

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE PSICOLOGÍA**

**LOS LÍMITES DEL CONTROL TEMPORAL**

TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADO EN PSICOLGÍA

**PRESENTA:**

**FRANCISCO JAVIER MORALES RODRÍGUEZ**

DIRECTOR: DR. FLORENTE LÓPEZ RODRÍGUEZ

COMITÉ TUTORAL:

DRA. JUDITH MARINA MENEZ DÍAZ

Dr. JULIO ESPINOSA RODRÍGUEZ

MTRA. PATRICIA ROMERO SÁNCHEZ

DR. OSCAR ZAMORA AREVALO

TESIS APOYADA POR LOS PROYECTOS:

DGAPA IN304211 Y DGAPA IN305412



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.

"¡Qué cosa tan extraordinaria es la normal!... Todas las líneas se unen para alcanzar un propósito determinado, para producir un efecto que ha sido previsto con claridad."

— E. T. A. Hoffman, La iglesia de los jesuitas de G\*\*\*.

## ÍNDICE

Introducción .....	1
Antecedentes en el estudio con programas de Intervalo Fijo .....	2
Teoría de Expectativa Escalar .....	13
Planteamiento del problema .....	19
Método .....	21
Sujetos .....	21
Aparatos .....	21
Procedimiento .....	22
Fase Experimental .....	22
Resultados .....	24
Discusión .....	42
Referencias .....	48

## RESUMEN

La Teoría de Expectativa Escalar (SET en inglés) postula 4 regularidades empíricas en la ejecución controlada por el tiempo: la proporcionalidad de la estimación temporal, la desviación estándar escalar, un coeficiente de variación constante y la superposición de las curvas de ejecución en una escala relativa de tiempo. En programas de intervalo fijo, dichas regularidades se han obtenido generalmente con valores de 15 segundos o más. Para establecer los límites del control temporal se debe verificar si las regularidades empíricas propuestas por SET surgen bajo intervalos fijos más cortos. Se realizó un experimento con un diseño entre sujetos; se asignó un grupo diferente de 6 ratas macho Wistar a cada uno de los siguientes valores de intervalo fijo: 3, 6, 9, 12, y 15 segundos. Tras completar 60 sesiones de 46 intervalos cada una, se analizó la tasa de respuesta. Debido a la variabilidad de los patrones de respuesta dentro de cada grupo, se optó por utilizar como medida del control temporal la pausa pos-reforzamiento. Aunque no fue posible encontrar las cuatro regularidades empíricas, algunos sujetos mostraron que la frecuencia de la pausa pos-reforzamiento se ajusta a los postulados de SET.

## INTRODUCCIÓN

En un sentido general, entendemos el tiempo como una dimensión en la cual cada elemento de nuestro mundo puede ordenarse en eventos pasados, presentes y futuros. Construimos nuestra realidad a partir de las medidas otorgadas a los intervalos de tiempo entre cada evento.

Los niños suelen expresarlo en forma sencilla: “tiempo es lo que mide el reloj” (en realidad, lo dicen en términos aún más simples). Sin embargo, aunque los animales no humanos no tengan un reloj a la “mano”, logran organizar su actividad de acuerdo a los eventos ocurridos en su medio. Pueden carecer de la habilidad necesaria para construir esta clase de herramientas, pero su conducta evidencia algún mecanismo inherente que les permite ajustarse a su realidad. Lo mismo sucede con el ser humano. Se puede decir que los seres vivos actúan como si tuvieran un reloj interno.

Este supuesto se ha desarrollado desde hace varias décadas (para más información sobre la historia de la teoría del reloj interno, revisar Wearden, 2005), pero con dos perspectivas diferentes que se ajustan a los datos obtenidos. Existe el estudio a nivel “macro”, enfocado en los intervalos de días, semanas, meses, etc., que coincide con algunos ritmos biológicos, como el circadiano; y otro “micro” interesado en intervalos de tiempo más pequeño, como lo son los minutos y segundos (Church, 2002). El proceso encargado de este último rango de valores es, propiamente, la estimación temporal (*timing* en inglés).

Sin embargo, si se quiere seguir la teoría del reloj interno, se necesita más que sólo el reloj para explicar la conducta controlada por el tiempo. Por ello, con el fin de predecir el comportamiento, una teoría que intente dar una explicación satisfactoria de la estimación temporal, debe tomar en cuenta la representación del tiempo físico desde la ocurrencia de un evento específico, un proceso de memoria y una regla de respuesta (Church, 1999).

Los orígenes de esta teoría de estimación temporal se ubican en el estudio de las respuestas temporalmente discriminadas. La adaptación a un medio cambiante depende de la capacidad de los sujetos para adquirir información de la regularidad de los eventos ambientales. De este modo, es posible usar dicha información para la emisión de una respuesta adaptativa (Estes, 1975). En condicionamiento operante, uno de los programas de reforzamiento que da cuenta de la conducta bajo periodicidades temporales es el intervalo fijo (IF). Éste consiste en la entrega del reforzador inmediatamente después de la primera respuesta posterior a la conclusión de un intervalo de tiempo establecido por el programa. Debido a su simplicidad y la regularidad en los patrones conductuales que genera, resulta idóneo en el estudio del control temporal.

### **Antecedentes en el estudio con programas de Intervalo Fijo**

En la primera etapa de la investigación de programas de reforzamiento, los datos recibían mayor atención, restringiendo la teoría a las hipótesis acerca de las relaciones controladoras esenciales, sin llegar a ser formal o cuantitativa (e. g. Skinner, 1938; Ferster, & Skinner 1957). Un problema surgido en este análisis

teórico fue especificar cómo afectan a la ejecución las variables indirectas, i.e. aquellas que no son prescritas por el programa, pero que se derivan de las que sí lo fueron.

Skinner (1938) encontró que la respuesta bajo programas de intervalo fijo variaba de cuatro maneras: hay oscilaciones en el número de respuestas por sesión (desviaciones de primer orden); cambios de frecuencia de respuesta de un intervalo a otro en cada sesión (desviaciones de segundo orden); cambios de la tasa de respuesta dentro de intervalos individuales (desviaciones de tercer orden); y una tendencia a que las respuestas individuales ocurran en grupos (desviaciones de cuarto orden). Las características distintivas de la ejecución bajo programas de intervalo fijo son las de segundo y tercer orden, es decir, la variación del número de respuestas por intervalo y el patrón de respuesta. Respecto a las desviaciones de segundo orden, Herrnstein y Morse (1958) formularon la siguiente hipótesis: el número de respuestas en un intervalo está determinado por el número de respuestas en los intervalos precedentes; los intervalos con alta frecuencia de respuesta generan pocas respuestas en los intervalos posteriores y viceversa. Este efecto dinámico, resultado de una variable indirecta (ya que el programa no especifica cuántas respuestas, más allá de una, deben ocurrir), sería el responsable del número elevado de respuestas y la variación del número de respuestas por intervalo.

Para abordar esta hipótesis, Herrnstein y Morse llevaron a cabo un programa conjuntivo intervalo fijo–razón fija (IF–RF). El programa impone requerimientos mínimos de respuesta en el IF. Herrnstein y Morse mantuvieron el



valor del intervalo en 15 min y variaron el valor de la razón de 0 hasta 240. Conforme se aumentó la razón, el número de respuestas por intervalo disminuyó. Los datos señalaron que un factor importante para que los programas IF generen un elevado número promedio de respuestas por reforzador, es que el programa no requiera más de una respuesta. Esta condición preserva la posibilidad de pocas respuestas, permitiendo así el efecto dinámico. No obstante, la respuesta debe estar en contigüidad temporal con el reforzador. Un programa conjuntivo tiempo fijo–razón fija 1 (TF–RF1) también requiere una sola respuesta, pero no garantiza que preceda inmediatamente al reforzador. Los informes de Morgan (1970) y Shull (1970,) donde el programa conjuntivo TF–RF1 mantuvo la respuesta, pero a un nivel substancialmente menor que un programa comparable de intervalo fijo, corroboran esta idea.

Dews (1970) encontró, en programas de IF 3 min, una tendencia general de intervalos con muchas respuestas que seguían a intervalos con muchas respuestas. Después de un impredecible número de intervalos con alto número de respuestas, uno o más intervalos con bajo número de respuestas ocurría y luego el ciclo se repetía. Esta periodicidad irregular refleja las relaciones que controlan el número de respuestas en intervalos sucesivos, las cuales pueden no operar inmediatamente de un intervalo al siguiente, sino que tienen efectos acumulativos sobre al menos varios intervalos. Randolph y Sewell (1968) encontraron que intervalos con bajo número de respuestas tendieron a ser seguidos por intervalos de alto número de respuestas, pero sin una tendencia igual de fuerte para que intervalos con muchas respuestas sean seguidos por intervalos con pocas

respuestas. Esto indica un efecto a largo plazo del número de respuestas por reforzador, manifestado durante varios intervalos; y un efecto más inmediato, pero pequeño, visto de un intervalo al siguiente.

La ocurrencia de un reforzador cuando la tendencia a responder es baja puede tener otro efecto relacionado: si el organismo deja de responder por un periodo que exceda el valor del parámetro del intervalo, la siguiente respuesta sería seguida por el reforzador y la respuesta sería regenerada. Esto coadyuvaría al efecto dinámico y a la tendencia del programa de intervalo a hacer que el número de respuestas por reforzador regrese a la media.

En cuanto a las desviaciones de tercer orden se ha propuesto que el patrón de respuesta bajo IF se constituye en dos fases: una que corresponde a un periodo inicial de ausencia de respuesta (periodo de pausa) y otro que corresponde al periodo de respuesta (periodo de trabajo). Este concepto general se originó con Skinner (1938) y ha sido elaborado por Schneider (1969) y por Shull, Guilkey y Witty (1972). La respuesta posterior a la pausa puede presentarse como una aceleración positiva continua; como una aceleración positiva que luego cambia a una tasa alta de respuesta estable; o una abrupta transición de ausencia de respuesta a una tasa alta de respuesta.

El patrón del IF puede interpretarse como el resultado de la discriminación temporal realizada por el sujeto. El concepto de este proceso tuvo un desarrollo confuso. Algunas veces fue usado sólo para poder ofrecer una explicación de la conducta (e.g. el patrón de intervalo fijo es el resultado de la discriminación del

tiempo). El problema fue que su uso derivó en una descripción superficial del proceso, sin ir más allá de la reiteración de las variables independientes (e. g. sucede cuando el reforzamiento ocurre en cierto punto en el tiempo). La interpretación simplemente agregaba la discriminación temporal a la relación entre la variable independiente y la ejecución observable (Zeiler, 1977).

En un uso más significativo del concepto de discriminación temporal, Skinner (1938) explicó el patrón de respuesta bajo IF usando el tiempo transcurrido como un estímulo, es decir, la respuesta depende de la semejanza de los estímulos temporales, procedentes de cualquier punto del intervalo, con el estímulo temporal correlacionado con la presentación del reforzador. Tal explicación enfatizó las propiedades discriminativas del estímulo. A semejanza de Skinner, Spence (1956, citado en Zeiler, 1977) propuso que la conducta, en la situación de encadenamiento, se debía a la semejanza de los estímulos de la meta con los estímulos que ocurren al principio de la cadena.

Por otro lado, Dews (1962) supuso que la demora del reforzamiento es un determinante del patrón de respuesta, ya que el reforzador sigue no sólo a la última respuesta del intervalo, sino también a las anteriores, pero con demoras más largas. De acuerdo con esto, habría un efecto facilitador de la respuesta conforme las demoras se acortan, efecto al que se llamó gradiente de la demora

Un argumento similar lo encontramos en Hull (1932), quien usó el reforzamiento demorado para explicar el patrón de respuesta en secuencias. Hull opinaba que las secuencias de respuesta están influenciadas por su lejanía

temporal con el estímulo reforzante, de manera que el reforzador es demorado con respecto a las primeras partes de la secuencia. Los procedimientos de demora encadenada involucrarían así un gradiente de reforzamiento dentro de una cadena de respuestas.

El problema, entonces, consistía en establecer si la respuesta depende de la proximidad con el final de la cadena (Hull, 1932; Dews, 1962) o de la semejanza de las condiciones en cualquier punto con las presentes en el momento de la presentación del reforzador (Skinner, 1938; Spence, 1956). Es decir, el debate estaba entre aceptar a la demora del reforzamiento o a la discriminación temporal, como el principal aspecto controlador de la localización temporal de la respuesta.

Para poder evaluar la posibilidad de que la demora del reforzamiento influye en la ejecución bajo intervalo fijo, es necesario observar sus efectos directos. Los datos de Skinner (1938; pp. 139-150) sugieren que un estímulo reforzante tiene un rango efectivo pequeño en el tiempo, debido a que la tasa de respuesta disminuye considerablemente con demoras añadidas al IF, incluso de algunos milisegundos. Si demoras tan cortas, como las de un segundo (Dews, 1969), disminuyen drásticamente la tasa de respuesta, la tasa alta mantenida bajo programas de intervalo fijo no puede ser atribuida al gradiente de la demora del reforzador.

Sin embargo, una observación adicional indica que la discriminación temporal y la demora del reforzamiento realmente no son distinguibles en los programas de intervalo. El tiempo transcurrido desde el principio del intervalo

como el factor controlador, aparece en explicaciones que subrayan a éste como un estímulo discriminativo. El tiempo entre la respuesta y la presentación del siguiente reforzador, es crucial para las explicaciones de la demora del reforzamiento. No obstante, estos dos intervalos no son independientes dado que el intervalo fijo total permanece constante. Como los dos están perfectamente correlacionados en forma negativa, sus efectos no pueden ser separados (Zeiler, 1977).

La evidencia sugiere que deben ser considerados juntos. Cuando Dews (1970) trazó la tasa relativa de respuesta en cada quinto de intervalo, las curvas para los programas de IF de 30, 300 y 3000 segundos, cayeron una encima de la otra. Los patrones relativos fueron independientes del valor del IF. Aun cuando los quintos equivalentes representaban periodos de tiempo absoluto muy diferentes, la posición relativa y el patrón fueron constantes. La localización temporal de una respuesta en un intervalo puede especificarse desde el comienzo del intervalo o desde su final. Los cambios en la localización relativa de la respuesta siempre significan cambios relativos del tiempo desde el comienzo del intervalo y el tiempo desde el final del intervalo. En consecuencia no se puede afirmar que alguno de los periodos sea responsable de algún efecto. El factor importante es la localización de una respuesta dada en relación con la duración total del intervalo.

También existe una consideración acerca de una posible asociación efectiva entre la pausa pos-reforzamiento (i.e. el tiempo entre el inicio del intervalo y la primera respuesta operante emitida por el sujeto) y la ganancia total de reforzadores.

En el IF, la distribución de frecuencia de las pausas pos-reforzamiento (PPR) tiene forma de distribución normal, con el pico localizado aproximadamente arriba de la mitad del intervalo. Esto implica que un número mínimo de PPR sobrepasará el valor del IF, evitando con ello la disminución de la tasa de reforzamiento que produciría una cantidad considerable de pausas más largas que el IF. Si el costo de las respuestas que no generan la entrega inmediata del reforzador es pequeño en relación al costo de tasas reducidas de reforzamiento, la PPR debe cambiar en una dirección conservadora, esto es, hacia valores más pequeños que el IF. Una vez que el promedio de la pausa se ha acortado hacia el punto donde virtualmente ninguna de las pausas excede el IF, la tasa de reforzamiento estará cerca del máximo (Shull, 1979)

Una mínima proporción de las PPR excederá el IF si la media de las pausas está al menos tres unidades de desviaciones estándar por debajo del valor del IF. Una constante de proporcionalidad de 0.3 es típica (Gibbon, 1977). Por tanto, de acuerdo con Shull (1979) la pausa media que cae tres desviaciones estándar por debajo del IF puede ser expresada en la siguiente ecuación:

$$P = I - 3(.3P) \quad (1)$$

Donde P es la pausa media, I es la duración normalizada del IF, 3 es el número de unidades de desviación estándar por debajo del IF, y el término en paréntesis es la desviación estándar. Resolviendo P se obtiene:

$$P = I/1.9 = 0.531$$

(2)

La ecuación predice que la pausa media es una función creciente lineal de los IF con una pendiente alrededor de 0.5. Así, la asociación molar entre la duración de la pausa y el valor neto de ganancia total, generaría pausas alrededor de la media del IF.

Para probar esta hipótesis, Shull y Guilkey (1976) entregaron reforzadores en diferentes tasas durante la PPR, pero no en el tiempo restante posterior al fin de esta pausa. Se esperaba que la comida extra durante la pausa redujera la presión para mantener las PPR cortas, generando así unas más largas que incrementaran en función de la tasa de entrega de comida durante la pausa. En vez de esto, la pausa promedio no fue afectada sistemáticamente. El hallazgo descartaba el control de la conducta basado en una asociación entre la duración de la PPR y la tasa total de reforzamiento.

Hay mucha evidencia de que la PPR en programas de IF incrementa como una función de la duración del IF y alguna evidencia de que esta relación es lineal (Gibbon, 1977; Schneider, 1969; Shull, 1971). Que esta relación simple prevalezca apoya la consideración de que el intervalo entre reforzadores controla la PPR. Por otro lado, Shull (1979) sostiene que tales relaciones son enteramente consistentes con el control del tiempo de trabajo. Si el IF incrementa, el tiempo de trabajo posterior a cualquier pausa incrementará de igual forma. En consecuencia,

los cambios en el tiempo de trabajo deberán cambiar el promedio de la PPR en la dirección correspondiente.

De acuerdo con el punto de vista de Bush y Mosteller (1955; citado en Shull 1979) las latencias resultan de una serie de elecciones probabilísticas entre episodios conductuales breves de dos tipos, que pueden ser tomados por episodios de conducta terminal y no terminal; el periodo de tiempo que ocupa esta última es compartido con la conducta terminal no medida (i.e. aquella diferente a la operante pero encaminada a conseguir el reforzador). La conducta no terminal estaría controlada por reforzadores fuera de la clase que contiene al reforzador terminal. Dado que se asume que el sujeto es insensible a la relación entre el tiempo transcurrido durante la pausa compuesta sólo por conducta no terminal y las variaciones a lo largo de las dimensiones del reforzador terminal, se puede asumir que la probabilidad momentánea de iniciar la conducta terminal es constante a través de la pausa, es decir, dicha probabilidad se mantiene constante antes de que el sujeto empiece a responder. Si así es, la duración promedio de la verdadera pausa sería una función inversa simple de esa probabilidad.

A diferencia de la tasa de respuesta, la distribución de frecuencia de las PPR provee una posible medida de la probabilidad del inicio de la conducta terminal sin factores de confusión, como el número de respuestas terminales en ciclos anteriores o la cantidad de tiempo transcurrido desde el inicio de la conducta terminal. Esta función de terminación por oportunidad muestra la probabilidad de observar la primera respuesta medida como una función del tiempo transcurrido en la PPR. No obstante, se asume que las funciones reflejan fielmente la



probabilidad de iniciar la conducta terminal en función del tiempo de la PPR (Shull, 1979).

En programas de IF los incrementos en el tiempo de la pausa se asocian con la disminución del tiempo de trabajo. Si esta asociación es efectiva, se esperaría, de acuerdo con Shull, que la probabilidad de iniciar la conducta terminal incremente en función al tiempo de la pausa. Las funciones crecientes obtenidas con la función de terminación por oportunidad, en programas de IF 1 min y 5 min, son consistentes con este punto de vista. Bajo la suposición de que la probabilidad de elegir la conducta terminal es constante durante la pausa, la distribución de frecuencia debería tener forma exponencial, monotónica decreciente y negativamente acelerada. Sin embargo las distribuciones fueron bitónicas con forma de campana. Este hecho se esperaría si algún periodo de conducta terminal no medida interviniese.

Sin embargo, Shull está presuponiendo una asociación entre el tiempo de trabajo y la PPR, cuando los datos también se ajustan a una asociación del tiempo transcurrido desde el comienzo del IF y las condiciones del reforzador terminal; entre más se asemejen estos dos, la probabilidad de responder aumentará y la distribución de frecuencia de terminación de las pausas encontrará su pico en el punto en el que el sujeto “espera” obtener el reforzador; esto sin recurrir al supuesto de conducta terminal no medida. La discriminación temporal basada en el intervalo entre reforzadores rechaza la suposición de que las actividades durante la pausa interfieren con la atención al tiempo transcurrido y la suposición

de que mucha de la conducta durante la pausa es reforzada por reforzadores de clase diferente al terminal.

### **Teoría de Expectativa Escalar**

Los puntos mencionados anteriormente: la idea de discriminación temporal basada en el intervalo entre reforzadores; la constancia del patrón de respuesta en valores relativos; la proporcionalidad de la pausa y su incremento lineal conforme aumenta el intervalo fijo; y la importancia de la localización de un punto dado en relación con la proporción que representa del intervalo, sirvieron de base para la teoría de estimación temporal desarrollada por John Gibbon: la Teoría de Expectativa Escalar (SET por sus siglas en inglés).

En su versión cognitiva más simple (Gibbon, Church, & Meck, 1984) se proponen tres etapas interrelacionadas de procesamiento de la información, a saber, un reloj, una de memoria y otra para toma de decisiones (ver Figura 1).

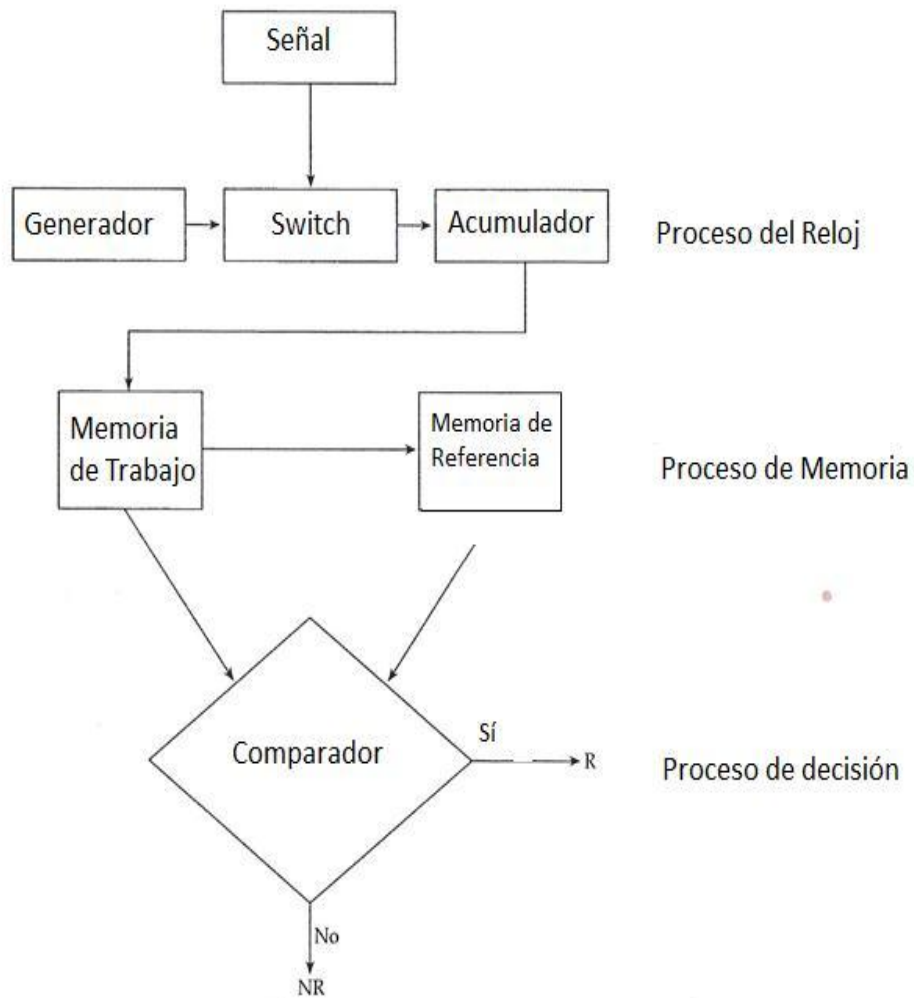


Figura 1. Modelo cognitivo de la Teoría de Expectativa Escalar.

De acuerdo con el modelo, un marcapasos genera una serie de pulsos a una velocidad determinada; si el *switch* está cerrado –es decir, si la atención está enfocada en el intervalo a estimar– los pulsos pasan a ser sumados en el acumulador. Al final del intervalo, los pulsos son almacenados en una memoria de

referencia, que funciona como una a largo plazo. En intervalos posteriores, el valor almacenado en la memoria de referencia es comparado con el valor actual en la memoria de trabajo. La proporción entre estos dos valores controla, mediante uno o más umbrales, la respuesta operante.

Sin importar las fuentes de varianza que se le han añadido al modelo, el proceso da como resultado la representación de un intervalo mediante la distribución de una serie de valores con una media y una desviación estándar proporcional al valor del intervalo (Machado, Keen, & Guilhardi, 2004). Hay que tener en cuenta que *“la idea central que subyace en la estimación del tiempo escalar no es, sin embargo, la proporcionalidad de la percepción del tiempo del intervalo, sino la proporcionalidad de lo que el sujeto hace con el tiempo percibido”* (Gibbon, 1991, p 11).

Los cimientos de este modelo son cuatro propiedades psicofísicas halladas en un amplio rango de programas de reforzamiento, de valores de tiempo e incluso de especies (e.g. Gibbon, & Church, 1981; Church, & Gibbon, 1982; Wearden, & McShane, 1988).

La primera de ellas es la invariancia en la escala del tiempo, es decir, la propiedad escalar. Descrita empíricamente, es la superposición de los datos obtenidos de la ejecución controlada por el tiempo –por ejemplo, las curvas de respuesta– cuando son graficadas en un tiempo relativo. Así, la ejecución resulta en una forma común cuando las mediciones obtenidas bajo intervalos de diferentes valores absolutos son normalizadas. La superposición de las medidas

indica que éstas se mantienen dentro de alguna proporción del intervalo, independientemente de su valor; lo cual nos lleva al resto de las propiedades psicofísicas.

La propiedad de proporcionalidad indica que una medida de tendencia central de la ejecución (e. g. la media) controlada por el tiempo, incrementa proporcionalmente conforme lo hace el tiempo objetivo.

El tercer principio es el de variabilidad escalar. Éste nos dice que una medida de variabilidad (e. g. la desviación estándar) incrementa linealmente conforme aumenta el tiempo objetivo.

Finalmente, el último principio es uno que se comporta como la ley de Weber. La razón de una medida de variabilidad de la ejecución en la discriminación de un intervalo de tiempo y una medida de tendencia central de esta misma ejecución, nos da un coeficiente de variación. De acuerdo con este principio, el coeficiente de variación se mantiene aproximadamente constante a lo largo de diferentes valores de intervalos de tiempo.

Se puede observar una relación de los cuatro principios atendiendo sólo a la invariancia en la escala del tiempo. Para que haya superposición de las curvas de respuesta, debe haber, por tanto, proporcionalidad en las medias de las distintas ejecuciones bajo diferentes intervalos, además, la desviación estándar tendría que crecer lineal y proporcionalmente. La razón constante entre estas dos medidas, revela el mismo nivel de discriminación en los diferentes valores de

tiempo absoluto, lo cual posibilita el primer principio. Así, la ley de Weber es, en palabras de Gibbon, “una forma débil de la propiedad escalar” (1991, p. 16).

Se ha observado que diferentes medidas de la ejecución en IF caen en determinada proporción del intervalo sin importar su valor absoluto, lo cual corresponde a los postulados de SET.

La PPR muestra una distribución de frecuencia en forma de campana, con el pico localizado entre  $1/3$  y  $2/3$  del intervalo (Gibbon, 1977; Schneider, 1969).

El *Quarter Life* (QL) es un índice del patrón de respuesta que señala el tiempo que le tomó al sujeto completar el 25% de las respuestas emitidas en el intervalo. En programas de IF, un valor en el QL menor al .25 del intervalo evidencia que la respuesta se emitió indiferenciadamente a lo largo del ciclo; en cambio, un valor que se aproxime al del establecido por el programa, revela una tasa baja de respuesta hasta la última parte del intervalo. En general, el QL cae alrededor de los  $2/3$  del intervalo en estado estable (Baron, & Leinenweber, 1994).

El *Break Point* (BP) es un tiempo de transición de la respuesta que maximiza la diferencia absoluta entre la tasa de respuesta inicial y la final desde la tasa media, cada una ponderada por su duración. Esta medida se mantiene alrededor de  $2/3$  del intervalo; mantiene una relación lineal con el valor absoluto del intervalo con una pendiente aproximada de .67 (Schneider, 1969).

La evidencia muestra que el valor de estas medidas incrementa en programas de IF como una función de la duración del intervalo, y además, que

esta relación es lineal (Gibbon, 1977; Schneider, 1969; Shull, 1971). La desviación estándar es proporcional al intervalo medio producido sobre un amplio rango de valores. Una constante de proporcionalidad de 0.3 no es atípica. La razón entre ambas medidas se mantiene constante a lo largo de diferentes valores (Gibbon, 1977).

## **Planteamiento del problema**

La evidencia aquí mencionada concuerda y apoya SET. Sin embargo, los valores de intervalos fijos utilizados en la investigación con programas periódicos han tendido a ser de 15 segundos o más. Por tanto, estos estudios son eficaces al proporcionar información sobre el mecanismo que subyace a la ejecución del sujeto, pero sólo en dicho rango de valores.

La investigación suele focalizarse en ciertas etapas del proceso de estimación temporal, bien sea la memoria, el umbral de decisión o alguna otra parte del proceso. Este interés por las etapas específicas planteadas por SET ha dejado de lado el establecimiento de los límites de la teoría. Aunque ya se ha trabajado con intervalos pequeños y se ha observado una conducta adaptada a las restricciones del programa, las tareas utilizadas (como bisección temporal o generalización temporal, c.f. Church, & Deluty, 1977; Church, & Gibbon, 1982) han estado más enfocadas en procesos de discriminación. El intervalo fijo, en cambio, permite estudiar el grado en que el comportamiento del sujeto se ajusta al paso del tiempo. Aún no se han establecido los límites del control temporal bajo este procedimiento, es decir, aún no queda claro a partir de qué momento el sujeto es incapaz de mostrar un control temporal de la conducta que cumpla con los postulados de SET. Se sabe que a los 15 segundos los sujetos, en un rango considerable de especies, son perfectamente capaces de hacerlo, pero en intervalos de tiempo más cortos las evidencias son escasas. Incluso cuando se han utilizado IF más pequeños (e.g. Boisvert, & Sherry, 2006; Gollub, 1964), los



estudios no estaban enfocados en ver si la ejecución cumplía las regularidades marcadas por la teoría SET.

Esta carencia deja un vacío dentro del estudio del control temporal. Las explicaciones que se dan a la estimación temporal suelen tomarse como generales y no ponen de manifiesto que sólo aplican a ciertos valores. Por esta razón, conviene realizar estudios que generalicen los hallazgos a valores más pequeños.

El conocimiento de sus límites ayudaría al desarrollo de SET en cuanto a los alcances de su aplicabilidad. Además, esclarecería los procesos que entran en juego en el ajuste de la conducta a las contingencias ambientales más allá de los márgenes de la estimación temporal y si éstos interfieren con la ejecución en los intervalos de tiempo que rebasan dichos límites.

El interés general del presente estudio, es confirmar si las cuatro regularidades empíricas predichas por SET están presentes en intervalos de tiempo pequeños. Por las características ya mencionadas, el programa de reforzamiento más idóneo es el IF. El patrón de respuesta que surja podrá ser comparado con el patrón típico generado por el programa. Por otra parte, un análisis cuantitativo del *break point*, la pausa pos-reforzamiento, el *quarter life* y el gradiente temporal de las respuestas, permitirá verificar las cuatro regularidades.

## **Método**

### **Sujetos.**

Se utilizaron 30 ratas macho de la cepa Wistar, criadas en el bioterio de la Facultad de Psicología de la UNAM, experimentalmente ingenuas, con una edad aproximada de tres meses y medio al inicio del experimento. Se trabajó con un ciclo de privación de alimento a fin de mantener a los sujetos al 80% de su peso *ad libitum* a lo largo de la investigación. Los sujetos estuvieron alojados en jaulas individuales, con acceso libre al agua.

### **Aparatos.**

El experimento se condujo en ocho 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. Las cajas se mantuvieron aisladas del ruido en una cabina de 60 cm x 74 cm x 40 cm. Cada caja de condicionamiento operante contó con una palanca colocada en la pared frontal de la caja, del lado izquierdo. El comedero se colocó en la pared frontal, situado en el centro. El reforzador fue un pellet de 45 mg, el cual fue provisto por un dispensador colocado detrás de la pared frontal. La entrega del reforzador se señaló con el encendido de una luz de 28 Volts, colocada encima del comedero. La iluminación general fue proporcionada por un foco de 28 Volts, colocado en la parte trasera de la caja, y una luz (20 Volts) colocada sobre la palanca. El ruido exterior permaneció enmascarado con una fuente de ruido blanco. Una computadora de escritorio marca Gateway 2000 con el programa MED PC-IV versión para Windows y provista de una interface MED, controló y

registró los tiempos de ocurrencia de las respuestas de los sujetos; los eventos experimentales se registraron en tiempo real, con una aproximación a la centésima de segundo.

### **Procedimiento.**

Todos los sujetos fueron sometidos a una sesión de entrenamiento manual a la localización del comedero y de una a tres sesiones de moldeamiento manual para la adquisición de la operante. Posteriormente, los sujetos fueron sometidos a una sesión de reforzamiento continuo. Cada una de estas sesiones finalizó con la entrega del reforzador número 46.

### **Fase Experimental.**

Utilizando un diseño entre-sujetos, los sujetos fueron asignados aleatoriamente a uno de los cinco programas de Intervalo Fijo (ver Tabla 1). La luz general indicó el inicio del intervalo. Permaneció encendida hasta la emisión de la primera respuesta posterior al tiempo indicado por el IF. La entrega del reforzador fue señalada por un cambio de estímulos (se apagó la luz general y se prendió la luz sobre el comedero) durante 3 segundos. Luego el ciclo se repetía.

Tabla 1. Diseño experimental.

Programa	No. de sujetos
IF 3s	6
IF 6s	6
IF 9s	6
IF 12s	6
IF 15s	6

Para cada condición de IF, las sesiones terminaron con la entrega del reforzador número 46 o transcurridos 3600 segundos, lo que hubiese ocurrido primero. Cada sujeto terminó al cabo de 60 sesiones experimentales.

## Resultados

Para el análisis de todos los resultados se tomaron en cuenta únicamente las últimas 5 sesiones de cada sujeto. Se omitieron los datos anteriores a la entrega del primer reforzador. El uso de la mediana en lugar de la media, para algunos de los análisis, se debió a las desviaciones en la simetría de la distribución de los datos.

Con el propósito de obtener una descripción empírica de la tendencia del gradiente de respuesta, se utilizó la siguiente ecuación sigmoidea:

$$y = \frac{c}{1 + e^{-(x-a)/b}} \quad (1)$$

Donde  $c$  es el centro (el tiempo que a la tasa de respuesta le tomó alcanzar la mitad de su estimado máximo),  $b$  es la forma (un estimado de la escala de la función, así como una medida de la precisión de la estimación temporal) y  $a$  es la tasa máxima de respuesta estimada (Guilhardi, & Church, 2005).

La Figura 2 presenta los gradientes en una tasa relativa de respuesta. Se obtuvo el promedio de la tasa de respuesta en bins de un décimo del intervalo por sujeto; posteriormente el promedio por cada condición. La tasa relativa se obtuvo dividiendo la tasa de respuesta de cada bin por la tasa máxima obtenida.

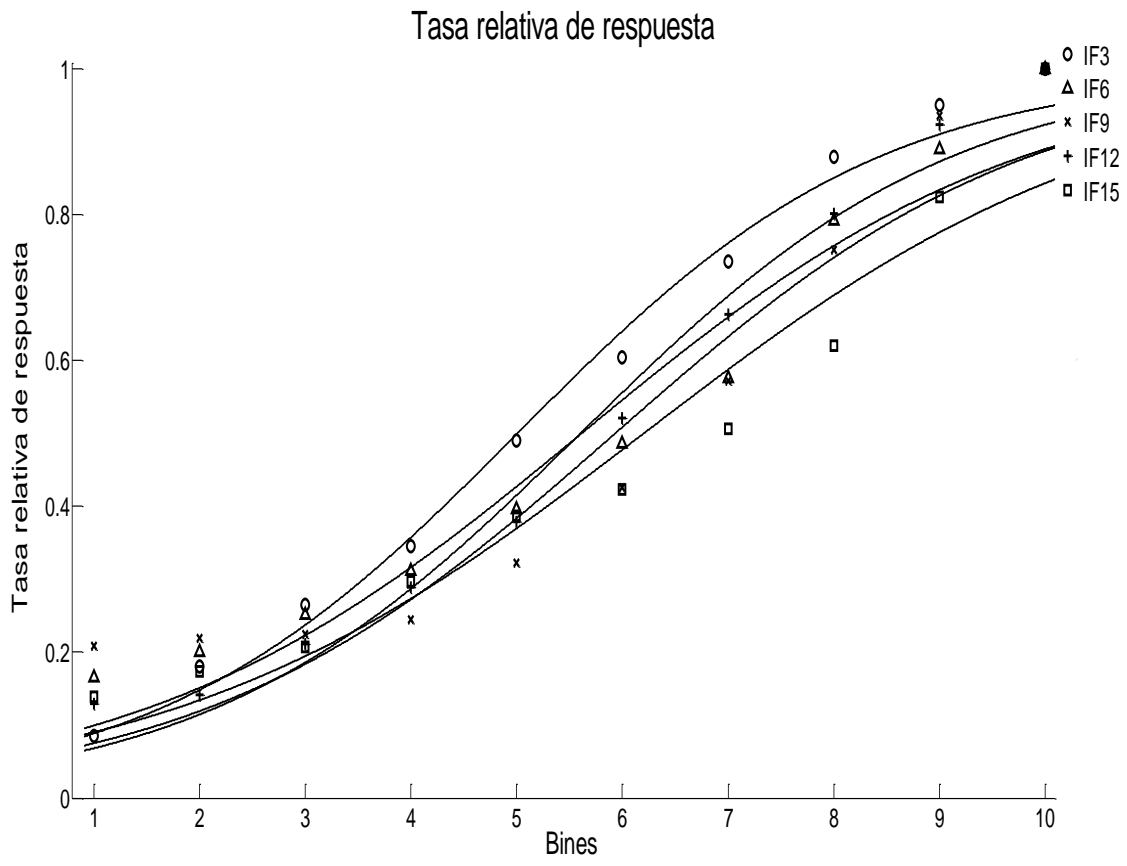


Figura 2. La tasa relativa de respuesta para cada condición de IF, en bins de un décimo del intervalo. Las líneas continuas representan los gradientes de respuesta obtenidos para cada condición a partir del ajuste de la función sigmoidea.

Tabla 2. Valor de  $R^2$  para el ajuste de la función sigmoidea a la tasa relativa de respuesta de cada condición.

Ajuste de la función sigmoidea

Condición	$R^2$
IF3	0.989
IF6	0.955
IF9	0.976
IF12	0.982
IF15	0.937

Como se puede observar, la superposición de las curvas es pobre. Todos los IF produjeron un patrón de crecimiento sostenido con forma sigmoidea. Desde el primer décimo del intervalo, en todas las condiciones emergió la operante, aunque en una tasa baja. El IF 3s fue el que generó una mayor tasa de respuesta en momentos más tempranos del intervalo, a comparación del resto de las condiciones.

El ajuste de de las curvas fue bueno. Como muestra la Tabla 2, todas las condiciones, a excepción del IF 15s, obtuvieron un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) mayor a 0.95. No obstante, estos resultados no representan adecuadamente

la ejecución. El promedio de cada condición oculta patrones divergentes internos. Es decir, en cada condición, los sujetos mostraron más de un patrón de respuesta, lo cual cuestiona un análisis del gradiente de respuesta basado en el promedio por condición. Para hacer manifiesto lo anterior, la Figura 3 presenta los promedios de la tasa relativa de respuesta por cada condición, con las respectivas desviaciones estándar para cada bin. La decisión de utilizar la desviación estándar en lugar del error estándar se debió al número de veces que los datos se promediaron, ya que esto provocó la "pérdida" de variabilidad de los mismos. Como no se busca realizar conclusiones estadísticas a partir de la desviación estándar, sino ilustrar la variación de los datos, se optó por utilizar esta medida.



### Desviación estándar por condición

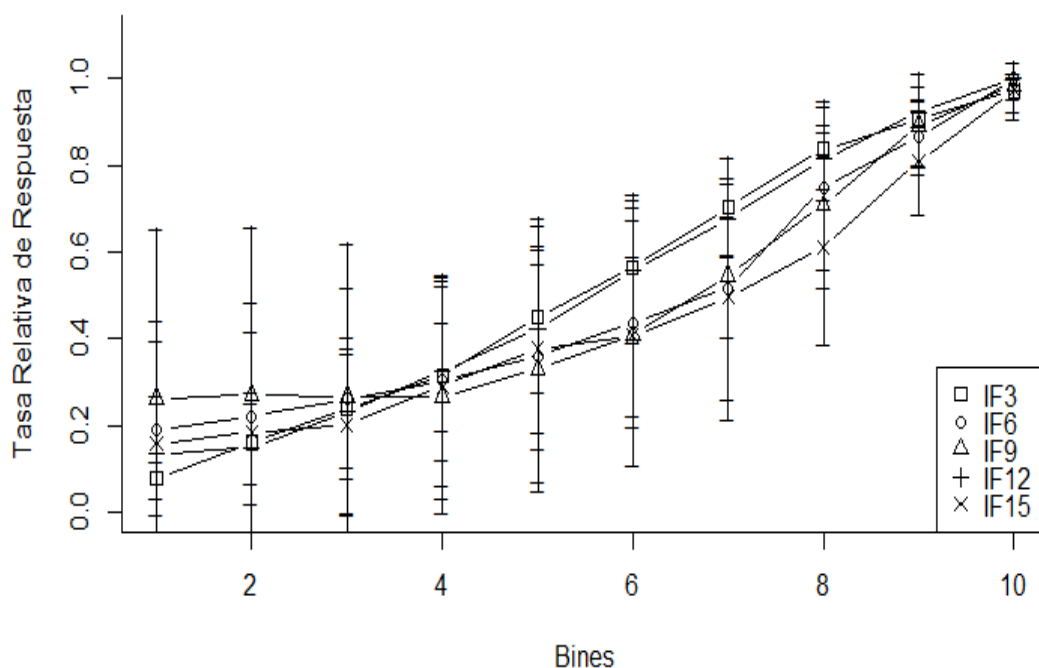


Figura 3. La tasa relativa de respuesta para cada condición de IF, en bins de un décimo del intervalo. Las barras de cada punto describen la desviación estándar.

Por otra parte, un análisis más detallado mostró que incluso el promedio de cada sujeto ocultaba la ejecución dentro de los intervalos individuales. Las respuestas mostraron diversos patrones, por ejemplo, un par de respuestas al principio del intervalo y otra al concluir éste, o bien, una pequeña cadena de respuestas al final del intervalo. Al momento de obtener el promedio de cada bin a lo largo de varios ciclos, se obtiene un número que ha “combinado” los distintos patrones.

A este punto se añade otro que refuerza el inconveniente de proseguir el estudio utilizando el gradiente de respuesta. Como se muestra en la Figura 4, la mediana del número de respuestas por ciclo es muy pequeña en todas las condiciones, esto debido a que los IF fueron muy cortos en su duración, impidiendo así una prolongada emisión de la operante.

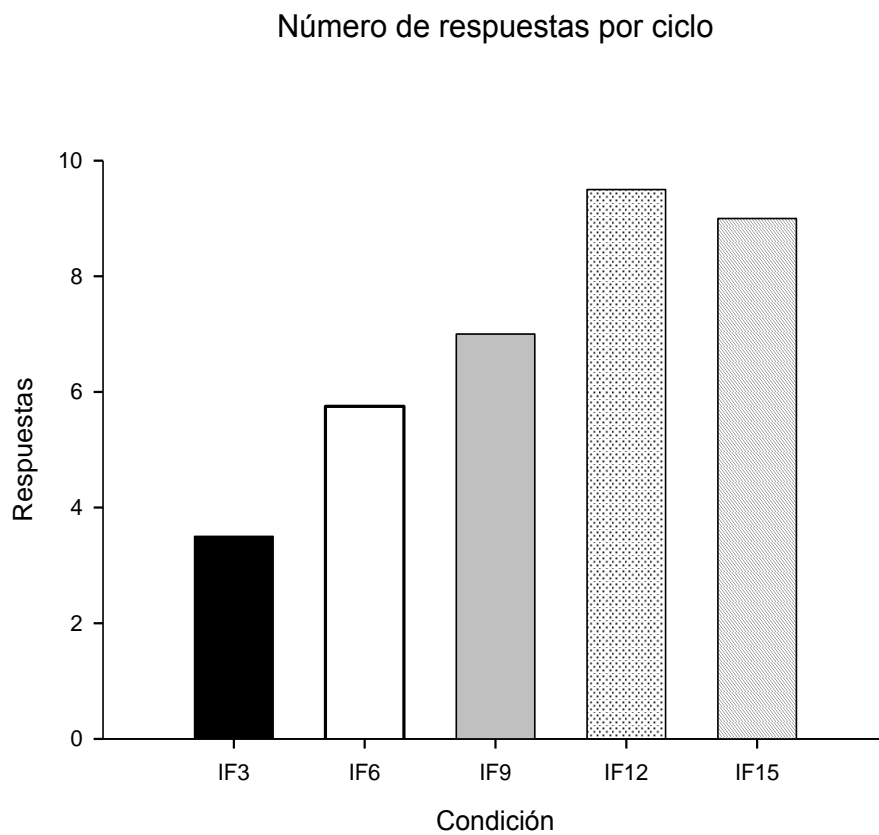


Figura 4. Mediana del número de respuestas emitidas por ciclo, , en las cinco condiciones de IF.

La Figura 4 también hace patente la inviabilidad de utilizar el *Quarter Life* o el *Break-point* como medidas de descripción de la ejecución. En el primer caso, se debe a que en muchos ciclos, especialmente en el IF 3s, el número de respuestas fue de 4 o menor a éste; una medida del tiempo que tardó el sujeto en alcanzar el 25% de sus respuestas proporcionaría la PPR, o bien, el tiempo que tomó dar una fracción de respuesta. El *break-point* presenta el mismo problema, añadido al hecho de que sólo indica el punto de cambio y no la dirección de dicho cambio.

Esto conlleva al uso de la PPR como la medida más adecuada para la descripción de la ejecución en IF pequeños, puesto que nos da un indicador de cuándo el sujeto empieza a emitir la operante y si ésta puede estar regulada por el tiempo.

Se obtuvieron las medianas de la PPR para cada sujeto, luego se procedió a realizar un ANOVA de un factor con cinco niveles para verificar si había diferencias significativas en la PPR entre las condiciones. Como no se cumplió el criterio de homocedasticidad, los valores de cada sujeto fueron transformados a números logarítmicos para proseguir con el ANOVA. No se encontraron diferencias significativas entre las condiciones  $F(4,25)=2.137, P >.05$ .

Dado que no hubo diferencias en la PPR, se evaluó la tasa de reforzamiento y la tasa de respuesta global para verificar la influencia de estas dos variables sobre la ejecución. Como el diseño experimental es entre-sujetos, se analizaron ambas variables, por separado, con un ANOVA de una vía.

Los valores de la tasa de reforzamiento, para cada sujeto, fueron obtenidos de la mediana del intervalo entre reforzadores. No se cumplió con el criterio de

homocedasticidad, por lo que se hizo la conversión de los valores a su recíproco. Hubo diferencias significativas en la tasa de reforzamiento entre cada condición  $F(4, 25) = 1875.31, P < .01$ . Así mismo, hubo una tendencia lineal significativa  $F(1, 25) = 7496.38, P < .01$ , que indica un descenso en la tasa de reforzamiento conforme el IF aumenta. La figura 5 presenta los datos de la tasa de reforzamiento en su escala original.

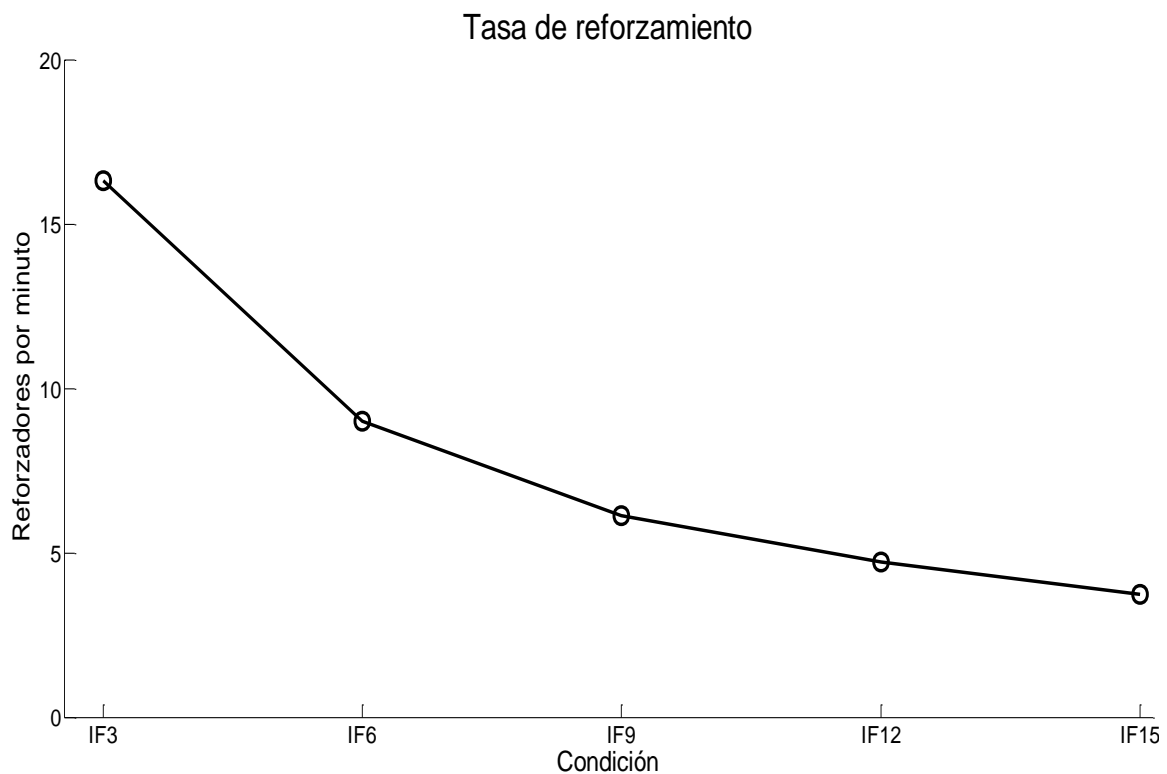


Figura 5. Media grupal de la tasa de reforzamiento para cada condición.

Para el análisis de la tasa de respuesta global, también se obtuvo la mediana de cada sujeto. Se encontraron diferencias significativas entre las condiciones  $F(4, 25) = 3.88, P < .05$ ; con una tendencia lineal significativa  $F(1, 25) = 14.42, P < .01$ , que señala un descenso en la tasa de respuesta global conforme el IF aumenta su valor (ver la figura 6).

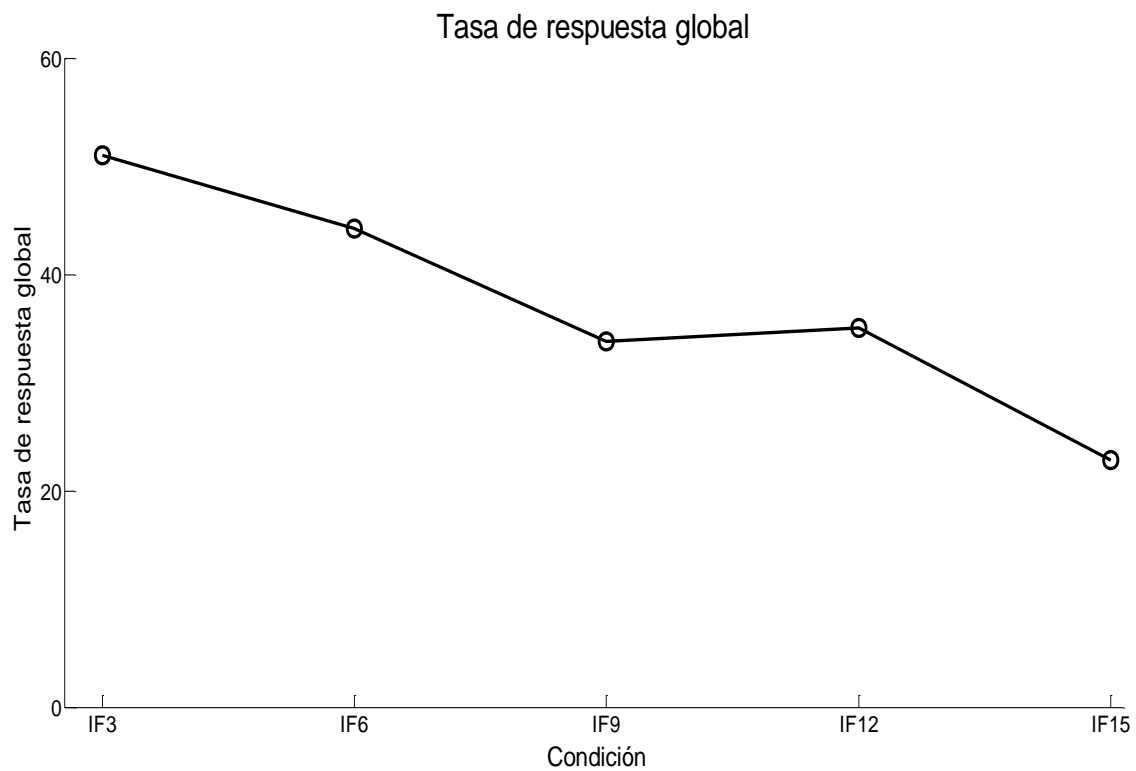


Figura 6. Media grupal de la tasa de respuesta global para cada condición.

Finalmente, se ajustó una curva Gaussiana a la distribución de la frecuencia de PPR de cada individuo, para ver si ésta cumplía las características propuestas por SET (ver Figuras 7-11). Cada bin fue de un décimo de la duración del IF. Se tomó en cuenta todo el intervalo más un 1/2 de su duración, para contemplar así las respuestas que cayeron después del final del intervalo. La función utilizada fue:  $a_1 \cdot \exp(-1((x-b_1)/c_1)^2)$ , donde  $a_1$  es la asíntota,  $b_1$  la media y  $c_1$  la varianza.

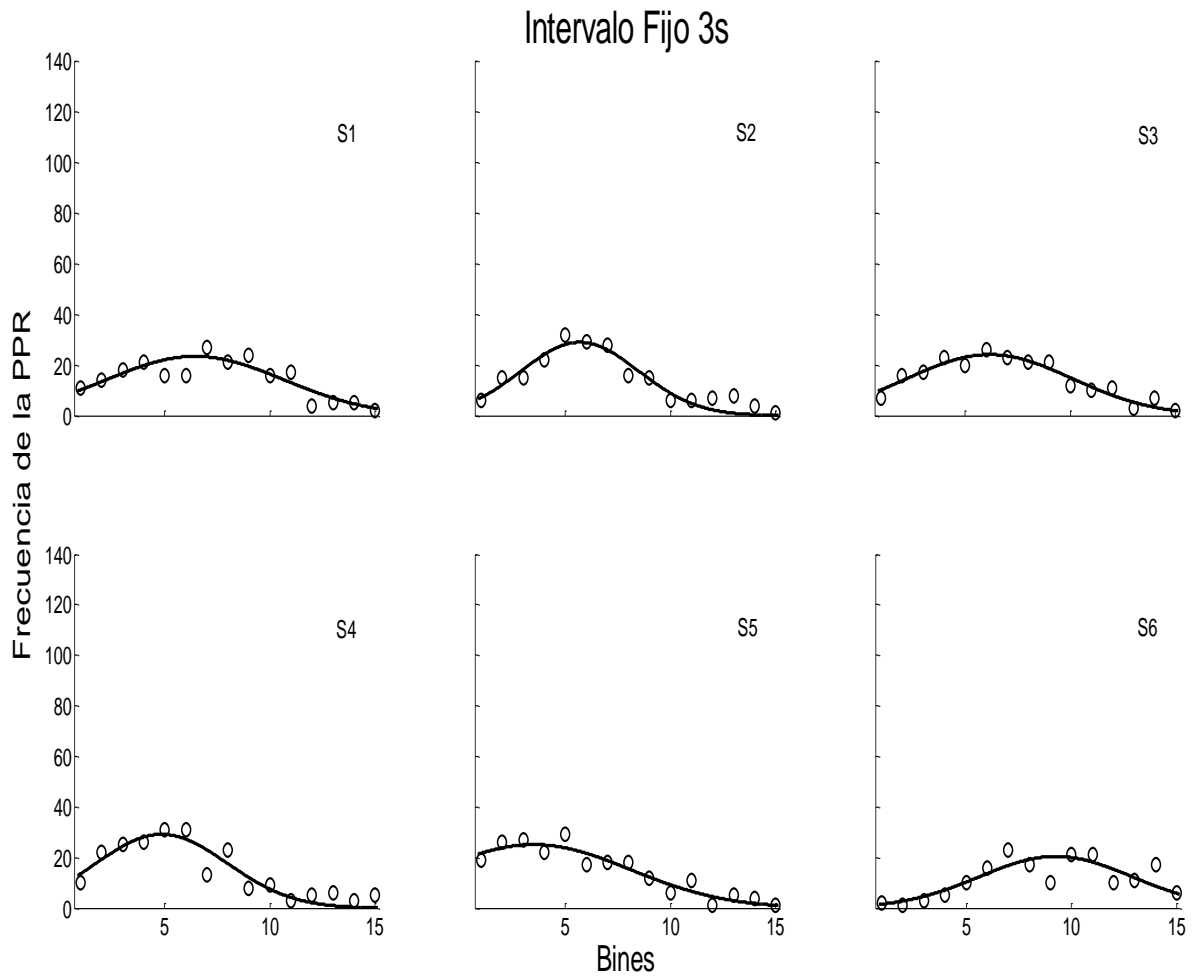


Figura 7. Ajuste de una curva Gaussiana a la frecuencia de todas las PPR de las últimas cinco sesiones, para cada sujeto en la condición IF 3s. Los primeros diez bins corresponden a la duración total del IF; los últimos cinco reflejan el tiempo posterior a la disponibilidad del reforzador.

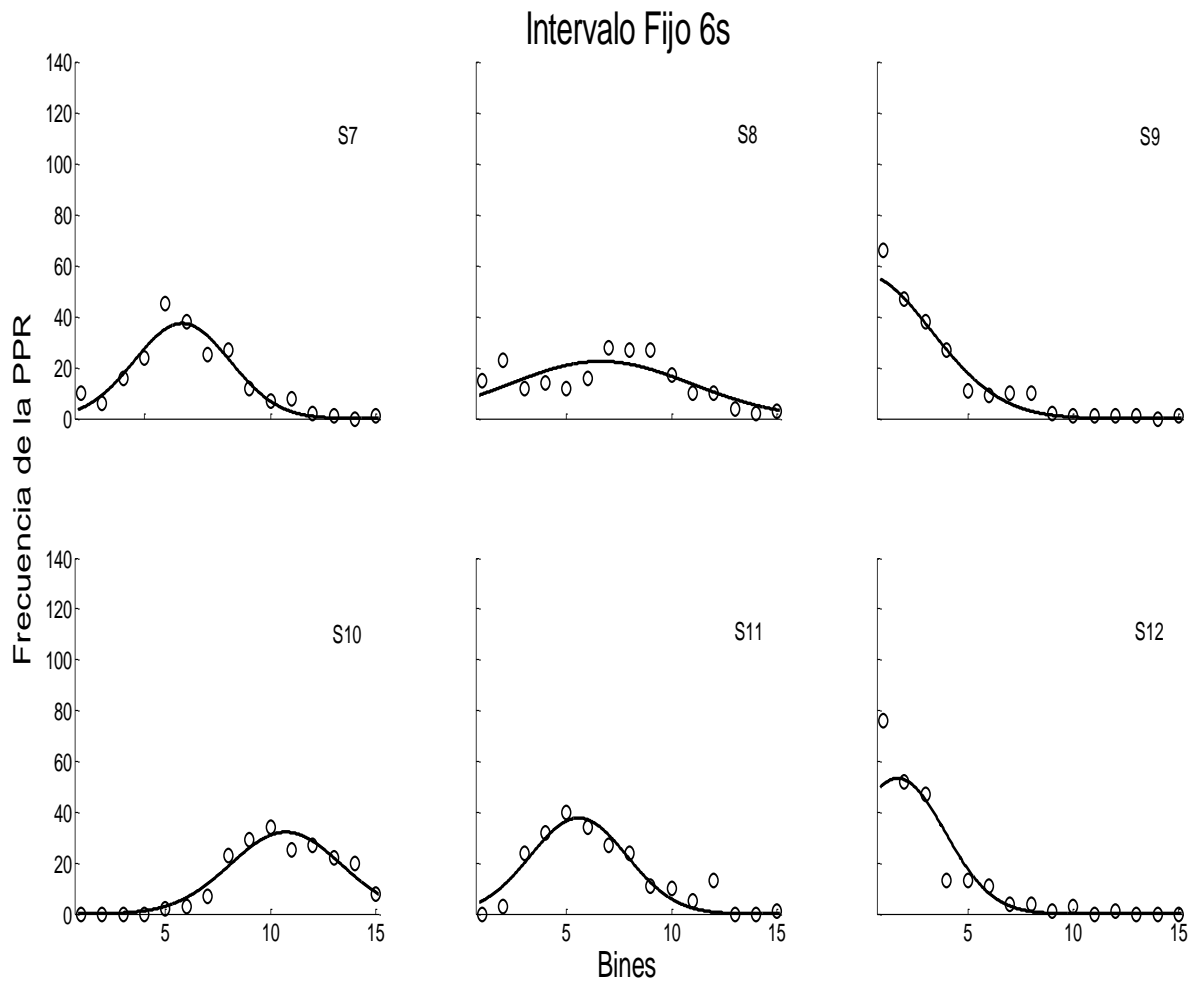


Figura 8. Ajuste de una curva Gaussiana a la frecuencia de todas las PPR de las últimas cinco sesiones, para cada sujeto en la condición IF 6s. Los primeros diez bins corresponden a la duración total del IF; los últimos cinco reflejan el tiempo posterior a la disponibilidad del reforzador.



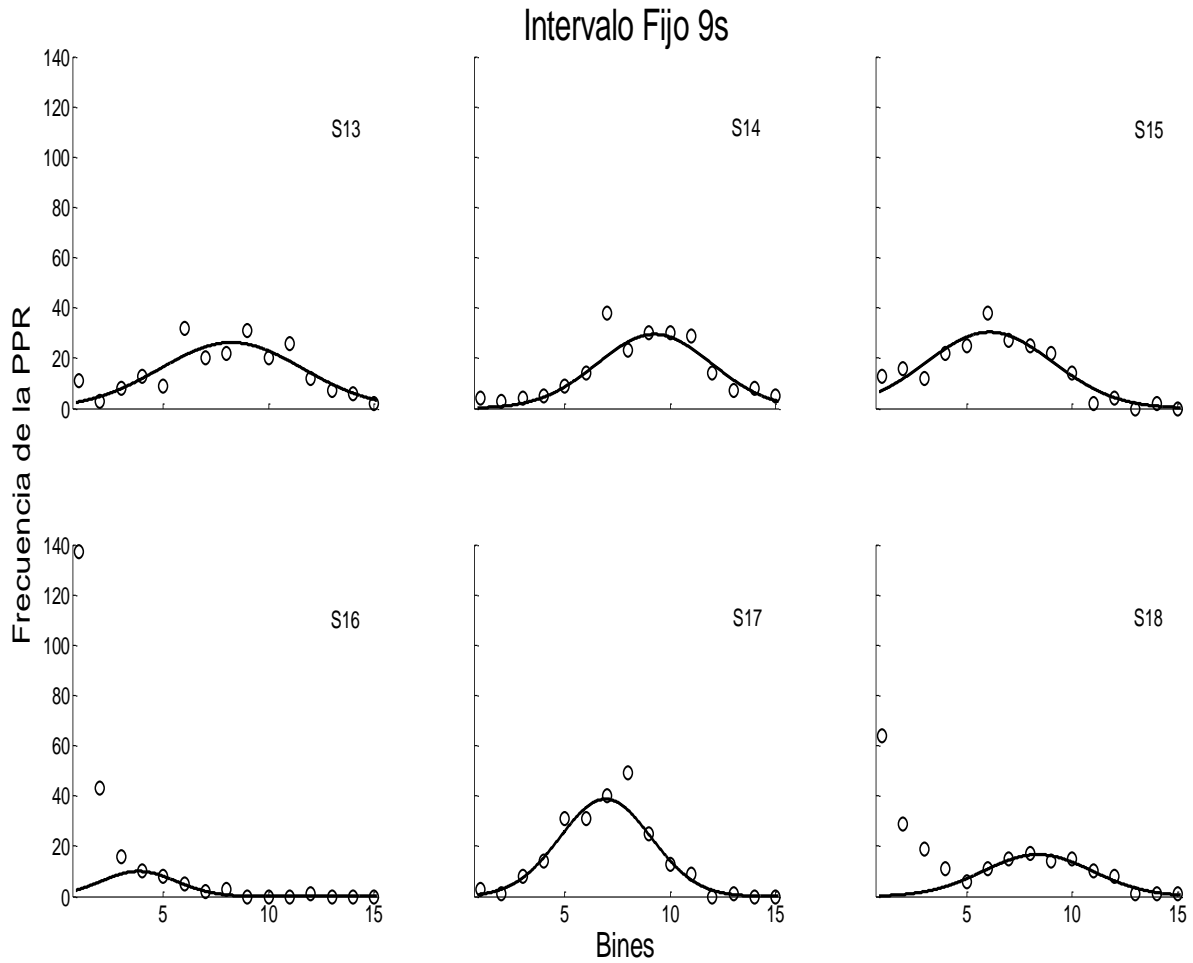


Figura 9. Ajuste de una curva Gaussiana a la frecuencia de todas las PPR de las últimas cinco sesiones, para cada sujeto en la condición IF 9s. Los primeros diez bines corresponden a la duración total del IF; los últimos cinco reflejan el tiempo posterior a la disponibilidad del reforzador.

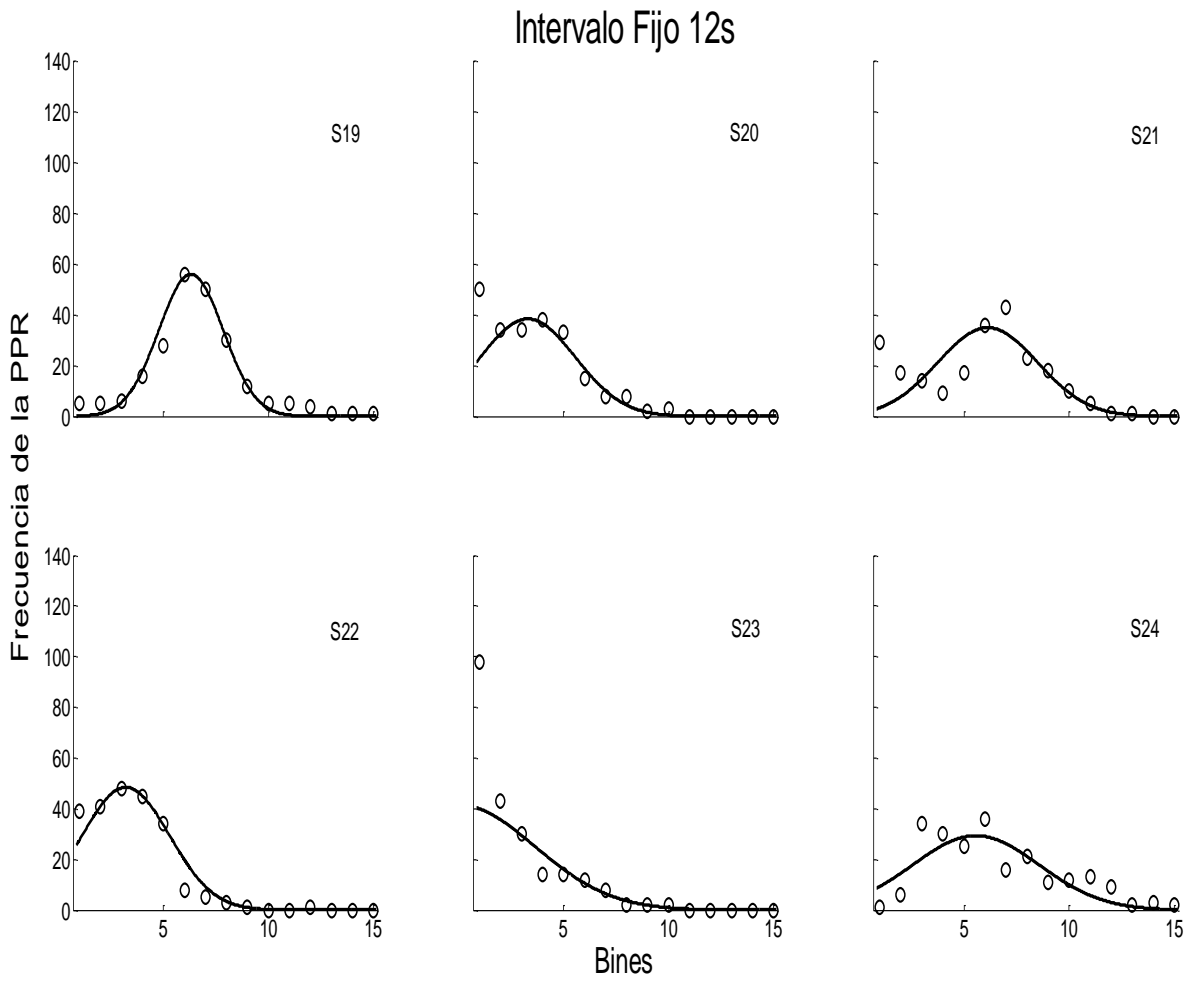


Figura 10. Ajuste de una curva Gaussiana a la frecuencia de todas las PPR de las últimas cinco sesiones, para cada sujeto en la condición IF 12s. Los primeros diez bines corresponden a la duración total del IF; los últimos cinco reflejan el tiempo posterior a la disponibilidad del reforzador.

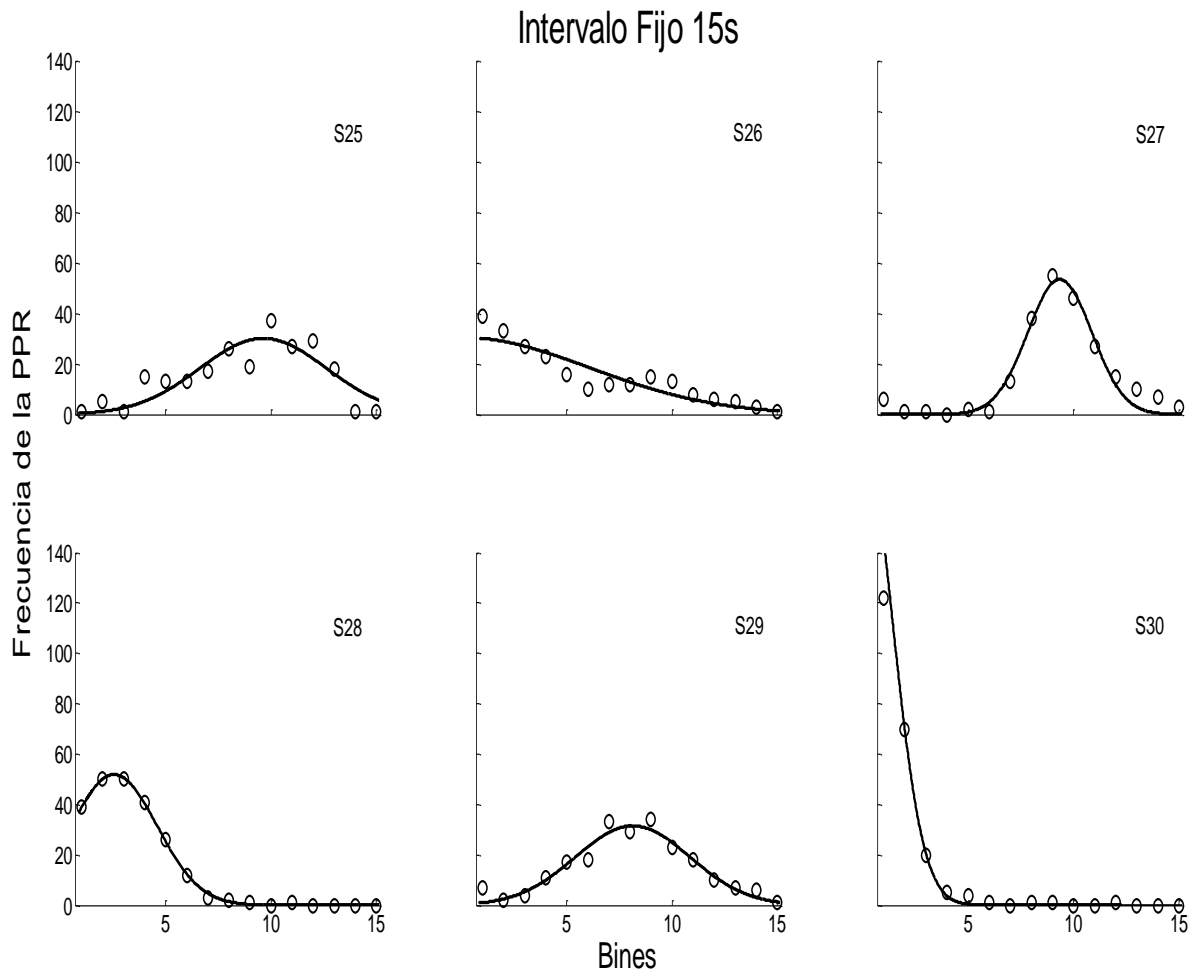


Figura 11. Ajuste de una curva Gaussiana a la frecuencia de todas las PPR de las últimas cinco sesiones, para cada sujeto en la condición IF 15s. Los primeros diez bins corresponden a la duración total del IF; los últimos cinco reflejan el tiempo posterior a la disponibilidad del reforzador.

Los valores de  $R^2$  de cada sujeto se muestran en la Tabla 3. Se logró un mejor ajuste en las condiciones IF 6s al IF 15s; en cada uno de estos cuatro grupos, al menos cinco sujetos obtuvieron una  $R^2$  de moderada a buena. En el IF 3s apenas cuatro lograron un ajuste moderado: menor a 0.9, pero mayor a 0.8. Esto indica algún grado de mayor variabilidad en la condición IF 3s.

Tabla 3.  $R^2$  obtenida al ajustar una curva Gaussiana a los datos de cada sujeto.

Ajuste de la curva Gaussiana ( $R^2$ )				
IF3	IF6	IF9	IF12	IF15
0.70	0.90	0.66	0.97	0.68
0.87	0.50	0.89	0.96	0.82
0.89	0.99	0.87	0.83	0.95
0.82	0.93	0.99	0.99	0.99
0.88	0.87	0.96	0.97	0.92
0.65	0.98	0.84	0.62	0.99

Aunque en la mayoría de los casos se pudo ajustar una curva Gaussiana con cierto éxito, a simple vista las distribuciones de la frecuencia de la PPR presentan por lo menos tres patrones: uno que tiene una distribución bitónica, donde la frecuencia incrementa hasta alcanzar su punto máximo alrededor de la

mitad del IF o más; otro que presenta un decaimiento tipo exponencial con un pico cercano al inicio del intervalo; y otro que resulta de una combinación de ambas curvas. Predominó la ocurrencia de una distribución normal. Esta posibilidad no parece estar diferenciada respecto a los valores del IF en cada condición.

Se analizó los valores obtenidos para el parámetro  $b_1$  con un ANOVA de una vía, para corroborarlos resultados obtenidos con las medianas de la PPR por sujeto. Los datos no satisficieron el criterio de homocedasticidad, ni aun transformándolos a logaritmos, su recíproco u otros valores capaces de corregir la varianza sin afectar la relación entre los datos. Por ende, se aplicó la prueba no-paramétrica Kruskal-Wallis. No se encontraron diferencias significativas entre las 5 condiciones,  $X^2(4) = 8.385$ ,  $P > .05$  (ver Figura 12).

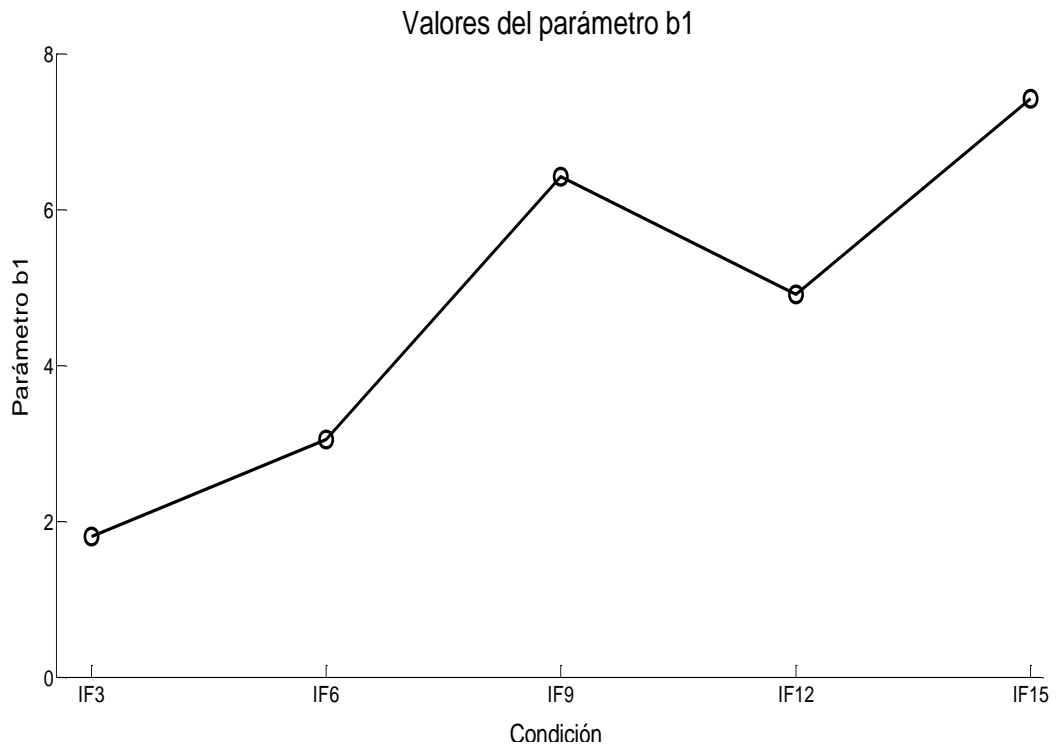


Figura 12. Media grupal del parámetro b1 para cada condición.

## Discusión

El objetivo del este estudio era comprobar si los sujetos podían ajustar su conducta a regularidades temporales muy pequeñas. En particular, se deseaba evaluar el alcance de la teoría SET, si las regularidades empíricas que la sustentan pueden surgir cuando la conducta está restringida por dichos intervalos pequeños. Con este propósito, se implementó un programa de IF en cinco condiciones: 3, 6, 9, 12 y 15 segundos. Las mismas restricciones del programa provocaron la utilización de una sola medida de los datos. El análisis de éstos no corroboró los hallazgos anteriores en programas de IF con valores más grandes. Las cuatro regularidades empíricas (la invariancia en la escala del tiempo, la proporcionalidad, la variabilidad escalar y la ley de Weber) no pudieron emerger de la comparación entre las ejecuciones de IF pequeños. A grandes rasgos, los hallazgos revelan las limitaciones de la teoría SET en su aplicación al rango de valores aquí estudiado y para este tipo de tareas.

En los estudios anteriores, donde se han comparado la tasa relativa de respuesta en programas de IF de diferentes valores mayores a 15s, las curvas se han superpuesto una sobre otra mostrando la invariabilidad de la propiedad escalar (Malapani, & Fairhurst, 2002; Guilhardi, & Church, 2004; Guilhardi, & Church, 2005). En el presente estudio, en cambio, las curvas no se superponen de la manera habitual. Para ser exactos, sólo en ciertas porciones de las curvas hay superposición. Sin embargo no se pueden sacar conclusiones aplicables a SET a partir de este análisis. De hecho, no se puede sacar conclusiones para ninguna teoría que intente predecir el comportamiento del individuo a partir de la

media de la muestra del presente experimento. Como se explica en el apartado de resultados, dentro de cada grupo los sujetos presentaron patrones de respuesta muy disímiles. Si observamos cada bin, la desviación estándar es grande. La  $R^2$  obtenida del ajuste de la curva sigmoidea es alta (de .93 para la condición IF15 y por arriba de .95 para el resto de las condiciones) únicamente porque el ajuste se hizo sobre los promedios. Además, hay un número bajo de respuestas por ciclo, con lo cual es difícil establecer un patrón de respuesta que sea representativo. Por estos hechos, se ha prescindido del gradiente de respuesta para las conclusiones del estudio.

La PPR nos ofrece una medida sensible al ajuste de la conducta a sus restricciones temporales sin que el número de respuestas o el patrón de éstas interfieran con el análisis. La PPR no mostró cambios significativos conforme el valor del IF aumentaba. Esto contradice los hallazgos de estudios anteriores que han utilizado valores de IF más grandes, donde la norma es observar un aumento lineal de la PPR al tiempo que aumenta el IF (Dukich, & Lee, 1973; Gibbon, 1977; Schneider, 1969; Shull, 1971). Dicho aumento se ha tomado como una evidencia del control temporal sobre la conducta: el sujeto emitirá la operante una vez que "considere" que ha pasado el tiempo necesario para obtener el reforzador. Dado que no hay incremento en la PPR media de cada grupo, la propiedad de invariancia escalar no se cumple pues la respuesta del sujeto no se despliega en una unidad relativa de tiempo, es decir, no se encuentra el mismo patrón en todas las condiciones.



Si una de las cuatro regularidades empíricas propuestas por SET no se cumple, el resto tampoco lo hará, debido a que las cuatro regularidades están interrelacionadas. Como éstas son la base de la teoría SET, su aplicabilidad en valores pequeños de IF podría verse afectada. La indiferencia de la ejecución ante los cambios del IF podría tomarse como una falta de control temporal. Sin embargo, esto podría no ser del todo correcto. Es posible que el sujeto esté bajo el control de dos procesos, uno encargado de la estimación del tiempo y otro de la evaluación de la tasa de reforzamiento.

El análisis muestra que a mayor tasa de reforzamiento, mayor tasa de respuesta. Esto no es ningún descubrimiento (c.f. Gibbon, 1991), lo importante aquí es que esas tasas se ajusten a un patrón regulado por el tiempo. Como no fue posible analizar el patrón de respuesta, se debe recurrir al análisis de la PPR. El resultado del ANOVA de las PPR, podría estar indicando un control absoluto de la conducta por parte de la tasa de reforzamiento.

Con la distribución de las PPR podemos corroborar si la conducta muestra control temporal o no. De acuerdo a SET, la distribución de las pausas debería ser normal con su centro entre el primero y segundo tercio del intervalo; dicho centro debería aumentar proporcionalmente conforme lo hace el intervalo (Gibbon, 1977).

El análisis del parámetro centro del ajuste Gaussiano, no mostró diferencias significativas entre los grupos. El parámetro indica la media de la curva, lo que le convierte en una medida de tendencia central con el que se puede comprobar las

regularidades empíricas de SET. Un estudio anterior mostró que la media de los parámetros centro aumentaba de forma lineal conforme el IF va aumentando (Lowe, & Harzem, 1977). En el presente estudio, el ANOVA que se aplicó a los parámetros centro de las cinco condiciones mostraron que no hubo diferencias significativas entre ellos.

Si bien hubo un buen ajuste de las curvas normales a todas las distribuciones, no todos los sujetos muestran una verdadera distribución normal. Hay unos que exhiben un decaimiento tipo exponencial conforme pasa el tiempo (S5, S9, S12, S16, S23 y S30). En otros casos se conjugan las características de estas dos curvas, con un decaimiento al principio del intervalo y un posterior aumento en la ocurrencia de PPR que se ajusta a una distribución normal (S18, S21, S20 y S26).

Entre los sujetos que mostraron una distribución normal de la PPR, hubo cuatro (S10, S15, S25 y S27) que tuvieron gran precisión en su respuesta, es decir, el pico de la distribución de las PPR se encuentra alrededor de la entrega del reforzador. Mientras que en el intervalo más pequeño, el de tres segundos, no hubo ningún caso con buena precisión, hubo dos en el intervalo de quince segundos. Si los sujetos del IF 3s localizaran el pico de su distribución de PPR alrededor de la entrega del reforzador, la disminución en la tasa de reforzamiento sería mayor en comparación a las pérdidas sufridas por un sujeto que se comportara de forma similar en un IF 15s. La conducta anticipatoria maximiza la tasa de reforzamiento (Shull, 1979). No sorprende que haya más sujetos con una conducta precisa en intervalos donde ésta provoca costos menores.

Cuando se consideraron los valores de tendencia central para comprobar alguna diferencia en la ejecución entre las cinco condiciones, sistemáticamente se encontró que no se cumplían las regularidades propuestas por SET. No obstante, las distribuciones de frecuencias sujeto por sujeto nos dan otra perspectiva.

Las tres distribuciones de la PPR que se observaron, sugieren que la conducta pudo estar bajo los dos procesos arriba mencionados, a saber, la estimación temporal y el control de la respuesta por la tasa de reforzamiento. Ambos procesos pudieron entrar en conflicto generando los tres tipos de distribuciones de PPR.

Las distribuciones con forma exponencial decreciente pueden deberse a la entrega del reforzador como tal. Este puede ser tomado por un estímulo que genera la emisión de la operante, provocando así latencias muy pequeñas cuya ocurrencia va disminuyendo conforme avanza el intervalo. Entonces, más que una PPR, las medidas nos estarían indicando tiempos de reacción.

Aunque las cuatro regularidades empíricas propuestas por SET no pueden verificarse aquí a causa de la disparidad de los datos, concluir que los sujetos fueron insensibles a paso del tiempo sería erróneo. Algunos mostraron una distribución normal en la PPR que evidencia el control temporal de la conducta. En cambio, otros sujetos fueron más sensibles a la tasa alta de reforzamiento o al efecto de reforzador en sí, lo que generó respuestas inmediatas por parte de los sujetos. La conducta de estos últimos sujetos no implica que no pudieran estimar

el tiempo. Algunas pruebas de discriminación temporal han trabajado con intervalos más pequeños de los aquí utilizados, y han encontrado que la ejecución opera como lo predice SET (c.f. Church, & Deluty, 1977; Church, & Gibbon, 1982). Dado que el IF es una tarea donde el reforzador depende del despliegue de la conducta y no de una elección, al tener intervalos tan pequeños el sujeto puede emitir la operante sin considerar el paso del tiempo, ya que después de unas pocas respuestas conseguirá el reforzador.

Estos hallazgos sugieren, además, que se debe evitar la utilización de IF pequeños, pues se pone en juego uno de los principales objetos de estudio bajo este programa: el control temporal de la conducta. A veces el comportamiento no se ajusta a nuestras predicciones, obedece a otros procesos que no hemos contemplado en la teoría. O bien debemos desechar ésta, o reducir su margen de aplicabilidad a los datos que puede explicar satisfactoriamente. En presente estudio se ha optado por la última opción. La delimitación de la teoría la robustece. No se puede rebatir SET con base en programas de reforzamiento que involucran procesos ajenos a la estimación temporal.

Pese a que la conducta no siempre surge como se ha previsto, la excepción a la regla conduce a un enriquecimiento de la psicología.

## Referencias

- Baron A., & Leinenweber A. (1994). Molecular and molar analyses of fixed-interval performance. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 61, 11–18.
- Boisvert, M. J. & Sherry, D. F. (2006). Interval Timing by an Invertebrate, the Bumble Bee *Bombus impatiens*. *Current Biology*, 16, 1-5.
- Church, R. M. (1999). Evaluation of quantitative theories of timing. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 71, 253-256.
- Church, R. M. (2002). Temporal Learning. En Pashler, H., & Gallistel, R. (Eds.), *Stevens' Handbook of Experimental Psychology*: Vol. 3. New York: John Wiley and Sons, pp. 365-394.
- Church, R. M., & Deluty, M. Z. (1977). Bisection of temporal intervals. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 3, 216-228.
- Church, R. M., & Gibbon, J.(1982). Temporal generalization. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 8, 165–186.
- Dews P. B. (1962). The effect of multiple S delta periods on responding on a fixed-interval schedule. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 5, 369–374.
- Dews P.B. (1969). Studies on responding under fixed-interval schedules of reinforcement: The effects on the pattern of responding of changes in

- requirements at reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 12, 191–199.
- Dews, P.B. (1970). The theory of fixed-interval responding. En Schoenfeld, W.N. (Ed.), *The Theory of Reinforcement Schedules*. New York: Appleton-Century-Crofts, pp. 43–61.
- Dukich, T. D., & Lee, A. E. (1973). A comparison of measures of responding under fixed-interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 20, 281–290.
- Estes, W. K. (1975). The state of the field: general problems and issues of theory and metatheory. En W. K. Estes (Ed.), *Handbook of Learning and Cognitive Processes: Volume I. Introduction to Concepts and Issues*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, pp. 1-24.
- Ferster, C. B., & Skinner, B. F. (1957). *Schedules of reinforcement*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Gibbon, J. (1977). Scalar expectancy theory and Weber's Law in animal timing. *Psychological Review*, 84, 279–325.
- Gibbon, J. (1991). Origins of scalar timing. *Learning and motivation*, 22, 3-38.
- Gibbon, J., & Church, R.M. (1981). Time-left: linear vs. logarithmic subjective time. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 7, 87-108.

- Gibbon, J., Church, R.M., & Meck, W.H., (1984). Scalar timing in memory. En Gibbon, J., & Allan, L. G. (Eds.), *Timing and Time Perception*. New York: New York Academy of Sciences, pp. 52–77.
- Gollub, L. R. (1964). The relations among measures of performance on fixed-interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 7, 337-343.
- Guilhardi, P. & Church, R. M. (2004) Measures of temporal discrimination in fixed interval performance: A case study in archiving data. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 36, 661-669.
- Guilhardi, P., & Church, R. M. (2005). Dynamics of temporal discrimination. *Learning & Behavior*, 33, 399-416.
- Herrnstein, R. J., & Morse, W. H. (1958). A conjunctive schedule of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1, 15-24.
- Hull, C. L. (1932). The Goal Gradient Hypothesis and Maze Learning. *Psychological Review*, 39, 25–43.
- Lowe, C. F., & Harzem, P. (1977) Species differences in temporal control of behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 28, 189-201.
- Machado, A., Keen, R., & Guilhardi, P. (2004). Aprendizaje dependiente del tiempo: explicaciones basadas en la representación frente a las basadas en la acción. En R. Pellón & A. Huidobro (Eds.), *Inteligencia y aprendizaje*. Barcelona, España: Editorial Ariel, pp. 361 – 388.

- Malapani, C., & Fairhurst, S. (2002). Scalar timing in animals and humans. *Learning and Motivation*, 33, 156-176.
- Morgan, M. J. (1970). Fixed interval schedules and delay of reinforcement. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 22, 663-673.
- Randolph J. J., & Sewell W. R. (1968) A chained adjusting ratio schedule. *Psychology Reports*, 22, 989–995.
- Schneider, B.A. (1969). A two-state analysis of fixed-interval responding in the pigeon. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 12, 677-687.
- Shull, R. L. (1970). The response-reinforcement dependency in fixed-interval schedules of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 23, 17-23.
- Shull, R. L. (1971). Sequential patterns in post-reinforcement pauses on fixed-interval schedules of food. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 15, 221-231.
- Shull R. L. (1979). The post-reinforcement pause: Some implications for the correlational law of effect. En Zeiler M.D, & Harzem P. (Eds.), *Advances in analysis of behaviour: Vol. 1. Reinforcement and the organization of behaviour*. New York: Wiley, pp. 193–221.
- Shull, R. L., & Guilkey, M. (1976). Food deliveries during the pause on fixed interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 26, 415-423.



- Shull, R. L., Guilkey, M., & Witty, W. (1972). Changing the response unit from a single peck to a fixed number of pecks in fixed-interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 17, 193-200.
- Skinner, B. F. (1938). *The behavior of organisms: An experimental analysis*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Wearden, J. (2005). Origins and development of internal clock theories of psychological time. *Psychologie Francaise*, 50, 7-25.
- Wearden, J. H., & McShane, B. (1988). Interval production as an analogue of the peak procedure: Evidence for similarity of human and animal timing processes. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 40B, 363-375.
- Zeiler, M. (1977). Schedules of reinforcement: The controlling variables. En Honig W. K., & Staddon J. E. R. (Eds.), *Handbook of Operant Behavior*. Englewood Cliffs, N.J: Prentice-Hall, pp. 201-232.