

AA N 7949

TESIS  
PS 2000  
By

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO  
FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN  
ESCUELA DE PSICOLOGÍA



ESTUDIO DE LA DISCONTINUIDAD EN LA FUNCIÓN DE  
POTENCIA PARA LA ESTIMACIÓN DE DURACIÓN  
DE INTERVALOS TEMPORALES

Trabajo de Investigación presentado por:

Felix Eduardo BETANCOURT  
y  
Maryam PEÑA

a la Escuela de Psicología  
Como un requisito parcial para obtener el título de  
Licenciado en Psicología

Profesor Guía:

Jaime ROBLES

Caracas, Junio de 2000

"34. Busca por el agrado de buscar, no por el de encontrar..."

(Fragmento de *Fragmentos de un evangelio apócrifo*,  
de Jorge Luis Borges)

A todos aquellos que pasaron por esta escuela y los que quedan por pasar,  
y quienes entre ellos se sintieron seducidos por buscar y  
al final se afanaron por aprender a encontrar  
pero sobre todo a aquellos,  
que por fin después de tanto hurgar en el submundo,  
quisieron ver que (quien) estaba más allá.

A quienes compartieron conmigo, las angustias, las alegrías y satisfacciones  
de mi paso por esta interesante escuela.

A mi familia, a mis amigos y a quienes me quieren de buena fé.

*Maryam H. Peña D.*



" Quizá el hombre es malo,  
porque toda la vida,  
está esperando morir: y así muere mil veces  
en la muerte de los otros y de las cosas..."

Tony Duvert (*Abecedario malévolo*)

A mi *Papá*, por haberme dado la oportunidad  
de completar mi educación,

a mi *Mamá*, por su apoyo incondicional  
en cada uno de mis días en la universidad,

a mi hermana *María Fernanda*, por  
todas las cosas que me ha enseñado, y porque la quiero mucho,

a *Eduardo*, simplemente por la gran amistad que me ha brindado,

a *Pedro, María Alejandra, Manuel, Martha y Alicia*,  
por haberme acompañado en un viaje tan maravilloso,

a *Maryam*, con quién comparto esta tesis,  
y quién me permitió conocer esa gran sensibilidad  
que lleva adentro,

...y a todos los profesores  
que hacían del proceso enseñanza aprendizaje,  
un trabajo de equipo,

gracias a todos,

Felix Eduardo.

## AGRADECIMIENTOS.

A José Gregorio por las buenas sugerencias, por ser muy oportunas en todo momento y tener tacto para ser perseguidor.

A Jaime Robles por el esmero en sus clases de Metodología II, la información proporcionada para la ejecución de la tesis, y por la confianza que nos brindó al dejar que guiásemos la tesis, bajo nuestro criterio.

A Jacinto y Oleida (personal del CAI), por su apoyo y colaboración, que fueron claves en la desarrollo de la tesis.

A Sergia y Angel, por las atenciones durante nuestro paso por la escuela.

A mi mamá y mi tía Elizabeth, quienes incondicionales con mis estudios, me apoyaron en la carrera (Maryam).

A Félix por ser tan buen compañero, paciente y equilibrar las tensiones y mis expansividades de última hora, y por tener buen sentido del humor bajo los momentos de presión (Maryam).

A cada uno de los 10 sujetos que colaboraron en esta investigación.

En fin, a todos lo que en algún momento nos apoyaron en la carrera.



## ÍNDICE GENERAL

<b>CONTENIDO</b>	<b>Págs.</b>
Indice de tablas	6
Indice de gráficos	7
Resumen	8
Introducción	9
I. Marco Teórico	12
Conceptos básicos y enfoques teóricos en la percepción.	12
El campo de la percepción temporal.	15
Funciones psicofísicas y percepción del tiempo.	28
II. Método	37
III. Análisis de los datos	47
IV. Discusión de los resultados	60
V. Conclusiones y recomendaciones	64
VI. Bibliografía	65
VII. Anexos	
Anexo A: Código fuente del programa informático utilizado en el experimento, pantallas del mismo.	70
Anexo B: Promedios de las estimaciones de las duraciones físicas realizadas por los sujetos, y los valores predichos para cada duración y cada sujeto.	76
Anexo C: Valores de los errores de ajuste para cada sujeto y tipo de cálculo (variando y no variando el $\beta$ ).	78

## ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	Págs.
I. <b>Tabla 1.</b> Valores de los parámetros de la función de potencia para (Eisler, 1975).	31
II. <b>Tabla 2.</b> Valores de $\alpha$ y $\beta$ para el sujeto 1.	54
III. <b>Tabla 3.</b> Valores de $\alpha$ y $\beta$ para el sujeto 2.	54
IV. <b>Tabla 4.</b> Valores de $\alpha$ y $\beta$ para el sujeto 3.	55
V. <b>Tabla 5.</b> Valores de $\alpha$ y $\beta$ para el sujeto 4.	55
VI. <b>Tabla 6.</b> Valores de $\alpha$ y $\beta$ para el sujeto 5.	56
VII. <b>Tabla 7.</b> Valores de $\alpha$ y $\beta$ para el sujeto 6.	56
VIII. <b>Tabla 8.</b> Valores de $\alpha$ y $\beta$ para el sujeto 7.	57
IX. <b>Tabla 9.</b> Valores de $\alpha$ y $\beta$ para el sujeto 8.	58
X. <b>Tabla 10.</b> Valores de $\alpha$ y $\beta$ para el sujeto 9.	58
XI. <b>Tabla 11.</b> Valores de $\alpha$ y $\beta$ para el sujeto 10.	59
XII. <b>Tabla 12.</b> Valores predichos y obtenidos variando $\alpha$ y $\beta$ .	77
XIII. <b>Tabla 13.</b> Valores predichos y obtenidos, con $\alpha$ y $\beta$ constantes.	77
XIV. <b>Tabla 14.</b> Valores de los errores de ajuste para cada sujeto.	78



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>CONTENIDO</b>	<b>Págs.</b>
I.	<b>Figura 1.</b> Representación gráfica de las hipótesis.	37
II.	<b>Figura 2.</b> Datos observados para el sujeto 1	48
III.	<b>Figura 3.</b> Datos observados para el sujeto 2	48
IV.	<b>Figura 4.</b> Datos observados para el sujeto 3	49
V.	<b>Figura 5.</b> Datos observados para el sujeto 4	49
VI.	<b>Figura 6.</b> Datos observados para el sujeto 5	50
VII.	<b>Figura 7.</b> Datos observados para el sujeto 6	50
VIII.	<b>Figura 8.</b> Datos observados para el sujeto 7.	51
IX.	<b>Figura 9.</b> Datos observados para el sujeto 8.	51
X.	<b>Figura 10.</b> Datos observados para el sujeto 9.	52
XI.	<b>Figura 11.</b> Datos observados para el sujeto 10.	52

## RESUMEN

El presente estudio se planteo como problema evaluar la continuidad en la función psicofísica de potencia, o la ley de Stevens, generada a partir de la relación entre la duración de intervalos temporales y la estimación que sujetos humanos hacen de éstas. Planteándose como hipótesis la existencia de una discontinuidad en dicha función. Como hipótesis específica, se planteó la variación del exponente de dicha función a partir de una pausa en la misma.

El método psicofísico utilizado fue magnitud de estimación, y las hipótesis fueron evaluadas a partir de dos fases en el análisis de datos. Un primera fase, consistía en realizar una inspección gráfica de la relación entre duraciones físicas y estimaciones realizadas, por cada sujeto. Y una segunda fase, en la cual se realizó la comparación de los errores de estimación. Encontrándose que el mejor ajuste ocurría cuando se variaba el exponente de la función, para dos rangos de estímulo diferentes, con relación a cuando no se varía tal exponente.

Se confirma la existencia de un cambio abrupto de tendencia en la función de relación entre las duraciones de intervalos presentados a sujetos y la estimación subjetiva que éstos hacen de dichos intervalos, así como la ocurrencia de tales rupturas en la función mediante la presentación de intervalos tiempo, delimitados mediante estímulos visuales.

Además, dicho cambio puede expresarse como una variación del exponente (junto al parámetro de ajuste de escala) a lo largo de la función, los cuales dentro de la Ley de Potencia son asumidos como constantes. Ello implica una discontinuidad en la función psicofísica para la percepción temporal.



## INTRODUCCIÓN

La relación entre el tiempo físico y la estimación de estos ha sido examinada en una amplia variedad de contextos (Crystal, 1999), y el estudio de la percepción del tiempo resulta importante por varias razones. En primer lugar, porque la percepción temporal ha sido una de las áreas más importantes dentro de la investigación y el teorizar psicológico desde tiempos tempranos (Wallace y Robin, 1960; Boring, 1950/1978). Además, existen numerosas áreas de investigación donde la estimación temporal adquiere un papel crítico, puesto que los estímulos son presentados a lo largo de intervalos temporales. Un ejemplo de ello, son los programas de reforzamiento intermitente de intervalo fijo, donde los intervalos temporales funcionan como estímulos discriminativos (Fernández y Arias, 1993).

En segundo lugar, además del marco espacial de la percepción, ésta se organiza en una dimensión temporal. Como Dember y Warm (1979) sostienen: "los hechos perceptivos tienen un comienzo y un fin; se producen de modo simultáneo, sucesivo o parcialmente superpuesto y tienen distinta duración" (p. 313). En tercer lugar, y como consecuencia de la segunda afirmación, la percepción temporal es relevante por el papel que juega la discriminación temporal en la adaptación de los organismos al medio, sin la cual un organismo no podría adaptarse a la dinámica del medio ambiente que lo rodea (Fernández y Arias, 1993). Por último, y desde una perspectiva más cognitiva, se considera que el ajuste en la estimación de la duración resulta esencial para representar el pasado reciente y el más lejano. En conclusión, la experiencia de duración es el aspecto más investigado del tiempo psicológico, posiblemente porque es la dimensión más importante y compleja en términos de adaptación ambiental (Block y Zakay, 1997).

Sin embargo, se han realizado revisiones en relación a este fenómeno y se han identificado numerosas variables diferentes a la duración, que influyen en la percepción temporal de un intervalo (Schiffman, 1994/1981;



Dember y Warm, 1979). Y de acuerdo a Block y Zakay (1997), es posible observar las experiencias temporales de diferentes maneras, dependiendo de si se enfatiza en la simultaneidad, sucesividad, orden temporal, duración o perspectiva temporal.

Para estudiar tal fenómeno, se han utilizado una serie de procedimientos para obtener información acerca de la duración subjetiva de intervalos temporales, por ejemplo procedimientos de estimación, reproducción, producción e incluso la comparación de éstos en un contexto experimental (Carlson y Fienbreg, 1970; Hornstein y Rotter, 1969; Fernández y Arias, 1993). El procedimiento empleado en la presente investigación es el método de estimación de magnitudes. Donde se entenderá por estimación a la magnitud en tiempo que un sujeto asigna o atribuye a la duración de los estímulos visuales presentados durante un intervalo temporal (Fernández y Arias, 1993).

Se han propuesto diferentes fórmulas para describir las relaciones psicofísicas, cada una de ellas con una serie de limitaciones. Sin embargo, la más empleada para estudiar la relación que aquí se pretende estudiar, es la de la Ley de Potencia propuesta por Stevens (1962). Sin embargo, algunos autores como Lockhead (1992) han señalado que debería probarse el ajuste mediante ecuaciones no tradicionales (ecuaciones diferenciales), las cuales a diferencia de las clásicas, no consideran que las respuestas ante los estímulos varían como una función simple de la intensidad de los estímulos.

Específicamente, Ross y Katchmar (1951), Richards (1973), Eisler (1975), basándose en la ley de potencia de Stevens, encontraron rupturas en la función de estimación de la duración de intervalos temporales, específicamente obtienen valores diferentes del exponente para dos o más segmentos de la función.



En la presente investigación, dentro del marco de la ley de potencia de Stevens, empleando el procedimiento utilizado por Eisler (1975), y mediante el método de estimación de magnitud, se pretende estudiar las características que se dan en la relación entre la duración de intervalos temporales, a partir de la presentación de estímulos visuales, y la estimación subjetiva que hacen los sujetos de éstos, para así evaluar si existe una discontinuidad en tal relación. Esperándose encontrar que dicha relación varía en función del rango de duración que presentan estos intervalos, evidenciada en una variación del exponente de la función.

## I. MARCO TEÓRICO

### *Conceptos Básicos y Enfoques Teóricos en la Percepción.*

Todos los organismos requieren adaptarse a su ambiente o entorno para sobrevivir y reproducirse, de esta manera requieren de especificidades fisiológicas, como los órganos de los sentidos que les permitan detectar estructuras y sucesos del ambiente para lograr su propósito. De esta forma, la información se transmite por los nervios sensoriales desde los órganos hasta el cerebro, y es la habilidad que requiere el animal de ser sensible al menos a una forma de energía que pueda proporcionarle esa información, lo que se denomina percepción (Bruce y Green, 1994).

Tradicionalmente se ha hecho una distinción entre sensación y percepción, entendiendo el estudio de la primera como básicamente asociado a la estructura, fisiología y actividad sensorreceptora en general; por otra parte, el estudio de la percepción está referida a los procesos fisiológicos en los cuales intervienen las experiencias anteriores, la memoria y el juicio, además las percepciones se encuentran de alguna manera relacionadas con la integración y organización de atributos sensoriales (Schiffman, 1994/1981).

Sin embargo, Schiffman (1994/1981) evita establecer una distinción clara entre sensación y percepción. De hecho el mismo autor menciona que la sensación y la percepción están referidas al estudio de una serie compleja de procesos interdependientes, específicamente implican la activación de receptores sensoriales en respuesta selectiva a cambios de energía del medio ambiente que, a su vez, dan por resultado la captación de información y de formas de conducta potencialmente medible por el organismo receptor.



Se ha tratado de dar explicación a la percepción a partir de dos enfoques. Un primer enfoque está constituido por las teorías de la percepción directa (tradicional) y el segundo por las teorías de la percepción indirecta (Baird y Noma, 1976). Ambas tienen en común varios aspectos, sin embargo, su principal divergencia se encuentra en la naturaleza de la percepción asumida. Por su parte Stevens consideraba que la intensidad del estímulo era una medida directa de la relación entre la magnitud de la sensación y la magnitud del estímulo (Gescheider, 1988).

Por un lado las teorías de la percepción indirecta hacen énfasis en la naturaleza inferencial y constructiva de la percepción, lo que alude a un proceso mediador. Ejemplo de ello, son las suposiciones establecidas por Weber y Fechner, que requieren una manipulación de los datos y la definición de una escala de sensación. Debería señalarse que todos los métodos psicofísicos para obtener datos son directos. La dicotomía entre directo e indirecto tiene sentido sólo con relación a la manera en que se construye una escala de sensación o respuesta de datos empíricos (Baird y Noma, 1976).

Matlin y Foley (1995/1996) comenta acerca de las diferentes aproximaciones que se han realizado en torno a la percepción. Entre los más recientes se tiene al de procesamiento de información, donde se remarca que las personas tienen capacidades de procesamiento limitadas, es decir, no podemos percibir muchos objetos a la vez, si atendemos a un mensaje debemos ignorar otros. Sin embargo, los modelos de procesamiento de información subrayan la continuidad de nuestro manejo de la información. También añaden, los psicólogos del procesamiento de la información insisten en que la sensación, la percepción y otros procesos mentales superiores deben ser tratados en un sistema único, es decir, instan a no dividir la sensación, percepción y demás procesos superiores en compartimientos aislados, ya que más bien, cada proceso depende de los otros.



Luego se comenta acerca del enfoque ecológico No Representacional, de Gibson, el cual supone básicamente que las percepciones son ricas y elaboradas, gracias a que los estímulos presentes en nuestro medio son ricos en información, y no a que los procesos de pensamiento o experiencias proporcionan esta riqueza. El enfoque Gibsoniano propone una teoría directa de la percepción, según la cual tenemos la capacidad de percibir directamente el medio que nos rodea partiendo de la información misma de los estímulos, no siendo necesarios recuerdos o procesos de razonamiento. En este sentido, Gibson menciona que si somos capaces de describir adecuadamente las características de los estímulos ambientales no necesitamos proponer teorías elaboradas para explicar los procesos psicológicos que fundamenten la percepción (Matlin y Foley, 1995/1996).

J.J.Gibson (1979), representante de la teoría ecológica, rechaza la necesidad de incluir en una definición de percepción procesos extra de inferencia o construcción de información, ya que considera al estímulo como una unidad y no como puntos separados de sensación que tienen que unirse en el cerebro. De esta manera, considera a la percepción como un proceso por medio del cual un individuo mantiene contacto con su ambiente y es función de la estimulación o energía física que se encuentra presente y ante la cual el individuo responde (Gibson, 1959).

Por último, se encuentra un enfoque Computacional en el que, de acuerdo a ellos, al igual que en el enfoque de Gibson se reconoce la complejidad de los estímulos visuales, pero se ve a la percepción como un requisito para la solución de problemas, no como un área de investigación per se; este enfoque intenta resolver los problemas perceptuales con el conocimiento físico general más que con el conocimiento específico de los objetos tangibles en el momento, a través de funciones matemáticas (Matlin y Foley, 1995/1996).



### *El Campo de la Percepción Temporal.*

Ornstein (1969) propone cuatro modos de abordar la percepción temporal:

a) Tiempo presente o tiempo "a corto plazo": este modo a su vez tiene dos submodalidades:

- 1) *Percepción de intervalos de tiempo cortos*: para lograr una comprensión de esta modalidad de experiencia de tiempo, con frecuencia se realizan estudios a través de la presentación de intervalos temporales a un observador, el cual estima la longitud del intervalo. Esta estimación puede ser obtenida a través de un reporte verbal dado por el observador o bien pidiéndole que reproduzca el intervalo.
- 2) *Timing*: el cual se refiere a los aspectos rítmico-motores del tiempo en el individuo. El timing es estudiado usualmente a través de estímulos secuenciales y con respuestas de presión de teclas.

b) Duración o tiempo pasado: en este caso, en la experiencia de duración, se trata más bien de recuerdo de cosas pasadas. La experiencia de tiempo puede estar dividida a lo largo de líneas de memoria, es decir, el presente o intervalos cortos, es guardado en la memoria a corto plazo, y el pasado o experiencia de duración, es guardado en la memoria a largo plazo. Sin embargo la relación que hay entre la experiencia de tiempo (presente, pasado) y el tipo de memoria ( a corto y largo plazo), no es perfecta ya que no todo lo que esta en la memoria a corto plazo pasa a la de largo plazo, por tanto se han propuesto dos tipos de aproximación adicional al estudio de la experiencia de tiempo, una basada en la idea de los procesos sensoriales, y otra más cognitiva, basada en el procesamiento de información.



c) Perspectiva temporal, construcciones del mundo acerca de la interpretación del tiempo: es un modelo más determinado socialmente que los dos anteriores, básicamente se tiene que por un lado la perspectiva temporal que los individuos tienen es derivada de la cultura donde viven.

En este sentido, el tiempo físico es definido por la ciencia, en el caso del segundo, como 9.192.631.770 ciclos de la frecuencia asociada con la transición entre dos niveles de energía del isótopo cesium 133', sin embargo en culturas basadas en menos tecnicismos, tienen diferentes unidades básicas de tiempo, como por ejemplo ocurre en la India donde el tiempo que tarde en hervir el arroz, es la unidad básica de tiempo. De manera que el estudio del tiempo basado en esta perspectiva busca encontrar las diferencias entre las diversas concepciones de tiempo de acuerdo a la cultura.

d) Simultaneidad y sucesión; este último modo de percibir el tiempo, hace referencia a aquellos momentos en que se supone que varios eventos ocurren al mismo tiempo. Esta forma de abordar el tiempo ha tenido poca base de investigación empírica, la cual además puede basarse en la idea de un momento perceptual (1 seg.), donde la información entrante en ese momento es procesada, formando un sustrato neural del presente y de simultaneidad.

Es importante señalar que en el caso de la presente investigación, se trabaja con la submodalidad de intervalos cortos de tiempo.

De acuerdo a Dember y Warm (1979) en el caso de la percepción del tiempo, a diferencia de las otras modalidades sensoriales, hay ausencia de índices específicos que ofrezcan una base constante para emitir juicios. Asimismo, las respuestas perceptivas a otros atributos se suelen dar



mientras los estímulos están físicamente presentes, pero las respuestas perceptivas al aspecto de duración de los acontecimientos no se pueden dar hasta después de finalizados.

De hecho, Schiffman (1994/1981) señala que no existen órganos sensoriales para percibir el tiempo, tampoco alguna fuente directa y observable de indicios que expliquen la experiencia subjetiva del tiempo. Esta ausencia de índices y órganos específicos que ofrezcan una base constante para emitir juicios sobre temporalidad, ha llevado a la postulación de diversas construcciones hipotéticas acerca de la percepción temporal. En este sentido, Dember y Warm (1979) discuten acerca de la amplitud de las explicaciones propuestas de la experiencia temporal. Cada una de las posturas teóricas planteadas en torno al tema, lleva implícitos ciertos factores a estudiar dentro de sus investigaciones.

De acuerdo a Schiffman y Bobko (1974), existen dos niveles de teorización con relación a la explicación de los "mecanismos subyacentes" a la percepción temporal. Uno asume la existencia de un reloj interno o cronómetro biológico, el cual produce una periodicidad directamente relacionada al pasaje del tiempo real dentro del organismo. Varias explicaciones han sido propuestas en relación con este cronómetro biológico: cambios químicos dentro del cerebro, procesos metabólicos generales (como temperatura corporal) y el ritmo alfa del cerebro.

Dentro de esta proposición, Hoagland (1933) podría considerarse el precursor. Este autor sugería que existía una relación directa entre el tiempo psicológico y la velocidad de los procesos químicos corporales. Una variable asociada a dicha velocidad ha sido la temperatura corporal. En este sentido, Hoagland encontró que un minuto era juzgado como más corto en las temperaturas altas que en las bajas. Se ha informado de resultados similares en estudios más recientes donde se han empleado técnicas artificiales para elevar la temperatura corporal (Fox, Bradbury, Hampton y Legg, 1967). En



un estudio que realiza Pfaff (1968), encontró que la duración percibida de los intervalos es menor por la mañana, cuando la temperatura del cuerpo está en su punto más bajo, y aumentaba en la tarde, cuando las variaciones diarias de la temperatura suele alcanzar su nivel más elevado. A partir de ello se ha concluido que el paso del tiempo subjetivo se relaciona con variaciones diarias normales de la temperatura corporal. (Baddeley, 1966).

Dentro de este encuadre biológico, a partir de una serie de experimentos en los que relacionan la percepción temporal con ondas electroencefalográficas, se ha concluido que la actividad rítmica del cerebro, o de una parte del mismo, es capaz de representar un punto de referencia fundamental que sirve al organismo en la estimación del tiempo; de igual forma se ha asociado al área prefrontal de la corteza cerebral, el procesamiento de la información temporal, a través de estudios relativos a las ondas alfa (Dimond, 1964).

De igual forma, otro de los factores que se ha asociado a la hipótesis de Hoagland (1933), son las drogas, encontrándose diversos efectos sobre la percepción temporal. En un experimento realizado por Goldstone, Boardman y Lhamon (1958), se encontró que la duración aparente aumenta con las drogas estimulantes y disminuye con las calmantes. Esto significaría que entre las drogas que llevan a una sobreestimación del tiempo están: las anfetaminas, la cafeína y las llamadas psicodélicas (marihuana, mezcalina, psilocibina y LSD); por otra parte, las drogas que llevan a una subestimación son los ácidos nitrosos y otros gases anestésicos (ciclopropano, eter, pentrano y etrano). De manera que, de acuerdo a estos resultados, estos autores concluyen que en términos generales las drogas que aceleran las funciones vitales del organismo llevan a una sobreestimación del tiempo, y las que retrasan estas funciones vitales, tienen un efecto contrario.

Inmerso en esta hipótesis del reloj biológico, cabe señalar que se ha encontrado que las mujeres tienden a estimar los intervalos como más



largos que los hombres (Carlson y Feinberg, 1970; Rammsayer y Lustnauer, 1989) y en forma menos precisa (Rammsayer y Lustnauer, 1989). Por su parte, Hornstein y Rotter (1969), encontraron que en las mujeres la diferencia entre los juicios de duración en los métodos de estimación y de producción era más grande que en los hombres. Pese a estos resultados, en un estudio más reciente, no se encontraron diferencias significativas en la agudeza o precisión en la estimación entre hombres y mujeres (Marmaras, Vassilakis y Dounias, 1995). De manera que no existen hallazgos congruentes que lleven a alguna conclusión definitiva acerca de la influencia de ritmos biológicos característicos del género que influyen en la percepción temporal.

Además de acuerdo a Schiffman y Bobko, (1974) estos planteamientos relacionados a la noción de reloj interno quedan inconclusos y no son ampliamente aceptados. Debería agregarse que toda presentación de la psicofísica del tiempo debe tener en cuenta las características de los estímulos que inciden en la duración percibida (Dember y Warm, 1979). Incluso Schiffman y Bobko (1974), afirman que las características del estímulo que es percibido dentro de un intervalo temporal, es el mayor determinante de la duración experimentada. Entonces, para estos autores, la experiencia temporal es una construcción mental, resultante directamente de la percepción de características físicas del estímulo que define una duración dada.

A diferencia de dicho enfoque biologicista, para Schiffman y Bobko (1974) existe un enfoque cognitivista el cual se focaliza en la manipulación de variables relacionadas con el estímulo que delimita el intervalo o con las características de la presentación misma, pues las percepciones temporales son reacciones al estímulo (Woodrow, 1951).



En este sentido, Eisler (1975) lleva a cabo un estudio con intervalos temporales, donde menciona dos problemas específicos para la percepción del tiempo: a) el experimentador realmente no tiene control sobre los estímulos temporales, es decir, el lapso de tiempo continúa una vez finalizado el primer intervalo, durante el intervalo inter-estímulo y durante la presentación del segundo estímulo o intervalo, sería válido preguntarse si el sujeto es capaz de ignorar el flujo de tiempo y focalizarse en los límites de los intervalos presentados antes de que la respuesta sea dada.

Un segundo problema consiste en que de acuerdo al punto de vista tradicional, el sujeto una vez que ha percibido la primera duración retiene la información en la memoria antes de que termine la presentación de la segunda duración, de manera que si esta segunda duración es muy larga, la información de la primera duración es codificada y transferida a la memoria a largo plazo, lo cual es un proceso que puede requerir más tiempo del permitido por el intervalo inter-estímulo.

Con el fin de resolver estos problemas el autor propone el uso de un modelo explicativo, llamado Modelo C, el cual establece que en un experimento dado en el cual haya dos intervalos dados en sucesión, el tiempo total subjetivo, esto es, la duración subjetiva desde el comienzo del primero hasta el final del segundo intervalo (es decir, la suma de los dos intervalos), se almacena en un registro sensorial, y la duración subjetiva del segundo intervalo temporal se almacena en un segundo registro sensorial. En un comparador, la diferencia entre el contenido de los dos registros es contrastado con el contenido del segundo registro. Esto hace posible tratar los datos obtenidos en experimentos de reproducción de intervalos de tiempo como experimentos de estimación de mitades de intervalos, la duración subjetiva del tiempo reproducido se iguala a la mitad de la duración subjetiva del tiempo total (es decir la suma total del primer y segundo intervalo) (Eisler, 1975,1976).



Dentro de este enfoque cognitivo, resulta relevante destacar que los estudios psicofísicos de la percepción temporal suelen emplear dos tipos de estímulos temporales. De acuerdo a Woodrow (1951) uno de ellos se denomina intervalo lleno, puesto que viene indicado por una señal, tal como un destello de luz o un tono, que se mantiene de forma ininterrumpida por un período de tiempo determinado. El otro se denomina intervalo vacío, que consiste en un período de tiempo entre dos breves señales delimitadoras. Se ha encontrado que la respuesta es diferente entre dos intervalos de la misma duración que difieren en si son de tipo lleno o vacío (Dember y Warm, 1979).

En un estudio realizado por Goldstone y Goldfarb (1963), se concluyó que los intervalos llenos se perciben más largos que los intervalos vacíos de la misma duración física. Sin embargo, en una investigación más reciente, donde se buscó estudiar el efecto de los intervalos llenos, en 67 estudiantes y mediante un análisis de varianza, tomando como variable dependiente el exponente  $\beta$  de la fórmula de Stevens (la cual se explica más adelante), no se encontró un efecto significativo sobre dicho exponente (Kane y Lown, 1986).

Por otro lado, se ha encontrado que la magnitud de los estímulos que señalan el comienzo o finalización de los intervalos temporales influyen en la duración percibida de éstos, sin embargo, se ha señalado que dicha influencia es compleja (Dember y Warm, 1979). Needham (1935) variando la cantidad de luz de los estímulos, encontró que los juicios de duración absoluta de una señal están directamente relacionados con la intensidad de la misma.

La modalidad sensorial constituye otro factor que modera la estimación o juicios de intervalos temporales. Behar y Bevan (1961) emplearon un procedimiento de escalas de categorías para presentar los intervalos llenos cortos (1 a 5 segundos) a través de señales acústicas y



visuales, y los sujetos sistemáticamente estimaban como más largos intervalos idénticos presentados con una señal auditiva con relación a la señal visual. Golstone (1968) replicó dicha investigación confirmando tal hallazgo dentro de un rango de 1 a 4 segundos. Estas diferencias intersensoriales han sido sistemáticamente confirmadas (Goldstone, Boardman y Lhamon, 1959; Goldstone y Goldfarb, 1964). Estos resultados indican que la modalidad de entrada es un factor relevante en la percepción temporal.

Por su lado, Chatterjea y Rakshit (1966) confirmaron dicha moderación al mismo tiempo que planteándose la hipótesis de que la preferencia de un individuo por un color afectaría su estimación de un intervalo temporal en forma significativa. Realizando tal comparación en duraciones muy cortas (de 0,2 a 1,0 segundos), variando el color de la luz, encontró que la preferencia no tenía también efecto significativo sobre tales estimaciones.

Por otra parte se ha conseguido que las variaciones de complejidad de estímulo desempeñan un papel importante en la duración percibida. En primer lugar, Ornstein (1969) llevó a cabo un experimento donde creó una serie de figuras que diferían entre sí en su grado de complejidad, de acuerdo al número de ángulos internos que posee la figura. Cada uno de estos estímulos se mostraron por 30 seg. y la tarea consistía en juzgar la duración de estos intervalos, en relación a un estímulo estándar; por lo general los estímulos más simples se juzgaron como más breves que el estímulo estándar y a medida que aumentaba la complejidad de los estímulos también aumentaba la experiencia de duración hasta un nivel asintótico. Así mismo, Schiffman y Bobko (1974), realizaron un estudio en el cual variaron la complejidad de estímulos luminosos en intervalos breves (de 3 a 23 segundos). Cada intervalo fue presentado por un panel de luces cuyos patrones variaron a lo largo de tres niveles de complejidad: bajo, intermedio y alto. Los resultados indicaron que para todos los intervalos el nivel de



complejidad fue definido por el patrón de luz y encontraron una relación directa y positiva entre tales patrones de estímulo y la estimación realizada de los intervalos. Es decir, con los estímulos más complejos, las estimaciones son mayores con estímulos de la misma duración. En este mismo sentido Dember y Warm, (1979), señalan que la duración aparente de un acontecimiento tiende a variar en relación directa a la complejidad de los estímulos que los delimitan.

También se ha encontrado que el monto de información procesada influye en los juicios de duración que los sujetos hacen, tal como lo supone Ornstein (1969), quien a través de un experimento donde expuso a los sujetos a tres grabaciones de cinta, cada una de ellas con el mismo tiempo físico, pero que diferían en que contenían tonos de 500Hz cada 40, 80 y 120 tonos por minuto. Encontrándose que la cinta de 40 tonos por minuto se juzgaba como más corta que la de 80 tonos por minuto, y a su vez ambas eran más cortas que la de 120 tonos por minuto; es decir, que mientras más información se procesa durante un intervalo de tiempo, este se percibe como más largo. Hicks, Miller y Kinsbourne (1976), en un experimento donde se empleó un único intervalo (42 segundos) para 120 sujetos, variaron la cantidad de elementos a procesar desde 0 a 2 bits de información, y encontraron una relación inversa entre la cantidad de bits procesados y la estimación que se hizo del tiempo que transcurrió. Adicionalmente, Hicks, Miller, Gaes y Bierman (1977) variaron la cantidad de información concurrente de la misma manera y obtuvieron hallazgos semejantes. Se ha encontrado que la estimación mejora cuando se realiza simultáneamente una tarea que requiere en sí misma estimación temporal (Marmaras, Vassilakis y Dounias, 1995).

Esta relación se mantiene, en tareas que implican tensión muscular. En un experimento realizado por Warm, Smith y Caldwell (1967), empleando 4 magnitudes de intervalos (6, 12, 24 y 48 segundos)



encontraron que para los intervalos más largos, la duración percibida decrecía como función de la tensión muscular.

También se ha encontrado que la duración percibida aumenta cuando se introducen en la situación estímulos peligrosos (Langer, Wapner y Werner, 1961) y dolorosos (Falk y Bindra, 1954).

Analizando también las características de la tarea, otro hallazgo ha sido que la duración percibida disminuye cuando los sujetos tienen que emitir juicios sobre intervalos al mismo tiempo que realizan tareas de carácter no temporal, por ejemplo realizando operaciones matemáticas mentalmente (Gulliksen, 1927). Más recientemente Silverstein y Owens (1982) tomando a la percepción temporal como un índice de funcionamiento cognitivo (frecuentemente definida como atención) se plantearon la hipótesis de que el tiempo percibido puede ser además tomado como un índice de algunos aspectos del funcionamiento cognitivo complejo de ejecución de tareas académicas en estudiantes de secundaria. Para ello tomaron a 83 sujetos a los cuales se les pidió completar un examen de rendimiento de 76 ítems. Se encontraron diferencias significativas en la manera en que los estudiantes estimaron y éstas dependían de su ejecución, donde los estudiantes que realizaron mejor el examen realizaron estimaciones más precisas y aquellos que tuvieron una ejecución pobre realizaron estimaciones de la duración del examen más erróneas.

Otra de las variables tomadas en cuenta por Ornstein (1969), es el conocimiento que se tiene de la tarea que se realiza, mientras transcurre un intervalo de tiempo determinado; lo cual estudió a través de un experimento donde los sujetos trabajaron en una tarea simple con un rotor de seguimiento, la tarea tenía una duración de 2 min., y luego de este tiempo los individuos deberían juzgar dicho intervalo. Sin embargo, previo a la ejecución de la tarea, se daban tres diferentes situaciones para tres grupos de sujetos, a un primer grupo se le dio una práctica de 7 min. en la tarea que



iban a ejecutar; a un segundo grupo no se le permitió ningún tipo de práctica previa; y a un tercer grupo se le indujo a una práctica de 7 min. en una tarea que no tenía relación alguna con la tarea que iban a ejecutar. De manera que lo que se obtuvo en este sentido fue que el intervalo de la tarea bien practicada se percibió como más corto que el intervalo que no estaba precedido bien sea por práctica o por un tipo de práctica no relacionado con la tarea, lo cual es explicado por el autor en el hecho de que posiblemente los sujetos del primer grupo estaban conscientes de una menor parte de la serie del estímulo en dicha tarea.

En este sentido, se ha manipulado de la misma manera la familiaridad del estímulo para observar sus efectos sobre la duración percibida. En una serie de experimentos (Warm, Greenberg y Dube, 1964; Warm y McCray, 1969), se le pidió a unos sujetos que juzgaran la duración de palabras familiares y no familiares que aparecían en una pantalla durante un segundo. A los sujetos se les señaló que aparecería una palabra por un breve período de tiempo y que, cuando desapareciera, tenían que escribirla e indicar la estimación de la duración de la exposición en una escala de 0.09 a 9.99 seg. Bajo estas condiciones, se juzgaron a las palabras familiares más duraderas que las no familiares. Estos resultados no fueron confirmados por otros estudios (Avant y Llyman, 1975; White, 1973).

Philbin y Seidenstadt (1983) con el objetivo de examinar los efectos de un feedback parcial específico en una tarea de producción de intervalos de tiempo (.715 a 1.074 seg.) a 42 mujeres estudiantes. Los resultados demostraron que un feedback en el 50 % de los ensayos mejoran la ejecución tanto como haberlo proporcionado en un 100% de los casos, pero encontraron mejoría en el grupo de no feedback (control).

Otro de los factores que inciden en la percepción temporal es la ocurrencia de eventos espaciales de una manera determinada. Al respecto, Helson y King (1931) llevaron a cabo un experimento en el que dispusieron



tres estímulos equidistantes, A, B, y C. Cuando el intervalo de tiempo entre la estimulación A y B superaba al intervalo entre la estimulación B y C, los sujetos reportaban que la separación espacial entre A y B parecía mayor que la separación espacial entre B y C. Este resultado, denominado efecto Tau, se ha confirmado cuando los estímulos son destellos de luz separados en el espacio visual (Bill y Teft, 1969).

Con relación al efecto contrario, llamado efecto Kappa, se ha demostrado experimentalmente que el intervalo temporal percibido entre dos estímulos visuales o cutáneos sucesivos varía directamente en función de su separación espacial (Adkins, 1972).

Se debe realizar la observación de que no sólo las características del estímulo, la tarea y los procesos fisiológicos influyen en la percepción temporal, sino que también los paradigmas empleados a la hora de realizar los experimentos también tienen una influencia importante. En este sentido, se han empleado los paradigmas retrospectivo y prospectivo; donde en el primero de ellos, los participantes saben de antemano que serán interrogados acerca de su estimación del intervalo temporal, en el segundo caso, los participantes no conocen de antemano que serán interrogados acerca de la duración del período temporal (Block y Zakay, 1997).

De manera que con respecto a estos paradigmas, se ha encontrado que tienen una influencia importante en la estimación que se realiza de los intervalos temporales. Block y Zakay (1997) encontraron que veinte experimentos revelaron que los juicios prospectivos son más largos y menos variables que los juicios retrospectivos. A pesar de que Hicks, Miller y Kinsbourne (1976), anteriormente, habían encontrado que la duración percibida disminuía con los incrementos en la incertidumbre de la respuesta en condiciones de juicios prospectivos, pero que la misma tarea carecía de efecto en los juicios retrospectivos de duración.



Sin embargo, en un estudio en el cual las duraciones iban de 12,5 a 50 segundos, y los sujetos debían realizar las estimaciones después de realizar una tarea de tipo no temporal, no se encontró diferencias significativas entre las estimaciones realizadas bajo ambos métodos (Predebon, 1999). Esto pareciera indicar que bajo la demanda de una tarea de tipo no temporal, la relación entre el tipo de método prospectivo-retrospectivo y la estimación temporal desaparece.

En este mismo sentido, otra distinción realizada se refiere a los procedimientos de: estimación, reproducción, comparación y/o producción de intervalos temporales (Carlson y Fienbreg, 1970; Hornstein y Rotter, 1969). Estas formas de reporte han sido definidas como: (a) estimación, donde un sujeto expresa su estimación acerca de la duración de la presencia un estímulo dado; (b) reproducción, en el cual el sujeto es expuesto a un intervalo temporal y luego debe generar una respuesta para imitar el intervalo ante el cual fue expuesto; (c) producción, en el cual al sujeto se le pide que produzca un intervalo de tiempo de una magnitud específica (Carlson y Fienbreg, 1970) (d) método de comparación: en este se presenta una duración de estímulo y el sujeto debe informar si la considera más corta o más larga que la duración de un estímulo presentada con anterioridad (Fernández y Arias, 1993).

En forma análoga al caso de los paradigmas prospectivo y retrospectivo, se ha estudiado la influencia de los procedimientos arriba descritos (estimación, reproducción, producción) en juicios de duración. Hornstein y Rotter (1969) en un estudio donde se emplearon los métodos de estimación, producción y reproducción, encontraron que mediante el método de estimación los sujetos sobreestimaron sistemáticamente los intervalos temporales, y mediante los métodos de producción y reproducción los intervalos fueron subestimados. Carlson y Feinberg (1970), encontraron diferencias significativas entre los tres métodos, sin embargo, los sujetos tendían a sobrestimar los intervalos por medio de la producción, eran más



precisos al realizar las tareas de reproducción y subestimaban los intervalos cuando realizaban una estimación. En relación con estos resultados, se puede afirmar que no existen hallazgos consistentes asociados a la influencia de tales métodos.

### *Funciones Psicofísicas y Percepción del Tiempo.*

Una vez revisadas las hipótesis explicativas y las variables manipuladas comúnmente en los estudios de la percepción temporal, es importante señalar que en este estudio se adoptan las técnicas y arreglos relacionados con un área llamada Psicofísica. Esta última se encarga de estudiar la relación entre variaciones de características específicas de la estimulación ambiental y la magnitud de la experiencia subjetiva dentro de un contexto de laboratorio para obtener un control estricto de dichas variables (Schiffman, 1994/1981). De igual forma, de acuerdo a Gati y Tversky (1982) la psicofísica es "el estudio de la relación entre las propiedades de los estímulos físicos que caracterizan al estímulo relevante" (p.325).

Weber analizó la relación entre un estímulo físico y las respuestas enfocándose en la discriminación que podían hacer los sujetos entre estímulos de similar magnitud. Realizó una serie de pruebas para estimar cuál era el cambio mínimo, aumento o disminución, que se debía realizar en la magnitud de un estímulo, para que dicho cambio pudiera ser detectado por un sujeto, llamando a dicho cambio "diferencia apenas perceptible". Así mismo Weber encontró que el determinante importante en tal discriminación no era el *tamaño absoluto* del cambio. En lugar de eso, consiguió que el determinante importante era el *tamaño relativo* del cambio (Matlin y Foley, 1995/1996; Schiffman, 1994/1981), estableciendo así la ley conocida como la "Ley de Weber", la cual se expresa matemáticamente como sigue:

$$\frac{\Delta I}{I} = k$$

I



Esta Ley establece que si se toma el cambio en intensidad ( $\Delta I$ ) y se divide entre la intensidad original ( $I$ ), se obtiene un número constante ( $k$ ). La constante,  $k$ , es llamada fracción de Weber. De acuerdo con Laming (1985), la investigación ha demostrado que la Ley de Weber sigue siendo válida para diversos juicios psicofísicos; sin embargo, es más exitosa en los rangos medios de intensidad, que en la predicción de la capacidad de discriminación para estímulos de alta intensidad o de baja intensidad.

Fechner utilizó la Ley de Weber para derivar una escala que relacionaba la magnitud de los estímulos físicos con el tamaño de la reacción psicológica del observador. Asumió que las Diferencias Apenas Perceptibles (DAP) eran iguales, y graficó estas unidades psicológicas como una función de las unidades físicas que les dieron origen. A partir de la ley de Weber, se planteó la posibilidad que las DAP de la parte más alta de la escala requiriese de incrementos mayores en la estimulación física, en comparación con las DAP de la parte más baja de la escala y por lo tanto, la relación no sería rectilínea sino que tendría la forma de una curva. De acuerdo con la ley de Fechner, la relación es logarítmica (Baird y Noma, 1976). Esta relación se traduce en la siguiente fórmula:

$$R = k \cdot \log I$$

Donde, la magnitud de la reacción psicológica ( $R$ ) es igual a una constante ( $k$ ) multiplicada por el logaritmo de la intensidad del estímulo físico ( $I$ ). Es decir, la ley de Fechner establece que la magnitud reportada psicológica es proporcional al logaritmo de la intensidad del estímulo (Matlin y Foley, 1995/1996). Ello implica que la duplicación de la intensidad de un estímulo físico no implica la duplicación de la reacción psicológica, sino un incremento menor. Al igual que la ley de Weber en la cual se basa, la ley de Fechner es considerada, tal y como lo mencionan Matlin y Foley (1995/1996), "razonablemente precisa en muchas situaciones, pero imprecisa para estímulos de baja y alta intensidad" (p. 42).



En respuesta a tales limitaciones, Stevens (1962) planteó una ley con mayor capacidad predictiva que la de Fechner (Myers, 1982). Esta ley es llamada Ley de Potencia de Stevens, y se expresa matemáticamente como sigue:

$$\psi = k. (\varphi - \varphi_0)^n$$

donde  $k$  es una constante determinada por la escogencia de unidades. El exponente  $n$  varía con la modalidad, y además con algunos parámetros como adaptación al contraste. Hablando en forma general, cada modalidad tiene su exponente característico, cuyo valor mínimo es 0.33 en el brillo hasta 3.5 para el shock eléctrico. El valor  $\varphi_0$  es determinado por el "umbral" efectivo que se obtiene bajo las circunstancias experimentales. De acuerdo a Stevens (1962), este es el punto de la escala física desde la cual nosotros debemos comenzar si queremos medir el estímulo efectivo.

Myers (1982) comenta que el tamaño del exponente tiene un efecto determinante en la forma de la curva que se logra en la función entre la intensidad del estímulo y la magnitud de la reacción psicológica. Si el exponente es exactamente uno, existe una relación lineal entre dichas variables, generándose una recta en el gráfico, trazada a partir de las magnitudes manipuladas y las obtenidas. En cambio, cuando el exponente es mayor a 1, los incrementos en la intensidad del estímulo se traducen en incrementos en la reacción psicológica crecientemente mayores; la graficación de esta función proporciona una curva hacia arriba. La pendiente de la curva se determina por la magnitud del exponente. Si el exponente es menor que 1, los incrementos en la intensidad del estímulo se acompañan de reacciones psicológicas cada vez menores; la graficación de esta relación representa una curva hacia abajo.



Finalmente, se agrega que con exponentes cercanos a 1, la relación de la ley de poder es muy similar en cuanto a forma, a la relación que se obtiene con la Ley de Fechner. De manera análoga a la constante en la ley de Fechner, la potencia en ley de Stevens es específica de la modalidad y cualidad sensorial (Myers, 1982).

Ahora bien en vista de que la presente investigación se centra en la modalidad temporal como fenómeno perceptual, la discusión a partir de ahora se focalizará en dicha modalidad, en el marco de la psicofísica, específicamente basado en la ley de potencia de Stevens.

Eisler (1975,1976), en su estudio asume la Ley de Stevens (1962), especificada de la manera siguiente:

$$\psi = \alpha \cdot (\phi - \phi_0)^\beta$$

Donde:  $\psi$  denota el tiempo subjetivo,  $\phi$  denota el tiempo físico, y  $\phi_0$ ,  $\beta$  y  $\alpha$ , denotan constantes (la última constante, se refiere a un factor de escala que tiene en cuenta la elección de unidades utilizadas en la dimensión del estímulo). Este modelo permite realizar estimaciones del exponente  $\beta$ , a través del uso de diversos procedimientos experimentales.

Este estudio, se desarrolla a través de una serie de experimentos, llamados estimación magnitud, arreglo de igualación (equal-setting), de división (half-setting), doble (doubling), y tiempo de reacción. Específicamente se usaron 10 duraciones que variaban de 1.3 a 20 segundos, los cuales se encuentran espaciados por unidades equivalentes dentro de una escala logarítmica.

Cada experimento consistía en un número de ciclos de inmediata sucesión, excepto los de tiempo de reacción y los de estimación de magnitud, todos los ciclos consistían en 4 partes: a) una larga pausa inicial,



b) la presentación de una duración estándar, seguida por c) una corta pausa (intervalo inter-estimulo) y d) una duración variable, la cual es indicada por el sujeto al tratar de igualar la duración estándar, en el caso del arreglo de igualación (equal.setting), producir la mitad del estándar (half-setting) y duplicando el estándar(doubling). Para el experimento de tiempo de reacción se presentaron 40 ciclos y para los otros 4 experimentos, 70 ciclos. A partir de los datos se calcularon los exponentes  $\beta$  para cada sujeto.

En este sentido, en un estudio sumario realizado por Eisler (1976), donde busca comparar los valores del exponente  $\beta$  obtenidos para la percepción temporal en múltiples estudios, específicamente evalúa las diferencias en el valor de tal exponente, a partir de estudios realizados con diferentes niveles de práctica en los sujetos, intervalos llenos e intervalos vacíos con varias modalidades sensoriales, bajo efecto de drogas, diferencias de edad, con sujetos psicóticos, retardo mental, neuróticos, y diferencias en cuanto al método, con duraciones muy cortas, así como variando rangos intramodales. Estudio, donde se concluye que ciertamente existen múltiples factores que afectan el valor del exponente  $\beta$ , y además se afirma la posibilidad de que existan discontinuidades en la función psicofísica. Más allá de esto, el mismo Eisler (1984), encuentra rupturas o discontinuidades en la función psicofísica, a partir de experimentos de reproducción de magnitud con 8 ratas, e igualmente dentro del ámbito de la percepción temporal.

Más específicamente, en el estudio de Eisler (1976), encuentra diferencias llamativas, entre los exponentes reportados en los diferentes estudios y los que él obtiene a partir de sus datos. Para ilustrar esto, realiza una comparación entre los sus datos y los originalmente presentados en un experimento de duplicado realizado por Marum (1968). El procedimiento descrito anteriormente arroja un exponente de 0,69. graficando la segunda versus la primera duración, por otra parte, proporciona entonces un exponente de 3,13. Eisler resalta que Marum reporta un exponente de 1,4 y



lo explica señalando que este último utilizó el método gráfico-numérico descrito por Harper y Stevens (1946), para obtener la función psicofísica, en lugar del método algebraico de Ekman (1958).

Sin embargo, más específicamente, entre los hallazgos obtenidos en el análisis de resultados destaca el hecho de que la mayoría de las curvas empíricas obtenidas, mostraban una o posiblemente más rupturas en la función, cada ruptura incrementaba el número de parámetros en la función, siendo un incremento en uno o dos parámetros, dependiendo de si la unidad de la escala, el valor de  $\phi_0$ , o ambos son diferentes para los diferentes segmentos. De manera que la línea recta fue segmentada, indicando una ruptura en la función psicofísica (Eisler, 1975).

Ello es congruente con los hallazgos de Ross y Katchmar (1951), quienes realizan uno de los primeros estudios donde se señala la existencia de pausas o rupturas en la función de estimación de intervalos. Estudiando la estimación de mitades dentro de un rango de 5,38 a 60,12 segundos (5,38; 10,40; 15,15; 19,86; 25,31; 30,37 y 60,12), encontraron que uno de los sujetos mostró una ruptura en la función entre los intervalos de 25,31 y de 30,37 segundos.

Dicho sujeto mostró una curva discontinua en la relación de la estimación de mitad en función de la mitad del tiempo físico real (Ross y Katchmar, 1951). La función comenzó en un cierto nivel de pendiente luego a la altura de los 25 segundos la curva cambia la inclinación de la pendiente, y pese a que continúa en ascenso la misma es reducida. Ross y Katchmar (1951) reportan que desde los 5,38 a los 19,86 segundos, la pendiente se encuentra en nivel inferior al encontrado para el rango de los 30,37 a 60,12. Estos resultados fueron representados en un gráfico logarítmico, donde se muestra la ruptura entre los 25 y 30 segundos.



Más tarde Richards (1973), realiza un experimento de reproducción de tiempo dentro de los intervalos (1, 2, 5, 10, 20, 40, 80, 150, 300 segundos), este autor reportó una disminución en el exponente de la función de potencia de Stevens. Es decir, un valor de dicho exponente dentro de un rango que va desde 1 segundo hasta los 20 segundos, encontrando 1,05 y desde este punto hasta los 300 segundos encuentra un exponente de 0,44. Correspondiendo ello a dos funciones, o en forma más precisa a una variación en el exponente de la función.

Retomando el trabajo de Eisler (1975), éste describe la ocurrencia del mismo fenómeno dentro del estudio citado anteriormente (con los intervalos: 1,3; 1,8; 2,5; 3,3; 4,5; 6; 8,1; 11; 14,8; 20). En dicha investigación, gráfica los resultados de un procedimiento de equal-setting para un sujeto, de dos maneras. En el primer gráfico, representa la duración de la respuesta en función de la duración total del ensayo en segundos. En el segundo de tales gráficos representa la duración subjetiva (a partir de ciertos cálculos) en función de la duración física (valores empíricos).

Eisler (1975) trazó las respectivas líneas mediante mínimos cuadrados. De esta manera, en el primer gráfico se pueden observar tres líneas rectas, entre las cuales se encuentran dos interrupciones. En el segundo gráfico, ocurre una pausa y se observan dos líneas curvas que describen la función.

Debe señalarse que estas pausas fueron observadas en todos los procedimientos en casi todos los sujetos (ver tabla1).



**Tabla 1.** Se señalan los valores de los parámetros de la función de potencia para cada uno de los sujetos obtenidos mediante el método de estimación de magnitud. Se indica el lugar (en segundos) de las rupturas mostradas para cada uno de los sujetos (Eisler, 1975).

Sujeto	Estimación de Magnitud		
	$\alpha$	$\beta$	Ruptura (seg.)
1	.579	1.718	3
2	.884	.844	4
3	.525	-	-
4	.920	1.370	2
5	.729	2.456	13
6	.834	2.227	2
7	.948	.812	5
8	1.009	-	-
9	.746	-	-
10	.913	1.262	5
11	.943	-	-
12	1.121	.621	7

Eisler (1975) además correlacionó los exponentes de equal-setting con todos los otros métodos, encontrando así una concordancia entre los exponentes de estimación de magnitud y equal-setting. Este hallazgo fue interpretado por este autor como una fuerte validación del método de estimación de magnitud.

Si se observa en forma consistente rupturas en la función psicofísica, donde la pendiente cambia, es posible calcular betas para cada uno de los segmentos de la función y verificar si estas difieren.

Por ello, en la presente investigación se presentan intervalos temporales de duración variada, para poder verificar la ruptura de las rectas y verificar si las  $\beta$  de las mismas difieren, por medio del método de estimación de magnitud.



Se asume una postura teórica similar a la propuesta por Gibson, en la que se considera a la percepción como un proceso por medio del cual un individuo mantiene contacto con su ambiente, y una postura similar a la de Stevens; el cual supone una relación lineal al representar gráficamente la función entre ambos componentes. No obstante, tal y como se ha evidenciado (Eisler, 1975; Richards, 1973; y Ross y Katchmar, 1951) la función bajo estudio presenta unas rupturas que evidencian una relación no lineal al ser representada gráficamente.

Con base a estas afirmaciones, la presente investigación tiene como objetivo principal, evaluar si existe una discontinuidad en la función de relación entre las estimaciones de magnitud de los intervalos temporales y las duraciones reales, evidenciándose en la variación del exponente a lo largo del rango de estímulos. En otras palabras, que la relación entre la magnitud física de intervalos temporales y la estimación de los mismos varia en función del rango de duración que presentan estos intervalos.



## II. MÉTODO

### 3.1 PROBLEMA.

¿Existe una continuidad en la función de relación entre las estimaciones de magnitud de los intervalos temporales y las duraciones reales?

### 3.2 HIPÓTESIS.

#### 3.2.1 Hipótesis general:

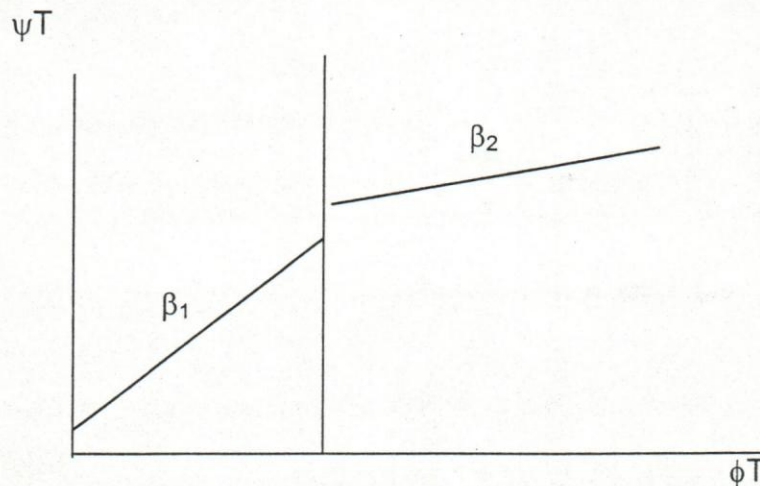
La relación entre la magnitud física de intervalos temporales y la estimación de los mismos varía en función del rango de duración que presentan estos intervalos.

#### 3.2.2 Hipótesis específicas:

$$\delta(\phi T, \psi T) = \alpha \cdot I^{\beta_1} \quad \text{si } (\phi T_0 - \phi T_k)$$

$$\delta(\phi T, \psi T) = \alpha \cdot I^{\beta_2} \quad \text{si } (\phi T_{k+1} - \phi T_n)$$

Siendo  $\phi T$  la duración de tiempo físico,  $\psi T$  la estimación de tiempo que hace el sujeto,  $\alpha$  una constante,  $I$  la intensidad y  $\beta$  una constante para un determinado rango de estímulos denotado como  $\phi T_0$ , es decir un intervalo en un tiempo cero y  $\phi T_k$ , un intervalo en un tiempo  $k$  (ver figura 1).



**Figura1.** Representación gráfica de las hipótesis. Como puede verse, la función presenta una ruptura, lo que se evidencia en un cambio en el parámetro  $\beta$ .



### 3.3 DEFINICIÓN DE VARIABLES:

**Variable independiente:** *duración física de intervalos temporales*

Definición Operacional: entendida como el valor de tiempo físico en segundos otorgado por el experimentador, a una serie de estímulos visuales, los cuales se refieren a diez (10) figuras en forma de cuadrado y tienen duraciones de 1,3 seg., 1,8 seg., 2,5 seg., 3,3 seg., 4,5 seg., 6 seg., 8,1 seg., 11 seg., 14,8 seg. y 20 seg., tal como lo propone Eisler (1975) en su investigación.

**Variable dependiente:** Estimación de magnitud de la duración

Definición Operacional: valor de tiempo físico en segundos reportada verbalmente por el sujeto para cada intervalo temporal presentado.

### 3.4 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

El presente estudio, puede considerarse como una investigación experimental confirmatoria de laboratorio, pues la varianza de todas las variables independientes no pertinentes al trabajo, y que son capaces de influir en el mismo se mantuvieron a un mínimo, esto se logró controlando una o más variables independientes bajo condiciones especificadas y operacionalizadas (Kerlinger, 1988/1986), y por otra parte, porque se verificaron o confirmaron los resultados obtenidos a partir de procedimientos similares en investigaciones precedentes. Específicamente dentro de esta investigación se empleó la eliminación y constancia de las variables que si pudieron haber influido en los resultados (McGuigan, 1996).



Se empleó un diseño de corte intrasujeto donde se expuso a cada individuo de la muestra a una serie de ensayos sucesivos en los que cada uno de ellos realizó estimaciones de la duración de intervalos temporales. Es decir, cada uno de los sujetos pasó por todas las condiciones del experimento, todas las longitudes de los diversos intervalos temporales en un rango de 1,3 a 20 segundos, y por ello cada sujeto constituyó su propio control. De manera que la presente investigación, puede considerarse intrasujeto puesto que consiste en tomar medidas repetidas a través del tiempo en un mismo individuo. Dentro de la presente investigación se estudió un proceso que se supone general, por tal razón las variables individuales no se consideraron una variable a controlar. Además la dimensión básica de estos diseños es la temporalidad (Arnau, 1992).

### **3.5 PROCEDIMIENTO.**

#### *3.5.1 Sujetos.*

Se seleccionaron 10 estudiantes de la Universidad Católica Andrés Bello, de edades comprendidas entre 18 y 25 años, de ambos sexos, y la selección de los sujetos se realizó a través de un muestreo accidental, puesto que la varianza entre los sujetos no es pertinente al tipo de diseño y la variable del presente estudio.

#### *3.5.2 Datos.*

##### *3.5.2.1. Instrumentos y/o aparatos.*

El instrumento utilizado se refiere a un software donde se presentaron a cada sujeto diez (10) estímulos visuales con diversas duraciones, específicamente, son figuras con forma de cuadrado de color azul en un



fondo blanco. Donde el individuo reportó su respuesta verbalmente.

Para la presentación de los estímulos se realizaron dos programas bajo el lenguaje de Microsoft Visual Basic® 6.0 (ver códigos fuente e imagen de las pantallas, en Anexos A). En ambos aparecía el cuadrado cuando el sujeto apretaba el botón de inicio, el cual reaparecía al finalizar cada uno de los intervalos. Para el primer programa, llamado vbeta.exe, se presentaron tres intervalos, para ilustración de las instrucciones y entrenamiento de los sujetos en tarea. En el segundo programa, llamado tiempo.exe, se presentaron cinco (5) veces cada uno de los diez (10) intervalos de manera aleatoria como se detalla más adelante.

Para la realización del experimento se instaló y ejecutó el programa anteriormente en un computador personal con las siguientes características:

- Pentium 400MHZ
- Monitor SVGA
- 64 MB de memoria RAM
- Mouse
- Teclado

#### 3.5.3.2. Operaciones.

En este sentido, se tiene que una vez seleccionados los sujetos, se procedió a citarlos individualmente y recibirlos sucesivamente. Es decir, los individuos llegaron en citas espaciadas temporalmente de manera que fueron llegando uno cada 15 minutos, se le pidió que entrase al laboratorio donde luego tomó asiento en una silla que estaba frente al computador, luego se procedió a verbalizar las instrucciones del experimento, las cuales rezan como sigue:



*“A continuación se te presentarán unos cuadrados en pantalla por un período de tiempo determinado, uno cada vez y con intervalos diferentes cada vez. Luego que cada estímulo desaparece, usted deberá estimar cuanto tiempo duró dicho intervalo, y verbalizar esta estimación al experimentador, luego deberá presionar el botón "iniciar figura" para iniciar de nuevo el ciclo.*

*El éxito del experimento depende de tu habilidad para excluir todas las claves que puedan ayudarte en tu estimación del intervalo presentado, tal como conteo, objetos que emitan señales periódicas, respiración, golpear con los pies, ver un reloj o cualquier conducta similar. Concéntrate únicamente en la longitud del intervalo.”*

Seguido de ello, se realizó una sesión de ensayo, en la cual se presentaron tres intervalos temporales, esto con la finalidad de asegurar que los resultados no se vieran afectados por dudas por parte de los sujetos con relación a las instrucciones. Luego, se procedió a realizar la sesión experimental con la recogida de datos respectiva.

Una vez terminada la operación con un sujeto, éste se retiró del laboratorio y luego se le pidió a otro de los sujetos que entrase al laboratorio, una vez que asistió a la cita y se repitieron las mismas operaciones.

En cuanto a la actividad del experimento como tal, basado en los procedimientos descritos por Eisler (1975, 1988), el mismo consistió en la presentación sucesiva y aleatoria de una figura en forma de cuadrado en cincuenta (50) oportunidades, a razón de cinco (5) veces cada uno de los 10 intervalos prefijados. Luego que cada estímulo desaparecía de la pantalla, se le solicitaba al sujeto que dijese cuál fue la estimación en segundos que realizó del estímulo. Para luego presentar de nuevo el mismo estímulo visual pero durante un intervalo de tiempo igual o diferente al anterior, de acuerdo



a lo ocurrido por efecto de la aleatoriedad, ya que el orden de presentación de los intervalos fue aleatorio.

Estas presentaciones tuvieron unas duraciones diferentes para cada estímulo dentro de un rango de 1,3 a 20 segundos, y sobre los cuales cada sujeto debió hacer una estimación de los mismos, mediante el procedimiento antes descrito. Fue seleccionado este rango de estímulos en vista de que este es un rango comúnmente usado en las investigaciones acerca del tiempo (Eisler, 1975, 1976), además es un rango que permite lograr los objetivos de la presente investigación al evaluar la relación planteada en distintos lapsos de tiempo. Durante esta actividad se mantuvo constante el tamaño y color de las figuras, iluminación del ambiente de laboratorio, complejidad de los estímulos, e instrucciones dadas a cada sujeto.

#### *3.5.4 Análisis de los datos.*

Las hipótesis del presente estudio, se centran en la evaluación de la posibilidad de una discontinuidad en la función psicofísica en la estimación de intervalos temporales. Manifestada dicha discontinuidad, en la variación de los parámetros de la función de un segmento a otro. Por lo cual el análisis implica la identificación gráfica de una posible ruptura, y la comparación del error de ajuste sin asumir dicha ruptura, con la asunción de que si existe la misma.

Por tal razón, el análisis de los datos de la presente investigación, se centra en el ajuste de las funciones de cada sujeto, a partir de exponentes y/o parámetros calculados para uno de estos segmentos de dicha función. Más específicamente a partir de la ley de Stevens, en la que se basa esta investigación y que tiene la forma:

$$\psi = \alpha \times I^\beta$$



Donde: el parámetro " $\psi$ " representa la estimación realizada por el sujeto (duración subjetiva), " $\alpha$ " es una constante (factor de escala que tiene en cuenta la elección de unidades utilizadas en la dimensión de la intensidad), el cual es multiplicado por " $I$ ", la intensidad física (en este caso la duración de la presentación del estímulo), que a su vez está elevado a la potencia " $\beta$ ".

Los datos de estas funciones, a diferencia de los de las ecuaciones lineales, se interpretan visualmente en gráficos de coordenadas log-log, o lo que es equivalente, los logaritmos de tales datos. En tales gráficos,  $\alpha$  se corresponde al parámetro "a" (intercepto) del modelo de regresión, y el " $\beta$ " se refiere al parámetro "b" (pendiente) del modelo de regresión.

Entonces en el presente estudio, como se mencionó anteriormente, el análisis de los datos se realizó en dos etapas. En la primera etapa, se hizo una inspección visual para los gráficos en cada sujeto. Tal gráfico se realizó, mediante el programa Microsoft Excel<sup>®</sup>, a partir de los logaritmos de los promedios de las duraciones subjetivas para cada intervalo (ordenadas), en función de las duraciones físicas de los intervalos presentados (abscisas), tal y como lo hace Eisler (1975, 1984), para así ubicar los puntos de la función donde pareciera haber una discontinuidad en la relación entre dichas variables.

Tal discontinuidad se infería de la identificación de los cambios de tendencia que pudieran dar indicios de una ruptura. Es decir, una pausa que permitiera dividir la función de relación en dos segmentos que muestren tendencias distintas. Asumiéndose que la ubicación del punto de corte de dicha discontinuidad, al igual que los parámetros de dicha función, varía de sujeto a sujeto.

En relación con la segunda etapa, una vez identificados estos puntos de corte, se procedió a realizar las estimaciones de los parámetros de la



función bajo dos supuestos diferentes, a través del paquete estadístico SPSS®<sup>1</sup>. Estos supuestos, se refieren en primer lugar, manteniendo el  $\beta$  constante a lo largo de toda la función; en segundo lugar, calculando un valor de  $\beta$  específico a cada segmento de la función; es importante señalar que está implícito el hecho de que el valor de  $\alpha$ , también varía en conjunto con las variaciones de  $\beta$ , ya que por definición matemática de la función, ambos parámetros deben variar en conjunto para obtener una aplicación correcta de la función, sin embargo esta investigación se centra en el cambio del exponente de la función. Luego se realizó, la comparación de los ajustes, en ambas situaciones generadas.

Puesto que en la presente investigación, las hipótesis se basan en el ajuste de la función de potencia en tales situaciones, se recurrió a una técnica denominada estimación curvilínea, mediante el paquete estadístico SPSS®, la cual consiste en generar una curva que represente la relación funcional de los datos obtenidos, para luego estimar en que medida dicha relación se asemeja a una función en particular. Ella se basa, en la estimación de cuanto se distancian los datos predichos con los obtenidos basándose en el método de mínimos cuadrados, para el cual "se minimiza la función en la que se recogen las distancias (residuos) al cuadrado entre los valores de la variable y los teóricos predichos por la familia de curvas elegida" (Silva, 1992).

A partir de tales ajustes, mediante el Microsoft Excel®, se obtuvo un índice llamado error de ajuste, cuya fórmula, es la siguiente:

$$S_y = \left( \frac{\sum_{i=1}^n (Y_0 - Y_c)^2}{n - p} \right)^{1/2}$$

<sup>1</sup> Para conocer el método manual de cálculo de éstos parámetros ver Silva, (1992).



De acuerdo a Silva (1992), dicho error de ajuste sirve de indicador acerca de cuanto se aleja la curva esperada de la obtenida y por lo tanto constituye un indicador de la utilidad predictiva de la función.

Esta estimación, nos sirvió como criterio para tomar una decisión acerca de cual función ofrece la predicción más exacta de las observaciones, y determinar el orden de importancia del ajuste que cada situación ofrece en cada sujeto. Asumiendo, que la función que mejor represente la relación será aquella que tenga el menor error de ajuste.

La presente investigación, al tratarse de un diseño intra-sujeto, los datos fueron estructurados de manera que los sujetos se colocaron en las columnas y las variables en las filas, con el fin de analizar los datos.

#### *Aspectos éticos:*

En relación con, las normas vigentes de principios éticos de la APA, los participantes en el experimento fueron considerados sujetos en riesgo mínimo, dado que dentro de las condiciones que guiaron la investigación, no hubo posibilidad de grave riesgo físico o mental para los participantes.

Se contó igualmente con el consentimiento informado de los participantes y se les explicó a éstos todos los aspectos pertinentes de la investigación, así como también se les informó de su libertad para negarse a participar, o de retirarse en cualquier momento de la investigación.

De la misma manera, por la brevedad de la sesión experimental, no hubo necesidad de brindar períodos de descanso entre sesiones para eliminar incomodidad, física o mental, que los sujetos pudieran presentar como resultado de la exposición sostenida a los estímulos de prueba.



El tratamiento de la información obtenida a partir de los sujetos durante la investigación fue confidencial y se les informó que otras personas tendrían acceso a la información, la cual fue cifrada.

Asimismo, la sesión de información fue aprovechada como experiencia de enseñanza para que el participante (estudiante universitario) se enterase del objetivo de la investigación, así como también se indagaron sus expectativas acerca del fin del experimento.



### III. ANÁLISIS DE DATOS

Como se ha mencionado anteriormente, Eisler (1975) en un experimento que realiza sobre estimación de magnitud para estudiar la duración subjetiva del tiempo, representó los logaritmos de los promedios de las estimaciones realizadas (en el eje de las ordenadas) en función de los logaritmos de los valores de estímulo (eje de las abscisas) presentados para cada sujeto. Originando ello, una recta para cada sujeto.

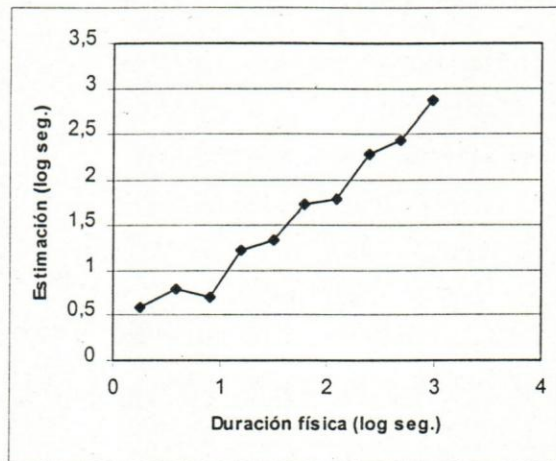
Este autor, realizando un análisis de los puntos representados en tales gráficos, pudo identificar cambios de tendencias en varias de las rectas que dichos datos originaban. Estos cambios se visualizan como unas pausas o rupturas en las rectas. Tales interrupciones, podría decirse, marcan entonces el comienzo de un segmento y el fin de otro.

Como se mencionó en el apartado de procedimiento correspondiente al método, en el presente estudio el análisis de los datos se realizó en dos etapas. En la primera, en forma análoga a Eisler (1975, 1984), se realizó un análisis gráfico para las representaciones de los logaritmos de los promedios de las duraciones subjetivas realizadas por cada sujeto y para cada intervalo, en función de las duraciones físicas de los intervalos presentados.

Y en la segunda etapa, una vez identificados estos puntos de corte, se procedió a realizar las estimaciones de los parámetros de la función bajo las dos formas de cálculo diferentes. Específicamente, manteniendo el  $\beta$  constante a lo largo de toda la función y calculando un valor de  $\beta$  específico a cada segmento de la función. Por último, realiza, la comparación de los ajustes, basándose en sus respectivos errores de ajuste.

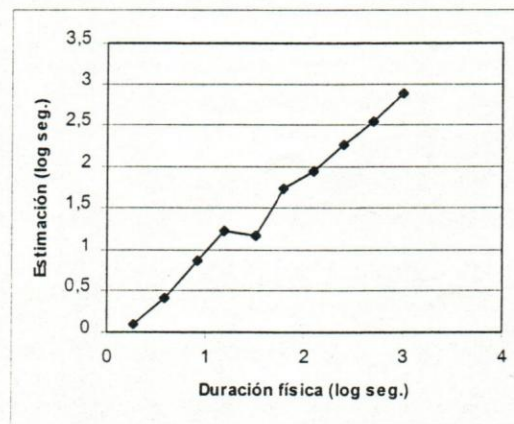


Con relación al sujeto 1, se pudo observar dos segmentos. El primero, que muestra una tendencia plana hasta el tercer punto, a partir del cual la misma se vuelve ascendente, por tanto, se tomó como punto de corte el tercer intervalo para suponer una discontinuidad en la función (ver figura 2).



**Figura 2.** Datos observados para el sujeto 1. Se encuentran representadas los logaritmos de las estimaciones subjetivas (en el eje de las ordenadas) en función de los logaritmos de las duraciones físicas.

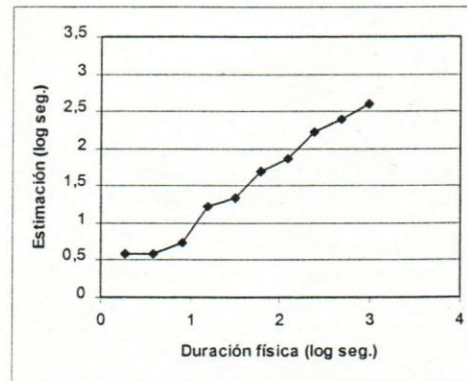
En relación al sujeto 2, se observa al igual que en el sujeto anterior, dos segmentos. Primero, uno que muestra una tendencia ascendente hasta el cuarto punto, a partir del cual se observa una pausa en dicha tendencia para luego a partir del quinto punto comenzar un segundo segmento pero en el mismo nivel en el cual termina el segmento anterior, lo cual permitiría suponer de nuevo una discontinuidad (ver figura 3).



**Figura 3.** Datos observados para el sujeto 2. Se encuentran representadas los logaritmos de las estimaciones subjetivas (en el eje de las ordenadas) en función de los logaritmos de las duraciones físicas.

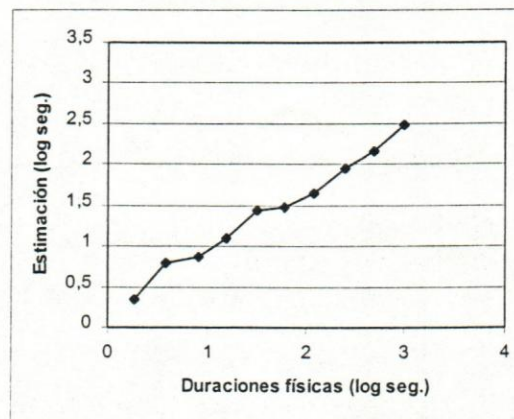


A continuación en cuanto al sujeto 3, se puede evidenciar la existencia de dos segmentos. Un primero, que muestra una tendencia ascendente donde pudiera apreciarse un relativo aceleramiento hasta el cuarto punto, a partir del cual la misma se desacelera, de manera que, el cuarto punto se toma como referencia para suponer discontinuidad en la función. Debe señalarse, que para este caso se sumo una constante igual a 1, a los valores de la estimación con el fin de evitar valores negativos al obtener los logaritmos de ellos.



**Figura 4.** Datos observados para el sujeto 3. Se encuentran representadas los logaritmos de las estimaciones subjetivas (en el eje de las ordenadas) en función de los logaritmos de las duraciones físicas.

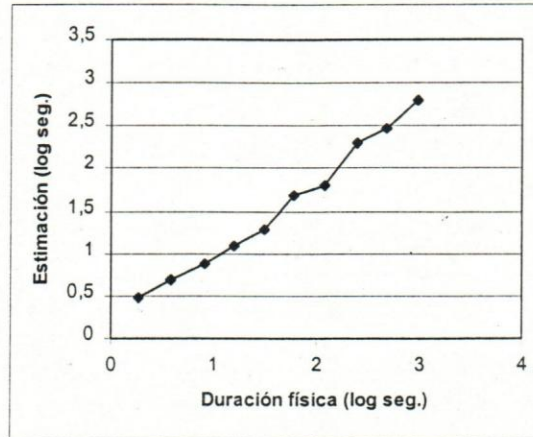
En el caso del sujeto 4, se puede observar dos segmentos. Uno, donde se muestra una tendencia ascendente hasta el punto cinco, a partir del cual se observa una pausa, en un nivel en el cual comienza un segundo segmento en el cual la tendencia cambia desacelerándose. Lo cual nos lleva a ubicar una pausa en el quinto punto de la función. (ver figura 5).



**Figura 5.** Datos observados para el sujeto 4. Se encuentran representadas los logaritmos de las estimaciones subjetivas (en el eje de las ordenadas) en función de los logaritmos de las duraciones físicas.

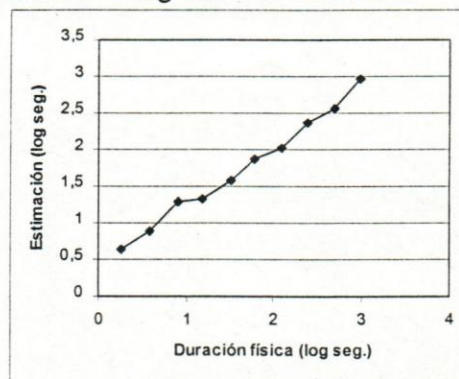


En la figura 6, se evidencia la existencia de dos segmentos, para el sujeto 5. El primero, muestra una tendencia ascendente hasta el quinto punto, luego el siguiente segmento, muestra un aumento en la estimación, donde, al parecer la misma se acelera un poco.



**Figura 6.** Datos observados para el sujeto 5. Se encuentran representadas los logaritmos de las estimaciones subjetivas (en el eje de las ordenadas) en función de los logaritmos de las duraciones físicas.

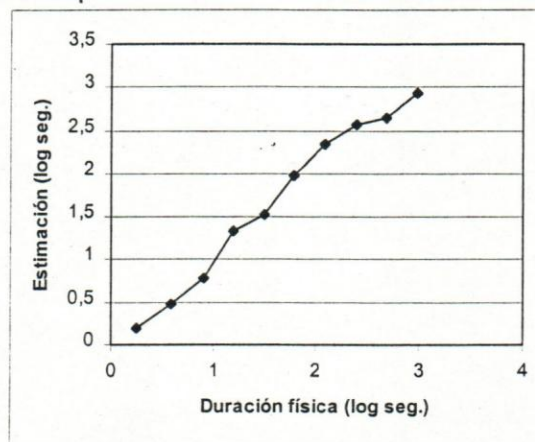
En relación con el sujeto 6, se puede observar que en este gráfico, se observa al igual que el anterior, dos segmentos. Un primero, que muestra una tendencia ascendente hasta el tercer punto, a partir del cual se observa una pausa en dicha tendencia para luego, a partir del cuarto punto, comienza un segundo segmento observándose un desaceleramiento en la tendencia. A partir, de dicha. pausa se podría suponer de nuevo una discontinuidad (ver figura 7). Debe señalarse, que para este caso se sumo una constante igual a 1, a los valores de la estimación con el fin de evitar valores negativos al obtener los logaritmos de estos.



**Figura 7.** Datos observados para el sujeto 6. Se encuentran representadas los logaritmos de las estimaciones subjetivas (en el eje de las ordenadas) en función de los logaritmos de las duraciones físicas.

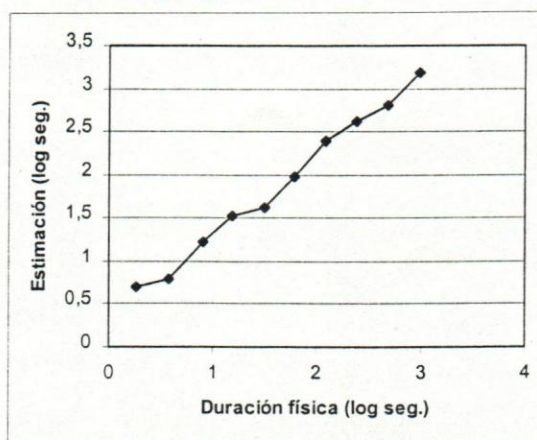


A continuación en la figura 8, se puede observar que en este gráfico, dos segmentos, correspondientes a lo obtenido con el sujeto 7. Un primero, que muestra una tendencia ascendente hasta el cuarto punto, a partir del cual la misma se desacelera, por tanto, se tomó como punto de corte el cuarto intervalo para suponer una discontinuidad en la función (ver figura 8).



**Figura 8.** Datos observados para el sujeto 7. Se encuentran representadas los logaritmos de las estimaciones subjetivas (en el eje de las ordenadas) en función de los logaritmos de las duraciones físicas.

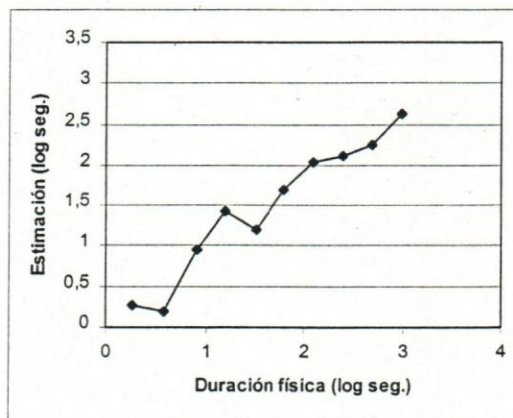
Para el sujeto 8, se puede evidenciar la existencia de dos segmentos. Un primero, que muestra una tendencia ascendente donde pudiera apreciarse un relativo aceleramiento hasta el cuarto punto, luego se observa una pausa, y a partir del quinto punto, se puede ver un segundo segmento donde se retoma la tendencia anterior con un ligero aceleramiento. Entonces, el cuarto punto se toma como referencia para suponer discontinuidad en la función (ver figura 9).



**Figura 9.** Datos observados para el sujeto 8. Se encuentran representadas los logaritmos de las estimaciones subjetivas (en el eje de las ordenadas) en función de los logaritmos de las duraciones físicas.

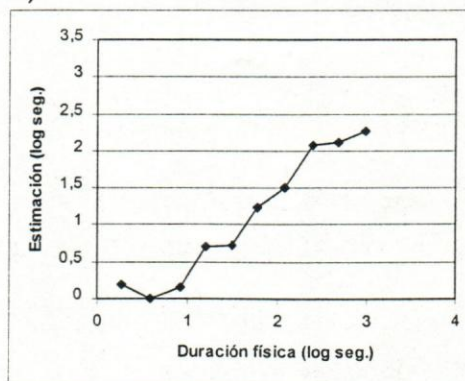


Para el sujeto 9, se puede evidenciar la existencia de dos segmentos. Un primero, que muestra una tendencia ascendente donde pudiera apreciarse un relativo aceleramiento hasta el cuarto punto, luego se observa una pausa, y a partir del quinto punto, se puede ver un segundo segmento donde se retoma la tendencia anterior con un desaceleramiento. Entonces, el cuarto punto se toma como referencia para suponer discontinuidad en la función (ver figura 10).



**Figura 10.** Datos observados para el sujeto 9. Se encuentran representadas los logaritmos de las estimaciones subjetivas (en el eje de las ordenadas) en función de los logaritmos de las duraciones físicas.

Finalmente, para el sujeto 10 se puede evidenciar, al igual que en los sujetos anteriores, la existencia de dos segmentos. El primero, muestra una tendencia ascendente donde pudiera apreciarse un relativo aceleramiento hasta el cuarto punto, a partir del cual la misma se desacelera, de manera que, el cuarto punto se toma como referencia para suponer discontinuidad en la función (ver figura 11).



**Figura 11.** Datos observados para el sujeto 10. Se encuentran representadas los logaritmos de las estimaciones subjetivas (en el eje de las ordenadas) en función de los logaritmos de las duraciones físicas.



En términos generales, a partir de los análisis gráficos anteriores, pueden obtenerse algunos patrones comunes a todos los sujetos, como lo es, en primer lugar, un cambio de nivel y/o tendencia de los datos en el cuarto intervalo (3,3 seg) a partir de una pausa que permite dividir la función de relación en dos segmentos, que a su vez en la mayoría de los casos, parecen mostrar tendencias distintas.

De manera que se realizan dos tipos de cálculo para la obtención de los datos predichos, para la posterior realización del ajuste de estos valores predichos, con las estimaciones hechas por los sujetos. Un primer ajuste donde se obtienen valores predichos para cada sujeto basándose en un mismo valor de " $\beta$ " para todos los rangos de tiempo por igual; en segundo lugar se hace un ajuste para dos rangos de tiempo distintos, de acuerdo a los puntos de corte observados en el análisis gráfico anterior, variando  $\beta$  para cada uno de tales segmentos identificados.

De manera que en primer lugar se tiene que para el sujeto 1, se encontró un mejor ajuste cuando el valor del parámetro  $\beta$ , es distinto para los dos rangos de estímulo (ver tabla 2), cuyo error de ajuste fue de 0,7612.

Y se obtiene un error de ajuste de 1,0435 cuando se trata de predecir las estimaciones con el mismo valor en el parámetro  $\beta$  para todo el rango de estímulo. De manera que se obtiene un mayor ajuste cuando las duraciones



subjetivas estimadas se calculan con parámetros específicos para dos rangos de estímulo, en comparación a cuando no se varia.

**Tabla 2.** Valores de  $\alpha$  y  $\beta$  para el sujeto 1.

Sujeto 1	Rangos de estímulo	$\alpha$	$\beta$
1) $\beta$ igual para todo el rango de estímulo	1,3 seg. – 20 seg.	1,2033	0,8442
2) $\beta$ específico para dos rangos de estímulos	1,3 seg. – 2,5 seg.	1,8137	0,1604
	3,3 seg. – 20 seg.	1,0316	0,9161

En cuanto al sujeto 2, también se encontró un mayor ajuste para el caso en que el parámetro  $\beta$  es distinto para dos rangos de estímulo (ver tabla 3), obteniéndose un error de ajuste de 0,3479; y se obtiene un error de ajuste de 0,3983 cuando se trata de predecir datos con los mismos valores en los parámetros para todos los rangos de estímulo.

**Tabla 3.** Valores de  $\alpha$  y  $\beta$  para el sujeto 2.

Sujeto 2	Rangos de estímulo	$\alpha$	$\beta$
1) $\beta$ igual para todo el rango de estímulo.	1,3 seg. – 20 seg.	0,878	0,998
2) $\beta$ específico para dos rangos de estímulos	1,3 seg. – 3,3 seg.	0,769	1,23
	4,5 seg. – 20 seg.	0,714	1,078



Con respecto al sujeto 3, se pudo observar que para el caso en que el valor del parámetro  $\beta$  es distinto para dos rangos de estímulo (ver tabla 4), el error de ajuste es de 0,5122, para este sujeto, esto conforma el mejor ajuste, con relación a cuando no se varía tal parámetro, donde se obtiene un error de ajuste de 0,8276. Lo que podría suponer que el parámetro  $\beta$  pudiese estar marcando alguna diferencia al momento de realizar los ajustes, mejorando el mismo, al igual que en los casos de los sujetos anteriores.

**Tabla 4.** Valores de  $\alpha$  y  $\beta$  para el sujeto 3.

Sujeto 3	Rangos de estímulo	$\alpha$	$\beta$
1) $\beta$ igual para todo el rango de estímulo.	1,3 seg. – 20 seg.	0,517	1,1101
2) $\beta$ específico para dos rangos de estímulos	1,3 seg. – 3,3 seg.	0,4919	1,1357
	4,5 seg. – 20 seg.	0,6987	0,985

En el caso del sujeto 4, se observó que existe un mayor ajuste cuando el valor del parámetro  $\beta$  es específico para dos rangos de estímulo (ver tabla 5), teniéndose un error de ajuste de 0,2697, en comparación a cuando los datos predichos se calculan con un mismo valor de este parámetro, para todo el rango de estímulo, donde el error de ajuste es de 0,455.

**Tabla 5.** Valores de  $\alpha$  y  $\beta$  para el sujeto 4.

Sujeto 4	Rangos de estímulo	$\alpha$	$\beta$
1) $\beta$ igual para todo el rango de estímulo.	1,3 seg. – 20 seg.	1,267	0,723
2) $\beta$ específico para dos rangos de estímulos	1,3 seg. – 4,5 seg.	1,1995	0,8118
	6 seg. – 20 seg.	0,9479	0,8336



Con respecto al sujeto 5, se observa de nuevo, que existe un error de ajuste de 0,5154 en el caso en que el valor de  $\beta$  es distinto para dos rangos de estímulo (ver tabla 6); y cuando se mantienen constantes el valor de tal parámetro para todos los rangos de estímulo, el error de ajuste es de 0,677.

**Tabla 6.** Valores de  $\alpha$  y  $\beta$  para el sujeto 5.

Sujeto 5	Rangos de estímulo	$\alpha$	$\beta$
1) $\beta$ iguales para todo el rango de estímulo.	1,3 seg. – 20 seg.	1,138	0,861
2) $\beta$ específico para dos rangos de estímulos	1,3 seg. – 6 seg.	1,2605	0,7537
	8,1 seg. – 20 seg.	0,721	1,0468

Al igual que el sujeto 5, al analizar el caso del sujeto 6, se observa que el menor error de ajuste se da en el caso en que el valor del parámetro  $\beta$ , es distinto para dos rangos de estímulo (ver tabla 7), obteniéndose error de ajuste de 0,5034.

Con respecto al error de ajuste obtenido cuando no se varían el valor del parámetro  $\beta$ , tal error de ajuste es de 0,5241; De nuevo podría suponerse que quizá el parámetro  $\beta$  pudiese estar influyendo en la obtención de un mejor ajuste.

**Tabla 7.** Valores de  $\alpha$  y  $\beta$  para el sujeto 6.

Sujeto 6	Rangos de estímulo	$\alpha$	$\beta$
1) $\beta$ igual para todo el rango de estímulo.	1,3 seg. – 20 seg.	0,79	1,04
2) $\beta$ específico para dos rangos de estímulos	1,3 seg. – 2,5 seg.	0,556	1,657
	3,3 seg. – 20 seg.	0,841	1,008



Con respecto al sujeto 7, de nuevo se observó que existe un mejor ajuste para el caso en que los valores del parámetro  $\beta$ , es distinto para los dos rangos de estímulo (ver tabla 8), obteniéndose un error de ajuste de 0,9571.

El segundo caso en que se da un mejor ajuste es en el que se mantiene el mismo valor en el parámetro  $\beta$  para todo el rango estimular, siendo el error de ajuste de 1,6471.

**Tabla 8.** Valores de  $\alpha$  y  $\beta$  para el sujeto7.

Sujeto 7	Rangos de estímulo	$\alpha$	$\beta$
1) $\beta$ iguales para todo el rango de estímulo.	1,3 seg. – 20 seg.	0,949	1,051
2) $\beta$ específicos para dos rangos de estímulos	1,3 seg. – 3,3 seg.	0,824	1,2
	4,5 seg. – 20 seg.	1,415	0,883

En relación con el sujeto 8, se observa que existe un menor error de ajuste cuando el valor del parámetro  $\beta$  es constante para todos los valores de estímulo (ver tabla 9), obteniéndose un error de ajuste de 0,6747.

En segundo lugar, el error de ajuste es de 0,7002 cuando los datos predichos se calculan con un valor del parámetro  $\beta$  específico para dos rangos de estímulo. De manera que en este caso, se tiene un mejor ajuste cuando no se varía el valor del parámetro  $\beta$ , es igual para todo el rango de estímulo, lo que podría estar indicando, que para este sujeto, el parámetro  $\beta$  no esta aportando un mejor ajuste de la función.



**Tabla 9.** Valores de  $\alpha$  y  $\beta$  para el sujeto 8.

Sujeto 8	Rangos de estímulo	$\alpha$	$\beta$
1) $\beta$ iguales para todo el rango de estímulo.	1,3 seg. – 20 seg.	1,415	0,934
2) $\beta$ específicos para dos rangos de estímulos	1,3 seg. – 3,3 seg.	1,441	0,936
	4,5 seg. – 20 seg.	1,18	1,009

Con respecto al sujeto 9, se pudo observar que para el caso en que el valor del parámetro  $\beta$ , es distinto para dos rangos de estímulo (ver tabla 10), el error de ajuste es de 0,7045, esto conforma para este sujeto, el mejor ajuste, con relación a cuando no se varía tal parámetro, obteniéndose un error de ajuste de 0,9028. Por tanto, el parámetro  $\beta$  parece estar marcando alguna diferencia al momento de realizar los ajustes, mejorando el mismo.

**Tabla 10.** Valores de  $\alpha$  y  $\beta$  para el sujeto 9.

Sujeto 9	Rangos de estímulo	$\alpha$	$\beta$
1) $\beta$ iguales para todo el rango de estímulo.	1,3 seg. – 20 seg.	1,028	0,879
2) $\beta$ específicos para dos rangos de estímulos	1,3 seg. – 3,3 seg.	0,74	1,365
	4,5 seg. – 20 seg.	0,848	0,508



Por último con respecto al sujeto 10, se observa que existe un error de ajuste de 0,4042, para el caso en que el valor del parámetro  $\beta$  es igual para todo el rango de estímulos (ver tabla 11).

Sin embargo, cuando los datos predichos se calculan con parámetros específicos para dos rangos de estímulo, el error de ajuste es de 1,7293. En este caso puede observarse que el mejor ajuste se obtiene cuando el valor del parámetro se mantiene igual para todo el rango de estímulo, de manera que el tener un valor específico de  $\beta$  en dos rangos de estímulo, no parece estar aportando un mejor ajuste de los datos.

**Tabla 11.** Valores de  $\alpha$  y  $\beta$  para el sujeto 10.

Sujeto 10	Rangos de estímulo	$\alpha$	$\beta$
1) $\beta$ iguales para todo el rango de estímulo.	1,3 seg. – 20 seg.	0,658	0,92
2) $\beta$ específicos para dos rangos de estímulos	1,3 seg. – 3,3 seg.	0,872	0,538
	4,5 seg. – 20 seg.	0,508	1,036

De manera que puede notarse, que en 8 de los 10 sujetos analizados, se obtuvo un menor error de ajuste cuando se tenía un valor específico del exponente de la función, para dos segmentos de la misma.



#### IV. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

El problema de la presente investigación se centra en la existencia de continuidad en la función de relación entre las estimaciones de magnitud de los intervalos temporales y las duraciones reales. En relación con dicho problema, se planteó como hipótesis principal que la relación entre la magnitud física de intervalos temporales y la estimación de los mismos varía en función del rango de la duración que presentan estos intervalos. De acuerdo a la hipótesis específica, tal variación se traduciría en un cambio abrupto en el valor del exponente  $\beta$  en un lugar específico a lo largo de la función.

Es importante señalar que para efectos de esta discusión se comenzará abordando la hipótesis más específica para luego integrarla con la primera hipótesis por ser más general.

Para evaluar la segunda hipótesis se estimó el ajuste de la función de potencia bajo dos situaciones diferentes. Primero, suponiendo la existencia de una ruptura, calculando un valor del parámetro  $\beta$  (y por lo tanto, del parámetro de ajuste de escala, es decir,  $\alpha$ ) específico para dos segmentos de la función, identificados de acuerdo al análisis gráfico. Y luego, bajo la suposición de una continuidad en la función o, en otras palabras, la ausencia de ruptura, en la cual se realizan los ajustes a partir de un mismo valor del parámetro  $\beta$  para toda la función.

A partir de dicha comparación, se encontró que existe un mejor ajuste cuando se varía el parámetro  $\beta$  para ambos segmentos de la función, que cuando se mantiene dicho parámetro constante. En relación a ello, debe resaltarse que la ubicación de las rupturas observadas en los datos se encontró dentro de un rango estrecho para todos los sujetos (entre 2,5 y 6 seg.).



Entonces, estos hallazgos constituyen evidencia que apoya la suposición acerca de la existencia de discontinuidad en la relación entre la magnitud física de intervalos temporales y la estimación de los mismos, manifestada en el cambio del exponente de la función de potencia. Esto es congruente con los hallazgos de las investigaciones Ross y Katchmar (1951), Richards (1973) y Eisler (1975, 1988). Sin embargo, es este último autor quien destaca la presencia de una discontinuidad en la función psicofísica.

Por otro lado, esta discontinuidad ha sido encontrada en investigaciones en las cuales se emplearon estímulos auditivos para delimitar el inicio y finalización de cada intervalo (Richards, 1973; Eisler, 1975). En la presente investigación a diferencia de éstas, el estímulo empleado para delimitar los intervalos era visual. Esta similitud en los resultados, permite suponer que tal discontinuidad, pudiera ser generalizable a situaciones con delimitadores de los intervalos que pertenecen a diferentes modalidades sensoriales, o al menos en la situación en la que los estímulos delimitadores son visuales o auditivos.

De manera análoga, en la presente investigación se encontró la ruptura empleando el método de estimación de magnitud, a diferencia de Richards (1973) y Eisler (1975) quienes la encuentran mediante el método de reproducción. Ello, constituye evidencia a favor de la generalidad de este fenómeno independientemente del método utilizado.

No debe olvidarse comentar, que este último autor, también emplea el método de estimación de magnitud, y encuentra las rupturas en la función de manera menos consistente con relación a la presente investigación. Es decir, solo identifica rupturas para 8 de los 12 sujetos de su estudio y las mismas oscilan entre 2 y 13 segundos, a pesar de haber de haber empleado los mismos intervalos que el presente estudio (lo cual es un rango amplio de ubicación de la ruptura, en relación al encontrado en el presente estudio).



Por otro lado, resulta llamativa la escasez de la bibliografía que apoya estos hallazgos, pese a la gran cantidad de investigaciones realizadas en torno a la percepción de intervalos de tiempo. Ello pareciera deberse principalmente a dos razones. Primero, muy pocas toman al exponente de la función de potencia como variable dependiente, más bien la mayoría de los estudios se centran en los valores de las estimaciones realizadas por los sujetos bajo diferentes condiciones experimentales, por ejemplo, Ornstein (1969), Silverstein y Owens (1982), Block y Zakay (1997) y Predebon (1999).

En segundo lugar, la mayor parte de los estudios, presentan diseños de grupo (Schiffman y Bobko, 1974; Hicks, Miller y Kinsbourne, 1976; Kane y Lown, 1986; Rammsayer y Lustnauer, 1989), lo cual tiene la desventaja de que los datos obtenidos se promedian entre los sujetos, y esto trae como consecuencia el enmascaramiento de posibles patrones irregulares propios de cada sujeto, y que a su vez puedan sugerir la presencia de discontinuidades en la función.

Además de ello, debe recordarse que esta discontinuidad esta determinada por un cambio del parámetro beta, principalmente, pero también debe ir acompañado por un cambio en el parámetro de ajuste de escala, es decir, alfa. Ello implica que el cambio de uno sólo de los parámetros, pese a que resulta más parsimonioso, no ofrece un mejor ajuste, que la variación de ambos parámetros. De hecho Eisler (1976), menciona que al haber una ruptura en la función, cambia más de uno de los parámetros.

Entonces, la necesidad de variar estos parámetros para lograr un mejor ajuste a lo largo de la función implica un sacrificio de la parsimonia a favor del logro de un mejor ajuste. Además de ello, la simple necesidad de variarlos a lo largo de la función, podría cuestionar el estatus de ambos



parámetros como constantes de acuerdo a cada modalidad sensorial, tal como lo señala Stevens (1962).

Esto aunado a las observaciones de Eisler (1976), acerca de la variabilidad del exponente de la ley de potencia en función de los sujetos a partir de una revisión sumaria que realiza dentro del marco de la percepción temporal, basándose en múltiples investigaciones donde se varían las condiciones experimentales, tipo de sujeto, método psicofísico empleado, rangos de duración empleados, etc.

Por todas estas razones, pareciera ser más relevante centrarse en la identificación de patrones generales en la relación más que en el cálculo del exponente, puesto que el mismo no pareciera ser independiente de múltiples condiciones o factores.

Entonces, debe cuestionarse la generalidad de la función de potencia para la modalidad de tiempo. Por ello, resulta recomendable formular o probar el ajuste con una función que pueda representar con la mayor exactitud posible, dichas variaciones complejas a lo largo de la función. Además, la función encontrada entre la duración de intervalos temporales y la estimación que de ella realizan los sujetos, presenta un patrón sistemático de discontinuidad que no se pueden ser descritas satisfactoriamente por las funciones psicofísicas tradicionales.



## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Se confirmó la existencia de un cambio abrupto de tendencia en la función de relación entre las duraciones de intervalos presentados a sujetos y la estimación subjetiva que éstos hacen de dichos intervalos.
2. Se comprobó la ocurrencia de tales rupturas en la función mediante la presentación de intervalos tiempo, delimitados mediante estímulos visuales.
3. Se verificó la consistencia de dicho hallazgo mediante el método de estimación de magnitud.
4. Dicho cambio puede expresarse como una variación del exponente (junto al parámetro de ajuste de escala) a lo largo de la función, los cuales dentro de la Ley de Potencia son asumidos como constantes.
5. Ello implica una discontinuidad en la función psicofísica para la percepción temporal.
6. Por tales razones, la ley de potencia de Stevens para la percepción temporal, no constituye una función que ofrezca una utilidad predictiva satisfactoria para la relación entre la longitud de intervalos temporales y la estimación que los sujetos hacen de los mismos, puesto que requiere del cambio de sus parámetros a lo largo de la función, lo cual esta a favor del ajuste, pero se sacrifica una mayor parsimonia.
7. Por tales razones, se recomienda el empleo de otras funciones para evaluar el ajuste para la relación entre la duración de intervalos temporales y su estimación por parte de los sujetos.
8. Se recomienda, ampliar el rango de tales duraciones para estudios posteriores.
9. Por último, se sugiere la utilización de diseños intrasujeto para estudiar los fenómenos relacionados con la percepción temporal.



## VI. BIBLIOGRAFÍA

Adkins, C.J. (1972). Verbal estimations of time at four spatial distances. *Perceptual and Motor Skills*, 35, 411-418.

Arnau, J. (1992). *Diseños experimentales en psicología y la educación*. Vol.2, México: Editorial Trillas (2da. Ed.).

Avant, L.L. y Lyman, P.J. (1975) Stimulus familiarity modifies perceived duration in pre-recognition visual processing. *Journal of Experimental psychology: Human Perception and Performance*, 1, 205-213.

Baddeley, A.D. (1966) Time estimation at reduced body temperature. *American Journal of Psychology*, 79, 475-479.

Baird, J. Y Noma, E. (1976). Fundamentals of scaling and psychophysics. Nueva York, Wiley.

Behar, I y Bevan, W. (1961). The perceived duration of auditory and visual intervals: cross-modal comparison and interaction. *American Journal of Psychology*: 74, 17-26.

Bill, J.C. y Teft, L.W. (1969). Space-time relations: effects of time on perceived visual extent. *Journal of Experimental Psychology*, 81, 196-199.

Block, R.A. y Zakay, D. (1997). Prospective and retrospective duration judgements: A meta-analytic review. *Psychonomic Bulletin y Review* 4 (2), 184-197.

Bruce, F. y Green, M (1994). *Percepción visual: Manual de fisiología, Psicología y ecología de la visión*. Barcelona: Ediciones Paidós.

Boring, E.G. (1950/1978). Historia de la Psicología. Editorial Trillas, México.(2da.)

Carlson, V.R. y Fienberg, I. (1970). Time judgment as function of method, practice and sex. *Journal of Experimental Psychology*, 85(2), 171-180.

Chatterjea y Rakshit (1966). Estimation of temporal interval. *Perceptual and Motor Skills*, 22, 176.

Crystal, J.D. (1999). Systematic nonlinearities in the perception of temporal intervals. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes* 25, 3-17.

Dember, W. y Warm, J.(1979). *Psicología de la percepción*. Madrid: Alianza Editorial (2da. Ed.).



Dimond, S.J. (1964). The structural basis of timing. *Psychological Bulletin*, 62, 348-350.

Eisler, H. (1975). Subjective duration and psychophysics. *Psychological Review*, 82 (4), 429-450.

Eisler, H. (1976). Experiments on subjective duration 1868-1975: a collection of power function exponents. *Psychological Bulletin*, 83, 1154-1171.

Eisler, H. (1984). Subjective duration in rats: the psychophysical function. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 423, 43-51.

Ekman, G. (1958). Two generalized ratio scaling methods. *Journal of Psychology*, 61, 343-351.

Falk, J. y Bindra, D. (1954). Judgment of time as function of serial position and stress. *Journal of Experimental Psychology*, 47, 279-284.

Fernández, S. y Arias, M. (1993) En Navarro, J., en *Aprendizaje y Memoria Humana: Aspectos Básicos y Evolutivos*. McGraw-Hill.

Fox, R. H.; Bradbury, P.A.; Hampton, I.F.G.; y Legg, C.F. (1967). Time judgment and body temperature. *Journal of Experimental Psychology*, 75, 88-96.

Gati, I. y Tversky, A. (1982). Representations of qualitative and quantitative dimensions. *Journal of experimental psychology: Human Perception and Performance*, 8, 325-340.

Gescheider, G. (1988). Psychophysical scaling. *Annual Review of Psychology*, 39, 169-200.

Gibson, J. (1959). Perception as a function of stimulation. En: S. Koch (Ed.) *Psychology: Study of a Science*. (Vol. 1, pp. 456-501). New York: McGraw Hill.

Gibson, J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston: Houghton-Mifflin.

Goldstone, S. (1968). Production and reproduction of duration: intersensory comparisons. *Perceptual and Motor Skills*, 26, 755-760.

Goldstone, S.; Boardman, W.K. y Lhamon, W.T.(1958) Effect of guinal barbitone, dextroamphetamine, and placebo on apparent time. *British Journal of Psychology*, 49, 324-328.



Goldstone, S.; Boardman, W.K. y Lhamon, W.T.(1959). Intersensory comparisons of temporal judgments, *Journal of Experimental Psychology*, 57, 243-248.

Golstone, S. Y Goldfarb, J. (1963). Judgment of filled and unfilled durations: intersensory factors, *Perceptual and Motor Skills*, 17, 763-774.

Golstone, S. Y Goldfarb, J. (1964). Direct comparison of auditory and visual durations, *Journal of Experimental Psychology*, 67, 483-485.

Gulliksen, H. (1927). The influence of occupation upon the perception of time. *Journal of Experimental Psychology*, 10, 52-59.

Harper, R. Y Stevens, S. (1948). *American Journal of Psychology*, 61, 343-351.

Helson, H. y King, S.M. (1931). The tau-effect: an example of psychological relativity. *Journal of Experimental Psychology*, 14, 202-218.

Hicks, R.E., Miller, G.W. y Kinsbourne, M. (1976). Prospective and retrospective judgments of time as a function of amount of information processed. *American Journal of Psychology*, 89, 719-730.

Hicks, R.E.; Miller, G.W.; Gaes, G. y Bierman, K. (1977). Concurrent processing demands and the experience of time-in-passing. *American Journal of Psychology*, 90, 431-446.

Hoagland, H.(1933). The physiological control of judgments of duration: evidence for a chemical clock. *Journal of General Psychology*, 9, 267-287.

Hornstein, A. y Rotter, G. (1969). Research methodology in temporal perception. *Journal of Experimental Psychology*, 79 (3), 561-564.

Kane, L y Lown, B.A. (1986). Steven's power law and time perception: effect of filled intervals, duration of the standard, and number of presentations of the standard. *Perceptual and Motor Skills*, 62, 35-38.

Kerlinger, A. (1988/1986). *Investigación del comportamiento*. México: McGraw-Hill (2da. Ed.)

Laming, D. (1985). Principles of sensorial analysis. *Psychological Review*, 92, 462-485

Langer, L.; Wapner, S.; y Werner, H. (1961). The effect of danger upon the experience of time. *American Journal of Psychology*, 74, 94-97.

Lokhead, G. (1992). Psychophysical scaling: judgments of attributes or objects?. *Behavioral and Brain Sciences*, 15, 543-601.



- Marmaras, N.; Vassilakis, P.; Dounias, G. (1995). Factors affecting accuracy of producing time intervals. *Perceptual and Motor Skills*, 80, 1045-1056.
- Marum, K. (1968). Reproduction and ratio of brief duration under conditions of sensory isolation. *American Journal of Psychology*, 81, 21-26.
- Matlin M. y Foley, H. (1995/1996). *Sensación y percepción*. México: Prentice Hall (3ra. Ed.)
- Myers, A.K. (1982). Psychophysical scaling and scales of physical stimulus measurement. *Psychological Bulletin*, 92.(1), 203-214.
- Needham, J. (1935). The effect of time interval upon the time error at different intensive levels. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 530-543.
- Ornstein, R. (1969). *On experience of time*. Baltimore: Penguin Books.
- Pfaff, D. (1968). Effects of temperature and time of day on time judgments. *Journal of Experimental Psychology*, 76, 419-422.
- Philbin, T. y Seidenstadt, R. (1983). Feedback and time perception. *Perceptual and Motor Skills*. 57, 308.
- Predebon, J. (1999). Time judgments as a function of clock duration: effects of temporal paradigm and an attention-demanding nontemporal. *Perceptual and Motor Skills*. 88: 1251-4.
- Rammsayer, T. y Lustnauer, S. (1989). Sex differences in time perception. *Perceptual and Motor Skills*, 68, 195-198.
- Richards, W. (1973). Time reproductions by H .M. *Acta Psychologica*. 37 (279-282).
- Ross, S. y Katchmar, L. (1951). The construction of a magnitude function for short time-intervals. *American Journal of psychology*, 64 (397-401).
- Schiffman, H. y Bobko, D. (1974). Effects of stimulus complexity on perception of brief temporal intervals. *Journal of Experimental Psychology*, vol. 103 (1), 156-159.
- Shiffman, H. (1994/1981). *La percepción sensorial*. México: Editorial Limusa.
- Silva, A. (Ed) (1992). *Métodos cuantitativos en psicología*. México: Trillas.
- Silverstein, Ch. Y Owens, A. (1982). Perception of time during examination. *Perceptual and Motor Skills*. 55, 298.



Stevens, S.S. (1962). The surprising simplicity of sensory metrics. *American Psychologist*, 17, 29-39.

Wallace, M. Y Rabin, A. (1960). Temporal experience, *Psychological Bulletin*, 57, 214-236.

Warm, J.S.; Greenberg, L.F. y Dube, C.S. (1964). Stimulus and motivational determinants in temporal perception. *Journal of Psychology*, 58, 243-248.

Warm, J.S. y McCray, R.E. (1969). Influence of word frequency and length on the apparent duration of tachitoscopic presentations. *Journal of Experimental Psychology*, 79, 56-58.

Warm, J.S.; Smith, R.P. y Caldwell, L.S. (1967). Effects of induced muscle tension on judgment of time. *Perceptual and Motor Skills*, 25, 153-160.

White, M.J. (1973). Effect of response instructions on the perceived duration of briefly exposed words. *Journal of Experimental Psychology*, 88, 175-177.

Woodrow, H. (1951). Time perception. En S.S. Stevens *Handbook of Experimental Psychology*. JW&Sons, New York.



**Anexo A.**

**Código fuente del programa informático utilizado en el  
experimento, pantallas del mismo.**



```
Dim Numero1 As Integer
Dim Numero2 As Integer
Dim Numero3 As Integer
Dim Numero4 As Integer
Dim Numero5 As Integer
Dim Numero6 As Integer
Dim Numero7 As Integer
Dim Numero8 As Integer
Dim Numero9 As Integer
Dim Numero10 As Integer
Dim Figura As Integer
Dim prueba As String
Const nveces As Byte = 5
Dim NombreArchivo As String
Private Sub Command1_Click()
    Command2.Enabled = False
    Figura = CInt(9 * Rnd + 1)
    Call Orden_Figura(Figura)
End Sub

Sub Final()
    If Numero1 = nveces And Numero2 = nveces And Numero3 = nveces
    And Numero4 = nveces And Numero5 = nveces And Numero6 = nveces And
    Numero7 = nveces And Numero8 = nveces And Numero9 = nveces And
    Numero10 = nveces Then
        MsgBox "Prueba finalizada"
        Numero1 = 0
        Numero2 = 0
        Numero3 = 0
        Numero4 = 0
        Numero5 = 0
        Numero6 = 0
        Numero7 = 0
        Numero8 = 0
        Numero9 = 0
        Numero10 = 0
        Command2.Enabled = True
    End If
End Sub

Sub Orden_Figura(Figura As Integer)
Dim verdad As Boolean
verdad = True
Do While verdad
    If Numero1 = nveces And Figura = 1 Then
        Do While Not Figura <> 1
            Figura = CInt(9 * Rnd + 1)
        Loop
    ElseIf Numero2 = nveces And Figura = 2 Then
        Do While Not Figura <> 2
            Figura = CInt(9 * Rnd + 1)
        Loop
    ElseIf Numero3 = nveces And Figura = 3 Then
        Do While Not Figura <> 3
            Figura = CInt(9 * Rnd + 1)
        Loop
    ElseIf Numero4 = nveces And Figura = 4 Then
```



```

Do While Not Figura <> 4
  Figura = CInt(9 * Rnd + 1)
Loop
ElseIf Numero5 = nveces And Figura = 5 Then
Do While Not Figura <> 5
  Figura = CInt(9 * Rnd + 1)
Loop
ElseIf Numero6 = nveces And Figura = 6 Then
Do While Not Figura <> 6
  Figura = CInt(9 * Rnd + 1)
Loop
ElseIf Numero7 = nveces And Figura = 7 Then
Do While Not Figura <> 7
  Figura = CInt(9 * Rnd + 1)
Loop
ElseIf Numero8 = nveces And Figura = 8 Then
Do While Not Figura <> 8
  Figura = CInt(9 * Rnd + 1)
Loop
ElseIf Numero9 = nveces And Figura = 9 Then
Do While Not Figura <> 9
  Figura = CInt(9 * Rnd + 1)
Loop
ElseIf Numero10 = nveces And Figura = 10 Then
Do While Not Figura <> 10
  Figura = CInt(9 * Rnd + 1)
Loop
End If

```

\*\*\*\*\*

```

Text1.Text = Figura
If Figura = 1 And Numero1 < nveces Then
  Timer1.Interval = 1300
  figural.Visible = True
  prueba = "1300"
  Numero1 = Numero1 + 1
  Text2.Text = Figura & "- 1 " & Numero1
  verdad = False

ElseIf Figura = 2 And Numero2 < nveces Then
  Timer1.Interval = 1800
  figural.Visible = True
  prueba = "1800"
  Numero2 = Numero2 + 1
  Text2.Text = Figura & "- 2 " & Numero2
  verdad = False

ElseIf Figura = 3 And Numero3 < nveces Then
  Timer1.Interval = 2500
  figural.Visible = True
  prueba = "2500"
  Numero3 = Numero3 + 1
  Text2.Text = Figura & "- 3 " & Numero3
  verdad = False

ElseIf Figura = 4 And Numero4 < nveces Then
  Timer1.Interval = 3300
  figural.Visible = True

```



```
prueba = "3300"  
Numero4 = Numero4 + 1  
Text2.Text = Figura & "- 4 " & Numero4  
verdad = False  
  
ElseIf Figura = 5 And Numero5 < nveces Then  
Timer1.Interval = 4500  
figural.Visible = True  
prueba = "4500"  
Numero5 = Numero5 + 1  
Text2.Text = Figura & "- 5 " & Numero5  
verdad = False  
  
ElseIf Figura = 6 And Numero6 < nveces Then  
Timer1.Interval = 6000  
figural.Visible = True  
prueba = "6000"  
Numero6 = Numero6 + 1  
Text2.Text = Figura & "- 6 " & Numero6  
verdad = False  
  
ElseIf Figura = 7 And Numero7 < nveces Then  
Timer1.Interval = 8100  
figural.Visible = True  
prueba = "8100"  
Numero7 = Numero7 + 1  
Text2.Text = Figura & "- 7 " & Numero7  
verdad = False  
  
ElseIf Figura = 8 And Numero8 < nveces Then  
Timer1.Interval = 11000  
figural.Visible = True  
prueba = "11000"  
Numero8 = Numero8 + 1  
Text2.Text = Figura & "- 8 " & Numero8  
verdad = False  
  
ElseIf Figura = 9 And Numero9 < nveces Then  
Timer1.Interval = 14800  
figural.Visible = True  
prueba = "14800"  
Numero9 = Numero9 + 1  
Text2.Text = Figura & "- 9 " & Numero9  
verdad = False  
  
ElseIf Figura = 10 And Numero10 < nveces Then  
Timer1.Interval = 20000  
figural.Visible = True  
prueba = "20000"  
Numero10 = Numero10 + 1  
Text2.Text = Figura & "- 10 " & Numero10  
verdad = False  
  
End If  
  
Loop  
  
NombreArchivo = "c:\\" & Text3.Text & ".xls"  
  
Open NombreArchivo For Append As #1  
Print #1, prueba
```



```
        Close #1
        End Sub
Private Sub Command2_Click()
    End
End Sub
Private Sub Timer1_Timer()
    Select Case Timer1.Interval

        Case 1300
            figural.Visible = False
            Timer1.Interval = 0
            Final

        Case 1800
            figural.Visible = False
            Timer1.Interval = 0
            Final

        Case 2500
            figural.Visible = False
            Timer1.Interval = 0
            Final

        Case 3300
            figural.Visible = False
            Timer1.Interval = 0
            Final

        Case 4500
            figural.Visible = False
            Timer1.Interval = 0
            Final

        Case 6000
            figural.Visible = False
            Timer1.Interval = 0
            Final

        Case 8100
            figural.Visible = False
            Timer1.Interval = 0
            Final

        Case 11000
            figural.Visible = False
            Timer1.Interval = 0
            Final

        Case 14800
            figural.Visible = False
            Timer1.Interval = 0
            Final

        Case 20000
            figural.Visible = False
            Timer1.Interval = 0
            Final
    End Select
End Sub
```

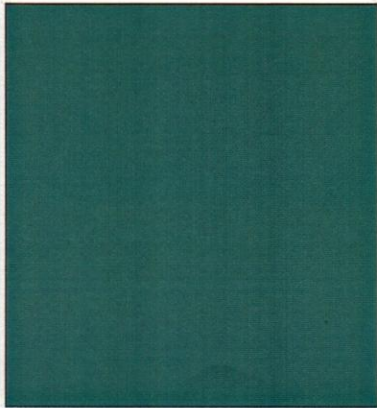


Nombre:

Sujeto 1

Iniciar Figura

---



Iniciar Figura

---



## **ANEXO B**

**Promedios de las estimaciones de las duraciones físicas realizadas por los sujetos, y los valores predichos para cada duración y cada sujeto.**



**Tabla 12. Estimaciones predichas variando el exponente y el parámetro de ajuste de escala**  
(en segundos)

Intervalos presentados	Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6		Sujeto 7		Sujeto 8		Sujeto 9		Sujeto 10	
	estimado	observado	estimado	observado	estimado	observado	estimado	observado	estimado	observado	estimado	observado	estimado	observado	estimado	observado	estimado	observado	estimado	observado
1,3	1,8917	1,8000	1,0621	1,1000	0,6626	0,8000	1,4842	1,4000	1,5361	1,6000	0,8582	0,8800	1,1282	1,2000	1,8420	2,0000	1,0586	1,3000	1,0041	1,2000
1,8	1,9930	2,2000	1,5850	1,5000	0,9589	0,8000	1,9330	2,2000	1,9631	2,0000	1,4715	1,4000	1,6672	1,6000	2,4976	2,2000	1,6504	1,2000	1,1961	1,0000
2,5	2,1008	2,0000	2,3743	2,3800	1,3926	1,1000	2,5238	2,4000	2,5146	2,4000	2,5360	2,6000	2,4728	2,2000	3,3963	3,4000	2,5840	2,6000	1,4272	1,1600
3,3	3,0798	3,4000	3,3409	3,4000	1,9088	2,4000	3,1618	3,0000	3,0999	3,0000	2,8006	2,8000	3,4505	3,8000	4,4037	4,6000	3,7744	4,2000	1,6570	2,0400
4,5	4,0918	3,8000	3,6131	3,2000	3,0740	2,8000	4,0670	4,2000	3,9162	3,6000	3,8281	3,8000	5,3384	4,6000	5,3840	5,0000	3,8604	3,3000	2,4109	2,0600
6	5,3257	5,6000	4,9272	5,7000	4,0810	4,4000	4,2211	4,4000	4,8645	5,4000	5,1155	5,4000	6,8819	7,2000	7,1977	7,2000	4,9265	5,4000	3,2479	3,4600
8,1	7,0109	6,0000	6,8098	6,9000	5,4846	5,4000	5,4210	5,2000	6,4408	6,0000	6,9219	6,6000	8,9695	10,4000	9,7437	11,0000	6,3537	7,6000	4,4322	4,4600
11	9,2796	9,8000	9,4722	9,5000	7,4142	8,2000	6,9963	7,0000	8,8729	10,0000	9,4223	9,6000	11,7516	13,0000	13,2695	13,8000	8,2355	8,2000	6,0856	7,9000
14,8	12,1783	11,4000	13,0439	12,7000	9,9311	10,0000	8,9597	8,6000	12,1050	11,8000	12,7062	11,8000	15,2709	14,0000	17,9024	16,6000	10,5909	9,4000	8,2755	8,2000
20	16,0467	17,6000	18,0475	17,8000	13,3600	12,4000	11,5160	12,0000	16,5903	16,2000	17,2105	18,2000	19,9208	18,8000	24,2595	24,0000	13,6705	13,8000	11,3047	9,6000

**Tabla 13. Estimaciones predichas a partir de un solo exponente y parámetro de ajuste de escala para toda la función**  
(en segundos)

Intervalos presentados	Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4		Sujeto 5		Sujeto 6		Sujeto 7		Sujeto 8		Sujeto 9		Sujeto 10	
	estimado	observado	estimado	observado	estimado	observado	estimado	observado	estimado	observado	estimado	observado	estimado	observado	estimado	observado	estimado	observado	estimado	observado
1,3	1,50164	1,8000	1,14041	1,1000	0,69166	0,8000	1,53168	1,4000	1,42682	1,6000	1,03802	0,8800	1,25042	1,2000	1,80742	2,0000	1,294	1,3000	0,83708	1,2000
1,8	1,9764	2,2000	1,578	1,5000	0,99262	0,8000	1,93786	2,2000	1,88847	2,0000	1,45594	1,4000	1,76049	1,6000	2,44965	2,2000	1,72229	1,2000	1,1294	1,0000
2,5	2,60804	2,0000	2,19023	2,3800	1,42942	1,1000	2,45721	2,4000	2,50613	2,4000	2,04869	2,6000	2,48668	2,2000	3,32965	3,4000	2,29855	2,6000	1,52813	1,1600
3,3	3,29688	3,4000	2,8895	3,4000	1,9454	2,4000	3,00326	3,0000	3,18322	3,0000	2,73424	2,8000	3,32951	3,8000	4,31569	4,6000	2,93353	4,2000	1,97304	2,0400
4,5	4,28367	3,8000	3,93779	3,2000	2,74497	2,8000	3,75797	4,2000	4,15811	3,6000	3,7747	3,8000	4,61305	4,6000	5,76633	5,0000	3,85245	3,3000	2,6249	2,0600
6	5,46121	5,6000	5,24736	5,7000	3,77774	4,4000	4,62656	4,4000	5,32743	5,4000	5,09074	5,4000	6,24218	7,2000	7,54449	7,2000	4,9603	5,4000	3,42063	3,4600
8,1	7,03586	6,0000	7,07969	6,9000	5,27128	5,4000	5,7473	5,2000	6,89902	6,0000	6,95487	6,6000	8,55769	10,4000	9,98621	11,0000	6,45683	7,6000	4,50885	4,4600
11	9,10998	9,8000	9,60851	9,5000	7,40383	8,2000	7,17017	7,0000	8,97996	10,0000	9,56033	9,6000	11,8054	13,0000	13,2916	13,8000	8,44874	8,2000	5,97577	7,9000
14,8	11,7033	11,4000	12,9201	12,7000	10,2923	10,0000	8,88538	8,6000	11,5953	11,8000	13,0154	11,8000	16,1273	14,0000	17,5379	16,6000	10,9652	9,4000	7,85244	8,2000
20	15,0905	17,6000	17,4491	17,8000	14,3774	12,4000	11,0458	12,0000	15,0289	16,2000	17,7999	18,2000	22,1329	18,8000	23,2357	24,0000	14,2859	13,8000	10,3601	9,6000



**ANEXO C.**

**Valores de los errores de ajuste para cada sujeto y tipo  
de cálculo (variando y no variando el  $\beta$ ).**



Tabla 14. Valores de los errores de ajuste para cada sujeto en cada caso.

	No se varía	Se varía
<b>Sujeto 1</b>	1,0435	0,7612
<b>Sujeto 2</b>	0,3983	0,3479
<b>Sujeto 3</b>	0,8216	0,5122
<b>Sujeto 4</b>	0,4551	0,2697
<b>Sujeto 5</b>	0,6770	0,5154
<b>Sujeto 6</b>	0,5241	0,5034
<b>Sujeto 7</b>	1,6471	0,9571
<b>Sujeto 8</b>	0,6747	0,7002
<b>Sujeto 9</b>	0,9028	0,7045
<b>Sujeto 10</b>	0,4042	1,7293