Volet, S. (2012). What is the best and easiest method of preventing counting in different temporal tasks? *Behavior Research Methods*, 44, 67-80.
- Sánchez, R. (2013). *Estimación temporal retrospectiva: rastreando el tiempo en un procedimiento de N-back* (tesis para obtener título de psicólogo). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Skylark, W., & Wearden, J. (2011). Stimulus intensity and the perception of duration. *Journal of Experimental Psychology Human Perception & Performance*, 37(1). 303-13. DOI: 10.1037/a0019961
- Staddon, J. (2005). Interval timing: memory, not a clock. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(7), 312-314. DOI: 10.1016/j.tics.2005.05.013
- Staddon, J., & Higa, J. (1996). Multiple Time Scales in Simple Habituation. *Psychological Review*, 103(4), 720-733.

- Staddon, J., & Higa, J. (1999). Time and Memory: towards a pacemaker-free theory of interval timing. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 71, 215-251.
- Vanegas, M. (2013). *Estimación temporal de secuencias complejas en un modelo animal: evaluando el efecto de los intervalos de retención en la discriminación* (tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Vázquez-Lira, R., y Orduña, V. (2011). Estimación temporal en seres humanos mediante el procedimiento pico con interrupciones. *Suma Psicológica*, 18 (1), 57-66.
- Wearden J., & Ferrara A. (1993). Subjective shortening in humans' memory for stimulus duration. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 46(2), 163-86. PMID: 8316643.
- Witherspoon, D. & Allan, L. (1985). The effect of a prior presentation on temporal judgments in a perceptual identification task. *Memory & Cognition*, 13(2), 101-111.
- Wittmann, M., Leland, D. S., Churan, J., & Paulus, M. P. (2007). Impaired time perception and motor timing in stimulant-dependent subjects. *Drug and Alcohol Dependence*, 90(2-3), 183–192. DOI: 10.1016/j.drugalcdep.2007.03.005
- Zamora, O. (2007). *Análisis experimental del comportamiento estimación y memoria en secuencias temporales* (tesis de doctorado). Universidad Nacional Autónoma de México, México.

**Anexo**  
**Anexo A**

**Cuestionario inicial**

Nombre \_\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_\_  
Escolaridad: \_\_\_\_\_ ¿Qué estudias? \_\_\_\_\_ ¿Qué semestre cursas?  
¿En qué lugar te encuentras? \_\_\_\_\_ ¿En qué país te encuentras?  
¿En qué ciudad te encuentras?  
¿En qué piso te encuentras?  
¿Qué día y hora es?  
¿Cuántas horas duró tu último ciclo de sueño?  
¿Cuántas horas necesitas dormir para tu descanso?  
En este momento te sientes...  
Despierto \_\_\_\_\_ Atento \_\_\_\_\_  
Somnoliento \_\_\_\_\_ Inatento \_\_\_\_\_  
¿Consumiste café en las últimas 24 horas?  
Sí o No \_\_\_\_\_  
En caso de sí, ¿cuántas tazas? \_\_\_\_\_  
¿Consumes bebidas alcohólicas?  
Sí o No \_\_\_\_\_  
En caso de que si, ¿cuántas copas consumes en una semana? \_\_\_\_\_  
¿Has consumido bebidas alcohólicas el día de hoy?  
Sí o No \_\_\_\_\_  
¿Fumas?  
Sí o No \_\_\_\_\_  
En caso de que si, ¿cuál? \_\_\_\_\_  
En este momento, ¿estás bajo alguna prescripción médica?  
Sí o No \_\_\_\_\_  
En caso de que sí, ¿qué medicamento te prescribieron? \_\_\_\_\_  
¿Lo consumiste el día de hoy?  
Sí o No \_\_\_\_\_  
¿Consumes alguna droga, medicamento o fármaco no prescrito?  
Sí o No \_\_\_\_\_  
En caso de que sí, ¿cuál?  
\_\_\_\_\_  
¿Practicas o has algún deporte?  
En caso de que sí, ¿cuál y durante cuánto tiempo? \_\_\_\_\_  
- A las participantes mujeres además se les preguntaba:  
¿En qué día de tu período te encuentras?  
¿Tu ciclo menstrual es irregular?  
Sí o No \_\_\_\_\_  
¿Sufres de síndrome premenstrual?  
Sí o No \_\_\_\_\_

## Anexo B

### Prueba de agudeza visual (AV)

Permite evaluar la capacidad de distinguir con claridad objetos a corta y larga distancia. Se les presenta un optotipo (letra), en ese caso fueron: C, D, E, F, L, O, P, T y Z; cada letra tiene diferente tamaño, dependiendo del nivel de AV a evaluar. Asimismo, se colocó al participante a una distancia estándar de 1.10 metros, siendo previamente realizadas las conversiones necesarias de los tamaños (Espinoza, 2016).

Se agrupó los resultados de agudeza visual de acuerdo con la puntuación monocular más baja que se obtuvo de cada participante. Conforme a los criterios para clasificar los puntajes de AV, se dividió en cuatro categorías (Tabla B1).

Como criterio de exclusión se consideró un puntaje monocular de  $AV < 0.2$ . De los participantes (N=14), todos alcanzaron un nivel adecuado.

**Tabla B1**

*Clasificación de agudeza visual*

Clasificación	Nivel de AV	Coefficiente de AV	Número de participantes	Porcentaje
Criterio de exclusión	1	0.1	0	0%
	2	0.2	0	0%
	3	0.4	0	0%
Por debajo de lo normal	4	0.5	0	0%
	5	0.6	2	14.28%
Visión normal	6	0.8	4	25.57%
	7	1	5	35.71%
	8	1.3	3	21.42%



Por arriba de lo normal	9	1.5	0	0%
			Total = 14	Total = 100%

### Prueba de discriminación cromática

Consiste en una serie de láminas con círculos de colores que forman un patrón (Figura B1), el cual es difícil de distinguir a aquellos que padecen algún problema de visión.

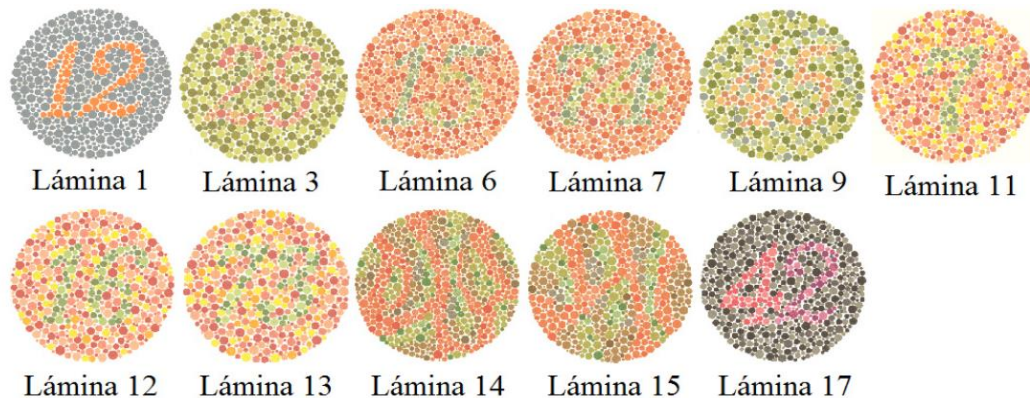
Se realizó un registro de los números de errores para las 11 láminas de la prueba de Ishihara, previamente adaptada para presentarse por computadora (Espinoza, 2016).

De los 14 participantes, 7 identificaron (50%) correctamente las láminas con un patrón; mientras 5 participantes (35.7%) cometieron un error. Los 2 restantes (14.28%), cometieron el error identificando como un patrón la lámina 14 y/o 15.

Se espera que, en esta prueba, una persona con visión cromática normal pueda distinguir todas las láminas, por ello, como criterio de exclusión se consideraron más de 2 errores, por lo que ningún participante resultó excluido.

### Figura B1

*Láminas para prueba de Ishihara*



## **Prueba de audiometría**

Por último, se evaluó el nivel de percepción auditiva en aquellos participantes que realizaron el experimento en modalidad auditiva.

Se les presentó a través de auriculares tonos puros de distintas frecuencias (1000, 125, 250, 500, 880, 2000, 3000, 4000, 6000 y 8000 Hz) para cada oído. Se consideró excluir a aquellos participantes que no fueran capaces de percibir en alguno de sus dos oídos un rango de 880 a 1000 Hz; esto debido a que los estímulos del experimento fueron presentados a 850 Hz. Se debe destacar que ninguno de los participantes fue descartado.

## Anexo C



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Psicología

Laboratorio de Acción y Cognición Comparada



Consentimiento informado para participar en la investigación “Aplicación de secuencias de duraciones en modalidad táctil y auditiva en estimación temporal con intervalo de retención”

### **Fundamentos de consentimiento informado:**

La presente investigación está dirigida por el Dr. Oscar Zamora Arévalo y el Dr. Ramsés Vázquez Lira e implementada por la pasante de psicología Jessica Leonor Roldán García quien forma parte de su equipo de investigación.

El objetivo de llevar a cabo dicha investigación es conocer el efecto de agregar intervalos de retención a una secuencia de duraciones en una tarea conocida como “bisección temporal” en modalidad táctil y auditiva.

Si bien la anterior es la prueba experimental, se harán tres pruebas adicionales, que incluyen una prueba de agudeza visual, usando la tabla de Snellen; y una prueba de discriminación cromática, haciendo uso de láminas de Ishihara estas dos para descartar algún problema visual; además, un test auditivo mediante la presentación de tonos puros, para poder detectar si existe alguna dificultad de audición.

Además, si usted accede a la participación en dicha investigación se le pedirá que conteste un cuestionario de datos personales que serán utilizados con fines académicos y de investigación, siendo que los datos serán tratados con confidencialidad y sin hacer mención de nombres particulares.

Para la realización de la tarea se le pedirá que clasifique tres tonos/vibraciones que se le serán presentados mediante audífonos/mini motor vibratorio, programado en una computadora. Este protocolo se llevará a cabo en dos sesiones de un tiempo aproximado de 1 hora (cada sesión puede tener una duración variable y está sujeta al desempeño del participante). Cabe resaltar que está en la libertad de abandonar la tarea en cualquier momento sin ninguna represalia.

Su participación es estrictamente voluntaria. La información que se recoja será confidencial y no se usará para otro propósito fuera de los de investigación. Si bien, los datos personales como nombre y edad serán manejados de forma anónima por el equipo de investigadores, los resultados arrojados por las pruebas podrán ser usados únicamente con fines académicos y científicos, siendo que de publicarse el presente trabajo estos podrán ser socializados dentro de foros de discusión o congresos, sin hacer referencia a nombres, ya que únicamente se busca dar a conocer resultados estadísticos.

Finalmente, por medio de este consentimiento y una vez dado a conocer las condiciones, usted acepta participar en esta investigación de manera voluntaria. Reiteramos que la información que arroje el procedimiento será tratada con confidencialidad y de manera anónima. Resaltando que NO se usará para ningún otro propósito fuera de la investigación. Igualmente, usted puede

retirarse en cualquier momento sin que eso lo perjudique de ninguna forma y sin ningún tipo de consecuencia.

**Declaración del participante:**

De acuerdo a lo planteado anteriormente yo: \_\_\_\_\_  
declaro que he leído el presente documento, se me ha explicado el procedimiento de la investigación y mi participación en el mismo.

Reconozco que la información dada en el curso del protocolo es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito más que los descritos anteriormente, sin mi consentimiento; he tenido la posibilidad de aclarar mis dudas y tomo libremente la decisión de autorizar mi participación dentro de dicho protocolo de investigación.

Entiendo que una copia de este documento me será entregada y que puedo pedir la información sobre los resultados de la investigación, así como recibir un reporte con los resultados de las evaluaciones cuando estas hayan concluido. Para ello puedo contactar a la pasante Jessica Leonor Roldan García al correo: [jessica\\_leonor97@hotmail.com](mailto:jessica_leonor97@hotmail.com)

\_\_\_\_\_

Firma del participante

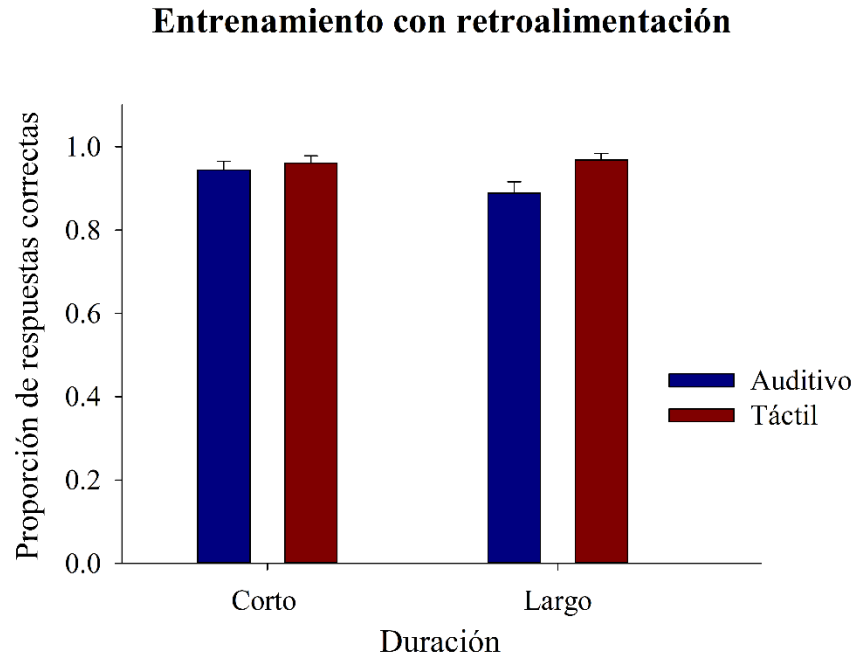
\_\_\_\_\_

Firma del investigador

## Anexo D

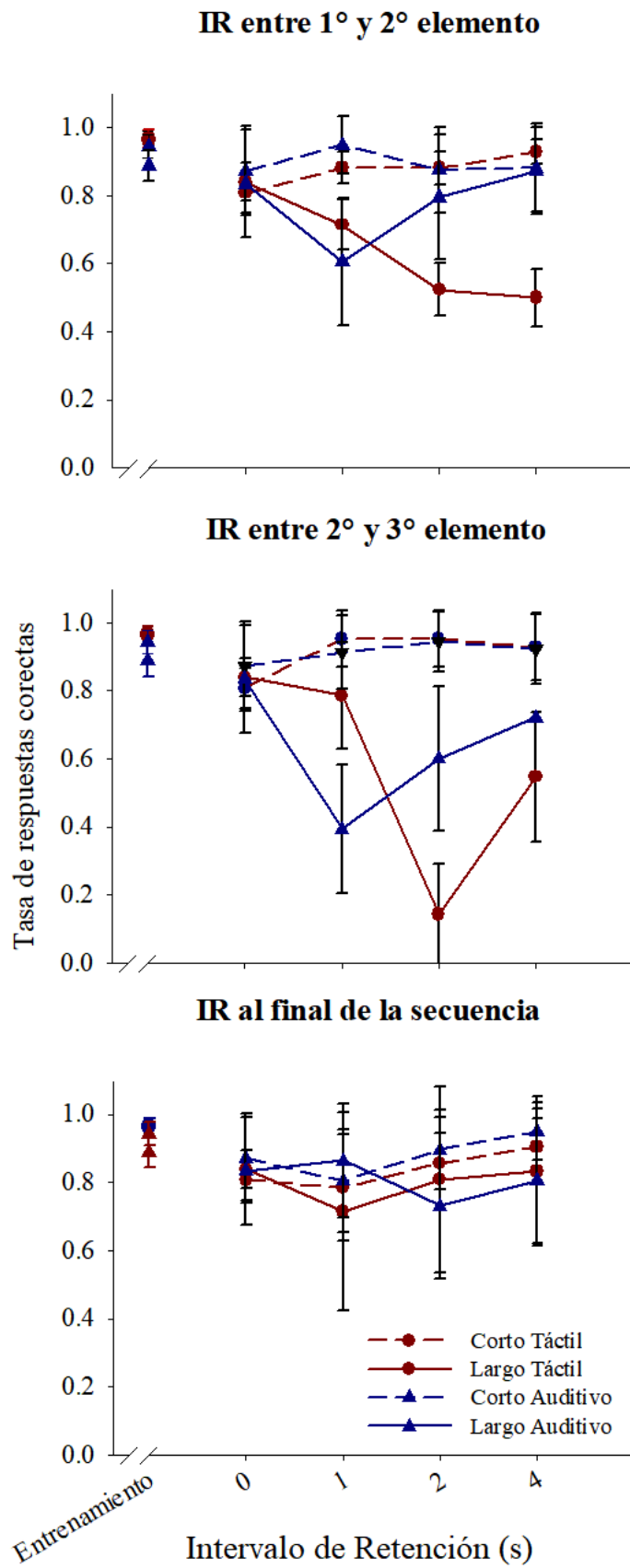
### Figura D1

*Promedio de índice de discriminación por modalidad con 14 participantes*



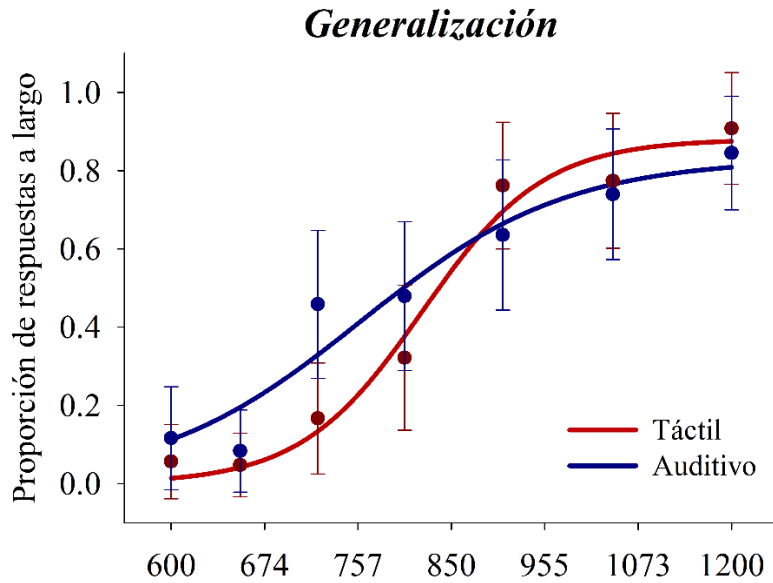
**Figura D2**

*Índice de discriminación conforme intervalo de retención con 14 participantes*



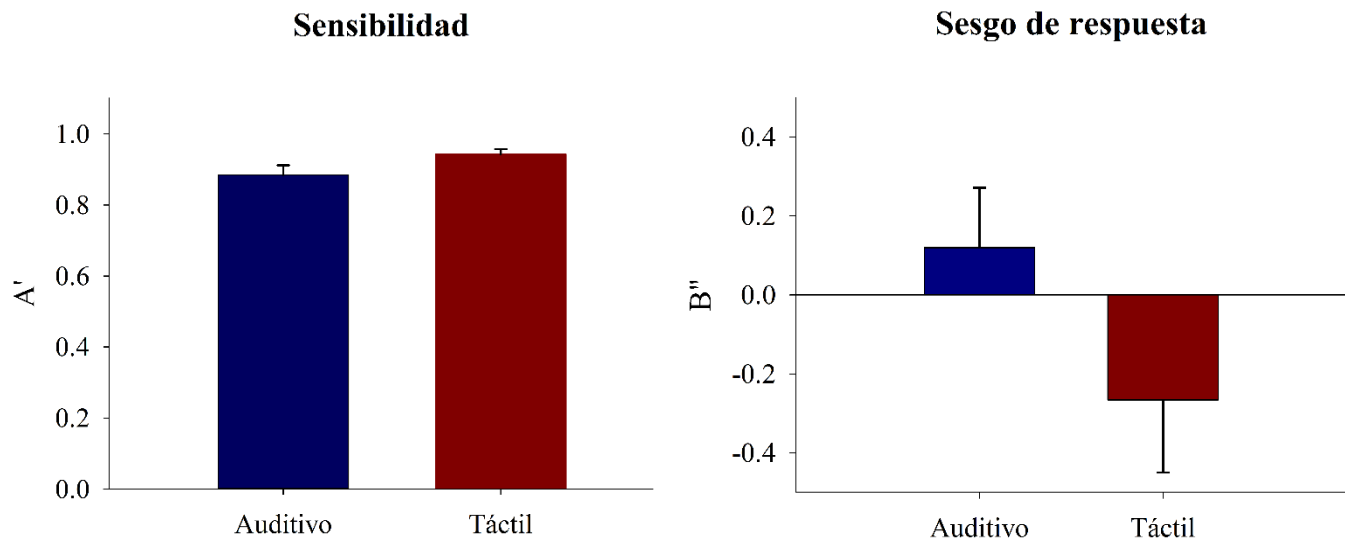
**Figura D3**

*Generalización por modalidad con 14 participantes*



**Figura D4**

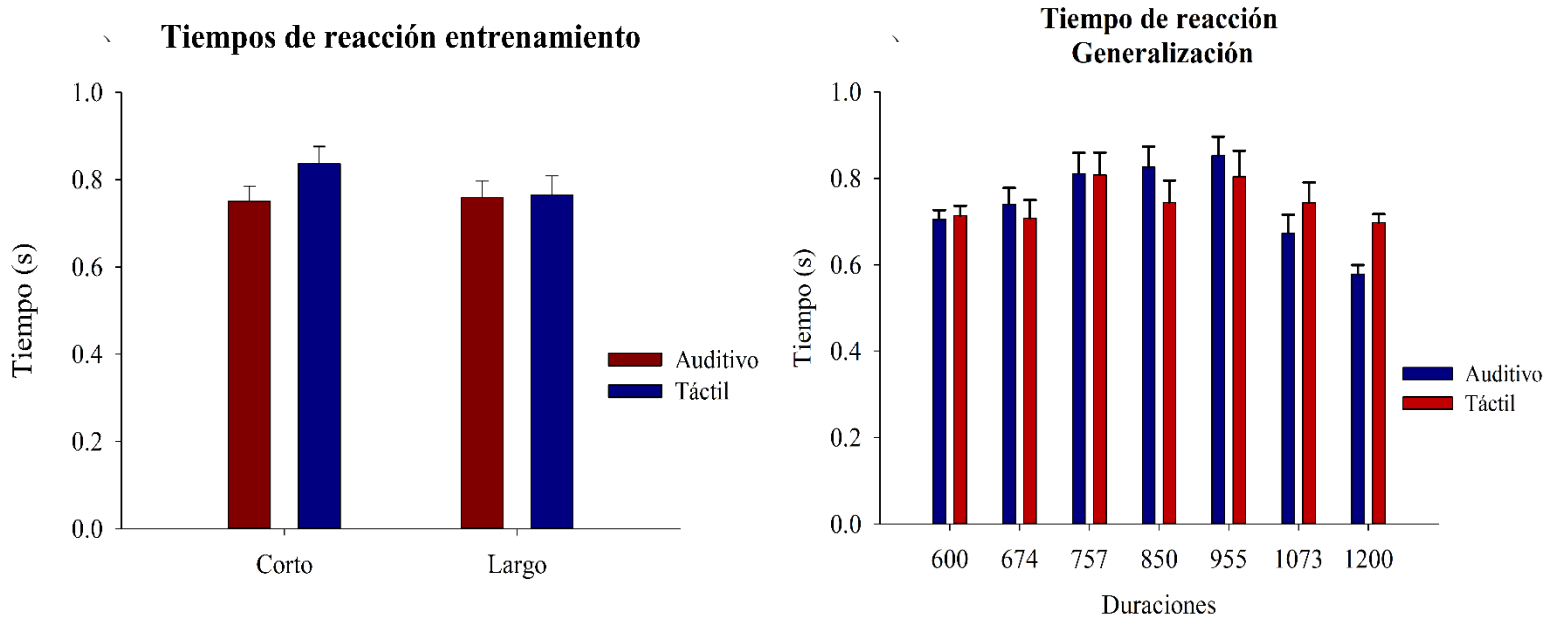
*Índices  $A'$  y  $B''$  agrupados por modalidad para generalización con 14 participantes*



## Anexo E

**Figura E1**

*Tiempo reacción en generalización*

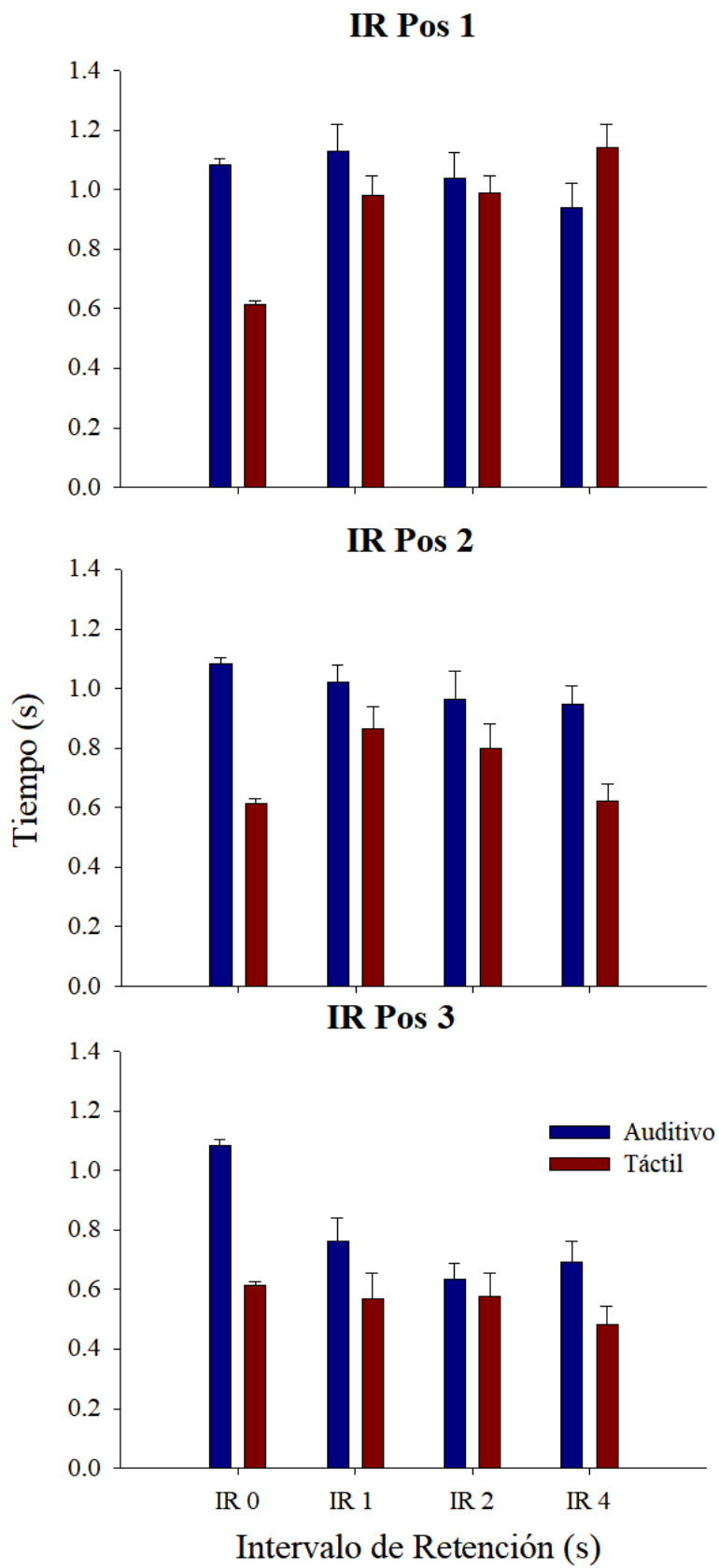


*Nota.* A) Promedio de tiempo de reacción durante entrenamiento. B) Promedio de tiempo de reacción durante generalización por modalidad.



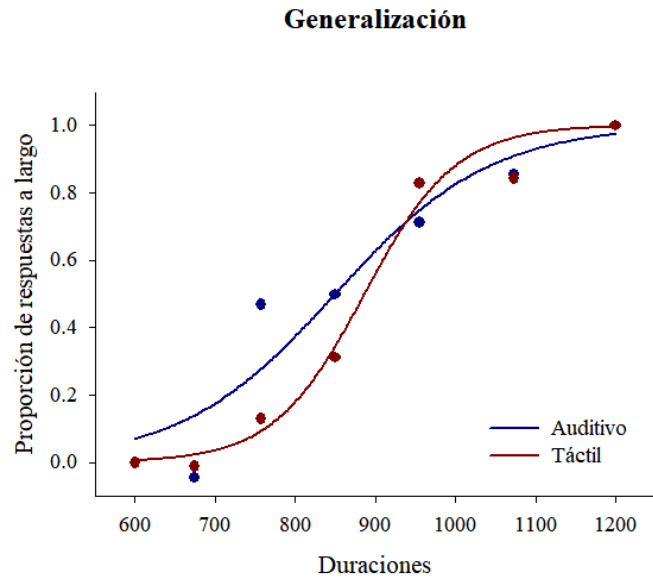
**Figura E2**

*Promedio de tiempo de reacción agregando IR en duraciones base*



## Anexo F

**Figura F1**  
*Ajuste de dos parámetros en generalización*



## Figura F2

Ajuste de dos parámetros en generalización con IR

