



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE PSICOLOGÍA**

**CONTROL ATENCIONAL DE LA ESTIMACIÓN  
TEMPORAL: EL EFECTO DE LA EXPECTATIVA DE  
LA INTERRUPCIÓN**

**T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
LICENCIADO EN PSICOLOGÍA**

**PRESENTA:  
MARTHA IRENE VEGA FROLA**

**DIRECTOR: DRA. JUDITH MARINA MENEZ DÍAZ**

**COMITÉ: DR. FLORENTE LÓPEZ RODRÍGUEZ  
DR. ÁLVARO TORRES CHÁVEZ  
DRA. PATRICIA ROMERO SÁNCHEZ  
DR. OSCAR ZAMORA ARÉVALO**

**TESIS APOYADA POR EL PROYECTO:  
PAPIIT RN 305412**



**MÉXICO, D. F.**

**OCTUBRE 2015**



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

A mis papás **Violeta** y **Mario**:

Gracias por el amor y el apoyo que me han dado toda la vida, pero especialmente durante éste momento tan importante, cualquier palabra quedaría corta para describir lo que han hecho por mí.

**Papá**, gracias por esforzarte para que mi única preocupación fuera estudiar, gracias por las pláticas y todos los consejos que me diste.

**Mamá**, gracias por impulsarme a ser mejor, por ese “exígete más” que nunca faltó. Gracias por ser un ejemplo de fortaleza y dedicación.

**Los amo.**

A mi hermano **Mario** (Alberto):

Hermanini, gracias por todo, por tu cariño y apoyo, por compartir los buenos y malos momentos, **te quiero**. Hace algunos años me dijiste “Hay que salir adelante chaparra” y ahora estamos aquí, ambos adelante, ambos logrando nuestras metas, pero más importante estamos juntos. Ahora, sigamos adelante.

A **mi familia** (tíos, primos y abuelos):

Por siempre estar a mi lado, no sólo por acompañarme durante los muchos momentos difíciles que ha vivido la familia, sino también por asegurarse de que los buenos momentos siempre ganaran, sin ustedes y su apoyo, no estaría aquí.

A mis amigos dentro de la facultad:

**Rodrigo** (titiris), por acompañarme en la recta final de la carrera, por ser mi colega, mi amigo y mi hermano, por compartir conmigo pláticas, risas, tantos momentos de diversión y de aprendizaje. Gracias por animarme a seguir éste camino, por creer en mí cuando a veces yo dudaba y por todos los consejos que me diste. Sin duda nos espera un largo trayecto, afortunadamente el tiempo pasa volando en compañía de un buen amigo.

**Karina**, primero que nada por tu ayuda durante las sesiones experimentales, sin importar si era navidad o año nuevo, sábado o domingo, con esas ratitas que fueron casi tan tuyas como mías. Pero sobre todo, gracias por tu valiosa amistad y todas las palabras de aliento durante el desarrollo de mi tesis.

**Yutzil, Dara, Brenda y Karla**, por haber formado parte de una de las mejores etapas de mi vida, por sus las pláticas, los cafecitos, todos los trabajos en equipo a los que sobrevivimos y las fiestas, no olvidemos las fiestas ¡Las quiero!

Y a mis amigos fuera de ella:

**Sofía, Diana y Mara** por su amistad durante tantos años, porque a pesar de que hemos decidido tomar diferentes caminos, se han asegurado de estar presentes en momentos importantes como éste, las quiero.

**Samuel y Adriana**, amigos ¿qué puedo decirles? Se han encargado de dejar huella en mi vida, gracias por acompañarme constantemente durante 6 años, gracias por su amistad, por las pláticas, cenas, conciertos, salidas, por apoyarme en todo momento. Gracias por ser ustedes ¡Los quiero!

A los integrantes del Laboratorio de Coyoacán:

**Dra. Marina:** por invitarme al laboratorio y darme la oportunidad iniciarme en la investigación. Por todos los consejos y conocimientos que compartiste conmigo a lo largo de éste proceso. Por tu ayuda para la realización de ambos experimentos. Gracias por la atención que le dedicaste a éste trabajo y a mi desarrollo profesional.

**Sarahí:** gracias por enseñarme a programar y a trabajar con las ratitas, por todos los consejos que me has dado desde que llegué al laboratorio y por la ayuda que me brindaste durante las sesiones experimentales de mi tesis.

**Dr. Florente:** gracias por la guía, conocimientos y comentarios, que permitieron que desarrollara el presente trabajo.

**Dra. Patricia:** por todas sus atenciones, su ayuda para conseguir participantes y por el tiempo e interés prestados a la revisión de éste trabajo.

Al resto de mis sinodales:

**Dr. Álvaro Torres y Dr. Oscar Zamora**, gracias por el interés y tiempo que ambos dedicaron en la revisión del presente escrito.

En memoria de **Martha Jaime de Frola**

## ÍNDICE

RESUMEN .....	1
1. INTRODUCCIÓN .....	2
2. PROPUESTA EXPERIMENTAL .....	21
3. EXPERIMENTO 1 .....	25
3.1. MÉTODO .....	25
3.2. RESULTADOS .....	31
3.3. DISCUSIÓN .....	43
4. EXPERIMENTO 2 .....	49
4.1. MÉTODO .....	49
4.2. RESULTADOS .....	56
4.3. DISCUSIÓN .....	60
5. DISCUSIÓN GENERAL .....	65
6. REFERENCIAS .....	71
ANEXO 1.....	76
ANEXO 2.....	78

# **CONTROL ATENCIONAL DE LA ESTIMACIÓN TEMPORAL: EL EFECTO DE LA EXPECTATIVA DE LA INTERRUPCIÓN**

## **RESUMEN**

De acuerdo con Fortin (2003), en una tarea temporal, la expectativa de un evento tal como la interrupción del marcador temporal da lugar a la división atencional ocasionando subestimaciones del tiempo percibido; el presente estudio tuvo como objetivo, a partir de la realización de un experimento con ratas y otro con humanos, evaluar el efecto que la manipulación de la frecuencia de ocurrencia de interrupciones en un procedimiento pico tiene sobre las estimaciones de los organismos con el fin de crear expectativas sin la necesidad de utilizar instrucciones verbales, además de evaluar, en una segunda fase, el efecto que la reversión de las condiciones de frecuencia de ocurrencia de interrupciones tiene sobre las expectativas existentes. A pesar de que los resultados de ambos experimentos apoyan la hipótesis de uso compartido de recursos y por lo tanto la hipótesis del control atencional sobre la estimación temporal ya que en ambos casos los organismos expuestos a una mayor frecuencia de interrupciones presentaron subestimaciones temporales en los ensayos con interrupciones, sólo los humanos crearon expectativas ya que presentaron dichas subestimaciones aún en la ausencia de la interrupción y estas expectativas se mantuvieron a lo largo de las fases experimentales.

## 1. INTRODUCCIÓN

Una de las áreas de mayor interés y tradición dentro de la psicología concierne al estudio de los diferentes procesos que intervienen en la estimación temporal, haciendo referencia generalmente, a procesos de estimación y reproducción de duraciones cortas que se encuentran en el rango de segundos a minutos.

El tiempo es una dimensión involucrada en la mayoría de las actividades de los animales, día a día un humano, una rata, un pichón o algún otro animal se enfrenta a regularidades temporales en su ambiente y ser sensible a éstas resulta un comportamiento adaptativo.

La estimación temporal es un proceso complejo que ha sido estudiado por diferentes teóricos y ha sido sujeto de diversos modelos que buscan descifrar sus propiedades, sin embargo un modelo en especial ha destacado por encima de los otros debido a su gran influencia en los estudios del área en los últimos 30 años.

La Teoría de Expectativa Escalar (SET por sus siglas en inglés) propuesta por Gibbon en 1977 y desarrollada posteriormente por Gibbon et al. (1984) plantea no sólo un modelo cuantitativo de la estimación temporal, sino también un modelo descriptivo de reloj interno, que proponen que la conducta de los organismos en tareas temporales es el reflejo de las expectativas de reforzamiento basadas en estimados temporales del momento previsto para el reforzamiento, de este modo la teoría propone que los sujetos hacen un estimado de cuándo se prevé el reforzamiento y crean una expectativa de recompensa en ese valor; así, mientras



un nuevo intervalo transcurre la expectativa aumenta y cuando ésta representa una mejora discriminable sobre la expectativa general del reforzamiento, el sujeto comienza a responder (Gibbon, 1977).

Church (2003) afirma que SET puede entenderse en tres niveles: al nivel de principios o generalizaciones empíricas, a nivel de metáfora o de descripción de la teoría en términos de un procesamiento de la información y en un nivel formal, es decir, a partir de las ecuaciones que dan sustancia a la teoría. Sin embargo, para los fines del presente estudio, el punto focal de la teoría se ubica en la descripción del procesamiento de información ya que nos permite entender los procesos cognitivos que tienen lugar en la estimación temporal.

A un nivel descriptivo, SET propone un modelo de procesamiento de la información temporal basado en un mecanismo de reloj interno compuesto por un proceso de reloj, un proceso de memoria y un proceso de decisión. Como se observa en la Figura 1, durante el proceso de reloj, un generador emite pulsos a una tasa altamente relacionada con las unidades de tiempo (Gibbon, 1991); después de un entrenamiento adecuado, un switch permite el paso de pulsos hacia el acumulador durante la duración en la que el marcador temporal entrenado esté presente, permitiendo de este modo que los pulsos recolectados sean registrados en el acumulador. Posteriormente, durante el proceso de memoria, una representación del número de pulsos en acumulador es almacenada en la memoria de trabajo, dicha memoria se actualiza constantemente durante el ensayo, si al final del ensayo, una respuesta se emite y es reforzada, entonces el valor registrado en la memoria de trabajo es almacenado en la memoria de

referencia para formar parte de una distribución de valores temporales previamente reforzados. Por último, en el proceso de decisión que tiene lugar durante todo el ensayo, el comparador, al contrastar el valor en memoria de trabajo con un valor muestreado de la memoria de referencia, se encarga de juzgar si la discrepancia entre ambos valores es lo suficientemente pequeña de acuerdo a un umbral dado para que la estimación termine y el organismo responda, reiniciándose el ciclo si así lo requiere la tarea temporal.

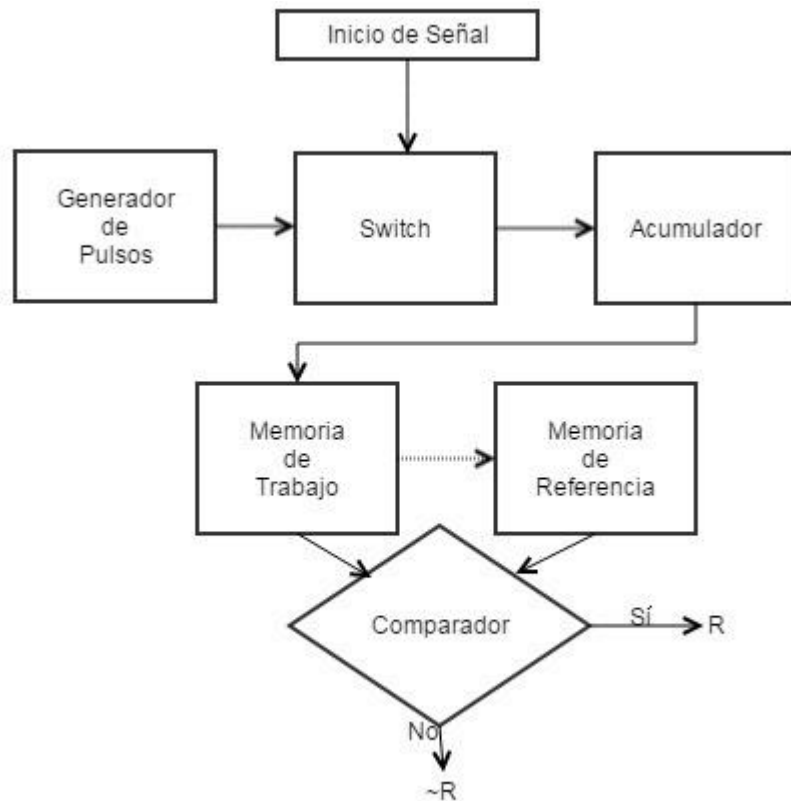


Figura 1. Diagrama del modelo de procesamiento de la información según la Teoría de Expectativa Escalar (Gibbon, 1991).

Así pues, una estimación temporal precisa permite a los organismos predecir los momentos adecuados para la ocurrencia de eventos biológicamente

importantes, sin embargo, ésta depende de la percepción, que si bien la mayoría de las veces nuestras percepciones coinciden con el tiempo físico, en ocasiones, distintas variables tanto ambientales como orgánicas pueden sesgarlas y llevarnos a sobrestimar o subestimar el tiempo experimentado, por lo que resulta importante analizar la forma en que dichas variables afectan nuestra percepción temporal.

Por ejemplo, cuando hacemos algo que nos agrada mucho o que, en su defecto, no es extremadamente demandante pareciera que el tiempo "se pasa volando", es decir, percibimos que el tiempo pasa más rápido de lo que en realidad lo hace debido a que no somos capaces de atender al pasar del tiempo en un cien por ciento puesto que nuestra atención se desvía a la actividad que realizamos en ese momento.

De acuerdo a SET existe un control atencional que surge de un sistema de emisión de pulsos-acumulador. Los pulsos son emitidos constantemente sin embargo, existe un mecanismo de tipo switch cuyo cierre, al iniciarse el marcador temporal, permite pasar los pulsos al acumulador. De tal manera que el switch se presenta como una fuente constante de variabilidad al cerrarse al inicio de una duración a estimar y abrirse al terminar ésta interrumpiendo la acumulación de pulsos, sin embargo la activación del switch dependerá de la atención que se preste a la estimación y al marcador temporal en un momento dado (Meck, 1984).

La percepción del paso del tiempo y su relación con el grado de atención dirigido a la estimación temporal han sido temas ampliamente estudiados dentro del paradigma de la tarea dual (p. e. Macar, Grondin & Casini, 1994; Brown, 1997) la cual propone la existencia de un doble procesamiento que divide los recursos

atencionales según sea la demanda de cada uno de ellos: un procesamiento de información temporal y un procesamiento general el cual se encarga de procesar la información no temporal. De acuerdo a dicho paradigma, la presentación de una tarea dual donde el sujeto debe atender a información temporal mientras se le presenta una tarea en la cual debe atender a otro tipo de información puede ocasionar que un determinado número de pulsos no sean acumulados lo que provoca que los tiempos percibidos sean menores a los que en realidad han sido presentados, es decir, una subestimación temporal.

El efecto de la tarea dual sobre la estimación temporal puede explicarse por la “hipótesis de uso compartido de recursos” (Time-Sharing, por su nombre en inglés) donde, de acuerdo con Thomas y Weaver (1975) los recursos atencionales son limitados y compartidos, de modo tal que la existencia de dos diferentes demandas atencionales da lugar a la reasignación de los recursos atencionales disponibles ocasionando una distorsión en el tiempo percibido, la cual normalmente se refleja en la subestimación de las duraciones percibidas por el individuo (Buhusi & Meck, 2006).

Dentro de los estudios de tarea dual, se asumía que la acumulación de pulsos se interrumpía al desviar la atención de la tarea de estimación temporal a una tarea concurrente sin embargo, nunca se había manipulado directamente la interrupción de la emisión de pulsos de manera independiente a esta tarea concurrente por lo que los efectos de la interrupción de la acumulación de pulsos no podían dissociarse de los efectos de las tareas concurrentes cuales quiera que

estas fueran, pero ¿cómo se podría manipular experimentalmente la interrupción de la emisión de pulsos sin la necesidad de recurrir a una tarea dual?

Roberts y Church (1978) proponen que dentro de una tarea temporal, ante la interrupción del estímulo a estimar, el switch se abre impidiendo que los pulsos emitidos se acumulen y al reanudarse el estímulo, el switch se cierra continuando con la estimación temporal. Es por esto que la utilización del procedimiento pico con interrupciones en animales no humanos, donde se introducen interrupciones temporales en el estímulo que el animal aprende a estimar, ha servido de base para el estudio del efecto de la interrupción de la emisión de pulsos en la estimación de intervalos temporales (p.e. Cabeza de Vaca, Brown & Hemmes, 1994; Buhusi & Meck, 2006; Menez, 2012).

Inspirados en este procedimiento y bajo la premisa de que una interrupción en el estímulo a estimar ocasiona una pausa en la acumulación de los pulsos, Fortin y Massé (2000) plantean una alternativa para disociar los efectos de la interrupción de la estimación de los efectos de las tareas no temporales que se dan al utilizar tareas duales, utilizando únicamente una tarea de producción. Durante la tarea los participantes debían producir una duración previamente entrenada presionando una tecla dos veces: la primera presión de la tecla iniciaba un tono y la segunda lo terminaba. En los ensayos experimentales el tono era interrumpido en un momento dado después de la primera presión de la tecla. Se indicó a los participantes que su tarea era producir el intervalo entrenado sin incluir la duración de la interrupción presentada, es decir producir la suma de los

periodos previo y posterior a la interrupción. Además, se les indicó que la duración y localización de la interrupción podía variar.

En el experimento 2 de ese mismo estudio, los autores variaron la localización de las interrupciones en el estímulo a producir (Figura 2) así como su duración, además, distribuyeron los ensayos en bloques mezclados de modo tal que los niveles de incertidumbre sobre la duración y localización de la interrupción fueran altos y encontraron que, independientemente del valor de la duración de la interrupción, el promedio de los intervalos producidos se alargaba en función de los valores crecientes de la localización de la interrupción, es decir, con la duración del intervalo previo a la interrupción, a esto le llamaron el “Efecto de la localización de la Interrupción”.

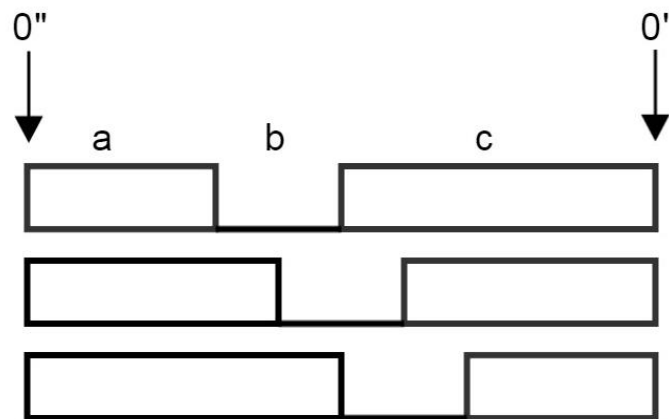


Figura 2. Esquema que muestra los diferentes tipos de ensayos experimentales con interrupción del procedimiento de Fortin y Masse (adaptado de Fortin, 2003). Las flechas simbolizan la presión de la tecla que iniciaba y terminaba el tono. La letra b representa el periodo de la interrupción programada del tono, mientras que las letras a y c indican el periodo previo y posterior a la interrupción, respectivamente.

Dicho efecto puede explicarse dentro del marco de la teoría del "Time-Sharing" donde existe un reloj interno cuya acumulación de pulsos obedece en

parte a un control atencional. Como se muestra en la Figura 3, en el momento en el que el participante oprime la tecla para dar inicio al tono, comienza la acumulación de pulsos: en el caso de los ensayos de entrenamiento (a), los pulsos se acumulan a una tasa constante hasta llegar al criterio para que el participante presione nuevamente la tecla para terminar el tono, mientras que en los ensayos experimentales (b), los pulsos se acumulan a una tasa menor a la normal hasta el inicio de la interrupción del tono, durante la cual la acumulación de puntos se interrumpe, para posteriormente reanudarse a una tasa normal hasta llegar al criterio para responder, resultando en producciones mayores a las producciones del entrenamiento.

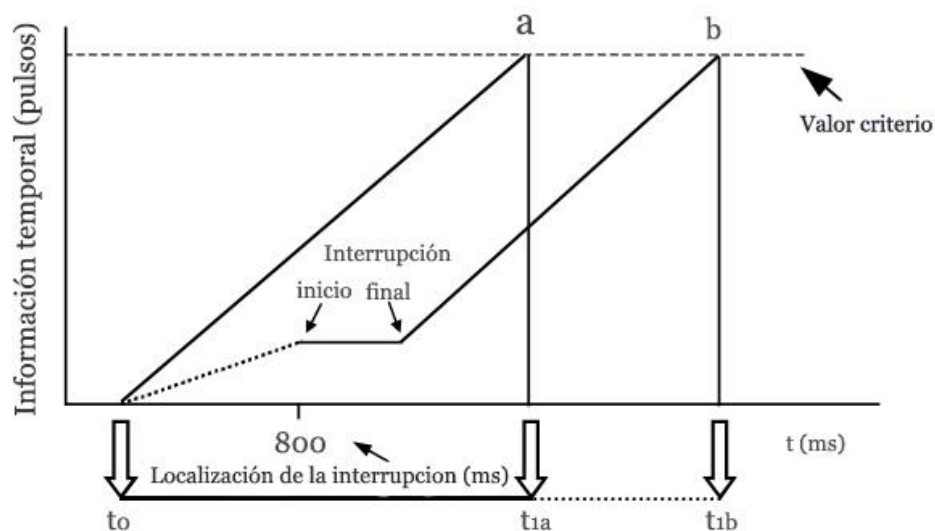


Figura 3. Cambio en la tasa de acumulación de pulsos en una tarea de producción con interrupciones (adaptado de Fortin, 2003). Las flechas blancas indican los diferentes posibles momentos de presión de la tecla para iniciar ( $t_0$ ) y terminar ( $t_{1a}$  y  $t_{1b}$ ) dependiendo del tipo de ensayo que se trate: entrenamiento (a) o experimentales (b).

Así, Fortin y Massé afirman que el alargamiento de los intervalos producidos por los participantes podría deberse a que la expectativa que se tiene de una inminente interrupción, durante el periodo previo a la misma, ocasiona que los recursos atencionales se dividan entre la acumulación de pulsos y el monitoreo de la fuente de donde vendrá la interrupción del estímulo a estimar, causando una pérdida de pulsos, por lo que el participante tarda más en llegar al valor criterio para finalizar el intervalo. Así mismo, el hecho de que los intervalos producidos se alarguen en función del crecimiento de los valores de localización de la interrupción puede deberse a que el tiempo en el que los recursos atencionales se dividen entre el monitoreo de la interrupción y la acumulación de pulsos, también llamado "tiempo de espera", es mayor para una interrupción localizada tardíamente que para una interrupción localizada tempranamente, de modo tal que al mantenerse una tasa de acumulación de pulsos disminuida durante el tiempo de espera, en los ensayos con interrupción tardía se pierde una mayor cantidad de pulsos durante el mismo tiempo real en comparación con los ensayos con una interrupción temprana.

Con el afán de comprobar lo anterior, en el experimento 3 del mismo estudio, enfocándose en el "tiempo de espera", el periodo entre el inicio del tono y el inicio de la interrupción, como la variable independiente, los autores deciden agregar ensayos de prueba donde no había interrupciones, indicando a los participantes que algunos ensayos experimentales no tendrían interrupción, de modo tal que al no saber de qué tipo de ensayo se trataba, en caso de que estuvieran en lo cierto respecto al efecto de la localización de la interrupción, el



participante esperaría la interrupción durante la mayor parte del tiempo del periodo previo a la misma incluso si no hubiese interrupción. Los resultados confirmaron lo anterior, al observar que de nuevo, el promedio de los intervalos producidos se alargaba proporcionalmente con valores crecientes del tiempo de espera.

Para corroborar su interpretación de Time-Sharing, en el experimento número 4, mezclaron ensayos con y sin interrupción, pero una parte de los ensayos sin interrupción fueron señalados de modo tal que eran precedidos por una señal que avisaba al participante que el ensayo no tendría interrupción. Los resultados de este experimento mostraron un efecto de localización de la interrupción, pero además, mostraron que incluso cuando la interrupción no se presentaba, el intervalo producido se alargaba lo que confirmaba una vez más que la expectativa de la interrupción, más que la interrupción misma, podría ser la fuente de la división de recursos atencionales al momento de estimar duraciones, ocasionando la pérdida relativa de información temporal durante la estimación y, por lo tanto, las subestimaciones temporales.

No obstante, esta explicación, a pesar de ser compatible con la hipótesis del "Time-Sharing", podría no ser la única explicación posible. Buhusi y Meck (2006) proponen que el proceso de re-asignación de recursos resulta en un decaimiento de la cantidad de pulsos almacenados en la memoria de trabajo, de acuerdo con los autores esta explicación proporciona un mecanismo cuantitativo para la hipótesis de "Time-Sharing" al afirmar que la reasignación de recursos depende de la saliencia del evento interruptor, sea un estímulo distractor o una

interrupción del estímulo, misma que controla la tasa a la cual decae la memoria de trabajo.

Los efectos que la expectativa tiene sobre las percepciones han sido un tema de interés para diversos estudios de la psicología (p. e. Withe & Davies, 2008; Summerfield & Egner, 2009; Rohenkohl et al., 2012; Vangkilde, Coull & Bundesen, 2012), pero dentro del campo de la estimación temporal, poco es lo que se sabe sobre ellos. De acuerdo con Nobre (2010) el cerebro constantemente genera predicciones sobre eventos esperados y relevantes en nuestro medio ambiente que se traducen en expectativas temporales que sesgan las acciones y percepciones de un organismo, por lo tanto lo que el organismo percibe, incluido el paso del tiempo, depende de las expectativas creadas a partir de las regularidades de su ambiente.

Según Barnes y Jones (2000) la expectativa es un constructo inherentemente temporal que predispone al individuo a percibir o responder en un tiempo futuro. Existen dos formas principales para estudiarla: Desde la teoría de la probabilidad, donde, bajo ciertas circunstancias, los individuos son más rápidos o precisos al responder a eventos muy probables que a eventos raros; o desde una aproximación de contexto local, donde la información preliminar, más que las características probabilísticas del contexto a largo plazo, orienta la atención del individuo hacia un estímulo en particular.

A partir de la aproximación probabilística, y relacionando la expectativa con la certidumbre, Fortin (2003) plantea que entre más seguro se esté sobre la ocurrencia de un evento, más expectativa se tiene del mismo, de este modo, el

nivel de expectativa de una interrupción, se puede modificar a partir de la manipulación del grado de certidumbre de la misma, variando la frecuencia relativa de ensayos con y sin interrupción.

Con el fin de comprobar si manipular el nivel de la expectativa de la interrupción podría modificar la tasa de acumulación de pulsos dentro de la estimación temporal, en el primer experimento de su estudio, la autora manipula la frecuencia relativa de los ensayos con y sin interrupción, comparando dos condiciones principales: condición de alta frecuencia, donde una interrupción es altamente probable; y condición de baja frecuencia, donde una interrupción es menos probable.

Con una tarea semejante a la del estudio de Fortin y Massé (2000), Fortin (2003) asignó a los participantes de manera aleatoria a dos grupos: el grupo de baja frecuencia, donde el 46% de los ensayos en un bloque incluían una interrupción y el grupo de alta frecuencia, donde el 92% de los ensayos en un bloque incluían una interrupción. Tanto la duración como la localización de las interrupciones fueron variadas dentro de los bloques y los ensayos con y sin interrupción fueron entremezclados de manera aleatoria. Además, todos los participantes fueron probados en dos tipos de señal de interrupción (continua o discontinua) en sesiones separadas.

A los participantes no se les mencionó la proporción exacta de ensayos con y sin interrupciones, sin embargo, en la condición de alta frecuencia la instrucción dada fue "La mayoría de los ensayos incluyen una interrupción durante la cual la estimación temporal debe interrumpirse" mientras que en la condición de baja

frecuencia la parte de "La mayoría de los ensayos" fue remplazada por "Algunos ensayos".

Los resultados en general mostraron el efecto de la localización de la interrupción, pero además se observó que este efecto era más fuerte cuando los ensayos con interrupción eran más frecuentes, es decir, las producciones para el grupo de alta frecuencia fueron mayores que las del grupo de baja. Esta observación apoya la hipótesis de que aumentar el grado de certeza acerca de la ocurrencia de la interrupción, aumenta los niveles de expectativa de la misma, disminuyendo la tasa de acumulación de pulsos de forma mayor. Además, se encontró una interacción entre los niveles de frecuencia de ensayos con interrupción y la localización de la interrupción, debido a la cual el alargamiento de los intervalos producidos fue más pronunciado cuando el grado de certeza sobre la ocurrencia de la interrupción era alto.

Fortin explica que la diferencia en las tasas de acumulación de pulsos puede deberse al aumento diferenciado en la frecuencia de cambios atencionales, descritos en la teoría de "Time-Sharing" (Buhusi, 2003; Buhusi & Meck, 2006, Aum, Brown & Hemmes, 2004), es decir, a un mayor número de cierres y aperturas del switch del reloj interno durante la producción temporal que provoca que el participante tarde más tiempo en llegar al criterio necesario para emitir la respuesta que finalice la producción temporal. De acuerdo con su interpretación, la acumulación resulta de una operación tipo "encendido-apagado" dependiendo de que la atención esté enfocada en la información temporal o no; de este modo, la

acumulación está bajo el control de un mecanismo tipo "switch intermitente" (Lejeune, 1998; Penney, 2003).

Este fenómeno ha sido estudiado bajo diversos procedimientos como la reproducción temporal (Fortin, 2003), la bisección temporal y más recientemente el procedimiento de pico (Fortin et al., 2009).

En el caso particular del estudio de Fortin y colaboradores del 2009, resulta de gran interés la utilización del procedimiento pico para estudiar el fenómeno de la localización de la interrupción y del efecto de la expectativa de la misma ya que, como se mencionó anteriormente, la idea de controlar la interrupción de emisión de pulsos a partir de las interrupciones del estímulo a estimar surgió de la revisión de los estudios de estimación temporal realizados con animales no humanos utilizando un procedimiento pico con interrupciones. Asimismo, debido a las características propias del procedimiento, es posible registrar más de una emisión de la operante y de este modo tomar en cuenta la misma variabilidad de la estimación temporal del sujeto, permitiendo localizar el valor que los sujetos juzgan como el asociado al tiempo de reforzamiento.

Así pues, el procedimiento pico se presenta como una alternativa procedimental interesante para estudiar los modos de operación del reloj interno ante diversas manipulaciones. Dicho procedimiento consiste en sesiones con dos tipos de ensayos discretos: ensayos de intervalo fijo (IF), donde la primer respuesta del organismo después de un estímulo con una duración fija es reforzada y ensayos de prueba o línea base, también conocidos como de intervalo pico (IP), donde se omite el reforzador y la duración de estos se extiende por lo

menos el doble de la duración del IF. De este modo, partiendo del proceso discriminativo que ocurre en un ensayo IF donde la respuesta media incrementa en función del tiempo desde el inicio del estímulo hasta la entrega del reforzador, al entremezclar aleatoriamente ambos tipos de ensayo, el procedimiento pico permite examinar en los ensayos de prueba las respuestas dadas en períodos posteriores al momento de reforzamiento entrenado y así, observar la gradual disminución de la tasa de la respuesta conforme el valor del intervalo se va alejando de la duración entrenada (Church, 1984).

Diversos estudios se han preocupado por entender cómo se comporta el reloj cuando el estímulo que marca el intervalo fijo es interrumpido por una duración breve durante el intervalo (p. e. Roberts, 1981; Cabeza de Vaca, Brown & Hemmes 1994; Fortin, Bedard & Champagne, 2005; Buhusi & Meck, 2006, Fortin, et al., 2009, Menez, 2012) y la mayoría de ellos se han interesado en el desplazamiento de los picos en función de la localización, duración y/o características de las interrupciones logrando cuantificar el efecto que éstas tienen en la estimación temporal del sujeto, a este procedimiento se le conoce como procedimiento pico con interrupción.

Si bien el efecto de la manipulación de las interrupciones en un procedimiento pico ha sido ampliamente estudiado en animales no humanos, el fenómeno no había sido abordado de igual forma en humanos. Es por esto que en el 2009, Fortin y colaboradores, con el fin de verificar el efecto de variar la localización de la interrupción en humanos y evaluar el efecto de las interrupciones

cuando éstas son esperadas, decidieron implementar una tarea semejante a la producción temporal y análoga al procedimiento pico.

Como se muestra en la Figura 4 (panel superior), en los dos experimentos realizados dentro de este estudio, la tarea temporal se dividió en dos fases: primero una fase de *observación* donde los participantes codificaban la duración de un tono que podía durar 2.4, 3.2 o 4 segundos, y luego una fase de *producción* que comenzaba después de una breve pausa con una segunda presentación del tono donde los participantes, al estimar que la duración del mismo se acercaba a la duración meta, debían comenzar a presionar la tecla repetidamente hasta que juzgaran que la duración meta se había terminado. En el caso de los ensayos con interrupción (Figura 4, panel inferior), ésta tenía lugar durante la presentación del tono en la fase de observación, los participantes debían producir la duración total del tono ignorando la interrupción, de este modo los participantes debían empezar a estimar el tiempo al iniciarse el tono, e interrumpir dicha estimación durante la interrupción del mismo. Durante la fase de producción, en ambos tipos de ensayo, después de juzgar que la duración meta había concluido, el participante podía terminar el ensayo presionando la tecla “Enter”, de no hacerlo el programa incluía una terminación automática cuando la duración del intervalo fuera igual al triple de la duración meta de la fase de observación.

Las duraciones de los tiempos meta presentados durante la fase de observación variaban de ensayo a ensayo, del mismo modo que en los ensayos con interrupción, la localización y duración de la misma variaban entre ensayos. En el experimento 1 de dicho estudio todos los ensayos incluían una interrupción.

En el experimento 2, se mezclaron ensayos con interrupción y ensayos sin interrupción para probar el efecto de la expectativa en ausencia de la ocurrencia de la interrupción.

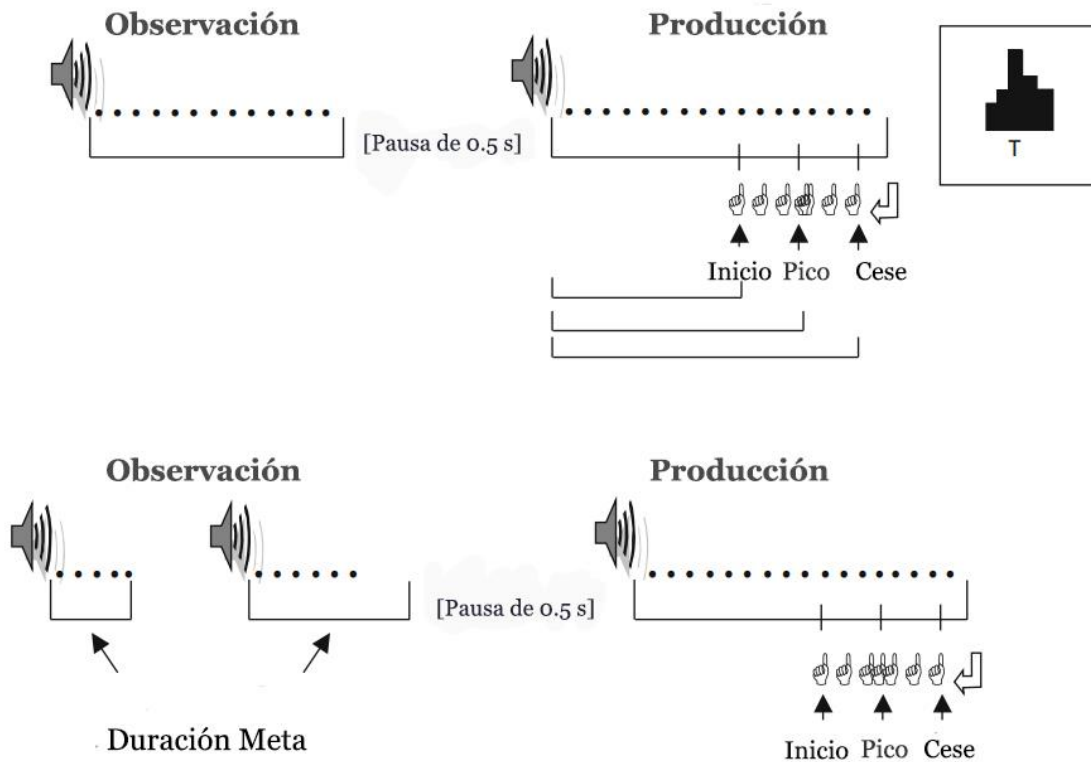


Figura 4. Ilustración esquemática del procedimiento pico con interrupciones en humanos utilizado por Fortin y colaboradores (2009). El panel superior muestra los ensayos sin interrupción y el panel inferior los ensayos con interrupción, ambos tipos de ensayo se dividen en dos fases: observación y producción. Adaptada de Fortin, et al, 2009.

De una manera similar al estudio de Fortin y Massé en el 2000, el estudio de Fortin y colaboradores de 2009, arrojó resultados que mostraron efectos significativos de la localización de la interrupción, además en el experimento 2 los tiempos pico producidos en ensayos sin interrupción fueron aún más cortos que los de los ensayos con interrupción, lo que apoya fuertemente la interpretación del



efecto de la expectativa de la interrupción, donde a mayor duración de la expectativa, menor será el tiempo estimado.

Además, dentro de su discusión general estos autores sugieren la posibilidad de encontrar un efecto semejante en animales no humanos, ya que en 1999 Lejeune y colaboradores interpretaron de manera similar los resultados obtenidos en un procedimiento de tarea dual con palomas. En ese estudio, los sujetos debían resolver una tarea dual compuesta de una tarea de discriminación temporal y un programa de reforzamiento de razón variable (RV). La tarea no temporal podía presentarse de manera temprana o tardía durante la presentación de la señal a estimar; los resultados sugirieron que las palomas subestimaron el tiempo de la señal previo a la introducción de la tarea no temporal ya que el porcentaje de respuestas a “largo” fue menor cuando la tarea de razón variable era introducida de forma tardía. Para explicar sus resultados, Lejeune y colaboradores aluden a un modelo de reloj interno donde los cambios atencionales durante el periodo previo a la introducción de la RV enlentecen la tasa de acumulación de pulsos.

Sin embargo, es importante ser cuidadosos al comparar animales humanos con los animales no humanos ya que existen muchas diferencias entre los procedimientos, de acuerdo a la especie, lo que podría hacer la equivalencia de procesos algo debatible. Por principio, los intervalos temporales en procedimientos con animales no humanos son normalmente más largos que en procedimientos con humanos, además en los procedimientos con humanos generalmente se utilizan diferentes duraciones combinadas de ensayo a ensayo lo que implica una

demanda específica y diferente en la memoria de trabajo, por último, y quizá una de las diferencias más importantes, las instrucciones verbales presentes en los procedimientos con humanos juegan un papel determinante en el desempeño de los participantes en las tareas temporales, de tal manera que además de estar sujetos a la programación misma de la tarea, el modo en el que los participantes respondan dependerá de la forma en la que los experimentadores hayan expresado las instrucciones.

## 2. PROPUESTA EXPERIMENTAL

El efecto de la expectativa en la estimación temporal ha sido ampliamente estudiado en humanos bajo diversos procedimientos como la reproducción temporal (Fortin, 2003), la bisección temporal y más recientemente el procedimiento de pico (Fortin et al., 2009). De acuerdo con dichos estudios, la expectativa de la interrupción vista desde una aproximación probabilística, es decir creada a partir de la certidumbre de su ocurrencia, tiene un efecto sobre la estimación temporal provocando que el participante subestime el tiempo cuando los niveles de expectativa son mayores. Además, la localización de la interrupción, directamente relacionada con el tiempo de espera por el evento en sí, tiene también un efecto haciendo que, en niveles altos de expectativa, el sujeto subestime en mayor medida los ensayos sin interrupción, debido a que son los ensayos en los que más tiempo espera por la interrupción seguidos por los ensayos de interrupción tardía y los de interrupción temprana donde las subestimaciones son menores.

A pesar de las conclusiones de dichos estudios, resulta interesante observar que la expectativa de la que hablan, más allá de ser creada a partir de la manipulación de la frecuencia relativa de ocurrencia de las interrupciones dentro de la sesión experimental, es creada además por las instrucciones dadas en el momento del experimento. De este modo, surge una nueva pregunta ¿Bastará tan sólo con la manipulación de la frecuencia relativa de ocurrencia de las interrupciones para crear una expectativa sobre el evento lo suficientemente alta como para producir cambios atencionales que se reflejen en subestimaciones

temporales? Además, al presentarse la posibilidad de dejar de lado el papel de las instrucciones verbales en la creación de la expectativa ¿será posible encontrar un efecto semejante en animales no humanos a partir de la manipulación de la frecuencia de ocurrencia de la interrupción? Por último, tratando de ir más allá de los hallazgos reportados con respecto al efecto de la expectativa ¿Será posible que el efecto que tiene la expectativa de la interrupción sobre la estimación temporal sea reversible si se revierten las condiciones de frecuencias de la interrupción? De no ser así ¿Qué curso tomaría el control de las condiciones sobre la estimación temporal al introducir la condición de reversión?

De ser posible crear expectativas a partir de la manipulación de la frecuencia de ocurrencia de las interrupciones, se esperaría que el grupo de alta expectativa, es decir el expuesto a una mayor frecuencia de interrupciones, presentara subestimaciones temporales mientras que el grupo de baja expectativa, es decir el grupo expuesto a una menor frecuencia de interrupciones, presentara estimaciones más cercanas a la duración objetivo. Además, se esperaría que al momento de revertir las expectativas a partir del aumento o disminución de la frecuencia de ocurrencia (según sea el caso), los sujetos expuestos a una mayor frecuencia de interrupciones, durante esta segunda fase, comenzaran a presentar subestimaciones temporales mientras que los sujetos expuestos a menos interrupciones tuviesen estimaciones cercanas al valor de intervalo fijo entrenado.

Con el objetivo de hallar respuestas a estas preguntas el presente estudio pretende, en un primer experimento, replicar la idea principal de Fortin con una

preparación experimental que permita aplicarlo en ratas como sujetos experimentales utilizando el procedimiento de pico con interrupciones comúnmente utilizado para trabajar con animales no humanos (Cabeza de Vaca, et al. 1994) manipulando diferencialmente la frecuencia relativa de ocurrencia de la interrupción de acuerdo al grupo al que pertenezca el sujeto, y en un segundo experimento con humanos, utilizar un nuevo procedimiento de tipo pico, que permita comparar el efecto que la manipulación de la frecuencia de las interrupciones tiene en estas diferentes especies, esperando encontrar mayores subestimaciones en los grupos expuestos a una mayor frecuencia relativa de interrupción.

A fin de crear una preparación experimental más parecida al procedimiento pico utilizado comúnmente en animales no humanos, se modificará la tarea de procedimiento de pico para humanos en computadora propuesta por Guilhardi, et al. (2010). Dicha tarea consta de un programa de computadora creado en Matlab compuesta por dos tipos de ensayo: Ensayos de intervalo fijo (a) en los cuales, después de la emisión de un clic auditivo que marcará el inicio del ensayo, se presentará un blanco en la parte media de la pantalla que se desplazará a una velocidad constante, de izquierda a derecha. El tiempo que tarda el blanco en llegar al centro de la pantalla es igual al valor del intervalo fijo al cual se entrenará al participante; y ensayos de prueba o pico (b) en los cuales, junto con el clic auditivo que marca el inicio del ensayo, aparecerá un rectángulo blanco que cubra la trayectoria del blanco. Dichos ensayos tienen una duración igual al doble de la

de los ensayos de intervalo fijo, es decir, el tiempo que tarda el blanco en cruzar la pantalla.

La tarea del participante, en ambos tipos de ensayo, consiste en acumular el mayor número de puntos posibles por ensayo. El participante debe presionar la barra espaciadora para producir disparos en el centro de la pantalla de modo tal que cuando el blanco pase por ahí, el participante pueda atinar al blanco el mayor número de veces posibles. El participante recibe puntos por atinar al blanco (5 puntos por cada disparo en el círculo central y 1 punto por disparos que caigan en otras partes del blanco) y pierde puntos por no dar en el blanco (-1 por todos los disparos perdidos). Después de cada ensayo, el participante recibe retroalimentación acerca de cuántos puntos obtuvo en dicho ensayo y de la suma total de puntos hasta el momento. Para propósitos del presente estudio, se agregará un tercer tipo de ensayo: el ensayo con interrupción. Éste, de manera semejante al procedimiento pico con interrupciones utilizado en animales, ocurrirá en condiciones de ensayo pico, por lo que iniciará con la aparición del mismo rectángulo blanco que cubre la trayectoria del blanco y la presentación del clic auditivo que marca el inicio del ensayo con la única diferencia de que después de cierto tiempo de haber sido iniciado el ensayo, el estímulo (que en este caso se considerará como el rectángulo) desaparecerá por una breve duración, dejando visible únicamente el fondo de color en la pantalla, para reaparecer después. Durante el bloque experimental de este procedimiento se manipulará la frecuencia relativa de estos ensayos con respecto al total de ensayos de prueba, de acuerdo al grupo del que se trate.

### **3. EXPERIMENTO 1**

#### **3.1. MÉTODO**

##### **Sujetos**

Diez ratas macho albinas de la cepa Wistar, experimentalmente ingenuas, de aproximadamente cuatro meses de edad al inicio del experimento, provenientes del bioterio de la Facultad de Psicología de la UNAM, alojadas en cajas habitación individuales bajo un ciclo de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad, mantenidas al 85% de su peso bajo ingesta libre y con acceso libre al agua. Las sesiones experimentales se llevaron a cabo durante el ciclo luminoso, durante las tardes, a la misma hora del día, siete días a la semana.

##### **Aparatos**

Diez cajas de condicionamiento operante, de 21.0 cm de altura x 30.5 cm de largo x 24.1 cm de ancho, marca MED-Associates. La pared frontal de cada caja se equipó con una palanca retráctil que se mantuvo fija, el orificio del comedero donde se entregaba el reforzador que consistió en leche condensada diluida en agua en una proporción de 1:2, a través de una cucharilla elevadiza con una capacidad aproximada de 0.1 ml, y una luz (28 volts) colocada encima del comedero que señalaba la activación del mismo. En la parte superior de la caja se localizó una bocina que presentaba un tono aproximado de 80Db utilizado como marcador temporal dentro del experimento. La pared trasera se equipó con un foco de 28 volts que proporcionaba la iluminación general dentro de la caja

durante el transcurso del ensayo. Una computadora personal con una interfaz MED controló los eventos dentro de la caja y registró tanto las respuestas en la palanca izquierda como los tiempos de ocurrencia de cada evento en tiempo real, con una aproximación a la milésima de segundo.

## **Procedimiento**

*Pre-entrenamiento:* Durante una o dos sesiones, de acuerdo con su desempeño, los sujetos fueron moldeados manualmente a presionar la palanca izquierda a través de aproximaciones sucesivas. Cada sesión necesaria de moldeamiento finalizó con la entrega del reforzador número 47. Posteriormente, se dio una sesión de reforzamiento continuo con el mismo número de reforzadores entregados en las sesiones de moldeamiento.

A fin de facilitar el mantenimiento de la tasa de respuestas dentro de los ensayos del procedimiento pico, se presentó una sesión con un programa de intervalo variable de 15 segundos (IV15) para posteriormente, presentar 8 sesiones con un programa de IV de 30 segundos (IV30). En ambos programas, los intervalos variables fueron programados con el algoritmo de Flesher y Hoffman (1962).

*Línea Base:* Después del pre-entrenamiento, se expuso a los sujetos al procedimiento pico durante 60 sesiones. Dicho procedimiento constó de dos tipos de ensayos: ensayos reforzados (intervalo fijo o IF) y ensayos pico (IP). Cada ensayo reforzado iniciaba con el encendido de la luz general y el tono, y finalizaba



con el reforzamiento de la primera presión de la palanca que el sujeto hiciera 30 s después del inicio del tono. En los ensayos pico, cuya duración era de 90 s más una extensión variable con una media de 30 s, no se entregaba ningún reforzador independientemente de que el animal respondiera después de 30 s de haberse encendido el tono. Los intervalos entre ensayos (IEEs) duraban un mínimo de 15 s más una extensión variable con una media de 45 s, durante dichos intervalos la luz general permanecía apagada.

Las distribuciones de los intervalos extendidos, tanto para la duración de ensayos pico como para la duración de los IEEs, fueron generadas utilizando el algoritmo de Flesher y Hoffman (1962) con N=18 para los ensayos no reforzados y N=60 para los IEEs. Cada sesión consistía en 47 ensayos reforzados y 18 ensayos pico presentados de manera aleatoria con la salvedad de que los primeros 5 ensayos de la sesión fueran de IF.

*Creación de la Expectativa:* Se dividió de forma aleatoria a los 10 sujetos en dos grupos: Alta Expectativa (AE) y Baja expectativa (BE). Durante las siguientes 12 sesiones, el procedimiento utilizado para ambos grupos fue semejante al de Línea Base pero dependiendo del grupo, un porcentaje de los ensayos pico tuvieron una interrupción durante la cual el tono permanecía apagado por 6 s, dicha interrupción podía iniciar a los 6 s (interrupción temprana) o a los 15 s (interrupción tardía) de haberse iniciado del tono. Para el grupo de Alta Expectativa, 12 de los 18 ensayos pico (66.66%) tuvieron una interrupción, en total, seis interrupciones tardías y seis interrupciones tempranas. Para el grupo de

Baja Expectativa solamente cuatro de los 18 ensayos pico (27.57%) tuvieron una interrupción, en total, dos interrupciones tardías y dos interrupciones tempranas.

*Cambio de Expectativa:* Durante las siguientes 12 sesiones, se revirtieron las expectativas de cada grupo, es decir a los sujetos pertenecientes al grupo de Alta Expectativa se les presentó el programa de baja probabilidad de interrupción (27.57%) y al grupo de Baja Expectativa se le presentó el programa de alta probabilidad de interrupción (66.66%).

### **Análisis de datos**

Se analizaron los datos correspondientes a las últimas 12 sesiones de la fase de entrenamiento (un total de 216 ensayos pico) mientras que para el análisis de las fases de creación de la expectativa y de cambio de la expectativa se tomaron las respectivas 12 sesiones en las que estuvo vigente cada condición (un total de 72 ensayos pico, 72 ensayos con interrupción tardía y 72 ensayos con interrupción temprana para la condición AE y un total de 168 ensayos pico, 24 con interrupción temprana y 24 con interrupción tardía para la condición de BE).

Las respuestas emitidas se ordenaron en bins de un segundo. En los ensayos de línea base se tomaron en cuenta los primeros 90 bins mientras que en los ensayos con interrupción se consideraron 90 bins a partir de la terminación de la interrupción ya fuera temprana o tardía. Con el fin de obtener la tasa de respuesta de cada sujeto, el número de respuestas se promedió entre ensayos diariamente. Estos datos se utilizaron para realizar una evaluación visual del

desplazamiento de los picos en cada condición y para estimar el tiempo pico, la tasa pico de respuesta y la precisión de la estimación de cada rata, a partir de su ajuste al siguiente modelo gaussiano de 3 parámetros (Gallardo, 2012) utilizando un valor de alfa de 0.05 para evaluar la bondad de los ajustes:

$$y = \sum_{i=1}^n a_i e \left[ - \left( \frac{x - b_i}{c_i} \right)^2 \right]$$

Donde  $a$  es el valor de la tasa pico,  $b$  es la localización del tiempo pico y  $c$  es la amplitud de curva, parámetro que refleja la precisión de la estimación.

El efecto de la manipulación experimental se midió comparando los valores de los tiempos picos en las distintas condiciones con el tiempo pico obtenido durante la fase de entrenamiento (línea base) para observar los desplazamientos del pico.

Además de la magnitud de los desplazamientos de los picos, se tomó en cuenta su dirección para evaluar si los sujetos subestimaron o sobreestimaron. Debido a las características metodológicas y conceptuales del presente estudio. Los desplazamientos hacia la derecha fueron interpretados como subestimaciones ya que, al situar sus respuestas en un momento posterior al intervalo entrenado, se infiere que los sujetos tardan más tiempo para llegar al valor criterio y así empezar a responder, juzgando que un intervalo mayor al entrenado es igual a éste. Por el contrario, los desplazamientos a la izquierda se interpretaron como sobreestimaciones ya que al situar sus respuestas en un momento previo al intervalo entrenado, se infiere que los sujetos llegan al criterio de respuesta en menos tiempo juzgando que un intervalo menor al entrenado es igual a éste, lo

que se traduce en la percepción de que el tiempo pasa más rápido de lo que en verdad lo hace.

### 3.2. RESULTADOS

Los valores de tiempos pico obtenidos para cada sujeto a partir del ajuste de curvas realizado para las últimas 12 sesiones del entrenamiento (Tabla 1) fueron cercanos, en su mayoría, a los 30 s.

En la Figura 5 se muestran las curvas de respuesta promedio de las 12 sesiones de creación de la expectativa para cada tipo de ensayo junto con las curvas de respuestas promedio de las 12 últimas sesiones de la fase de entrenamiento (líneas azules), con el fin de analizar si existen desplazamientos en los picos. De manera general, se puede observar que, en comparación con los sujetos del grupo de alta expectativa (columna izquierda), los sujetos del grupo de baja expectativa (columna derecha) tuvieron funciones más aplanadas con una menor tasa de respuestas y mayor dispersión. Además, se observa que mientras que el desplazamiento de los picos para el grupo de alta expectativa es más claro, en el caso del grupo de baja expectativa, el desplazamiento de sus picos no se puede apreciar ya que los patrones de respuesta tienden a sobreponerse.

Con respecto a los desplazamientos del pico presentados en el grupo de alta expectativa, a simple vista, solamente se puede afirmar que los ensayos con interrupción presentan un desplazamiento hacia la derecha lo que refleja una subestimación temporal sin embargo las magnitudes de dicho desplazamiento no son diferenciables entre localizaciones de la interrupción.

Tabla 1. Valores de tiempo pico con intervalos de confianza de 95% y sus respectivas amplitudes (c) en los ensayos pico de las fases de entrenamiento, creación y cambio de la expectativa, para todos los sujetos del Experimento 1.

Condición	Sujeto	Alta Expectativa			Baja Expectativa				
		Tiempo Pico			Tiempo Pico				
		Valor	c	R <sup>2</sup>	Valor	c	R <sup>2</sup>		
<b>Entrenamiento</b>									
Pico	575	30.74 (30.28, 31.20)	17.06	0.966	577	32.46 (32.07, 32.84)	17.57	0.978	
	576	31.36 (31.08, 31.64)	14.29	0.985	579	33.72 (32.64, 34.79)	24.13	0.862	
	578	29.76 (29.39, 30.12)	16.66	0.979	580	34.78 (33.88, 35.67)	22.08	0.901	
	583	34.86 (33.94, 35.78)	24.01	0.901	581	39.81 (38.40, 41.22)	29.65	0.803	
	584	30.38 (30.05, 30.70)	18.20	0.985	582	33.90 (32.79, 35.00)	26.21	0.868	
<b>Creación de la Expectativa</b>									
Sin interrupción	575	29.67 (29.31, 30.04)	14.23	0.973	577	32.12 (31.63, 32.61)	17.83	0.965	
	576	31.85 (31.53, 32.17)	13.62	0.979	579	33.69 (32.82, 34.55)	19.62	0.892	
	578	29.86 (29.35, 30.36)	16.78	0.959	580	32.53 (31.71, 33.35)	18.97	0.903	
	583	35.18 (34.32, 36.04)	20.52	0.905	581	35.48 (34.58, 36.39)	21.64	0.898	
	584	30.71 (30.35, 31.08)	16.05	0.978	582	32.41 (30.35, 31.08)	21.61	0.929	
Temprana	575	34.52 (34.06, 34.98)	14.61	0.959	577	32.19 (30.89, 33.49)	17.66	0.788	
	576	34.38 (34.00, 34.75)	14.04	0.973	579	31.78 (30.19, 33.37)	21.44	0.794	
	578	31.22 (30.60, 31.83)	17.31	0.954	580	41.10 (37.64, 44.56)	27.64	0.433	
	583	37.29 (35.92, 38.66)	25.87	0.847	581	39.70 (37.80, 41.60)	22.35	0.721	
	584	32.97 (32.57, 33.37)	16.58	0.977	582	39.80 (37.99, 41.61)	26.94	0.759	
Tardía	575	34.17 (33.26, 35.08)	16.41	0.924	577	29.35 (25.57, 33.13)	26.15	0.860	
	576	37.73 (37.32, 38.15)	13.35	0.967	579	33.99 (31.62, 36.37)	22.11	0.800	
	578	30.55 (28.97, 32.13)	17.68	0.895	580	38.53 (36.77, 40.28)	19.06	0.771	
	583	35.68 (30.49, 40.86)	44.41	0.826	581	27.18 (-0.22, 54.58)	65.18	0.420	
	584	33.97 (33.31, 34.63)	18.03	0.973	582	39.76 (38.05, 41.48)	23.94	0.845	
<b>Cambio de la Expectativa</b>									
Sin interrupción	575	32.80 (32.34, 33.27)	16.17	0.963	577	34.20 (33.67, 34.73)	17.35	0.959	
	576	30.85 (30.56, 31.14)	13.01	0.981	579	33.24 (32.21, 34.27)	20.45	0.861	
	578	31.19 (30.78, 31.60)	16.66	0.971	580	33.76 (32.52, 35.00)	18.83	0.780	
	583	†			581	34.96 (34.07, 35.84)	21.21	0.899	
	584	29.61 (29.27, 29.94)	17.36	0.984	582	30.83 (29.80, 31.85)	20.11	0.850	
Temprana	575	36.44 (35.69, 37.18)	13.75	0.886	577	36.04 (35.48, 36.59)	17.59	0.959	
	576	34.54 (33.97, 35.12)	13.14	0.931	579	34.89 (34.03, 35.75)	18.02	0.895	
	578	31.81 (31.17, 32.45)	15.3	0.936	580	35.75 (34.63, 36.86)	19.62	0.841	
	583	35.44 (33.53, 37.35)	27.88	0.814	581	38.38 (37.19, 39.57)	23.4	0.862	
	584	36.67 (35.62, 37.72)	19.58	0.924	582	36.67 (35.62, 37.72)	21.8	0.873	
Tardía	575	36.40 (35.15, 37.66)	16.15	0.816	577	35.01 (33.78, 36.24)	22.35	0.944	
	576	36.37 (35.55, 37.19)	15.01	0.901	579	35.48 (32.44, 38.53)	29.64	0.841	
	578	35.58 (32.73, 38.43)	29.35	0.857	580	36.47 (35.15, 37.78)	17.81	0.839	
	583	36.26 (34.82, 37.70)	17.58	0.809	581	42.19 (40.49, 43.90)	25.14	0.807	
	584	33.91 (33.26, 34.55)	16.36	0.966	582	7.44 (-14.60, 29.48)	59.28	0.859	

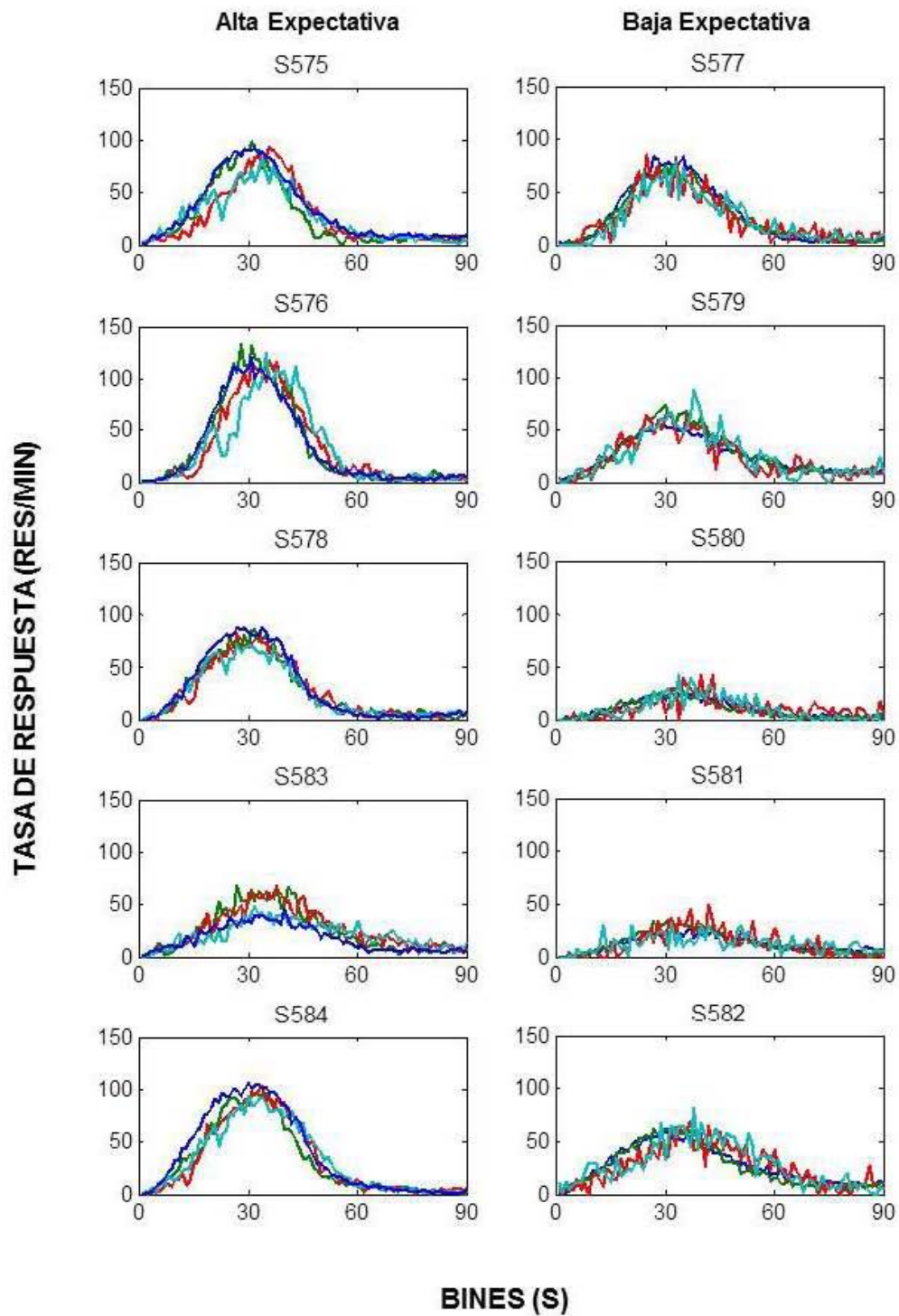


Figura 5. Patrón de respuestas individuales durante la fase de creación de la expectativa para los ensayos pico de entrenamiento (azul), sin interrupción (verde), con interrupción temprana (rojo) e interrupción tardía (turquesa).

En la Figura 6, se pueden observar las curvas de ajuste de los patrones de respuesta correspondientes a la fase de creación de la expectativa junto con las curvas de ajuste correspondientes a la fase de entrenamiento. Gracias a este análisis, los desplazamientos ya antes mencionados son más claros mostrando que mientras algunos de los casos del grupo de baja expectativa no presentan una diferencia significativa en el desplazamiento de sus picos (con excepción de los sujetos 580 y 582, ubicados respectivamente en el tercer y quinto renglón de la columna derecha, que presentan subestimaciones en sus ensayos con interrupción), los ajustes del grupo de alta expectativa muestran un patrón semejante en la mayoría de sus sujetos, el cual a pesar de no presentar una diferencia significativa entre los ensayos de entrenamiento y los ensayos sin interrupción de la fase de creación, presenta desplazamientos significativos que se traducen en subestimaciones temporales en los ensayos con interrupción.

Del mismo modo, al analizar los valores de tiempo pico junto con sus intervalos de confianza y desviaciones estándar obtenidos del ajuste de las 12 sesiones correspondientes a la fase de creación de la Expectativa, se puede observar que los sujetos del grupo de baja expectativa disminuyeron el valor de sus tiempos pico durante la fase de creación, si bien en algunos casos los intervalos de confianza se sobreponen mostrando que dicha disminución no es significativa, en otros casos como lo es el de los ensayos sin interrupción, existen diferencias significativas entre los tiempos pico de una fase y otra.



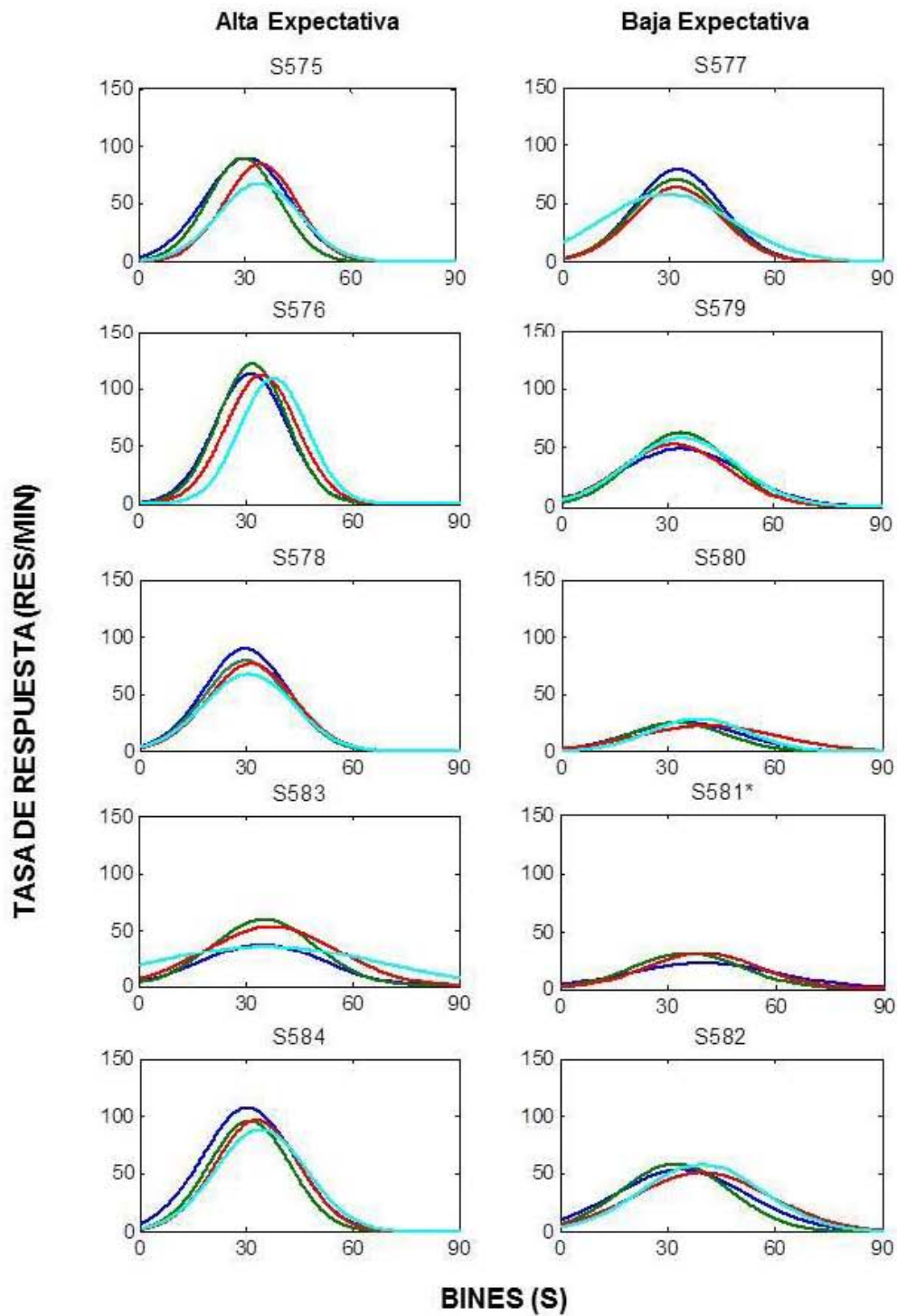


Figura 6. Ajuste gaussiano a la tasa de respuesta durante la fase de creación de la expectativa para los ensayos pico de entrenamiento (azul), sin interrupción (verde), interrupción temprana (rojo) e interrupción tardía (turquesa).

Para obtener una mejor idea de las diferencias grupales, se optó por promediar los datos por grupo, excluyendo los datos de los sujetos S583 y S581 debido a la pobreza de sus ajustes por la gran variabilidad de sus datos. De este modo, la Figura 7 muestra la curva de ajuste para el patrón promedio del grupo de alta expectativa (panel derecho) comparado con la curva de ajuste para el patrón promedio del grupo de baja expectativa (panel izquierdo). Además, la Tabla 2 presenta los valores de los parámetros de ajuste para el patrón de respuestas promedio.

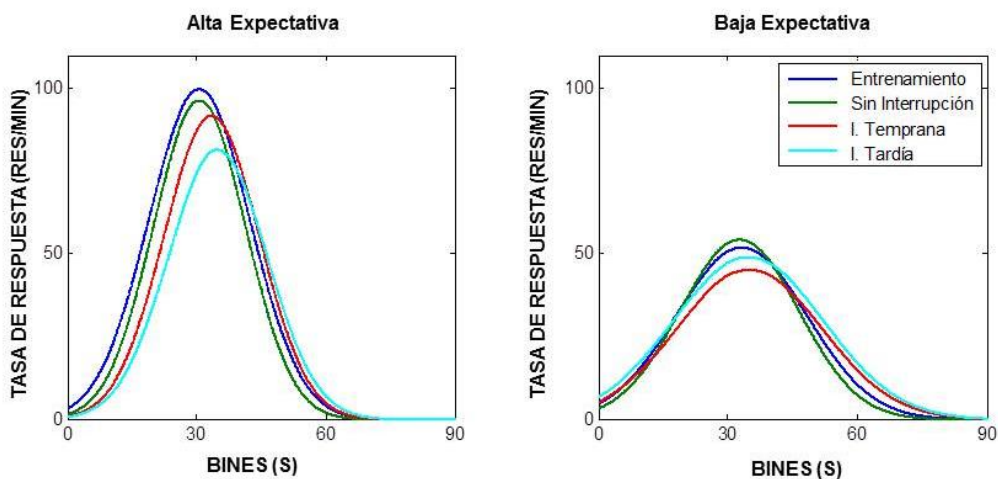


Figura 7. Ajuste gaussiano a la tasa de respuesta grupal en los ensayos pico durante la fase de creación de la expectativa.

A partir de los valores y sus intervalos de confianza, se observa que el grupo de alta expectativa tuvo aumentos significativos en sus tiempos pico en los ensayos con interrupción siendo significativamente mayor el tiempo pico para los ensayos con interrupción tardía. Por su parte, el grupo de baja expectativa no tuvo

cambios significativos en sus tiempos pico a pesar de que sus valores también aumentarían en los ensayos con interrupción.

Tabla 2. Valores de tiempo pico con intervalos de confianza de 95% y sus respectivas amplitudes (c) para la fase de creación de la expectativa.

Condición	Alta Expectativa Tiempo Pico			Baja Expectativa Tiempo Pico		
	Valor	c	R <sup>2</sup>	Valor	c	R <sup>2</sup>
Entrenamiento	30.64 (30.37,30.91)	16.52	0.988	33.18 (32.49,33.80)	21.35	0.936
Sin Interrupción	30.67 (30.41,30.92)	15.06	0.988	32.70 (32.10,33.31)	19.44	0.948
Temprana	33.47 (33.15,33.80)	15.58	0.982	35.01 (33.67,36.35)	23.76	0.845
Tardía	34.89 (34.33,35.42)	16.10	0.970	35.23 (33.68,36.77)	23.94	0.918

La Figura 8 muestra las curvas de respuesta promedio para cada tipo de ensayo de la fase de cambio de la expectativa junto con las curvas de respuestas promedio correspondientes a la fase de entrenamiento (líneas azules). En ella se logra observar que el grupo de alta expectativa mantiene los desplazamientos de pico, sin embargo las magnitudes de los mismos cambiaron, mientras que para el grupo de baja expectativa solamente hay desplazamientos observables para dos de los sujetos.

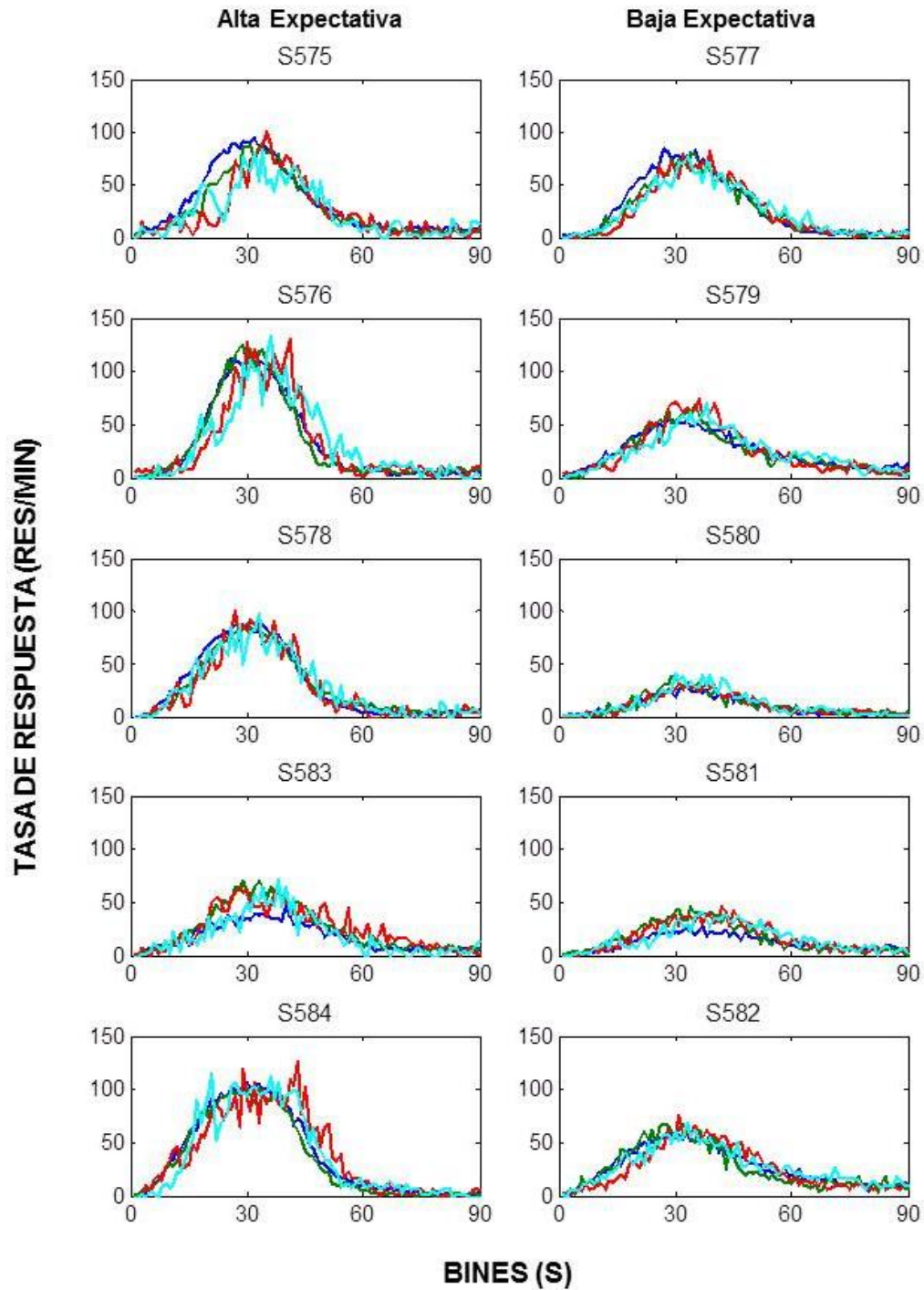


Figura 8. Patrón de respuestas individuales promedio, durante la fase de cambio de la expectativa para los ensayos pico de entrenamiento (azul), sin interrupción (verde), interrupción temprana (rojo) e interrupción tardía (turquesa).

Al observar las gráficas de ajuste de dichos patrones de respuesta (Figura 9) se logra confirmar que los desplazamientos de los picos del grupo de alta expectativa son mayores y conservan la dirección de los desplazamientos observados durante la fase de creación. Además, como se mostró previamente en la Tabla 1, en la mayoría de los casos (inclusive el de algunos de los ensayos sin interrupción), los valores de tiempo pico aumentan significativamente o, en su defecto, muestran una mayor amplitud en sus intervalos de confianza incluyendo valores mayores a los que tenían en la fase de creación.

Por otro lado, al analizar los valores de tiempo pico de los sujetos del grupo de baja expectativa junto con sus respectivos intervalos de confianza, se observa que solamente el sujeto 577 muestra un patrón semejante al del grupo de alta expectativa (incremento en el valor de tiempo pico en ensayos con interrupción). El sujeto 579 también presenta semejanzas, aunque menores, ya que si bien sus tiempos pico aumentaron en ensayos con interrupción, los desplazamientos a la derecha no fueron estadísticamente significativos. Por último, los sujetos restantes, mismos que presentaron desplazamientos significativos en los ensayos con interrupción en la fase de creación, muestran tiempos picos cercanos a los observados en su fase de entrenamiento por lo que se podría hablar de una tendencia de regreso hacia los valores de línea base.

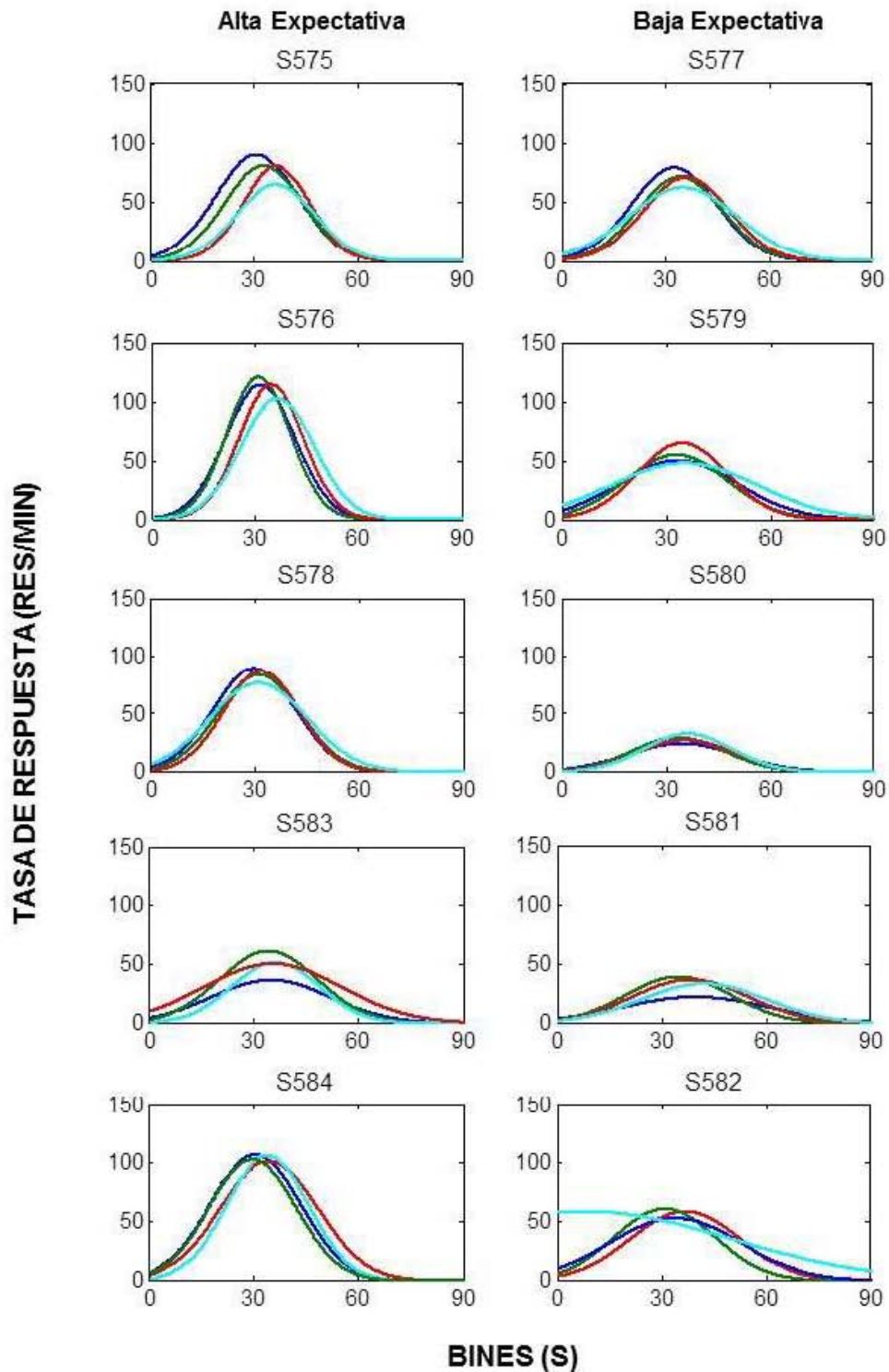


Figura 9. Ajuste gaussiano a la tasa de respuestas durante la fase de creación de la expectativa para los ensayos pico de entrenamiento (azul), sin interrupción (verde), interrupción temprana (rojo) e interrupción tardía (turquesa).

Al promediar los datos por grupo, excluyendo los datos de los sujetos S583 y S581 debido a la pobreza de sus ajustes y la alta variabilidad de sus datos, se observa en la Figura 10 que en el caso del grupo de alta expectativa, los desplazamientos se mantienen mientras que para el grupo de baja expectativa, la curva correspondiente a los ensayos con interrupción tardía se desplaza hacia la izquierda.

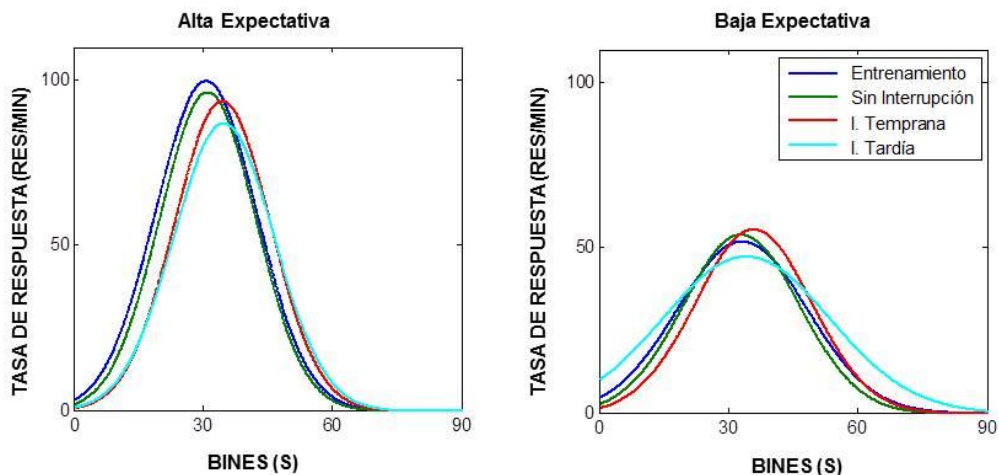


Figura 10. Ajuste gaussiano a la tasa de respuestas grupal de los ensayos pico durante la fase de cambio de la expectativa.

La Tabla 3 presenta los valores de tiempo pico y sus respectivos intervalos de confianza donde se puede observar que los tiempos pico del grupo de alta expectativa en ensayos con interrupción son significativamente mayores que los tiempos pico del entrenamiento, además el tiempo pico de los ensayos con interrupción temprana durante la fase de cambio es ligera pero significativamente mayor al de los ensayos de la fase de creación.

Por su parte, se logra corroborar que el desplazamiento del tiempo pico para los ensayos con interrupción temprana del grupo de baja expectativa es significativo.

Tabla 3. Valores de tiempo pico con intervalos de confianza de 95% y sus respectivas amplitudes (c) para la fase de cambio de la expectativa.

Condición	Alta Expectativa Tiempo Pico			Baja Expectativa Tiempo Pico		
	Valor	c	R <sup>2</sup>	Valor	c	R <sup>2</sup>
Entrenamiento	30.64 (30.37,30.91)	16.52	0.988	33.95 (32.49,33.88)	21.35	0.936
Sin Interrupción	31.01 (30.74,31.28)	15.71	0.987	35.82 (32.24,33.67)	19.12	0.925
Temprana	34.41 (33.97,34.86)	15.76	0.968	34.15 (35.17,36.47)	18.99	0.943
Tardía	34.77 (34.20,25.34)	16.5	0.969	32.95 (32.00,36.29)	27.29	0.910



### 3.3. DISCUSIÓN

El presente experimento tuvo como objetivo evaluar dos cuestiones: a) el efecto de la manipulación de la frecuencia de ocurrencia de la interrupción con el fin de crear una expectativa en animales no humanos sobre la estimación temporal de los mismos y b) el efecto de la reversión de dicha expectativa sobre la estimación temporal.

Dentro de la literatura del área de estimación temporal, pocos son los estudios en animales no humanos que abordan el tema de la expectativa de la interrupción como una fuente de variabilidad en la estimación temporal, puesto que dentro del área se da preferencia a las dos hipótesis de operación del reloj interno: stop, cuando el organismo detiene completamente su estimación al iniciarse la interrupción y la retoma a su finalización, resultado en un desplazamiento de pico semejante a la duración de la interrupción; o reset, cuando el organismo reinicia la estimación temporal a la finalización de la interrupción resultando en un desplazamiento igual a la duración de la interrupción más la duración del periodo previo a la misma. Sin embargo, la interpretación que Fortin (2003) y Fortin et al. (2009) dan a sus hallazgos otorga un mayor grado de importancia a procesos atencionales y procesos no temporales que se encuentran activos durante cualquier tarea temporal en humanos, por lo que resulta interesante evaluar si estos mismos mecanismos operan en animales no humanos. De ser este el caso, este hallazgo fortalecería la idea de la generalidad del proceso entre distintas especies.

Los resultados muestran efectos diferenciados entre grupos durante las fases de creación y de cambio de la expectativa: mientras que el grupo de alta expectativa presentó aumentos significativos en sus tiempos pico durante los ensayos con interrupción, siendo estos mayores para los ensayos de interrupción tardía y aún mayores para los ensayos con interrupción de la fase de cambio, el grupo de baja expectativa no presenta desplazamientos significativos en sus picos y durante la fase de cambio solamente se observa un desplazamiento significativo hacia la izquierda en los ensayos de interrupción tardía. Lo anterior, interpretado desde una perspectiva atencional, concuerda con la propuesta básica de la hipótesis de Time-Sharing donde, una mayor demanda de procesamiento de información no temporal durante una tarea temporal resulta en una reasignación de recursos atencionales que afecta el desempeño en la tarea temporal. En este caso, los resultados sugieren que los sujetos del grupo de alta expectativa reasignaron un mayor número de recursos al procesamiento de información no temporal, lo que resultó en subestimaciones temporales.

Además, en las estimaciones del grupo de alta expectativa se observa un efecto de la localización de la interrupción debido a la manipulación de la frecuencia de ocurrencia de la interrupción, lo que apoya los hallazgos presentados por Fortin en el 2003, sin embargo, este efecto no se mantiene presente en los ensayos sin interrupción puesto que los tiempos pico para ambos grupos permanecen muy cercanos a los obtenidos durante la fase de entrenamiento, lo que negaría que la expectativa de la interrupción, independientemente de su ocurrencia, es la que desvía la atención de la tarea

temporal durante el periodo previo a su ocurrencia resultando en subestimaciones temporales, al menos para este estudio con ratas.

Es importante mencionar que debido a las diferencias procedimentales entre la propuesta experimental de Fortin et al. (2009) y el procedimiento clásico de intervalo pico con interrupciones (Cabeza de Vaca et al., 1994), el desarrollo del procedimiento para el presente experimento representó un desafío al resultar imposible aplicar las mismas proporciones de ensayos con interrupción y ensayos sin interrupción utilizadas en los experimentos de Fortin y colaboradores, esto debido a que en los procedimientos pico con animales no humanos, con el fin de evitar la extinción de la conducta de estimación temporal, normalmente mas o menos tres cuartas partes de los ensayos son de intervalo fijo, dejando solo una cuarta parte para ensayos de prueba, lo que resulta en una aún menor proporción para los ensayos de prueba con interrupción. De éste modo, a pesar de que se mantuvo a un grupo con una mayor proporción de ensayos prueba con interrupción, si se toman en cuenta la cantidad de ensayos de intervalo fijo, el número total de ensayos con interrupción, resulta ser muy pequeño: 12 de 65 para la alta expectativa y 4 de 65 para la baja, lo que podría haber influido en el nulo efecto de la expectativa de la interrupción en los ensayos sin interrupción.

No obstante, de acuerdo con Casini y Macar (1997) existe una interpretación alternativa para explicar la reducción de la duración percibida ante la presentación de la interrupción: la ocurrencia del evento disruptivo, en este caso la interrupción, orienta de manera automática la atención hacia información no temporal ocasionando imprecisiones en la estimación temporal. De este modo, las

subestimaciones del presente estudio en los ensayos con interrupciones podrían explicarse a partir de la pérdida de pulsos como resultado de un efecto de orientación atencional automática ante la ocurrencia de la interrupción. Sin embargo en su estudio, Casini y Macar también afirman que la acumulación de pulsos del reloj interno puede ser interrumpida transitoriamente por cambios atencionales que resultan de un efecto conjunto de la expectativa y la detección de un evento disruptivo, mismo que es altamente dependiente de la probabilidad condicional de ocurrencia del evento, lo que resultaría en subestimaciones temporales en los ensayos con y sin eventos disruptivos, siempre y cuando exista la incertidumbre acerca de la ocurrencia del evento disruptivo.

Por otro lado, es importante mencionar que los incrementos en los tiempos pico observados en el presente estudio son menores a las predicciones hechas por las hipótesis de reset y stop. Si bien no era un objetivo principal dentro del presente estudio evaluar las hipótesis de operación del reloj, este hecho aún puede explicarse dentro del marco de la teoría del Time-Sharing gracias a las aportaciones de Buhusi y Meck (2006) en el tema, quienes propusieron que el reloj puede no parar del todo ante las interrupciones, sino que dependiendo de su saliencia, resultado del grado de semejanza con los IEEs y la historia de reforzamiento a la que esté asociada, la interrupción es capaz de desviar la atención de la estimación temporal ocasionando un decaimiento en la duración acumulada en memoria de trabajo. Lo anterior puede sumarse al proceso independiente y concurrente de acumulación temporal controlado por el switch, sin embargo los autores afirman, que comprobar empíricamente el efecto de cada uno

de estos procesos (acumulación de pulsos y su decaimiento en memoria de trabajo) es difícil, por lo que resultaría relevante idear un procedimiento experimental que permita establecer empíricamente cómo y en qué grado contribuyen cada una de las variables involucradas al desempeño en una tarea temporal, de modo tal que sea posible encontrar un modelo sencillo que logre hacer predicciones precisas respecto de las distintas distorsiones en la estimación temporal.

Una última explicación alterna y que va más en relación con lo propuesto por Fortin (2003) tiene que ver con la cantidad de ensayos con interrupción necesarios para aprender a esperar la interrupción misma, en otras palabras, para crear la expectativa en sí. Si se parte de la idea de que la frecuencia relativa de ensayos con interrupción es pequeña al tomar en cuenta el total de ensayos en una sesión y la interrupción no es muy saliente ya que difiere con la condición de IEEs donde tanto el tono como la luz se apagan y además, la historia de reforzamiento asociada con la interrupción es de extinción ya que solo sucede durante ensayos pico que terminan sin un reforzador, entonces es comprensible que su efecto no vaya más allá del observado en el presente estudio. Así mismo, el hecho de que los efectos no cambien significativamente de la fase de creación a la fase de cambio, podría interpretarse como muestra de lo difícil que resultó para las ratas aprender sobre la frecuencia de las interrupciones en su ambiente.

Si bien, los resultados del presente experimento presentan evidencia que apoya la hipótesis de “Time Sharing” ya que demuestran que la ocurrencia de un evento disruptivo presenta demandas de procesamiento no temporal que terminan

por afectar la estimación temporal ocasionando pérdidas de pulsos que se traducen en subestimaciones temporales, aún es incierto el proceso o procesos que subyacen a las subestimaciones, así mismo, la formación de una expectativa durante un procedimiento tradicional de pico con interrupciones en animales no humanos queda en debate.

## **4. EXPERIMENTO 2**

### **4.1. MÉTODO**

#### **Participantes**

52 estudiantes (36 mujeres y 16 hombres), todos alumnos de licenciatura en la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional Autónoma de México, inscritos en una asignatura de primer semestre de la licenciatura. Todos asistieron de manera voluntaria como una manera alternativa de conseguir un punto extra en dicha materia. Los participantes fueron reclutados a través de una invitación hecha por sus profesores y eran experimentalmente ingenuos para propósitos del presente estudio.

#### **Aparatos**

El experimento se realizó en una habitación con una dimensión aproximada de 5.48m<sup>2</sup> donde se encontraban un escritorio y una silla, para presentar la tarea se utilizó una computadora HPTouchSmart<sup>420</sup> con un procesador Intel® Core™ de 3.1GHz y Sistema Operativo Windows 7®. Los participantes se sentaban enfrente un monitor a color de 21.5" con una resolución de 1920x1080 a una distancia aproximada de 60 cm. Las respuestas eran emitidas en un teclado inalámbrico HP KG-1061 al presionar la tecla "Control" derecha para emitir disparos, la barra espaciadora para pasar al siguiente ensayo y la tecla "Enter" para terminar las pausas entre bloques y reanudar el experimento. Los estímulos auditivos se presentaron a través de audífonos de diadema Panacom® HP-9580.

El procedimiento experimental fue programado utilizando los programas Matlab y la herramienta Psychtoolbox.

## Procedimiento

Los participantes asistieron a una única sesión experimental con una duración aproximada de 30 minutos. Después de presentarles una carta de consentimiento informado (Anexo 1), se les pidió sentarse delante del monitor donde posteriormente aparecerían las instrucciones para realizar la tarea. Una vez que los participantes terminaron de leer las instrucciones (Figura 11), en caso de existir alguna duda sobre la tarea, recibieron instrucciones verbales adicionales con el fin de aclarar el objetivo de la tarea y el modo de emitir sus respuestas. Al afirmar haber comprendido la tarea y su objetivo, se les indicó que al terminar se les haría algunas preguntas sobre la tarea (Anexo 2) y se les permitió iniciar la tarea presionando la tecla "Enter" en el teclado.

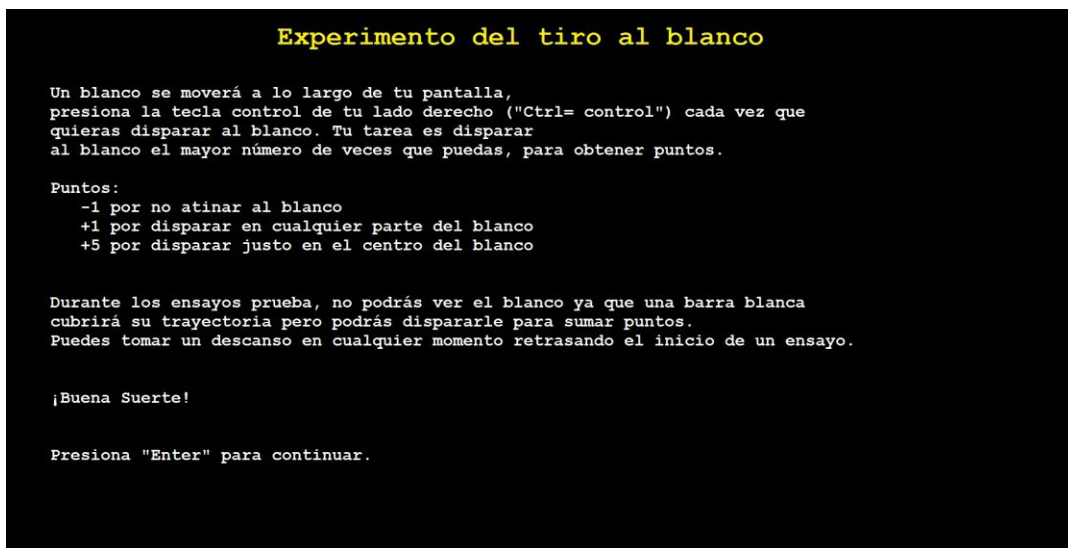


Figura 11. Pantalla de instrucciones presentada a los participantes al inicio de la tarea experimental en el Experimento 2.



Los participantes iniciaron cada ensayo presionando la barra espaciadora del teclado, esto producía un clic auditivo y el blanco, que consistía en cuatro círculos concéntricos de color rojo y blanco, alternados, con un círculo central negro (diana), comenzaba a moverse de izquierda a derecha horizontalmente a una velocidad constante a través de la parte media del monitor de la computadora. El tiempo que tardaba el blanco en llegar a la mitad de la computadora era de 4 s.

Todos los disparos eran apuntados al centro de la pantalla y ocurrían cuando el participante presionaba la tecla "Control" localizada en la parte derecha del teclado de la computadora. Cada disparo era señalado por un estímulo auditivo (sonido de disparo) y, en los ensayos regulares, un estímulo visual (pequeño punto amarillo) aparecía en la pantalla o en el blanco (dependiendo de la posición del blanco al momento de disparar) durante 0.1 s. De este modo, el participante podía fallar al blanco si respondía temprana o tardíamente y, a su vez, podía dar en el blanco si respondía en el momento en que éste pasara por el centro del monitor. Es importante mencionar que con el fin de eliminar cualquier indicador visual externo que ayudara a los participantes la localización de la mitad de la pantalla, se cubrió el marco de la computadora con una tira de cartón negro que ocultaba los logotipos y cámara web ubicados en el marco del monitor.

Al terminar cada ensayo, el participante recibía retroalimentación de su desempeño. Dicha puntuación se presentaba en forma de tabla en la esquina superior izquierda de la pantalla mostrando la información desglosada de acuerdo a la fuente de los puntos (atinar al centro del blanco, disparar en cualquier parte del blanco o fallar al blanco) con la suma de los puntos obtenidos en el ensayo

presentada en el último renglón, información que podía ser utilizada por los participantes para controlar su ejecución. Además, la puntuación acumulativa de la sesión se presentaba en el centro de la pantalla.

Dentro de la sesión experimental ocurrieron 3 tipos de ensayos (Figura 12): El ensayo de Intervalo Fijo (IF) que acaba de describirse (a), el ensayo pico (IP) o de prueba (b) y el ensayo pico con interrupciones (c). En el caso del IP, el ensayo era idéntico al IF excepto por la presencia de una barra blanca horizontal que ocultaba tanto el desplazamiento del blanco como los puntos amarillos de los disparos; aunque en este tipo ensayo también se recibía una retroalimentación al finalizar, no existía una retroalimentación instantánea con respecto a los aspectos temporales de ninguna respuesta emitida, es decir no podían observar si una respuesta emitida en un momento dado atinaba o no a alguna parte del blanco o no. El ensayo con interrupciones, por su parte, era idéntico al ensayo IP con la salvedad de que cierto tiempo después de haberse iniciado el ensayo, la barra blanca era cubierta por una barra verde (del mismo color de la pantalla) durante 1 s, dicho evento podía ocurrir 1 s después de haber iniciado el ensayo (interrupción temprana) o 3 s después de haber iniciado el ensayo (interrupción tardía).

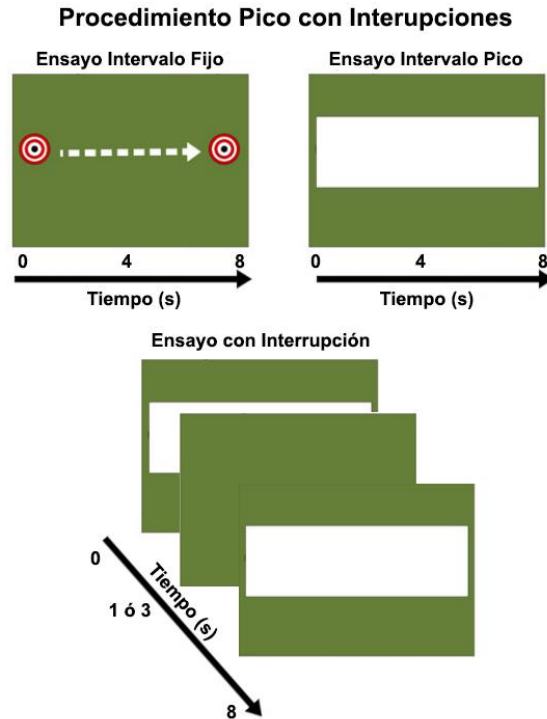


Figura 12. Ilustración esquemática del procedimiento pico con interrupciones (modificado de Guilhardi et al., 2010).

La sesión experimental estaba compuesta por cinco bloques, un bloque de entrenamiento, dos bloques de creación de expectativa y dos de cambio de expectativa. Entre cada condición aparecía una pantalla con la leyenda "Para continuar presione Enter" con el fin de separar las condiciones y de que el participante pudiera, si así lo deseaba, descansar de la tarea en curso. El primer bloque de ensayos perteneciente a la condición de entrenamiento se componía por un total de 24 ensayos: 14 ensayos IF y 10 ensayos IP entremezclados aleatoriamente con la salvedad de que los primeros 4 ensayos fueran IF. Los siguientes dos bloques, se componían por un total de 28 ensayos cada uno, ambos bloques iniciaban con 5 ensayos IF para después entremezclar el resto de

los ensayos (5 ensayos IF y 18 IP) aleatoriamente. En el caso del grupo de Alta Expectativa, durante estos bloques, el 66.66% de los ensayos pico contenían una interrupción que podía tener una localización temprana o tardía, mientras que en el caso del grupo de Baja Expectativa, solamente el 22.22% de los ensayos pico tenían una interrupción. En los últimos dos bloques, las condiciones entre grupos se revertían para observar el cambio de la expectativa.

### **Análisis de datos**

Se analizaron únicamente los datos correspondientes a los ensayos de prueba (un total de 82 ensayos), ya fueran ensayos con interrupción o sin ella.

Las respuestas emitidas se ordenaron en bins de 0.1414 segundos. Debido a la reducida cantidad de ensayos y de respuestas emitidas por los participantes, para todos los tipos de ensayo se tomaron en cuenta los primeros 57 bins equivalentes a los 8 s de cada ensayo. Con el fin de obtener las distribuciones grupales de tiempo de respuesta, el número de respuestas dadas por bin se promedió entre participantes para cada uno de los tipos de ensayo. Además, para observar de manera más clara las curvas de respuesta de los participantes se optó por aplicar un filtro de suavizado con el método de promedios móviles (Brown & Berthouex, 2002). Estos datos se utilizaron para realizar una evaluación visual del desplazamiento de los picos en cada condición y para estimar el tiempo pico, la tasa pico de respuesta y la precisión de la estimación de cada participante, a partir de su ajuste al siguiente modelo gaussiano de 3 parámetros (Gallardo, 2012) utilizando un valor de alfa de 0.05 para evaluar la bondad de los ajustes:

$$y = \sum_{i=1}^n a_i e^{-\left(\frac{x - b_i}{c_i}\right)^2}$$

Donde  $a$  es el valor de la tasa pico,  $b$  es la localización del tiempo pico y  $c$  es la amplitud de curva, parámetro de la precisión de la estimación.

De manera similar al experimento 1, el efecto de la manipulación experimental se midió comparando los valores de los tiempos picos en las distintas condiciones con el tiempo pico obtenido durante la fase de entrenamiento (línea base) para observar los desplazamientos pico. Del mismo modo, a partir de la dirección de los desplazamientos de pico se determinó si los participantes subestimaban (desplazamiento hacia la derecha) o sobreestimaban (desplazamiento hacia la izquierda).

## 4.2. RESULTADOS

Con respecto a la fase de creación, la Figura 13 presenta las curvas de ajuste para los patrones de respuesta suavizados de los grupos de alta y baja expectativa. Como se puede observar en ambos grupos, los ensayos de interrupción tardía presentan un claro desplazamiento hacia la izquierda, lo cual indica que el pico de respuesta de los participantes se da en un momento previo a los 4 s entrenados lo que se traduce en una sobrestimación temporal. Además, al observar los valores de tiempo pico y sus respectivos intervalos de confianza (Tabla 4, primeros tres renglones de la segunda columna) es evidente que a pesar de que existe un aumento en los tiempos pico de los ensayos con interrupción temprana y sin interrupción en comparación con los ensayos de entrenamiento, por lo menos en el caso del grupo de alta expectativa, el único desplazamiento pico significativo para ambos grupos es el de los ensayos de interrupción tardía.

Tabla 4. Valores de tiempo pico con intervalos de confianza de 95% y sus respectivas amplitudes (c) para la fase de creación de la expectativa.

Condición	Alta Expectativa			Baja Expectativa		
	Tiempo Pico			Tiempo Pico		
	Valor	c	R <sup>2</sup>	Valor	c	R <sup>2</sup>
Entrenamiento	3.96 (3.91,4.01)	1.25	0.947	4.03 (3.99,4.07)	1.29	0.983
Sin Interrupción	3.98 (3.96,4.00)	0.92	0.990	3.99 (3.97,4.02)	0.99	0.987
Temprana	4.04 (4.00,4.07)	0.94	0.973	4.00 (3.98,4.02)	0.99	0.993
Tardía	3.84 (3.81,3.87)	1.00	0.982	3.77 (3.75,3.79)	0.77	0.983

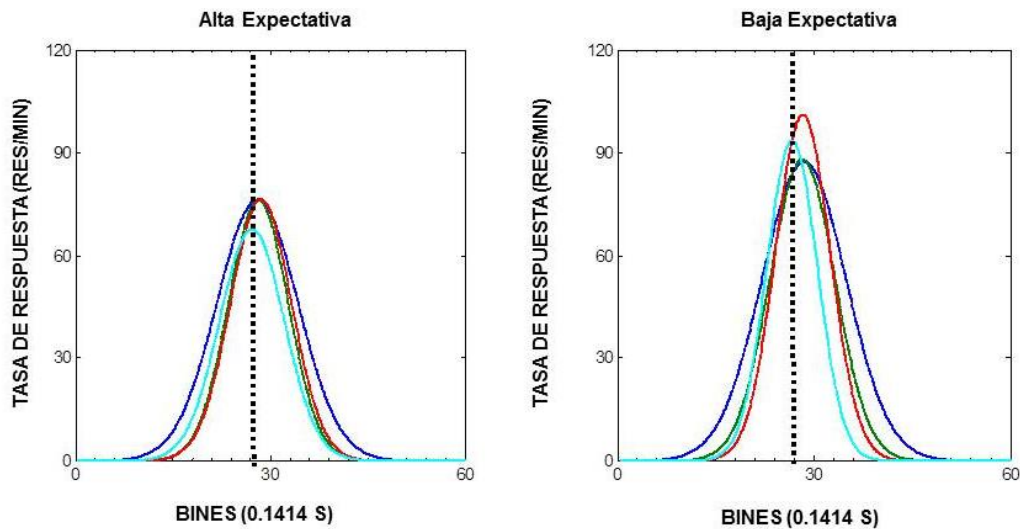


Figura 13. Ajuste gaussiano a la tasa de respuestas de humanos grupal para los ensayos pico de entrenamiento (azul), sin interrupción (verde), interrupción temprana (rojo) e interrupción tardía (turquesa) durante la fase de creación de la expectativa. La línea punteada indica el tiempo de reforzamiento entrenado (4 s).

La Figura 14 muestra las curvas de ajuste para los patrones de respuesta suavizados de los grupos de alta y baja expectativa de la fase de cambio de expectativa. Se puede observar que en el caso del grupo de alta expectativa los picos correspondientes a la fase presentan un desplazamiento hacia la derecha, señal de subestimación temporal, inclusive en el caso de los ensayos con interrupción tardía, lo cual indica que no sólo los participantes dejaron de responder antes de tiempo durante estos ensayos sino que además en algunos ensayos se tardaron más del tiempo entrenado para emitir su respuesta.

En el caso del grupo de baja expectativa, observamos que una vez más, el único desplazamiento observable es el del pico de los ensayos con interrupción tardía, mismo que se mantiene hacia la izquierda.

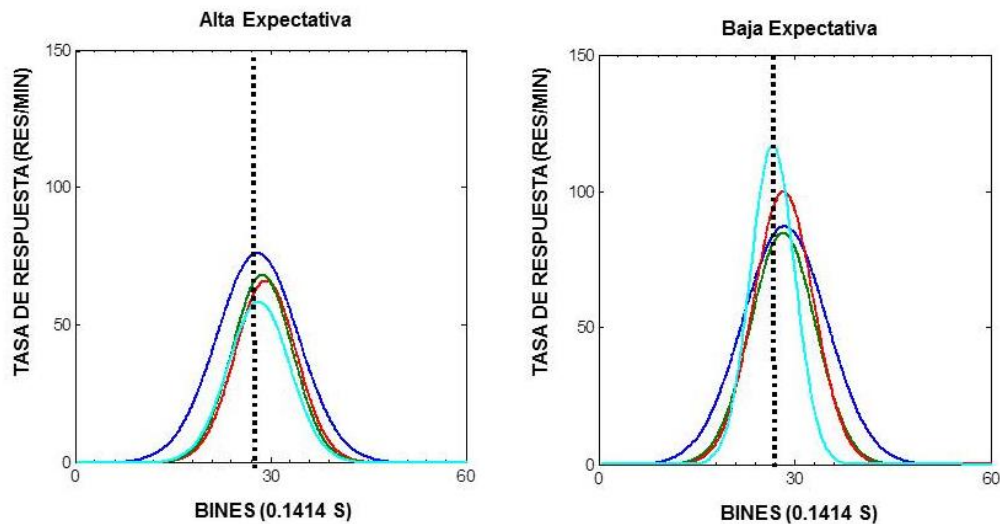


Figura 14. Ajuste gaussiano a la tasa de respuestas para los ensayos pico de entrenamiento (azul), sin interrupción (verde), interrupción temprana (rojo) e interrupción tardía (turquesa) durante la fase de cambio de la expectativa del Experimento 2. La línea punteada indica el tiempo de reforzamiento entrenado (4 s).

Como se muestra en la Tabla 2, los desplazamientos observados fueron significativos, además para el grupo de alta expectativa se observa que aunque no existe una diferencia significativa entre los valores de los tiempos pico para los ensayos con interrupción tardía y los ensayos con interrupción temprana, los ensayos sin interrupción de la fase de cambio presentan tiempos pico mayores a los de los ensayos con interrupción lo que refleja una mayor subestimación.

Con respecto al cuestionario post experimental (Anexo 2), la mayoría de los participantes afirmaron haber contado o utilizado algún otro método que les



permitiera estimar el tiempo, como llevar el ritmo con los movimientos corporales. Con respecto a la percepción de las interrupciones, todos afirmaron que la barra “parpadeaba” o “se interrumpía” en algunos ensayos prueba y que esto era señal de que debían empezar a disparar. Por último a pesar de haber afirmado que la interrupción era señal de que la diana se encontraba en el centro de la pantalla, la mayoría de los participantes afirmaron que la interrupción podía ocurrir en diferentes momentos.

Tabla 5. Valores de tiempo pico con intervalos de confianza de 95% y sus respectivas amplitudes (c) para la fase de cambio de la expectativa.

Condición	Alta Expectativa Tiempo Pico			Baja Expectativa Tiempo Pico		
	Valor	c	R <sup>2</sup>	Valor	c	R <sup>2</sup>
Entrenamiento	3.96 (3.91,4.01)	1.25	0.947	4.03 (3.99,4.07)	1.29	0.978
Sin Interrupción	4.14 (4.11,4.16)	0.93	0.986	3.99 (3.96,4.01)	0.99	0.987
Temprana	4.06 (4.03,4.10)	0.92	0.968	4.00 (3.99,4.02)	0.91	0.994
Tardía	3.99 (3.95,4.03)	0.94	0.969	3.77 (3.75,3.79)	0.68	0.986

### 4.3. DISCUSIÓN

El presente experimento tuvo como objetivo analizar tres cuestiones: a) el efecto de la manipulación de la frecuencia de ocurrencia de la interrupción en un procedimiento pico para humanos semejante al procedimiento pico para animales no humanos, b) la posibilidad de crear una expectativa sin necesidad de instrucciones verbales y c) la posibilidad de revertir expectativas.

Con respecto al efecto de la manipulación de la frecuencia de ocurrencia de la interrupción, a pesar de que no se presentaron desplazamientos significativos en los tiempos pico en la condición de creación de la expectativa, se observó que, al menos en el grupo de alta expectativa, los tiempos pico de la fase de cambio incrementaron significativamente siendo mayores los que se presentaron en ensayos sin interrupción. Lo anterior apoya los hallazgos previos sobre el efecto de la expectativa de la interrupción en procedimientos pico (Fortin et al., 2009), puesto que no sólo el desplazamiento del pico es independiente de la ocurrencia de la interrupción, sino que las subestimaciones temporales son mayores cuando ésta no ocurre, de modo tal que la interpretación de pérdida de pulsos por el uso compartido de recursos atencionales resulta plausible.

Además, a partir de los resultados (véase Tablas 4 y 5) es posible afirmar que, pese a la ausencia de aumentos significativos en tiempos pico durante la primera fase, el total de ensayos con interrupción a los que fue expuesto el grupo de alta expectativa en un inicio fue mayor al del grupo de baja expectativa y esto pudo ser determinante para su desempeño en la fase de cambio de expectativa donde los ensayos sin interrupciones al estar entremezclados con una menor

proporción de ensayos con interrupción (al menos para el grupo de alta expectativa), parecieron no alterar la expectativa de los participantes generando, de este modo, cambios atencionales persistentes hasta que la interrupción se presentara. Por el contrario, para los participantes del grupo de baja expectativa pareció que la previa exposición a un mayor número de ensayos sin interrupción durante la fase de creación de expectativa provocó que durante la segunda fase, los participantes ignoraran la interrupción, por lo que sus estimaciones fueran semejantes a las de su fase de entrenamiento, exceptuando los ensayos con interrupción tardía de los que se discutirá más adelante.

En relación a la posibilidad de crear una expectativa sin la necesidad de instrucciones explícitas sobre la frecuencia de ocurrencia de las interrupciones, se observó que los participantes del grupo de alta expectativa no sólo tuvieron subestimaciones temporales durante el primer y segundo bloque de la tarea en ensayos con interrupción temprana, además, durante el segundo bloque (cambio de la expectativa), las subestimaciones se presentaron incluso en ausencia de la interrupción, siendo éstas mayores que en los ensayos de interrupción temprana. En ese sentido, los presentes resultados sugieren que si bien podría ser necesario incrementar el número de ensayos de prueba que mantengan vigente una condición de expectativa, es posible que los participantes creen expectativas sobre la ocurrencia de eventos temporales importantes en su medio, y que a su vez, dichas expectativas interfieran con el desempeño de los participantes en la tarea temporal en curso provocando subestimaciones temporales.

En cuanto a la posibilidad del cambio de la expectativa, resulta interesante que en ninguno de los grupos se logró un cambio en los tiempos pico hacia el comportamiento esperado sin embargo, a la luz de los resultados, las manipulaciones efectuadas en el presente estudio no permiten descartar la posibilidad de revertir una expectativa ya que, una vez más, podría deberse a una cuestión de aumentar el número de ensayos de prueba con interrupción durante los cuales se mantenga vigente la misma condición de expectativa puesto que los efectos de la primera manipulación de frecuencia de la ocurrencia de la interrupción en ensayos sin interrupción fueron significativos hasta la segunda fase (cambio de la expectativa), lo que sugiere que la expectativa se formó en algún momento de dicha fase siendo necesarios un mayor número de ensayos para crear la primera expectativa. No obstante, también es posible que la primera manipulación de la frecuencia de la ocurrencia de las interrupciones sea crítica para la expectativa creada y que, debido a la previa exposición a una alta o baja frecuencia de interrupciones, según sea el caso, impida al participante aprender sobre la nueva configuración de frecuencia de ocurrencia de la interrupción en un mismo contexto.

Por último, se observó un efecto inesperado, pero importante, de la interrupción durante los ensayos de localización tardía para ambos grupos, donde los tiempos pico disminuyeron de manera significativa (véase Tablas 4 y 5). Esto podría deberse a que dada la cercanía del tiempo objetivo entrenado con el tiempo de finalización de la interrupción tardía, la interrupción desencadena procesos preparatorios que favorecen la respuesta anticipada del participante. Este efecto

de anticipación logró disminuir significativamente en el grupo de alta expectativa lo que sugiere que quizá debido a la previa exposición de una mayoría de ensayos con interrupción, los participantes pudieron distinguir que las interrupciones no siempre ocurrían en un mismo momento, por lo que dejaron de tomar la interrupción tardía como señal para comenzar a disparar.

Es importante mencionar que debido a las características de la tarea experimental elegida para el presente experimento, surgieron dudas sobre como representar la interrupción puesto que mientras que en la tarea para animales no humanos el estímulo que funge como marcador temporal es evidente y por lo tanto la forma de interrumpirlo también lo es, en el caso del procedimiento para humanos, en un inicio el marcador temporal es la diana que se mueve de izquierda a derecha, sin embargo, las interrupciones ocurren en los ensayos prueba donde la diana nunca está visible, consecuentemente es imposible interrumpirla. En el presente estudio se decidió que el estímulo a interrumpir sería la barra blanca y el modo de interrumpirla sería desapareciéndola dejando presente la pantalla verde durante una duración constante (1 s), no obstante, resultaría interesante que en futuros estudios se manipulara de manera diferente la interrupción: ya fuera cubriendo el estímulo (barra blanca) con una barra de otro color en vez de desaparecerlo o interrumpiendo la presentación de la pantalla (dejándola en negro o algún color diferente al fondo verde), para evaluar si la saliencia de la misma tiene un efecto en el desempeño del participante en la tarea temporal. De esta manera sería posible evaluar no sólo si es posible replicar los hallazgos de Fortin y colaboradores sino que también permitiría compararlo con

modelos que proponen procesos alternativos dependientes de la saliencia de la interrupción como los responsables de la subestimación temporal (Buhusi y Meck, 2006).

## 5. DISCUSIÓN GENERAL

El principal objetivo del presente estudio fue probar si los efectos de manipular la frecuencia de ocurrencia de las interrupciones en un procedimiento pico con interrupciones, tanto en animales humanos como no humanos, se asemejaban a los efectos de la expectativa de la interrupción reportados sobre la estimación temporal (p. e., Fortin y Massé, 2000; Fortin, 2003; Fortin et al. 2009), donde los intervalos temporales percibidos se acortaban debido al tiempo durante el cual el participante esperaba la ocurrencia de una interrupción, resultando en subestimaciones temporales en diferentes tareas experimentales. Los resultados muestran que, aunque el efecto no es tan fuerte, tanto el procedimiento pico clásico en ratas como la modificación que se hizo al procedimiento pico en humanos de Guilhardi et al. (2010), son sensibles a los efectos de la manipulación de frecuencia de la ocurrencia de la interrupción y a la manipulación de la localización de la misma ya que los tiempos pico para los grupos de alta expectativa tanto en humanos como en ratas fueron mayores en los ensayos con interrupción y aún mayores en los ensayos de la segunda fase (reversión de la expectativa), además, los humanos presentaron aumentos de tiempo pico aún mayores en los ensayos sin interrupción, lo que sugiere que una vez que el organismo aprende sobre las regularidades de su medio y la frecuencia de ocurrencia de eventos “importantes”, éste puede crear expectativas que pueden desviar su atención de la tarea temporal en curso causando subestimaciones en sus juicios temporales, lo que apoya la idea básica propuesta por la hipótesis de Time-Sharing (Thomas & Weaver, 1975; Buhusi & Meck, 2006).

En el caso de los animales no humanos, los resultados sugieren que, a diferencia de los estudios en humanos antes mencionados, la manipulación de la frecuencia de ocurrencia de las interrupciones no logró crear una expectativa ya que, si bien presentaron subestimaciones en ensayos con interrupciones, siendo mayores en los ensayos con interrupciones tardías, las ratas no subestimaron durante los ensayos sin interrupción a pesar de que la interrupción debería ser esperada puesto que no existía ninguna señal que distinguiera un tipo de ensayo del otro, lo que niega la hipótesis de la expectativa donde la expectativa de la ocurrencia de la interrupción, y no la interrupción misma, es la que desvía la atención de la tarea temporal en curso ocasionando subestimaciones temporales. Esto pudiera deberse a que al utilizar un procedimiento de pico clásico, las manipulaciones de proporción de ensayos con y sin interrupción propuestas por Fortin fueron imposibles de aplicar resultando en un efecto débil sobre el desempeño temporal de los sujetos. Sin embargo, una serie de estudios en animales no humanos, sugiere la posibilidad de crear expectativas en los animales a partir de la presentación de estímulos intrusivos salientes como pueden ser: una tarea concurrente con diferentes posibilidades de localización temporal dentro del transcurso de la tarea temporal (Aum, Brown y Hemmes, 2004), una interrupción lo suficientemente parecida al intervalo entre ensayo como para ser saliente (Buhusi, 2003), una tarea de detección de cambios de intensidad concurrente a la tarea temporal (Casini & Macar, 1997) o un estímulo asociado con una historia de reforzamiento positiva (Aum et al., 2007). Dichos estudios reportan subestimaciones temporales incluso en la ausencia de la presentación del estímulo intrusivo lo que apoya la interpretación del efecto de la expectativa y su



papel en la división de recursos atencionales durante la estimación temporal en animales no humanos.

Además, al haber utilizado proporciones semejantes de ensayos con y sin interrupción en los dos experimentos, los resultados del estudio permiten realizar comparaciones entre especies del desempeño en las diferentes tareas temporales. Si bien es necesario ser cuidadosos al comparar los resultados de las ratas con los humanos, la ausencia de cambios significativos del tiempo pico en los ensayos pico sin interrupción de las ratas podría deberse a una diferencia fundamental entre los procedimientos: la historia de reforzamiento asociada al estímulo de la interrupción. Como Aum y colaboradores (2007) lo mencionan, la saliencia del estímulo disruptivo, y su consecuente efecto en la estimación temporal, dependen en gran medida de la asociación de dicho estímulo con un reforzador; al analizar las diferentes características de los ensayos con interrupción del procedimiento en ratas y del procedimiento en humanos, se encuentra que las interrupciones en el procedimiento de ratas solamente ocurren en ensayos que no terminan en un reforzador mientras que, si bien el reforzador primario (observar que el disparo toca la diana) está ausente en los ensayos con interrupción en el procedimiento para humanos, a la finalización de cada ensayo le sigue la presentación de una pantalla con la puntuación obtenida en el ensayo y la puntuación total acumulada, lo que puede actuar como un reforzador. Así pues, la baja saliencia de las interrupciones en el experimento 1 pudo ser la causa del débil efecto de la manipulación de frecuencia de las interrupciones sobre la expectativa de las mismas. A favor de esta afirmación se encuentran los hallazgos de Menez

(2012), quien manipuló el tipo de señal asociada a la interrupción en un procedimiento pico con interrupciones encontrando un efecto diferencial, donde el desplazamiento hacia la derecha del tiempo pico (la subestimación) es mayor cuando la interrupción está asociada a un estímulo más saliente. No obstante, estudios como el de Kaiser, Zentall y Neiman (2002) comprueban que la fuerza de los efectos de la saliencia de las interrupciones variará dependiendo de diferentes factores, como puede ser la relación entre el comportamiento previo a la interrupción y el efecto de la interrupción misma, siendo posible encontrar subestimaciones temporales importantes aun cuando la interrupción no es tan saliente. De modo tal que a pesar de existir evidencia que apoye la importancia de la saliencia de la interrupción, aún no se tiene certidumbre de todas las variables que intervienen en la formación de la expectativa y las consecuentes subestimaciones temporales.

Ahora bien, la diferencia entre especies de los efectos de la manipulación de la frecuencia de las interrupciones y de la consecuente formación de una expectativa, podría explicarse en términos ontogenéticos, es decir, a partir de la historia del individuo: mientras que las ratas después de nacer fueron mantenidas en un ambiente controlado donde quizá los únicos eventos regulares que pudieran crear alguna expectativa eran los momentos de alimentación y de aseo de su caja habitación mismos que, normalmente ocurrían una vez al día, los participantes humanos contaban con una historia personal previa al experimento, llena de eventos que de una manera u otra pudieron crear expectativas en ellos. Por lo anterior, se podría afirmar que los humanos parecen estar más entrenados para

crear expectativas debido a que en el medio en el que se han desarrollado, en comparación con el de las ratas de laboratorio, la creación de expectativas sobre varios eventos puede resultar adaptativa.

Finalmente, aunque los resultados de ambos experimentos apoyan la hipótesis de uso compartido de recursos y por lo tanto, la hipótesis del control atencional sobre la estimación temporal, las manipulaciones aquí efectuadas no permiten esclarecer la naturaleza de los procesos cognitivos subyacentes. Si bien las subestimaciones temporales podrían deberse a la apertura intermitente del switch del reloj interno ocasionando una baja tasa de acumulación de pulsos, también es posible que, como Buhusi y Meck (2006) afirman, cuando la atención se desvía de la tarea temporal, una menor cantidad de recursos atencionales sea dedicada a mantener la información temporal en la memoria de trabajo, lo que ocasionaría un gradual decaimiento en memoria de la cantidad de pulsos acumulados hasta el momento del inicio de la interrupción.

Lo anterior no niega el hecho de que la división de recursos atencionales afecte la tarea temporal en curso, sin embargo muestra las limitaciones no sólo de la interpretación de la teoría de Fortin (2003) sobre el efecto de la expectativa, sino también de las aproximaciones empíricas hacia el estudio de este fenómeno. En primer lugar, la explicación de Fortin, da por sentado el hecho de que la interrupción del estímulo, quizá debido a las particularidades de su preparación experimental, solamente ocasiona el cese de la acumulación de pulsos por lo que al evaluar los resultados de sus manipulaciones experimentales, asume que el único efecto que se observa en las estimaciones temporales es el de la

expectativa de la interrupción, sin embargo los resultados del presente estudio demuestran que la interrupción misma puede tener otro tipo de efectos que no se traducen necesariamente en el cese total de la acumulación, por lo que los desplazamientos pueden ser menores a los esperados por la hipótesis de stop del reloj, donde el desplazamiento del pico es igual a la duración de la interrupción, de este modo dichos efectos, podrían sumarse o interactuar con los efectos de la expectativa de la interrupción. Asimismo, las aproximaciones empíricas de la literatura, y de éste mismo estudio, no sólo dificultan separar los efectos de la expectativa sobre el decaimiento de memoria y el proceso de acumulación, sino que también ignoran variables como la saliencia de la interrupción, la historia del estímulo asociado con la interrupción, entre otras, mismas que podrían jugar un papel importante en la creación de la expectativa de la interrupción, y su subsecuente efecto en la estimación temporal. Por lo anterior, resultaría importante que en futuras investigaciones se probara el efecto de la expectativa variando paramétricamente las características de la interrupción como su localización, su duración y el estímulo asociado a la misma contrastando la hipótesis de la acumulación de pulsos con la hipótesis de decaimiento de memoria para así, lograr desarrollar un modelo sencillo que permita predecir los efectos de dichas variables sobre la estimación temporal.

## 6. REFERENCIAS

- Aum, W. A., Brown, B. L., & Hemmes, N. S. (2004). The effects of concurrent task and gap events on peak time in the peak procedure. *Behavioural Processes*, 65, 43-53.
- Aum, W. A., Brown, B. L., & Hemmes, N. S. (2007). The effect of intruded events on peak time: The role of reinforcement history during the intruded event. *Behavioural Processes*, 74, 187-197.
- Barnes, R., & Jones, M. R. (2000). Expectancy, Attention, and Time. *Cognitive Psychology*, 41, 254-311.
- Brown, L. C., & Berthouex, P. M. (2002) *Statistics for Environmental Engineers* (2<sup>a</sup> ed.) Boca Ratón, FL: CRC Press.
- Brown, S. W., (1997). Attentional resources in timing: Interference effects in concurrent temporal and nontemporal working memory tasks. *Perception & Psychophysics*, 59, 1118-1140.
- Buhusi, C. V. (2003). Dopaminergic mechanisms of interval timing and attention. In W. H. Meck (Ed.), *Functional and neural mechanisms of interval timing* (pp. 317-338). Boca Raton, FL: CRC Press.
- Buhusi, C. V., & Meck, W. H. (2006). Time-sharing in rats: A peak-interval procedure with gaps and distracters. *Behavioural Processes*, 71, 107-115.

- Cabeza de Vaca, S. Brown, B., & Hemmes, N. (1994). Internal Clock and Memory Processes in Animal Timing. *Journal of Experimental Psychology*, 2, 184-198.
- Casini, L., & Macar F. (1997). Effects of attention manipulation on judgements of duration and of intensity in the visual modality. *Memory and Cognition*, 25, 812-818.
- Church, R. M. (1984). Properties of the internal clock. In J. Gibbon, & L. G. Allan (Eds.), *Annals of the New York Academy of Sciences: Timing and perception* (pp. 566-582). New York: New York Academy of Sciences.
- Church, R. M. (2003). A Concise Introduction to Scalar Timing Theory. In W. H. Meck (Ed.), *Functional and neural mechanisms of interval timing* (pp. 3-22). Boca Raton, FL: CRC Press.
- Flesher, M., & Hoffman, H. S. (1962). A progression for generating variable-interval schedules. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 5, 529-530.
- Fortin, C., & Massé, N. (2000). Expecting a break in time estimation: Attentional time-sharing without concurrent processing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 26, 1788-1796.
- Fortin, C. (2003). Attentional time-sharing in interval timing. In W. H. Meck (Ed.), *Functional and neural mechanisms of interval timing* (pp. 2335-260). Boca Raton, FL: CRC Press.

- Fortin C., Bédard, M.C., & Champagne, J. (2005). Timing during interruptions in timing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 31, 276-288.
- Fortin, C., Fairhurst, S., Malapani, C., Morin, C., Towey, J., & Meck, W. H. (2009). Expectancy in humans in multisecond peak-interval timing with gaps. *Attention, Perception & Psychophysics*, 71 (4), 789-802.
- Gallardo, S. R. (2012). *Efecto de las interrupciones en la estimación de intervalos múltiples*. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Psicología.
- Gibbon, J., Church, R. M., & Meck W. H. (1984). Scalar Timing in Memory. In J. Gibbon, & L. Allan (Eds.), *Timing and time perception* (pp. 52-77), New York, New York Academy of Sciences.
- Gibbon, J. (1977). Scalar expectancy theory and Weber's Law in animal timing. *Psychological review*, 84(3), 279-325.
- Gibbon, J. (1991). Origins of Scalar timing. *Learning and Motivation*, 22, 3-38.
- Guilhardi, P., Menez, M., Caetano, M. S., & Church, R. M. (2010). The effect of stimulus discriminability on strategies for learning multiple temporal discriminations. *Behavioural Processes*, 84, 467-483.
- 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. *Animal Behavioural Processes*, 28, 416-422.

- Lejeune, H. (1998). Switching or gating? The attentional challenge in cognitive models of psychological time. *Behavioural Processes*, *44*, 127-145.
- Lejeune, H., Macar, F., & Zakay, D. (1999). Attention and timing: Dual-task performance in pigeons. *Behavioural Processes*, *45*, 141-157.
- Macar, F., Grondin, S., & Casini, L. (1994). Controlled attention sharing influences in time estimation. *Memory & Cognition*, *22*, 673-686.
- Meck, W. H. (1984). Attentional Bias between Modalities: Effect on the Internal Clock, Memory, and Decision Stages Used in Animal Time Discrimination. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *423*, 528-541.
- Menez, M. (2012). Flexibilidad de la Estimación de Intervalos. En P. Guilhardi, M. Menez y F. López (Ed.), *Tendencias en el estudio contemporáneo de la estimación temporal* (pp. 41-87). México: Universidad Autónoma de México. Facultad de Psicología.
- Nobre, A. C. (2010). How can temporal expectations bias perception and action? In A. C. Nobre, & J. T. Coull (Eds.), *Attention and time* (pp. 371-392). Oxford, UK: Oxford UP.
- Penney, B. T. (2003). Modality Differences in Interval Timing: attention, Clock Speed, and Memory. In W. H. Meck (Ed.), *Functional and neural mechanisms of interval timing* (pp. 235-260). Boca Raton, FL: CRC Press.
- Roberts, S., & Church, R. M. (1978). Control of an internal clock. *Journal of Experimental Psychology of Animal Behavioural Processes*, *4*, 318-337.



- Roberts, S. (1981). Isolation of an internal clock. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*. 7, 242-268.
- Rohenkohl, G., Cravo, A. M., Wyart, V., & Nobre, A. C. (2012). Temporal Expectation Improves the Quality of Sensory Information. *The Journal of Neuroscience*. 32, 8424-8428.
- Summerfield, C & Egner, T. (2009). Expectation (and attention) in visual cognition. *Trends in cognitive sciences*. 13, 403-409.
- Tatham, T. A., Davison, V. E., & Zurn, K. R. (1991). Med-PC Medstate Notation Version 2.0. MED Associates Inc., Vermont.
- Thomas, E. A. C., & Weaver, W. B. (1975). Cognitive processing and time perception. *Perception & Psychophysics*, 17, 363-367.
- Vangkilde, S., Coull, J. T., & Bundesen, C. (2012). Great Expectations: Temporal Expectation Modulates Perceptual Processing Speed. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 38, 1183-1191.
- Witke, R.C., & Davies, A. A. (2008). Attention Set for Number: Expectation & Perceptual Load in Inattentional Blindness. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 34, 1092-1107.

## ANEXO 1: CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

### Consentimiento Informado para Participantes de Investigación

Este experimento es parte de un proyecto de investigación de la Facultad de Psicología de la UNAM sobre procesos cognoscitivos como la percepción y la precisión de la misma.

En este estudio verás algunos estímulos visuales en la pantalla (e.g. círculos concéntricos). Podrás responder, presionando las teclas de la computadora en cualquier momento durante la sesión, algunas de tus respuestas producirán una “recompensa” y el objetivo es obtener el mayor número de “recompensas” posibles. Las instrucciones específicas respecto a qué tecla o teclas presionar se presentarán al principio de la sesión. Toda la sesión durará aproximadamente 30 minutos. Los participantes en este estudio asisten a estas sesiones únicas como una manera alternativa de conseguir un punto extra en una materia.

Algunos participantes pueden considerar que la tarea es tediosa o aburrida debido a la simpleza de la misma pero otros la encuentran relajante. Tú puedes detener tu participación en cualquier momento de la sesión presionando la tecla “Esc”.

Los datos de este experimento permitirán probar teorías sobre el funcionamiento cognoscitivo en humanos.

Tu participación en este estudio es estrictamente voluntaria. La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación. Tus respuestas al programa de computadora y a la entrevista serán codificadas usando un número de identificación y por lo tanto, serán anónimas.

Si tienes cualquier duda sobre la investigación, por favor contacta a la Dra. Marina Menez o la experimentadora Martha I. Vega Frola, en el cubículo 24 del primer piso del edificio D, de Posgrado.

La participación en este estudio es estrictamente voluntaria y puedes retirarte del mismo en cualquier momento, sin que eso te perjudique en ninguna forma.

De antemano agradecemos tu participación.

---

Me ha sido explicado el objetivo del experimento y he leído esta forma de consentimiento informado. Acepto participar en esta investigación bajo estas condiciones.

-----  
Nombre del Participante  
(en letras de molde)

Firma del Participante

Fecha

## **ANEXO 2: CUESTIONARIO POSTEXPERIMENTAL**

1. ¿Cuáles fueron las estrategias que utilizaste para resolver la tarea?
2. ¿Notaste algo extraño durante los ensayos de prueba? ¿Qué?
3. ¿Eso modificó tu estrategia para resolver la tarea? ¿Cómo?
4. Para ti ¿la interrupción ocurría siempre en el mismo momento o el momento de su ocurrencia variaba?