



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias
División de Ciencias Biológicas
Departamento de Ciencias Ambientales
INSTITUTO DE NEUROCIENCIAS

Relación entre la complejidad de estímulos visuales y la estimación de su duración en niños con diferentes rangos de capacidad intelectual

Tesis

que para obtener el grado de

**MAESTRO EN CIENCIAS DEL COMPORTAMIENTO
(OPCIÓN NEUROCIENCIAS)**

presenta

Laura Cristina Navarro Berumen

Comité tutelar

Dr. Daniel Zárazozo E. de R. (Director)

Dr. Andrés González Garrido

Dr. Emilio Gumá Díaz

DEDICADO A

PEPITA Y DANYEL

QUE ME DIERON LA VIDA Y EL DESEO DE CRECER

TOÑO Y FER

MIS COMPAÑEROS DE HACER LA TAREA, GRACIAS POR SU PACIENCIA

MIS AMIGOS

ANTONIO, HUMBERTO, LEONOR, MAYRA, YESICA, SOFIA, ANGELICA, MARCO, KORAL...

(Y MÁS) POR TODO SU APOYO Y CARIÑO

MIR

EN ESPECIAL.

POR ESTAR CONMIGO CADA DÍA HACIENDO QUE TODO LO DEMÁS SEA SENCILLO, POR TI

AGRADECIMIENTOS

AL DR. DANIEL ZARABOZO

POR TODO SU EMPEÑO, PACIENCIA Y DEDICACIÓN A MI APRENDIZAJE,

VA EN MI CORAZÓN

A MIS ASESORES:

DR. ANDRÉS GONZÁLEZ GARRIDO Y

DR. EMILIO GUMÁ DÍAZ

PORQUE SIEMPRE QUE LOS BUSQUÉ ESTUVIERON AHÍ PARA

ENSEÑARME ALGO NUEVO

A LOS PROFESORES DEL INSTITUTO DE NEUROCIENCIAS

POR TODOS LOS CONOCIMIENTOS OFRECIDOS

AL CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

(CONACYT)

POR BRINDARME SU APOYO COMO BECARIA PARA REALIZAR LA MAESTRÍA (194301)

A LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS PRIMARIAS:

JOSÉ MARÍA MORELOS Y PAVON

JOSEFA ORTÍZ DE DOMINGUEZ Y

MIGUEL CRUZ AHEDO

POR ABRIRME LAS PUERTAS Y DAR SU APOYO PARA LA REALIZACIÓN DE ESTE TRABAJO

ÍNDICE

RESUMEN	
ABSTRACT	
ANTECEDENTES	
EL TIEMPO Y LA ESTIMACIÓN TEMPORAL	1
Procesamiento de información temporal y métodos de registro	3
Estructuras cerebrales implicadas en la estimación del tiempo	8
Factores que influyen sobre la estimación del tiempo	12
Desarrollo de la estimación temporal en el niño	19
LA INTELIGENCIA	24
LA COMPLEJIDAD DEL ESTÍMULO VISUAL	28
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	36
MÉTODO	39
Sujetos	40
Instrumentos	41
Procedimiento	41
RESULTADOS	44
DISCUSIÓN	51
CONCLUSIONES	54
REFERENCIAS	56
ANEXOS	

RESUMEN

La estimación del tiempo ha sido ampliamente investigada en cuanto a la relación que con ella guardan variables como la edad, el género, la capacidad intelectual y el déficit de atención, entre otras. Para estudiarla se han empleado diferentes métodos: el de estimación verbal, los de producción y reproducción temporal y el de comparación, usando tanto paradigmas retrospectivos como prospectivos.

En la literatura se han reportado diferencias en la estimación de la duración de estímulos visuales que parecen distintos en su complejidad y, por otra parte, se ha reportado que la capacidad intelectual influye en la precisión de los juicios temporales. En este contexto se propone la hipótesis de que la estimación de la duración de estímulos visuales puede estar influida por diferencias en la complejidad misma de los estímulos empleados, y que puede existir una interacción entre la complejidad de los estímulos y la capacidad intelectual de los sujetos que juzgan su duración.

Se reportan los resultados de una tarea de reproducción temporal de estímulos visuales diferentes en su complejidad realizada por niños y niñas de distinta capacidad intelectual evaluada mediante el test de Matrices Progresivas de Raven.

Los resultados señalan que no existen diferencias significativas en la estimación temporal de los sujetos con relación a su capacidad intelectual ni con relación a los diferentes niveles de complejidad empleados, y que no se presentó interacción alguna entre estos factores. Por otra parte, se encontraron diferencias significativas en los juicios temporales en relación con la duración real del estímulo.

ABSTRACT

Time estimation has been widely investigated focusing in its relationship with variables like age, gender, intellectual capacity, attention deficit, and similar characteristics. In order to study it, different methods have been employed: verbal estimation, temporal production, temporal reproduction, and comparing, using both retrospective and prospective paradigms.

In literature there has been reported estimation differences related with stimuli that differ in complexity as well as the influence of intelligence levels on temporal judgments. Within this context our hypothesis was proposed: duration of visual stimuli will be influenced by differences in their complexity, and there will be an interaction between the complexity of the stimuli and the intellectual level of the subjects who judge its duration.

Here we report the results of a temporal reproduction task done using visual stimuli with different complexity, performed by boys and girls with distinct intelligence levels, measured by means of Raven's Progressive Matrices Test.

Results showed not significant differences in temporal estimation depending of intellectual capacity or the stimuli complexity level; also there was not interaction between those factors. On the other hand, there were significant differences on temporal judgment depending of stimuli real duration.

EL TIEMPO Y LA ESTIMACIÓN TEMPORAL

A continuación se presenta una revisión de los principales aspectos que se relacionan con los objetivos de la presente investigación: la estimación temporal y las principales teorías sobre cómo es realizada por sujetos humanos y animales, los métodos para registrarla, algunos de los factores que sobre ella influyen y los estudios que señalan cuáles estructuras cerebrales están implicadas en el proceso.

Para finalizar esta sección se revisan el desarrollo de la estimación temporal en el niño, el concepto de inteligencia y la información existente sobre la complejidad de los estímulos visuales.

La palabra tiempo proviene del latín *Tempus* -parte de la duración- (Merani 1979). Muchos han sido los que han tratado de definir el tiempo sin que se haya podido llegar a un consenso (Savitt 2007), pero esto no ha sido impedimento para que la precisión de las estimaciones que animales y personas hacemos de la duración de los sucesos se encuentre involucrado en diversos trabajos científicos. Con la necesidad de tener una definición del concepto tiempo diremos que es el continuo que nos permite parametrizar el cambio, o sea ordenar los sucesos de forma secuencial formando así un pasado, un presente y un futuro. Para fines prácticos, los humanos registramos con relojes el tiempo en segundos y con ellos formamos horas, días, semanas, meses, años y lustros. Ahora bien, este tiempo medido por los relojes es también medido por las personas y a este acto humano se le llama percibir el tiempo.

Del concepto Estimación o Percepción temporal diremos que estimación es la acción o efecto de estimar, evaluar valorar o tasar;

temporal significa perteneciente o relativo al tiempo; y percepción aprehensión de la realidad por medio de los datos recibidos por los sentidos (Océano, 1994). Así, podríamos decir que la estimación temporal es la acción de valorar o tasar el tiempo a partir de los datos de los estímulos que se reciben por medio de los sentidos.

William James (1890/1989 p. 487) escribió "...la unidad de composición de nuestra percepción del tiempo es una duración con un extremo que ve hacia delante y otro hacia atrás... al parecer sentimos como un todo el intervalo de tiempo con sus dos extremos metidos en él.". Por su parte, Fraisse (1964) consideró que el nacimiento de la noción del tiempo es el resultado de la experiencia de las sucesiones, periódicas o no, de cambios continuos y discontinuos y de estados relativamente permanentes, esto es, percibimos la sucesión, aprehendemos al mismo tiempo una multiplicidad ordenada y los intervalos separando los elementos individuales, en otras palabras, las duraciones; los órganos de los sentidos están adaptados en muy diferentes formas a la percepción del cambio. Por otro lado el mismo autor afirma que la duración del presente percibido, como la abundancia de sus contenidos, depende de las posibilidades para la organización de elementos sucesivos en una unidad y esto es determinado primariamente por la dirección de nuestra atención.

Piaget (1964/1994), por su parte, propuso que el sujeto construye el tiempo clasificando por orden las sucesiones de acontecimientos, y la inserción de las duraciones concebidas como intervalos entre tales acontecimientos.

La percepción o estimación del tiempo -denominada en inglés *timing behaviour* o más generalmente *timing*- es considerada un mecanismo de control relevante en la conducta de los organismos, ya

que facilita las acciones de predecir, anticipar y responder eficientemente a los eventos próximos del entorno (Espinosa-Fernández, 2003; Gironell 2005; Mangels 1998; Smith 2002; Zakay 1997); esto es, permite inferir en qué momento es adecuado realizar cierta acción o cuánto habrá que esperar para realizarla (por ejemplo, para cruzar una calle transitada en el momento oportuno, ya que se requiere de una adecuada estimación de la velocidad y del tiempo).

PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN TEMPORAL Y MÉTODOS DE REGISTRO

En relación con la investigación sobre el procesamiento de información temporal existen algunos elementos fundamentales que deben ser mencionados y descritos aunque sea de manera breve: el concepto del reloj interno, la distinción entre paradigmas retrospectivos y prospectivos, los distintos métodos de registro de la respuesta en tareas de estimación temporal y, por último, el modelo de puerta de atención.

El reloj interno mencionado por autores como Fraisse (1964), Rammsayer y Grondin (2000), y Chelonis, Flake, Baldwin, Blake, y Paule (2004) es conceptualmente caracterizado por un marcapasos y un acumulador. El marcapasos genera pulsos y el número de pulsos relacionados con un intervalo de tiempo físico es grabado en el acumulador. Por lo tanto, el número de pulsos contado durante un intervalo de tiempo en particular es la representación interna de ese intervalo. De ahí que mientras más alta sea la frecuencia del marcapasos, será más fina la resolución del reloj interno, dando lugar a mayor exactitud y mejor desempeño en tareas de percepción temporal. Por otra parte, mayor número de pulsos acumulados corresponderá en general a la mayor duración de un intervalo dado.

Cuando se estudia la percepción temporal un factor importante es la distinción metodológica entre los paradigmas experimentales prospectivo y retrospectivo. En un paradigma prospectivo los sujetos saben con anticipación que serán requeridos para hacer un juicio temporal y, por lo tanto, son teóricamente capaces de activar procesos de cronometraje específicos y atender a la información temporal disponible. En un paradigma retrospectivo, por el contrario, los sujetos son inesperadamente interrogados para juzgar la duración de un intervalo temporal, después de que éste ya ha transcurrido. Así, en un paradigma retrospectivo los sujetos no sólo almacenan información específicamente temporal en la memoria, sino también otras clases de información, por lo que resulta razonable suponer que los juicios temporales retrospectivos son más incidentales y más variables que los prospectivos (Rammsayer y Grondin, 2000).

Cuatro métodos principales han sido utilizados en la investigación de la estimación temporal: el de Estimación Verbal, en el que la duración del intervalo es calculada verbalmente en términos de unidades temporales ("verás una imagen en la pantalla y posteriormente dirás cuánto tiempo estuvo presente"); el de Producción, que supone producir un intervalo igual a una duración que es indicada verbalmente ("presiona la palanca durante 10 segundos"); el de Reproducción, en el que después de la presentación de un intervalo, se intenta reproducir su duración por medio de alguna operación ("se presentará en la pantalla una imagen; posteriormente presionarás el botón tanto tiempo como haya estado presente la imagen") y, por último, el de Comparación, que involucra la decisión -después de la presentación de dos o más intervalos- sobre cuál de ellos fue más largo o más corto ("se presentarán tres imágenes en la pantalla, una después de otra, al final deberás decir cuál duró más -o menos- tiempo").

Aunque ninguno de los métodos ha mostrado una superioridad general sobre los otros, varios estudios sugieren que la estimación verbal y la producción son menos confiables que el método de reproducción (Rammsayer y Grondin 2000; Wearden 2003). En los métodos de estimación verbal y de producción temporal se utiliza la traducción de la duración a unidades temporales convencionales y, por lo tanto, depende de la relación del tiempo subjetivo con el tiempo del reloj. En contraste los métodos de reproducción y comparación no requieren tal traducción y, por lo tanto, los resultados obtenidos con estos métodos parecen ser más libres de tal posible confusión.

Por otra parte, es importante tomar en cuenta que con el método de reproducción, los sujetos activan y detienen algún dispositivo de medición, por lo que éste es un procedimiento apropiado sólo para el cálculo de duraciones largas, ya que la latencia de las respuestas motoras es demasiado larga para la valoración confiable de duraciones muy pequeñas, por ejemplo en rangos de milisegundos.

En un artículo de revisión sobre el tema de la cognición temporal Zakay y Block (1997) señalan que para estudiar la relación entre los juicios de duración y otros factores los investigadores han manipulado las condiciones bajo las cuales las tareas son desarrolladas. Por ejemplo, el periodo a estimar puede estar vacío o lleno (de estímulo), la tarea puede ser simple o compleja por sus reglas y por la cantidad y variedad de los elementos que el sujeto debe tomar en cuenta.

Los mismos autores señalan también algunos hechos generales en los estudios sobre la estimación temporal: que las personas estiman duraciones iguales de forma diferente dependiendo de la cantidad de la información presentada o procesada durante el periodo; que la duración tiende a ser juzgada como más pequeña si la tarea es más difícil, y que con respecto a la estimación que se hace de la duración de estímulos

complejos y simples se han reportado en la literatura resultados contradictorios. Así la experiencia de duración parece ser larga si el periodo contiene un gran número de eventos significativos externos como cambios en la luz de la habitación o internos tales como cambios en el humor, ideas o estrategias de procesamiento de información.

Por otra parte, los mismos autores mencionan que muchos teóricos están de acuerdo en que la atención al tiempo juega un rol muy importante en la experiencia de la duración de un periodo, y que en 1975 Thomas y Weaver propusieron un modelo en el que la experiencia de la duración de un periodo depende de la cantidad de información codificada por dos procesadores, uno de información temporal y otro de información no temporal llamado modelo de puerta de atención (attentional-gate model).

Este es un modelo cognitivo en el cual no se proponen clases específicas de redes o estructuras neuronales que constituyan sus componentes y en el que las demandas de la tarea determinan la forma en la cual una persona divide su atención entre dos procesos; así mientras menos sea requerido el procesamiento de la información no temporal (del estímulo), la persona asigna mayor atención a la información temporal y viceversa.

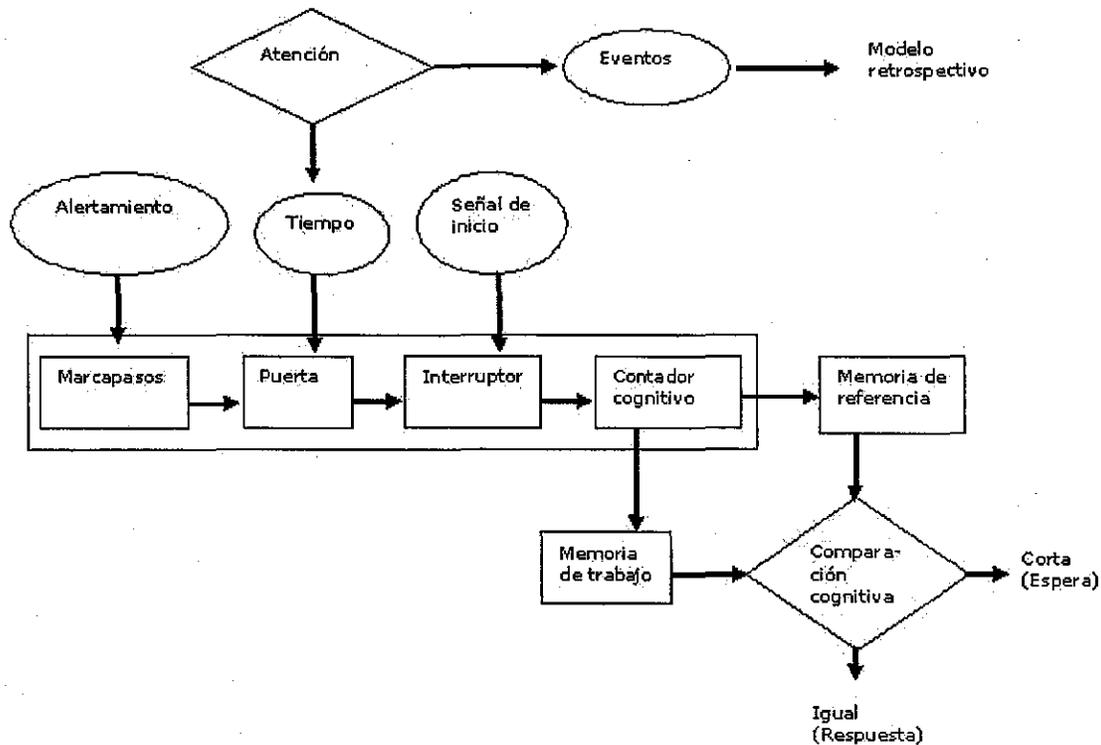


Figura 1, modificada de Zakay y Block, 1997 p. 14

El primer componente del modelo es un marcapasos que de manera autónoma produce pulsos isócronos con una frecuencia que es influida solamente por el alertamiento. Cuando una persona presta atención al tiempo en contraposición a los eventos externos, la puerta de atención se abre y el torrente de pulsos es enviado a componentes subsecuentes. Al principio de una duración un interruptor permite que el torrente de pulsos sea transmitido a través de un canal. Un contador cognitivo acumula el número de pulsos, el cual es transferido a la memoria de trabajo. Cuando una señal externa indica que el intervalo ha terminado, el interruptor se cierra y el total de pulsos acumulados es enviado a la memoria de referencia.

Por otra parte, si una persona está comprometida en una tarea de producción o reproducción, no hay una señal externa de alto; en lugar de ésta la acumulación de pulsos en la memoria de trabajo es acompañada por una comparación cognitiva constante. Si menos que el número de pulsos del criterio son acumulados, esa comparación cognitiva da como resultado que la persona juzgue que la duración es más pequeña que lo que es requerido. Cuando el recuento de pulsos en la memoria de trabajo es aproximadamente igual a la que se encuentra en la memoria de referencia la persona juzga que la duración es apropiada para emitir la respuesta.

Por lo tanto, el modelo de la puerta de atención sostiene que una persona puede dividir recursos atencionales entre atender eventos externos y atender al tiempo. Atender al tiempo abre la puerta de atención, y así permite que los pulsos pasen al contador cognitivo. La precisión de la estimación temporal en los juicios prospectivos, bajo el modelo descrito anteriormente, depende entonces del nivel de alertamiento y de la cantidad de atención asignada al tiempo.

ESTRUCTURAS CEREBRALES IMPLICADAS EN LA ESTIMACIÓN DEL TIEMPO

Existen diversas investigaciones que han buscado localizar cuáles estructuras cerebrales se encuentran relacionadas con la estimación del tiempo. A continuación se presentan los resultados de algunas que son representativas del trabajo generado en la última década.

En 1998 Harrington, Haaland y Knight realizaron una comparación de la estimación temporal entre personas con lesión en el hemisferio derecho y personas con lesión en el hemisferio izquierdo, adjudicándose así el primer estudio en el que se mostró de forma directa que el hemisferio derecho es esencial para el mecanismo de cronometraje.

Además señalaron que sus hallazgos asocian la competencia en la estimación temporal con la corteza prefrontal, y podrían implicar la acción de una o más de estas áreas en el sostenimiento de la representación de un intervalo estándar para la comparación posterior con el intervalo blanco; por último, sugieren que la corteza parietal inferior es esencial para los cambios de atención al estímulo temporal.

En un estudio realizado por Koch, Oliveri, Carlesimo y Caltagirone en 2002 compararon la estimación temporal de un sujeto con lesión en la corteza prefrontal derecha con la ejecución de ocho sujetos controles en la misma tarea. Estos autores encontraron en el sujeto lesionado una significativa menor exactitud en la estimación de un intervalo de 90 segundos. En un estudio subsecuente Koch, Oliveri, Torriero y Caltagirone (2003) aplicaron estimulación magnética transcraneal repetitiva (rTMS) en 8 sujetos reportando que al estimular sobre el área correspondiente a la corteza prefrontal dorsolateral derecha se produjo una subestimación en la percepción de intervalos de 5 y de 15 segundos. Sin embargo, también se ha reportado en la literatura científica sobre el mismo tema una ausencia de efectos de la estimulación magnética transcraneal de la corteza prefrontal dorsolateral (CPF DL) derecha e izquierda y del hemisferio cerebelar derecho sobre la estimación temporal (Gironell, Rami, Kulisevsky y García-Sánchez 2005). Estos últimos autores señalan como posibles explicaciones de la ausencia de efectos de la estimulación las siguientes: en primer lugar, que no hubo evidencia directa de que el estímulo afectó la CPF DL o el hemisferio cerebelar derecho. En segundo lugar, que se ha encontrado que el uso del conteo aumenta la exactitud y reduce la variabilidad en la valoración del tiempo y la tarea de la reproducción, y, en tercer lugar, que los sujetos normales realizan generalmente

extremadamente bien la tarea de valoración del tiempo, siendo difícil de mejorar la exactitud de la tarea después de los rTMS (efecto de techo).

En 2004 Ivry y Spencer publicaron una revisión de diversas investigaciones en el área del procesamiento temporal y propusieron la hipótesis de que los ganglios basales están asociados con procesos de decisión sobre las duraciones. Por otra parte, en estudios con técnicas de resonancia magnética funcional se ha encontrado que el área premotora suplementaria y el giro cingulado anterior se activan durante la discriminación temporal de estímulos táctiles (Pastor, Day, Macaluso, Friston y Frackowiak 2004) y que cuando se atiende al tiempo incrementa su actividad el área premotora suplementaria (Coull, Vidal, Nazarian y Macar 2004); en el mismo año Rubia y Smith producen una revisión y discusión de trabajos hechos con resonancia magnética funcional concluyendo que la corteza prefrontal dorsolateral, la corteza parietal inferior, el giro cingulado anterior y el área motora suplementaria están involucradas tanto en el cronometraje motor como en la estimación temporal.

Por su parte Rao, Mayer y Harrington (2001) con esta misma técnica estudiaron la evolución de la activación cerebral durante el procesamiento temporal encontrando que el tálamo es un puente para la interacción entre los ganglios basales y la corteza; estas áreas se activaron tempranamente durante la codificación de intervalos, trabajando así en conjunto para formular representaciones de tiempo. La activación de la corteza parietal derecha inferior podría sugerir un rol independiente de esa región en el proceso de atención, el cual teóricamente regula el mecanismo de cronometraje. La activación cortical temprana asociada con la codificación del intervalo de tiempo se observó en la corteza parietal inferior derecha y en la corteza premotora en forma bilateral, implicando a estos sistemas en la atención y el

mantenimiento temporal de intervalos; por otra parte, concluyeron que la tardía activación de la corteza prefrontal dorsolateral derecha se produce durante la comparación de intervalos y que la activación cerebelar producida tardíamente tiene una participación en otros procesos, además del cronometraje.

Rammsayer y Grondin (2000) han sugerido que un mecanismo involucrado en el procesamiento de duraciones muy breves (milisegundos) parece estar localizado en un nivel subcortical, y que otro mecanismo, de carácter cognitivo, involucrado en el procesamiento de intervalos largos (mayores a 1 s.) está basado en procesos de memoria. Mencionan que esto se apoya en el resultado de estudios psicofarmacológicos, ya que drogas que afectan el proceso de memoria producen que el sujeto tenga un mal desempeño en tareas de estimación temporal de intervalos mayores a un segundo, pero no interfieren en la estimación de intervalos de milisegundos de duración.

Por su parte, Mangels, Ivry y Shimizu, (1998) realizaron tres experimentos psicofísicos diseñados para diferenciar las contribuciones de la corteza del cerebelo y la corteza prefrontal a la percepción del tiempo. Compararon pacientes con daño localizado de un solo lado del cerebelo o de la corteza prefrontal en tareas de discriminación temporal y no temporal. De los resultados obtenidos proponen las siguientes conclusiones: el daño cerebelar deteriora la estimación del tiempo en rangos de milisegundos y segundos, mientras que el daño prefrontal solamente muestra claros déficit en las duraciones largas. Además, la lesión prefrontal produce déficit en memoria de trabajo sobre una tarea no temporal. Estas conclusiones respaldan la hipótesis de que el cerebelo sirve de punto crítico de un mecanismo de cronometraje central, mientras que la corteza prefrontal suministra las funciones de

memoria básicas necesarias para tender un puente de salida del mecanismo de cronometraje cerebelar al comportamiento.

FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE LA ESTIMACIÓN DEL TIEMPO

A través del tiempo se han realizado diversos estudios en los que se ha llegado a la conclusión de que existen factores que influyen en la estimación del tiempo produciendo juicios temporales erróneos. De entre los muchos estudios relacionados con la estimación temporal, mencionamos algunos que resultan relevantes para el presente trabajo.

En un estudio realizado por Espinosa Fernández, Miró, Cano y Buela-Casal (2003), la edad y el género fueron las variables independientes en la medición de la estimación temporal utilizando el método de producción. La muestra fue de 140 sujetos de los cuales 70 fueron hombres y 70 mujeres, con un rango de edad de los 8 a los 70 años, divididos a su vez en 7 grupos de edad, cada uno de 20 sujetos. Para el experimento se les dio un cronómetro, del cual debían presionar el botón de arranque, y parar al estimar que el tiempo que se les había indicado ya había transcurrido (los cronómetros siempre se mantuvieron con la cara posterior hacia el sujeto). Los intervalos que debieron estimar los sujetos fueron de 10 segundos (25 ensayos), de 1 min, (3 ensayos) y de 5 min. (1 ensayo). La tendencia general en ese estudio fue un incremento en la subestimación de intervalos con el avance de la edad. Todos los grupos de edad mostraron una subestimación, especialmente los grupos de 51 a 60 y de 61 a 70 años de edad. En relación con el género se encontró una mayor subestimación en las mujeres en el intervalo de 5 min. En el de 1 min. no hubo diferencias significativas y en 10 segundos sólo fueron encontradas diferencias entre hombres y mujeres del grupo de 61 a 70 años de edad.

Otra investigación que evaluó las diferencias relacionadas con el papel del género en la estimación temporal fue realizada por Dolu et al. (2004). En ella se utilizó el método de reproducción, y el experimento se compuso de tres fases en las cuales los sujetos deberían presionar el botón de un "joystick" al momento solicitado en las indicaciones previas a cada una de las fases: 1) se presentaron a los sujetos 100 estímulos auditivos idénticos y se les pidió juzgar la aparición de cada quinto estímulo; 2) se presentaron a los sujetos 100 estímulos en los que cada quinto estímulo (estímulo blanco) fue de diferente frecuencia; y 3) debieron estimar el tiempo en que debería aparecer cada quinto estímulo, el cual fue omitido. Los resultados indicaron una mejor estimación temporal por parte de los hombres que de las mujeres en las tres fases del estudio, y que la ausencia de estímulo auditivo de la tercera fase presentó interacción con el sexo femenino dando como resultado una mayor subestimación de los intervalos a juzgar.

En la investigación de Chelonis et al. (2004) se examinó la relación entre edad, género e inteligencia con el desempeño de una tarea de producción temporal. La muestra fue de 668 niños entre los 5 y 13 años de edad, a los cuales se dividió en tres niveles de cociente intelectual (CI) evaluado con el Kaufman Brief Intelligence Test (KBIT): 71-90, 91-110 y 111-130. A los niños se les pidió presionar una palanca durante no menos de 10 segundos, pero no más de 14 segundos. Esta prueba duró hasta haber realizado 30 respuestas correctas o haber pasado 10 minutos. Para ser incluidos en el análisis los sujetos debieron realizar un mínimo de 15 intentos de los cuales 5 debieron ser iguales o mayores a 2 segundos. Los resultados de esta investigación fueron los siguientes: la precisión de la ejecución aumenta con la edad; los niños más pequeños hacen menos presiones de duración apropiada que los niños más grandes. Además, la media de la duración de las respuestas

fue consistente sobre los 10 segundos para todos los grupos de edad. No hubo diferencias en la habilidad de cronometraje entre niñas y niños, tampoco hubo diferencias consistentes con respecto a la moda y la media de la duración de las presiones de palanca.

Los niños con CI arriba del promedio hicieron más presiones correctas que los niños de los grupos de CI promedio y abajo del promedio. Los autores concluyeron que el ritmo de los pulsos emitidos por el reloj interno una vez establecido permanece relativamente estable después de los 6 años y es similar para niños y niñas. Y que los niños con CI arriba del promedio fueron significativamente más precisos en su habilidad de cronometraje que los niños de grupos de CI promedio o por debajo del promedio.

Por otra parte en la investigación realizada por González-Garrido et al. (2008) se comparó la estimación temporal de 16 niños con déficit de atención con hiperactividad (TDAH) predominantemente inatentos con la de 16 niños sanos, todos dentro del rango de edad comprendido entre los 7.5 y 10.5.

En la pantalla de una computadora se presentó a los niños estímulos visuales (círculos amarillos en un fondo negro) que tenían una duración de 2.5 seg. o 5.5 seg. En total se presentaron a los niños 80 estímulos (40 de cada duración) mezclados de forma aleatoria. A los niños se les solicitó calcular mentalmente la duración del estímulo presentado e inmediatamente después de su desaparición reproducir la duración estimada presionando el botón del ratón.

Los resultados obtenidos mostraron por una parte el predominio en la subestimación de los estímulos por parte de los dos grupos y por otra que los niños con TDAH tuvieron una estimación temporal significativamente más deficiente que la de los niños controles, además

de una mayor cantidad de respuestas impulsivas, aunque esto último sólo se presentó como una tendencia.

En otro estudio (Smith, Taylor, Rogers, Newman y Rubia 2002) se comparó el rendimiento en tareas de estimación temporal de 22 niños con TDAH (7 a 14 años) con el de 22 niños sanos (8 a 14 años), con los métodos de estimación verbal, reproducción temporal y comparación.

En la tarea de estimación verbal se mostró al sujeto un intervalo de 10 segundos usando un cronómetro y se le pidió que calculara cuanto tiempo en segundos había durado el intervalo.

En la tarea de reproducción temporal de 12 segundos se presentó en una pantalla una sucesión de "planetas enemigos" y en el lapso de 12 segundos apareció un planeta tierra en la esquina más baja; el sujeto fue instruido para aterrizar en el planeta presionando una tecla cuando el planeta entrara en la ventana; en la segunda parte el sujeto fue instruido para tratar de aterrizar nuevamente en el planeta tierra, pero esta vez todos los planetas enemigos estaban disfrazados de planeta tierra. El sujeto tuvo que recordar cuanto tiempo le llevó viajar ahí en la primera parte de la tarea. La serie de planetas fue interrumpida por lapsos, así que los sujetos no eran capaces de contar los planetas para tener la respuesta correcta. Esta tarea consistió de 10 intentos.

La tarea de reproducción temporal de 5 segundos varió en la forma de su estímulo, ya que en la pantalla se presentó una bomba que explotaba a los 5 segundos, al sujeto le fue dicho que el fuego podía ser extinguido si la tecla era presionada por exactamente el mismo monto de tiempo que el sujeto esperó para que la bomba estallara.

En la tarea de comparación un círculo verde fue presentado primero, siempre en la parte izquierda de la pantalla, seguido por un

círculo rojo en el lado derecho. Ambos fueron acompañados por un tono tan largo como la duración de la presentación del círculo. Uno de los círculos duró 1000 milisegundos, el otro 1300 y fueron aleatorizados. Después de la presentación de dos círculos en la pantalla apareció la pregunta ¿cuál de los círculos duró más tiempo, el verde o el rojo? El sujeto debió responder presionando el botón derecho (rojo) o el izquierdo (verde).

Los resultados fueron los siguientes: los niños con TDAH tuvieron un umbral significativamente más alto de discriminación temporal que los controles, difiriendo aproximadamente por 50 mseg. No se encontraron diferencias entre los dos grupos en las tareas de estimación verbal de 10 segundos y de reproducción de 5 segundos. Sin embargo hubo una diferencia significativa entre grupos en la tarea de reproducción de 12 seg. la cual fue reducida a una tendencia después de controlar estadísticamente (análisis de covarianza) el efecto del CI. Los autores sugieren que esta discrepancia parece ser explicada por el CI.

Por su parte Angrilli, Cherubini, Pavese y Manfredini (1997), encontraron que los recursos asignados a los estímulos son sustraídos de la atención que los sujetos dedican al procesamiento del tiempo, y por lo tanto, si un estímulo interesante o un estímulo que requiere mas recursos atencionales es utilizado para estimar su duración, menos unidades de tiempo serán procesadas y los individuos tenderán a subestimar los intervalos de tiempo. En la investigación se utilizaron el método de escala análoga y el de reproducción de intervalos, participaron 53 sujetos de los cuales 27 fueron asignados aleatoriamente a la condición de escala análoga y 26 sujetos a la condición de reproducción de intervalos. Ambas condiciones fueron presentadas en un paradigma prospectivo.

Los resultados indicaron que la estimación de la duración del estímulo con el método de escala análoga fue más acertada que con el método de reproducción; por otra parte, de las imágenes de alertamiento alto las de valencia positiva fueron más subestimadas que las de valencia negativa, y con las imágenes de bajo alertamiento se encontró el resultado opuesto. En relación con las duraciones, encontraron una interacción entre el método y la duración, ya que la duración de 4 segundos fue sobreestimada en comparación con las duraciones de 2 y 6 segundos en la escala análoga, y por el contrario subestimada en la condición de reproducción de intervalos, lo que hizo sugerir a los autores que en la duración de 4 segundos está la transición temporal entre dos diferentes estrategias en la evaluación del tiempo, una para duraciones cortas (menos de 3 ó 4 segundos) y la otra para duraciones largas.

En la investigación realizada por Herrera (2006) se utilizaron para representar intervalos de tiempo imágenes con contenido emocional positivo, negativo y neutro en dos duraciones, 2.5 y 5.5 segundos y se utilizó el Método de Reproducción con paradigma prospectivo. Participaron 25 mujeres deprimidas y 25 sin trastornos psiquiátricos y los resultados fueron los siguientes: en los dos grupos la duración real del estímulo fue subestimada y en el grupo de deprimidas esta subestimación fue aún mayor; por otra parte, con relación al valor afectivo del estímulo se encontró que los estímulos neutros fueron los menos subestimados en los dos grupos y los estímulos positivos (rostros, paisajes) los más subestimados. Estas diferencias tuvieron un valor menor en las mujeres deprimidas que en las no deprimidas, aunque no se presentó una interacción de valor significativo.

Los estudios mencionados han investigado relaciones entre la edad, el género, el déficit de atención, el CI, la duración real, el valor

afectivo de los estímulos y la depresión por una parte, y la precisión de la estimación temporal por la otra, empleando diferentes estímulos visuales y diferentes paradigmas. Sin embargo, en ninguno de ellos se alude a la posible influencia de la complejidad del estímulo sobre la estimación temporal.

Este aspecto toma relevancia si se analizan, por ejemplo, los estímulos utilizados por Herrera (2006) (la cantidad de información visual que contiene un cuadro gris es mucho menor que la que contienen fotografías de personas o de paisajes), o las dos tareas de reproducción temporal en el estudio de Smith et al. (2002). El estímulo usado en la tarea en la que se pide a los sujetos reproducir intervalos de 12 segundos es mucho más complejo que aquel en el que se les pide reproducir 5 segundos. Esto es, presenta mayor cantidad de objetos y además esos objetos se encuentran en movimiento en la pantalla, mientras que el estímulo empleado para el otro juicio temporal tiene un menor número de elementos, y el movimiento no es relevante.

En los trabajos que hemos revisado en la literatura científica relacionada con la estimación temporal, la posible influencia de la complejidad del estímulo sobre la estimación temporal sólo ha sido abordada (y esto de manera secundaria) en un trabajo de Lomranz (1983). Este autor discute que factores de personalidad como el continuo introversión-extroversión pueden interactuar con la complejidad del estímulo, afectando la estimación temporal solamente en sujetos extrovertidos; por otra parte, la influencia de la complejidad del estímulo sobre los juicios temporales es señalada por Zakay y Block (1997), aunque los autores no citan trabajos específicos en los que se haya investigado experimentalmente esa dimensión del estímulo.

En el contexto descrito consideramos que existen elementos que justifican el estudio de los efectos de la complejidad del estímulo sobre la estimación de su duración.

En los capítulos posteriores abordamos el desarrollo de la estimación temporal en el niño, la inteligencia y la complejidad del estímulo visual, por ser éstas variables las que fueron incluidas o manipuladas en el presente trabajo.

DESARROLLO DE LA ESTIMACIÓN TEMPORAL EN EL NIÑO

El desarrollo del concepto del tiempo y los juicios sobre duración en el niño han sido abordados extensamente por Jean Piaget, quien realizó diversas investigaciones de las cuales surgieron entre otras sus teorías sobre el desarrollo mental del niño y el de la noción del tiempo.

En el presente estudio estudiamos la estimación temporal en niños de alrededor de los 11 años de edad, por lo que presentamos a continuación los aspectos más importantes del tema, haciendo énfasis en las características del estadio de desarrollo de los niños de la edad mencionada.

Piaget (1964/1994) plantea que el desarrollo infantil puede ser dividido en cuatro estadios, en función de las características cognitivas y del desarrollo de la noción del tiempo en los niños (Piaget, 1946/1978). A continuación se describen brevemente los estadios del desarrollo:

1. *Sensoriomotriz*. Se extiende desde el nacimiento a los 2 años y está caracterizado por la adquisición del control motor. Durante esta etapa la noción misma de duración o intervalo de tiempo, no tiene significación precisa en el niño, no domina la relación inversa tiempo-velocidad.

2. *Preoperacional*. Se ubica desde los 2 a los 7 años, y durante esta etapa se presenta la adquisición de habilidades verbales, se desarrolla la elaboración del símbolo y se descubre la relación inversa tiempo-velocidad; así mismo el niño comienza a comprender que existen intervalos de tiempo distintos de las velocidades, o de los espacios recorridos, pero no es capaz de coordinar esos intervalos entre sí.
3. *Operaciones concretas*. Se presenta de los 7 a los 12 años. En esta etapa se desarrollan el manejo de conceptos abstractos y el establecimiento de relaciones entre ideas, sucesos, etc.; las duraciones se perciben en el momento correcto aun cuando varias situaciones se presenten en el mismo momento y se identifica el orden de los acontecimientos.
4. *Operaciones formales*. Se ubica en el transcurso de los 12 a los 15 años y se caracteriza porque se opera lógica y sistemáticamente con símbolos abstractos.

Es el estadio de las operaciones concretas el que reviste mayor interés para nosotros, por la edad de los niños que participaron en el estudio que aquí se describe. Es por esta razón que a continuación se revisan con más detalle las acciones y procesos que pueden ser observados en esta etapa del desarrollo.

El niño es capaz de utilizar el pensamiento para resolver problemas; puede usar la representación mental del hecho y no requiere operar sobre la realidad para resolverlo. En el transcurso de este estadio evoluciona la inteligencia representativa. El paso del pensamiento intuitivo al operatorio supera el carácter cambiante, inestable y subjetivo del pensamiento preoperatorio en el sentido de una mayor estabilidad, coherencia y movilidad. El pensamiento se vuelve lógico.

Según Piaget existe una continuidad funcional: la inteligencia sigue siendo una marcha progresiva hacia una mayor adaptación, en la que la asimilación y la acomodación juegan un papel primordial en el intercambio entre el sujeto y el entorno. La intuición es una acción interiorizada. Progresivamente las acciones interiorizadas que permanecían aisladas en la etapa anterior se integran en sistemas de acciones, en el sentido de que una acción puede compensar o anular a otra anteriormente ejecutada

Si cualquier acción interiorizada integrada en un sistema de relaciones es una operación, psicológicamente existirá una gran variedad de operaciones según el ámbito de aplicación. Por otra parte estas operaciones pueden aplicarse cuando se considera la diversidad de los objetos o cuando se considera la constitución misma del objeto.

Piaget distinguió en esta etapa las siguientes operaciones: clasificación, seriación, conservación numérica, adición partitiva, orden espacial y temporal, y medición.

La operación va siempre integrada en un sistema de otras operaciones, y es precisamente porque es susceptible de agruparse por lo que la intuición se vuelve operación.

Esta agrupación entre operaciones posee cinco propiedades cognitivas que corresponden a cinco propiedades lógicas propias de una estructura lógica que Piaget denomina agrupamiento:

1. Composición: dos acciones sucesivas pueden coordinarse en una sola.
2. Reversibilidad: la acción se vuelve reversible.
3. Asociatividad: Un mismo resultado puede alcanzarse por dos caminos diferentes.

4. Reunir una clase consigo misma conduce a obtener la misma clase, mientras que añadir una unidad a una cantidad conduce a un nuevo resultado.
5. Identidad: Es la capacidad de darse cuenta de que un objeto sigue siendo el mismo aun cuando tenga otra forma.

La descentración del pensamiento operatorio es poder seguir las transformaciones sucesivas de la realidad a través de todos los caminos posibles, y en vez de proceder de un punto de vista único, llegar a coordinar los diferentes puntos de vista; así, se presentan la reflexión y aplicación de principios lógicos.

Las acciones adquieren una propiedad importante que marca una clara diferencia con las formas anteriores de inteligencia: la reversibilidad. Mientras que las intuiciones, rígidas y centradas, se desenvuelven en sentido único, lo propio de las operaciones es poder desenvolverse de manera reversible por inversión o reciprocidad.

En términos generales el niño en esta edad va a lograr realizar las siguientes operaciones intelectuales: clasificar objetos en categorías (color, forma, etc.), cada vez más abstractas; ordenar series de acuerdo a una dimensión particular (longitud, peso, etc.); trabajar con números; comprender los conceptos de tiempo y espacio y distinguir entre la realidad y la fantasía.

Por otro lado, hay un perfeccionamiento de la memoria, tanto porque aumenta la capacidad de ella, como porque mejora la calidad del almacenamiento y la organización del material. Se enriquece el vocabulario, hay un desarrollo de la atención y la persistencia de ella en la tarea. El lenguaje se vuelve más socializado y reemplaza a la acción.

Finalmente, en este tercer estadio se presenta la capacidad de medir el tiempo, de una manera general, un tiempo único es construido

abarcando todos los momentos y todos los sucesos, gracias a una coordinación de la duración y del orden de sucesión; la construcción y la repetición de una unidad de tiempo resultan posibles.

Cuando la construcción del tiempo se logra y las operaciones temporales han alcanzado así la movilidad reversible que caracteriza su forma de equilibrio, se puede indiferentemente partir del orden de sucesión de los acontecimientos y deducir de ahí el sistema de las duraciones, o a partir de este último y deducir el primero.

LA INTELIGENCIA

La palabra inteligencia designa los diversos niveles en que se elabora la conducta adaptativa mas o menos innovadora y para señalar los distintos grados en que estos fenómenos y procesos se manifiestan en los diferentes individuos y grupos (Yela, 1996). A través del tiempo se han desarrollado diversos modelos en cuanto a inteligencia se refiere (Castelló, 1996).

1. El modelo de inteligencia monolítica que parte de la concepción teórica de la inteligencia como única variable. Este enfoque representa la primera aproximación histórica a la inteligencia y por tanto heredó las concepciones de inteligencia más arraigadas en la tradición filosófica y cultural europea. De esta concepción se derivan tres de los principales modelos: el de la Edad Mental desarrollado por Binet y Simon, en el que las capacidades individuales son contrastadas con el nivel de rendimiento promedio de una determinada edad; el del CI iniciado por Stern y que fue derivado del modelo anterior como resultado de la transformación de la edad mental a partir de su división por la edad cronológica y su multiplicación por 100 ($CI = (EM / EC) \times 100$); y, el del Factor G o Inteligencia General creado por Spearman.
2. El modelo de inteligencia factorial, que parte de la concepción de que la inteligencia se descompone en elementos que pueden o no estar activados o presentar diversos niveles de activación; es dentro de esta concepción teórica que se comienza a hablar de inteligencias. De la concepción de inteligencia factorial se

desprenden el modelo de las aptitudes mentales primarias de Thurstone y el modelo de la estructura del intelecto de Guilford.

3. Por último, los modelos jerárquicos surgieron intentando integrar los conceptos monolíticos y factoriales. En estos modelos el factor G está situado en la cúspide de la jerarquía y se presentan diferentes factores de segundo orden: los primarios (los más cercanos a la conducta) y los superiores, inferidos a través de los primeros, que son los más cercanos a elementos teóricos. El modelo de Catell y el modelo de Vernon son ejemplo de los modelos jerárquicos.

Empleando como método el análisis factorial, Spearman formuló la llamada "Teoría de los dos factores" en la que todas las habilidades del hombre tienen un factor común, el *factor "g"*, y uno específico a cada una de ellas, el *factor e*. La investigación posterior demostró la existencia de otros factores, denominados *factores de grupo*, que son factores comunes a muchas habilidades de un conjunto afín.

Así, en la aproximación de Spearman, la inteligencia está integrada por un grupo de habilidades y está determinada por un alto número de factores especializados, por un número limitado de factores de grupo y por un factor general.

Psicológicamente "g" puede describirse formado por procesos abstractivos y relacionadores y, por lo tanto, el núcleo central de la inteligencia consiste en la actividad *noegenética* (*noesis*: autoevidencia; *génesis*: creación) para la cual Spearman desarrolla tres leyes:

1. Ante dos o más ítems toda persona tiende a establecer relaciones entre ellos (edución de relaciones: ejem; padre-hijo = parentesco, paternidad, mas viejo que, etc.).

2. Ante un ítem y una relación, toda persona tiende a concebir el ítem correlativo (educación de correlatos: ejem; círculo y la relación "mayor que" = idear un círculo menor).
3. Toda persona tiende a conocerse de un modo inmediato a sí misma y a los ítems de su propia experiencia.

Estas tres leyes psicológicas cualitativas indican el sentido genético del conocimiento y su proceso.

En la teoría de los dos factores y las leyes no genéticas postuladas por Spearman tiene su base el Test de Raven, utilizado para medir la capacidad intelectual humana.

El Test de Matrices Progresivas de Raven

Dentro de la línea psicométrica que busca la máxima saturación de "g" se gestó el Test de Matrices Progresivas de Raven. Éste ofrece información directa de dos funciones cognoscitivas de gran importancia para el presente trabajo la observación y el razonamiento. Por otra parte evalúa el denominador común de la totalidad de las operaciones de la inteligencia, esto es, no evalúa operaciones intelectuales particulares, las cuales son evaluadas por los test con una mayor saturación del *factor "e"*.

Las Matrices Progresivas de Raven constituyen un instrumento útil para medir la capacidad de razonamiento no verbal. La facilidad de aplicación y la poca exigencia sensorial hacen que sea un instrumento que se puede aplicar a niños y a adultos que tengan capacidades diferentes. Además, por ser una prueba con bajo sesgo cultural es de utilidad para evaluar personas que no hablen el idioma de la prueba o tengan un dominio limitado de éste. Por otra parte, los coeficientes de

validez concurrente entre este test y otras pruebas de inteligencia se encuentran entre .50 y .80 por lo que es ampliamente aceptado que la prueba tiene una validez adecuada (Sattler 2001/2003).

Este test se ha utilizado en investigaciones recientes como prueba para evaluar la capacidad intelectual o inteligencia en estudios sobre el efecto de la complejidad de la tarea sobre la inteligencia y la eficiencia neural en niños, un estudio en el que se evaluaron potenciales relacionados con eventos (Zhang et al. 2007), y en estudios sobre medición del tiempo de inspección auditivo en escolares de primaria (Zajac y Burns, 2007)..

En el marco de las consideraciones anteriores el Test de Matrices Progresivas de Raven se consideró un instrumento adecuado para evaluar la capacidad intelectual de los sujetos en el presente estudio, principalmente por la facilidad de su aplicación y el bajo sesgo cultural, que posee, y a que los objetivos del trabajo no contemplaban la investigación de habilidades particulares que pudieran relacionarse con la capacidad para realizar juicios temporales.

LA COMPLEJIDAD DEL ESTÍMULO VISUAL

Diversos autores (Angrilli 1997; Zakay y Block 1997, Lomranz 1983) han afirmado explícitamente que la complejidad del estímulo que es presentado a los sujetos para juzgar su duración afecta dicho juicio. Sin embargo, ninguno de esos autores sustenta su afirmación en algún estudio en el que sistemáticamente se haya estudiado cómo podría tener lugar ese efecto, y tampoco mencionan trabajos en los que se haya explorado de manera sistemática el concepto de complejidad. En el caso más aproximado, Lomranz (1983) ofreció una definición operacional muy circunscrita a su trabajo en particular, igualando la complejidad de una figura con la cantidad de ángulos internos que en ella se encuentran.

Para poder realizar una definición operacional de la complejidad visual es importante conocer a que se le llama complejidad incluso desde la definición de diccionario, en donde: la complejidad es "la calidad de complejo o de complicado"; y, a su vez, complejo se dice de "lo que se compone de elementos diversos" (Océano, 1994).

Lo simple y lo complejo parecen existir en la realidad y podemos percibirlos con cada uno de nuestros sentidos. Así, con el oído podemos percibir desde una simple nota sostenida a la variedad de notas que componen una melodía; con el olfato podemos detectar tanto el aroma de un limón como el de una ensalada de frutas; con el gusto igual saboreamos una verdura que un guisado preparado con diversas verduras, carne y especias; el tacto también percibe estímulos de diversa complejidad como pueden ser una superficie lisa o una rugosa, o una pelota y una figura finamente tallada. Y, finalmente, con la vista

podemos percibir imágenes que van desde un punto en una hoja a las diversas formas, colores, texturas etc., de un paisaje.

El estímulo visual es una imagen creada con elementos, los cuales es necesario identificar (y posteriormente intentar cuantificarlos) para poder hablar de una diferencia en la complejidad del estímulo. Dondis (1973) hace las siguientes consideraciones sobre los elementos que componen la imagen:

Siempre que se diseña una imagen la sustancia visual se extrae de una lista básica de elementos. Los elementos visuales constituyen la sustancia básica de lo que vemos y su número es reducido: punto, línea, contorno, dirección, tono, color, textura, dimensión, escala y movimiento. Dicho de otra manera estos elementos son la materia prima de toda la información visual.

El punto es la unidad más simple, irreductiblemente mínima, de comunicación visual. Cuando los puntos están tan próximos entre sí que no pueden reconocerse individualmente aumenta la sensación de direccionalidad y la cadena de puntos se convierte en otro elemento visual distintivo: la línea, que es el elemento esencial del dibujo. La línea puede describir un contorno y, desde el punto de vista de Dondis (1973), hay tres contornos básicos: el cuadrado, el círculo y el triángulo equilátero. Todos los contornos básicos son fundamentales, figuras planas y simples que pueden describirse y construirse fácilmente. A partir de estos contornos básicos derivamos mediante combinaciones y variaciones inabarcables todas las formas físicas de la naturaleza y de la imaginación del hombre.

Todos los contornos básicos expresan direcciones visuales, la horizontal, la vertical, la diagonal y la curva. Los bordes en que la línea se usa para representar, suelen aparecer en forma de

yuxtaposición de tonos, es decir de intensidades de oscuridad o claridad del objeto visto.

Las variaciones de luz, o sea el tono constituyen el medio con el que distinguimos óptimamente la información visual del entorno. El tono es uno de los mejores instrumentos de que se dispone para expresar la dimensión.

La perspectiva es el método de producir efectos visuales para representar la tridimensionalidad que vemos en una forma gráfica bidimensional, pero ni siquiera con la ayuda de la perspectiva podría una línea crear la ilusión de una realidad si no recurriera también al tono.

El color por su parte nos da información asociada con un significado que puede ser común, como por ejemplo el azul del cielo, el verde de las hojas de un árbol, etc. El color tiene tres dimensiones.

El matiz, de los cuales hay tres primarios: amarillo, rojo y azul, con los cuales se pueden obtener numerosas variaciones de matices. La segunda dimensión es la saturación que se refiere a la pureza de un color respecto al gris. Y la tercera es el brillo, es decir el valor de la gradación tonal.

La textura la podemos apreciar ya sea por el tacto o por la vista; incluso en la imagen se puede presentar una textura que no está realmente ahí.

Todos los elementos visuales tienen capacidad para modificarse y definirse unos a otros, a este proceso se le llama escala. La dimensión existe en el mundo real, mas en los dibujos, pinturas, etc. se puede representar con la técnica de la perspectiva y la gradación tonal del claroscuro. Por último se considera el movimiento que como la dimensión es sólo una representación en las imágenes

bidimensionales, ya que se realiza de una sucesión de objetos inmóviles.

Habiendo determinado cuáles son los elementos básicos que forman los estímulos visuales, revisaremos a continuación el concepto de reforzamiento sensorial y diferentes investigaciones que han estudiado cómo la estimulación sensorial –principalmente en su modalidad visual- tiene un efecto reforzante sobre la conducta y produce interés exploratorio en el sujeto. Por otra parte, ilustraremos también la importancia que presentan en estos estudios la novedad y la complejidad de los estímulos empleados.

El término reforzamiento sensorial se utiliza para referirse a un proceso de reforzamiento primario que es resultado de la presentación, contingente sobre una respuesta, de ciertos estímulos de intensidad moderada que no pueden catalogarse dentro de los estados de pulsión orgánica, como el hambre y la sed.

Kish (1966/1975) hizo una revisión de los artículos científicos que habían sido publicados hasta esa fecha, relacionados con el reforzamiento sensorial y las características de esos reforzadores (estímulos), de donde se desprenden los siguientes hallazgos.

El estudio de la exploración visual y auditiva iniciado por Butler quien partió de la observación de que los monos dedicaban mucho tiempo a la inspección visual de rompecabezas y de otros objetos presentes en sus ambientes. Esto dio lugar a un paradigma experimental consistente en que una estimulación visual compleja podía hacerse contingente sobre la respuesta y en la que podían determinarse las funciones de esta estimulación. De hecho investigaciones posteriores incrementaron la gama sensorial de los estímulos.

Butler (1953) colocó monos rhesus en una jaula de prueba aislada e iluminada, la cual tenía dos puertas pequeñas que podían abrirse desde adentro; en cada una se ponía una tarjeta de color diferente. Empujar la puerta que tenía el color "correcto" hacía que ésta se abriera durante 30 segundos, permitiendo tener una vista del laboratorio y su actividad. En cada ensayo se bajaba una pantalla que ocultaba las tarjetas y éstas eran cambiadas al azar; a continuación se levantaba la pantalla e iniciaba el nuevo ensayo. Durante 20 días el porcentaje de respuestas "correctas" se incrementó progresivamente por arriba del nivel del azar, lo cual indicó la formación de discriminación de colores con el único reforzador de la visión del laboratorio.

La característica definitoria mas importante de un reforzador es que produce un aprendizaje, más que un mero cambio temporal de la conducta. Esto se observó en el experimento de los rhesus que aprendieron los colores.

La importancia del trabajo pionero de Butler consistió en demostrar que, lo mismo que otros reforzadores como la comida y el agua, la posibilidad de ser estimulado sensorialmente producía en el mono un cambio en la conducta, esto es, se había producido un aprendizaje.

Posteriormente se incrementó este tipo de investigaciones en las que se corroboró la existencia del reforzamiento sensorial con ratones, ratas, monos, chimpancés, niños y adultos humanos, lo que demostró que el reforzamiento sensorial es aplicable a diversas especies.

En las investigaciones dirigidas al estudio de la pulsión exploratoria de los sujetos se encontró que la estimulación novedosa produce tendencias de miedo y tendencias exploratorias; que el miedo

se disipa al hacer contacto el sujeto con el estímulo novedoso y que se produce un incremento relativo de la actividad exploratoria.

Una investigación que ejemplifica el estudio de esta línea del conocimiento es la que realizaron Baron, Antonitis y Clark, quienes en 1963 sometieron a prueba los efectos que produce el incremento de tamaño de la caja de Skinner sobre la respuesta incondicionada de presionar la palanca. Estos autores consideraron que si la actividad fuera el principal determinante de la respuesta incondicionada de presionar la palanca, entonces sería de esperarse que la tasa de respuestas declinara en proporción al incremento del área o a la circunferencia de la caja de pruebas. Aunque el número de respuestas emitidas durante un periodo estándar disminuyó al aumentar el tamaño de la caja, la disminución no fue tan grande como se podría predecir con base en las consideraciones anteriores. Un hallazgo adicional interesante fue que las tasas de respuestas emitidas entre las sesiones aumentaron de principio a fin de la sesión de prueba en los compartimientos de prueba grandes, pero no en los compartimientos pequeños. Por tanto, según Baron y sus colaboradores, las cajas grandes proporcionaban un mayor número de estímulos novedosos que competían con los estímulos de la palanca, a fin de producir la conducta exploratoria. Esto explica más claramente que la reducción del número de respuestas tenía lugar al aumentar el tamaño de la caja.

Además, cuando los estímulos de la caja perdían novedad durante la sesión de prueba, los estímulos de la palanca, que eran más complejos, se hacían relativamente más efectivos y aumentaba la actividad de presionar la barra. Ya fuera en la caja grande o en la pequeña, la palanca proporcionaba una estimulación que, comparativamente, era mayor y más compleja que la del resto de la

caja, lo cual producía una cantidad de contacto mayor que la que se podría predecir con base en la hipótesis de la actividad únicamente.

Al conjuntar los hallazgos de las distintas investigaciones sobre el reforzamiento sensorial se identificó que las variables novedad y complejidad del estímulo afectan el reforzamiento sensorial.

Novedad según Berlyne (1960) puede ser considerada con los siguientes matices: a) "novedad completa", con relación a toda la historia de vida del organismo, b) "novedad a corto plazo", con relación al tiempo transcurrido desde la última exposición al estímulo, c) "novedad absoluta", producida por la estimulación que contiene elementos nunca antes percibidos por el organismo, y d) "novedad relativa", provocada por elementos conocidos en una combinación desconocida. La novedad es, por lo tanto, una relación entre el organismo que percibe y la estimulación que él recibe, y debe evaluarse en términos de las experiencias a largo plazo y a corto plazo que ha tenido el organismo con esa clase de estimulación.

Como un ejemplo del estudio de la variable novedad puede citarse la investigación realizada por Antonitis y Barnes en 1961 en la que evaluaron la conducta de presionar una barra en niños de edad preescolar. En la situación operante de grupo, presentaron diversas siluetas de cartón como reforzamiento de la presión de la barra. Los resultados indicaron que la primera presentación de un personaje dado tuvo como resultado el incremento de la respuesta de presionar la barra; la respuesta declinaba con la exposición prolongada o repetida del personaje. Por otra parte, cada presentación de un nuevo personaje de caricaturas generó sobre la respuesta incrementos similares y una subsecuente disminución.

La variable complejidad, por su parte, está estrechamente relacionada con la novedad (Berlyne, 1960). Mientras más complejo sea un patrón de estímulos más tardará ese patrón en ser conocido y la saciedad en manifestarse. Este autor concluyó -en relación con el estímulo- que la complejidad tiende a aumentar: a) con el número de elementos distinguibles que componen el patrón, b) con la semejanza existente entre los elementos del patrón, y que c) mientras mayor es la posibilidad de integrar el patrón formado por un precepto unitario (gestalt), menor es la complejidad del estímulo.

Para concluir citaré a Kish, (1996/1975 p. 172) quien refiere: "En varios estudios se han explorado estas variables y generalmente se ha encontrado que mientras mayor sea la complejidad del patrón de estímulos, mayor será su valor como mantenedor de la atención, su valor como productor de conducta exploratoria y, supuestamente, su valor como reforzador sensorial." Con respecto a esta aseveración menciona diversas investigaciones realizadas con chimpancés, ratas, monos infantes y humanos en los que se evaluaron la responsividad manipulativa o el número de fijaciones visuales ante estímulos de diferente complejidad, obteniendo como resultado ya sea mayor responsividad manipulativa o mayor fijación visual dirigida a los estímulos complejos.

Con base en que lo que hace distintos a los estímulos visuales es la diversidad y la cantidad de elementos como colores, formas, tamaño, etc., y en las características de la complejidad estudiadas por Berlyne (1960), podemos proponer que diferencias en estos elementos entre distintos estímulos los harán diferir en su complejidad.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, OBJETIVOS E HIPÓTESIS

Cada día se presentan múltiples situaciones que requieren de una estimación temporal adecuada, por tanto, hablar de estimación temporal es hablar de una capacidad imprescindible para la vida cotidiana; esto ha generado que en los últimos años se hayan realizado diversas investigaciones buscando qué factores la afectan.

Los resultados de diversas investigaciones (Chelonis et al. 2004; Espinosa-Fernández et al. 2003; Smith et al. 2002) indican que existen tanto variables inherentes al individuo (la edad, la presencia de déficit de atención, la inteligencia y el sexo de los sujetos) como externas a él (duración real del estímulo, contenido emocional del mismo) que influyen sobre los juicios de estimación temporal (Angrilli et al. 1997; Herrera 2006).

Por una parte, la influencia de la inteligencia sobre la precisión de los juicios temporales ha sido señalada por Chelonis et al. (2004) y por Smith et al. (2002), y por otra parte varios autores (Angrilli et al. 1997; Lomranz 1983; Zakay y Block 1997) mencionan literalmente que la complejidad del estímulo o la cantidad de información que éste contiene influye sobre la estimación de su duración. Sin embargo, ninguno de estos autores hace referencia a alguna investigación concreta, ni hemos encontrado en la literatura investigaciones que hayan estudiado sistemáticamente la relación entre la complejidad del estímulo y los juicios sobre su duración, con excepción de un solo trabajo (Lomranz, 1983) que se refiere al tema de manera tangencial.

En el contexto anterior, consideramos oportuno investigar si la complejidad del estímulo cuya duración debe juzgarse influye sobre la precisión de los juicios temporales, e intentar responder las siguientes preguntas: ¿existe una relación entre la complejidad de los estímulos visuales y la estimación de su duración? e ¿interactúan la inteligencia del sujeto y la complejidad del estímulo afectando la precisión de los juicios temporales?

OBJETIVOS

1. Determinar si la estimación temporal es afectada por la complejidad del estímulo visual.
2. Determinar si existe interacción entre la inteligencia de los sujetos y los diferentes niveles de complejidad del estímulo sobre la estimación temporal.
3. Identificar si la estimación temporal es diferente entre los sexos.

HIPÓTESIS

1. La exactitud de la estimación temporal se reducirá con el aumento en la complejidad del estímulo visual.
2. La exactitud en la estimación temporal de los niños con capacidad intelectual superior se verá menos afectada por la complejidad del estímulo visual que la de los niños de menor capacidad intelectual.
3. La estimación temporal de niños y niñas no será significativamente diferente.

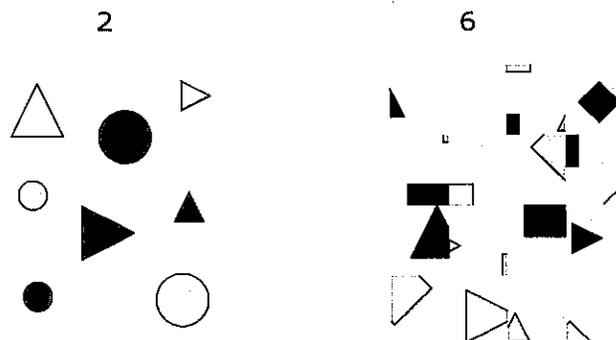
VARIABLES

Variables Independientes

Complejidad del estímulo visual. La complejidad del estímulo visual fue operacionalmente definida como una función de la cantidad y la diversidad de elementos en la imagen (contorno, color, tamaño, dirección y organización de la imagen). Se definieron los siguientes 8 niveles:

- Nivel 1. Un contorno con color.
- Nivel 2. Dos contornos en dos tamaños, dos direcciones y dos colores.
- Nivel 3. Tres contornos en tres tamaños, tres direcciones y tres colores.
- Nivel 4. Imágenes fotográficas de edificios.
- Nivel 5. Imágenes de nivel 1 divididas en 16 partes y reorganizadas.
- Nivel 6. Imágenes de nivel 2 divididas en 16 partes y reorganizadas.
- Nivel 7. Imágenes de nivel 3 divididas en 16 partes y reorganizadas.
- Nivel 8. Imágenes de nivel 4 divididas en 16 partes y reorganizadas.

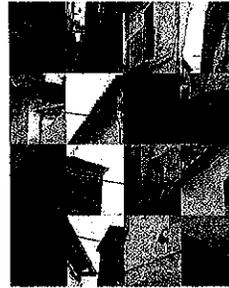
Ejemplos de estímulos utilizados: (El tamaño de los estímulos en la prueba es de 10.5 X 12.5 cms.)



4



8



Duración real del estímulo visual (2,500 mseg. ó 5,500 mseg.)

Inteligencia del sujeto (diagnóstico de capacidad intelectual obtenido con el Test de Matrices Progresivas de Raven).

Variable Dependiente

Precisión de la estimación temporal, representada mediante el índice siguiente: $T_{corregido} = (T_{estimado} - T_{real}) / T_{real}$ (Angrilli et al., 1997).

MÉTODO

Diseño experimental

Diseño factorial de 3 (capacidad intelectual) x 8 (complejidad del estímulo visual) x 2 (duración real) de tipo parcelas divididas (p.qr según Kirk, 1995). El esquema del diseño experimental se muestra a continuación:

Capacidad Intelectual (Raven)	Complejidad del Estímulo							
	1		2			8	
	Duración 2.5 5.5		Duración 2.5 5.5			Duración 2.5 5.5	
Superior	Ss1	Ss1	Ss1	Ss1	Ss1	Ss1	Ss1	Ss1
Término medio	Ss2	Ss2	Ss2	Ss2	Ss2	Ss2	Ss2	Ss2
Inferior al término medio	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3

Muestreo

No aleatorio, basado en la participación voluntaria.

Sujetos

38 participantes (25 niñas y 13 niños), voluntarios, provenientes de tres distintas escuelas públicas, que cumplieron con los criterios de inclusión que se mencionan más adelante.

Criterios de inclusión

- a) Tener entre 10.5 y 11.9 años de edad
- b) Estar cursando el sexto grado de primaria
- c) No haber repetido grado escolar
- d) No presentar déficit de atención con hiperactividad
- e) Sin historia de traumatismo craneal con pérdida del conocimiento
- f) No presentar déficit visual no corregido
- g) El puntaje obtenido por el sujeto en el Test de Matrices Progresivas de Raven deberá corresponder a los siguientes, los cuales según el Baremo de Aguascalientes para la escala coloreada -para niños de hasta 11.5 años- y la escala general desde 11.5 años en adelante:

Sexo Edad hasta	Niños 11.16	Niños 11.5	Niñas 11.16	Niñas 11.5	Niños (as) 11.9
Capacidad intelectual superior	34-36	34-36	34-36	34-36	47-60
Capacidad intelectual término medio	29-32	27-32	29-31	29-32	37-44
Capacidad intelectual inferior al T.M.	0-26	0-24	0-26	0-26	0-34

Criterios de exclusión

Que el niño:

- a) Haya decidido salir de la investigación.

- b) No haya concluido cualquiera de las tareas.
- c) En algún grupo de estímulos de complejidad tenga menos de tres respuestas validas.

Instrumentos

- Test de Matrices Progresivas de Raven, escala coloreada y escala general (Raven, Court, y Raven 1991).
- Cuestionario Conners para padres y maestros (Portuondo 1979).
- Índice de proporción (Angrilli et al. 1997).
- Cartera de estímulos visuales de distintos niveles de complejidad.
- Computadora portátil para presentación de estímulos visuales.
- Programa para presentación de estímulos y registro de respuesta de estimación temporal CompleStim_1 (elaboración: laboratorio de Psicofisiología de los procesos perceptuales).
- Programa para desorganización de imágenes Project1 (Osier, Grobman y Batson 1997).

Estímulos

- 5 imágenes visuales de cada uno de los niveles de complejidad; 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8. Cada uno de los 40 estímulos se presentará en dos ocasiones, una de ellas con duración corta (2500 msec.) y la otra con duración larga (5500 msec.). Los 80 estímulos mezclados aleatoriamente fueron presentados en dos bloques de 40 estímulos cada uno.

PROCEDIMIENTO

Se solicitó por escrito colaboración a las tres instituciones educativas y autorización de los padres de los sujetos.

En la primera etapa se aplicó el test de Connors a padres y maestros por separado, se realizó una entrevista a padres con el fin de saber si el niño padeció un traumatismo craneal con pérdida de conocimiento o presentaba déficit visual no corregido y se les aplicó el Test de Matrices Progresivas de Raven en forma grupal.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la primera etapa se seleccionaron 45 niños del total inicial de 67.

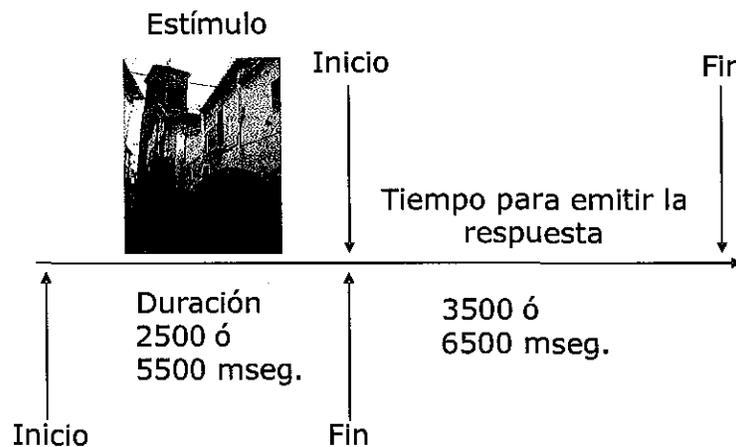
Posteriormente, la tarea de reproducción temporal fue realizada por cada niño o niña de forma individual. Se solicitó al sujeto sentarse en una silla frente a un escritorio sobre el cual se encontraba una computadora portátil (con una distancia de los ojos a la pantalla de 60 cm.) con el programa *CompleStim*, desarrollado en el Laboratorio de Procesos Perceptuales. Se pidió a cada participante que ingresara sus datos personales (nombre, fecha de nacimiento, escuela y lateralidad) y posteriormente que realizara la tarea de reproducción temporal, después de haber leído las siguientes instrucciones:

En el centro de la pantalla aparece una cruz de color gris, y debes tratar de mantener la vista fija en ese lugar. En cada uno de los ensayos, donde se encuentra la cruz aparecerá un dibujo, y estará presente durante un cierto tiempo, a veces largo y a veces corto. Cuando el dibujo desaparezca tú deberás oprimir el botón izquierdo del ratón durante un tiempo igual al que duró el dibujo, y luego soltar el botón. Después del último ensayo aparecerá un letrero indicando que ha terminado la serie de ensayos.

Todos los participantes realizaron un ensayo de la tarea de reproducción temporal con cinco estímulos, para asegurarnos de que hubieran comprendido la tarea. Este ensayo se realizó en un máximo de dos ocasiones, hasta que cada sujeto demostró comprender a la perfección lo que debía realizar durante la sesión.

Posteriormente se presentó al sujeto un bloque de 40 ensayos con las imágenes (en orden aleatorio) de diversas complejidades. Después de concluir este primer conjunto de ensayos cada sujeto descansó por un periodo de 2 minutos, después del cual reiniciaron la tarea, hasta concluir con las 40 imágenes restantes.

El orden de presentación de los dos bloques de ensayos también fue aleatorio entre sujetos. A continuación se presenta el esquema de un ensayo en la tarea de estimación temporal.



RESULTADOS

Se realizó evaluación con el Test de Connors y el Test de Matrices Progresivas de Raven a 67 sujetos de tres escuelas públicas de la zona metropolitana de Guadalajara, de los cuales se seleccionaron 45 sujetos que cumplieron con todos los criterios de inclusión, posteriormente 7 fueron excluidos de la muestra debido a que no completaron el mínimo de ensayos válidos. Los 38 participantes finalmente incluidos en la muestra se distribuyeron en términos de género y de capacidad intelectual (evaluada con el Test de Matrices Progresivas de Raven) como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1

Distribución de los participantes en función de su género y su capacidad intelectual (n = 38)

			RAVEN			Total
			Superior	Media	Inferior	
SEXO	Mujeres	n	9	9	7	25
		% Sexo	36.0%	36.0%	28.0%	100.0%
		% RAVEN	64.3%	69.2%	63.6%	65.8%
	Hombres	n	5	4	4	13
		% Sexo	38.5%	30.8%	30.8%	100.0%
		% RAVEN	35.7%	30.8%	36.4%	34.2%
Total	n	14	13	11	38	
	% Sexo	36.8%	34.2%	28.9%	100.0%	
	% RAVEN	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	

A continuación se describen los principales resultados en forma numérica. La convención que utilizaremos será **M** (promedio aritmético), **DS** (desviación estándar) y **ESM** (error estándar de la media). En los análisis estadísticos de los datos en los que no se cumplía con el

supuesto de esfericidad se empleó la corrección de Greenhouse-Geisser, aunque los grados de libertad que se reportaron fueron los originales, para facilitar la lectura.

En la muestra total se observó que los sujetos subestimaron la duración real de los estímulos en todos sus niveles y duraciones (Cuadros 2 y 3).

En cuanto al efecto de la duración real del estímulo sobre su estimación temporal encontramos diferencias estadísticamente significativas ($F_{(1,37)} = 22.018, p < 0.001$). La media de la estimación de los estímulos cortos fue de - 0.133, mientras que la media de la estimación de los estímulos largos fue de - 0.198.

Por otra parte, las diferencias no fueron estadísticamente significativas ($F_{(7,259)} = 1.467, p > 0.05$) entre los diversos niveles de complejidad visual.

Cuadro 2

Precisión de la estimación temporal
de los estímulos cortos (n = 38)

Complejidad	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Std.
1	-.533	.031	-.132	.121
2	-.365	.542	-.136	.145
3	-.358	.192	-.109	.118
4	-.433	.144	-.133	.137
5	-.438	.259	-.153	.127
6	-.430	.340	-.124	.141
7	-.509	.091	-.127	.129
8	-.496	.085	-.150	.122

Cuadro 3

Precisión de la estimación temporal
de los estímulos largos (n = 38)

Complejidad	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Std.
1	-.546	.020	-.215	.134
2	-.471	.021	-.188	.122
3	-.494	-.049	-.179	.111
4	-.488	.022	-.204	.131
5	-.490	.026	-.211	.124
6	-.448	.000	-.199	.108
7	-.452	-.017	-.188	.114
8	-.485	.011	-.203	.122

Con respecto a los niveles de complejidad los estímulos de complejidad 3 fueron los mejor estimados en las dos duraciones (corta $M = -0.109$ y larga $M = -0.179$), y los niveles 5 ($M = -0.153$) y 1 ($M = -0.215$) de las duraciones corta y larga, respectivamente, los más subestimados (Figura 2).

Muestra completa

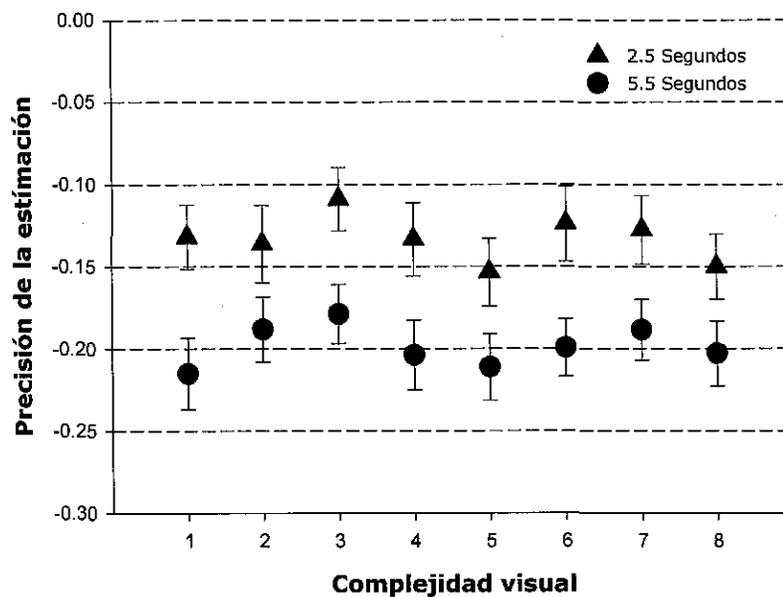


Figura 2

Estimación temporal ($M \pm ESM$)
de los estímulos cortos y largos (n=38).

Duración y sexo

Con respecto a la capacidad de estimar el tiempo por parte de cada sexo no encontramos diferencia significativa ($F_{(1,32)} = .276, p > 0.05$); tampoco se encontró interacción entre el sexo y la duración real de los estímulos ($F_{(1,32)} = 2.570, p > 0.05$).

Si bien tanto los hombres como las mujeres fueron más precisos al estimar la duración de los estímulos cortos que al estimar la de los largos, la diferencia entre la precisión de las dos estimaciones fue más notoria en las mujeres que en los hombres.

En la duración corta las mujeres presentaron la mejor estimación en el nivel 3 ($M = -0.105$) y la mayor subestimación en el nivel 8 ($M = -0.154$), mientras que en el grupo de hombres fueron el nivel 7 ($M = -0.103$) el mejor estimado y el nivel 5 ($M = -0.173$) el de la mayor subestimación (Figura 3). La media de las mujeres en esta duración fue de -0.132 y la de los hombres fue de -0.135 .

Estímulos cortos (2.5 seg.)

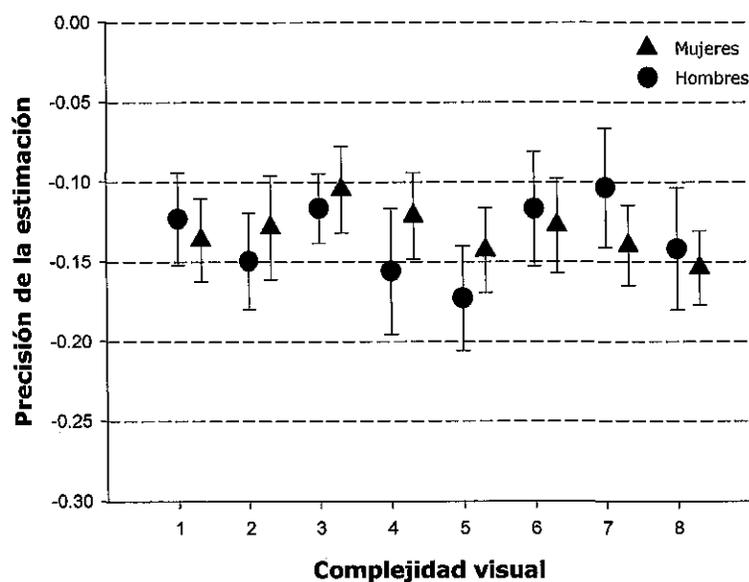


Figura 3

Estimación temporal ($M \pm ESM$)
en mujeres ($n=25$) y en hombres ($n=13$)

El grupo de mujeres presentó la mejor estimación temporal de la duración larga en el nivel 3 ($M = -0.192$), y la mayor subestimación en el 1 ($M = -0.248$). Por su parte el nivel mejor estimado por los hombres fue el 1 ($M = -0.151$) y el más subestimado fue el 6 ($M = -0.196$) (Figura 4). En esta duración las medias de precisión de la estimación por sexo fueron en las mujeres -0.212 y en los hombres de -0.171 .

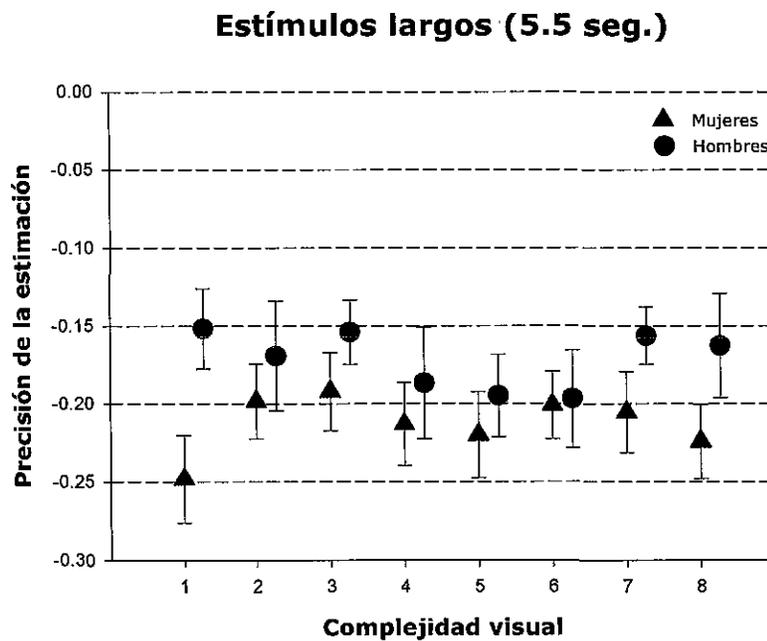


Figura 4
Estimación temporal ($M \pm ESM$)
en mujeres ($n=25$) y en hombres ($n=13$)

Duración y capacidad intelectual

No se encontraron diferencias significativas en la estimación temporal de los sujetos con relación a la división por niveles de capacidad intelectual ($F_{(2,32)} = .284, p > 0.05$) ni hubo interacción entre las variables capacidad intelectual y duración real del estímulo ($F_{(2,32)} = .717, p > 0.05$).

En la duración de 2500 msec. observamos que los niños con capacidad intelectual superior (S) y los de capacidad intelectual término medio (TM) estimaron mejor las imágenes del nivel de complejidad 3 ($M=-0.120$ y $M=-0.111$ respectivamente), en tanto que para el grupo de capacidad intelectual inferior (I) la menor subestimación fue en el nivel 6 ($M=-0.068$). Por otro lado, los niveles más subestimados fueron en S el 1 ($M=-0.154$), en TM el 2 ($M=-0.163$) y en I el 5 ($M=-0.157$). (Figura 5).

La media global de estimación de 2.5 segundos, del grupo con capacidad intelectual superior fue de -0.143 . En el grupo de capacidad intelectual término medio de -0.144 y en el de capacidad intelectual inferior al término medio de -0.106 .

Estímulos cortos (2.5 seg.)

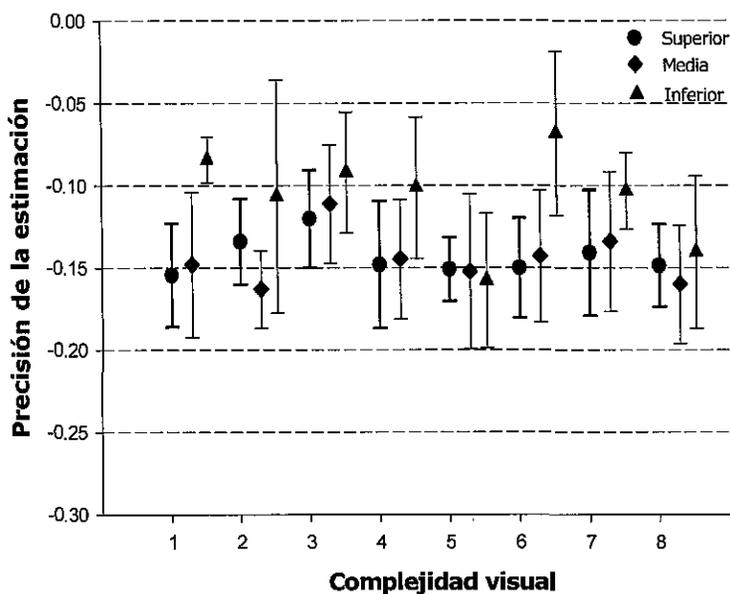


Figura 5

Estimación temporal ($M \pm ESM$) en los sujetos con capacidad intelectual superior ($n=14$), término medio ($n=13$) e inferior ($n=11$)

Con respecto a la duración de 5500 mseg. encontramos que las mejores estimaciones se presentaron en el nivel 3 para S ($M = -0.175$) en el 2 para TM ($M = -0.182$) y en el 7 para I ($M = -0.149$), en tanto que las mayores subestimaciones fueron en 1 para S ($M = -0.243$), en 5 para TM ($M = -0.231$) y en 6 para I ($M = -0.226$) (Figura 6).

La media global de estimación de 5.5 segundos del grupo con capacidad intelectual superior fue de -0.208 ; en el grupo de capacidad intelectual término medio de -0.199 y en el de capacidad intelectual inferior al término medio de -0.186 .

DURACIÓN LARGA (5.5 seg.)

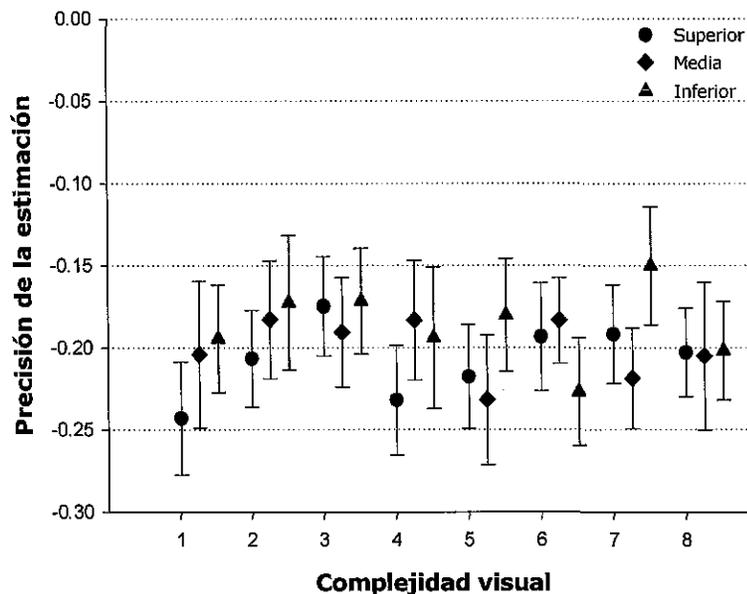


Figura 6

Estimación temporal ($M \pm ESM$) de los estímulos largos en sujetos con capacidad intelectual superior ($n=14$), término medio ($n=13$) e inferior ($n=11$)

DISCUSIÓN

Como un primer hecho a señalar, los resultados de nuestra investigación mostraron con claridad que los niños y niñas de entre 10.5 y 11.9 años subestiman la duración de estímulos visuales, sin importar aspectos como la complejidad de los mismos o su duración real.

Este resultado general ha sido reportado por otros autores (Angrilli et al. 1997; Herrera, 2006; Rammsayer y Grondin, 2000; Zakay y Block, 1997), quienes relacionan dicha subestimación con el método empleado: la reproducción de intervalos. De hecho, Wearden (2003) realizó un experimento específicamente diseñado para comparar la ejecución de los sujetos en tareas de estimación temporal empleando distintos métodos para evaluarla. En ese trabajo se solicitó a los sujetos realizar juicios temporales en el rango de 200 a 1200 mseg. con los métodos de estimación, producción y reproducción. Los resultados mostraron cómo con los tres métodos se sobreestima la duración real, pero esta sobreestimación es menor con el método de reproducción. Más todavía, es interesante notar en los resultados de ese experimento que la sobreestimación con este método en particular disminuye progresivamente con el incremento de la duración real del estímulo, hasta llegar a ser un juicio preciso cuando el estímulo dura alrededor de 1000 milisegundos.

Por otra parte, cuando comparamos la precisión al estimar las duraciones de estímulos cortos (2,500 mseg.) y de estímulos largos (5,500 mseg.), pudimos observar que los primeros fueron estimados de manera más precisa, y que la diferencia en la precisión de los juicios sobre la duración fue significativa.

Sobre este aspecto Angrilli et al. (1997) han propuesto una división gruesa entre intervalos "cortos" y "largos", proponiendo, con base en resultados experimentales que la frontera entre estas dos duraciones se encuentra en algún valor cercano a los 4 segundos en donde se realiza una transición entre diferentes estrategias para estimar el tiempo; esta propuesta tiene sus bases en dos aspectos: primero, que sus resultados demostraron que la duración de 4 segundos fue sobreestimada en comparación con las de 2 y de 6 segundos usando un método de estimación y subestimada cuando se empleó un método de reproducción y, segundo, los resultados obtenidos por Elbert, Ulrich, Rockstroh, y Lutzenberger en una investigación anterior, realizada en 1991, en la que a los sujetos les fue requerido reproducir diferentes intervalos entre 1 y 8 segundos, encontrándose una mayor negatividad cortical (variación negativa contingente, CNV) durante los intervalos menores a 3 y 4 segundos que la observada durante intervalos mayores; según dichos autores estos hechos implican que la reproducción de intervalos largos es un proceso más complejo, porque incluye un mayor número de procesos cognitivos (comparaciones, decisiones, etc.) que la reproducción de intervalos cortos.

No se encontraron diferencias sexuales significativas con respecto a la estimación temporal de los dos intervalos lo cual es contrario a lo encontrado por Dolu, et al. (2004) esto se debe, probablemente, a que el rango de edad de ese estudio fue de 18 a 23 años, por otra parte nuestros resultados concuerdan con los encontrados por Espinosa-Fernández et al. (2003), y con los reportados por Chelonis et al. (2004) en las muestras que son compatibles con el rango de edad de la presente investigación.

Ya que diversos autores (Angrilli et al. 1997; Zakay y Block 1997 y Lomranz 1983) han mencionado que la complejidad y la cantidad de

información de los estímulos presentados a los sujetos para su estimación temporal producen juicios más inexactos y por otra parte Chaston y Kingstone (2004) refirieron que los hallazgos de su investigación dan soporte a la visión de que comprometer la atención en otra actividad mientras se realizan juicios de duración afecta la estimación del tiempo, y que la atención ha sido confundida con factores como el número de tareas, carga de memoria y la complejidad de la tarea en diversas investigaciones, es que en la presente investigación se formuló la hipótesis de que la exactitud de la estimación temporal se reduciría con el aumento en la complejidad del estímulo visual.

Respecto a la variable complejidad es importante mencionar las conclusiones de Kish (1966/1975) basadas en trabajos experimentales realizados entre las décadas de 1950 y 1960 que estudiaron la estimulación sensorial en animales y humanos.

Este autor propone que la complejidad está estrechamente relacionada con la novedad y, por tanto, mientras más complejo sea un patrón de estímulos más tardará ese patrón en ser conocido y la saciedad en manifestarse.

Así, es posible que la ausencia de efecto de la complejidad -tal y como se definió operacionalmente en el presente estudio- sobre la estimación temporal esté relacionada con el hecho de que imágenes del mismo nivel fueron presentadas en más de una ocasión al sujeto, provocando habituación al estímulo y perdiendo éste su carácter de novedoso.

Si esta última interpretación pudiera sostenerse teóricamente, a pesar de los resultados obtenidos en nuestro estudio, cabe la posibilidad de que la variable complejidad del estímulo visual influya sobre la

exactitud de los juicios temporales, aunque la situación experimental debería ser modificada para poder detectar esta influencia.

Por otra parte, no se encontraron diferencias significativas en la estimación temporal de los sujetos relacionadas con su capacidad intelectual en la presente investigación, lo cual es contrario a lo encontrado en los estudios de Chelonis et al. (2004) y de Smith et al. (2002). Esto puede deberse a que, por una parte en el estudio de Chelonis et al. el método de evaluación de la respuesta fue el de producción temporal y, por otra, a que en ambos estudios los tiempos que debían ser estimados por los sujetos fueron de una duración mayor que el doble de la mas grande empleada por nosotros (5.5 seg.). Pudiera ser el caso que cuando la exigencia es mayor (mantener la atención sobre información de tipo temporal durante más tiempo) los recursos asociados con la inteligencia hagan patente una diferencia.

Finalmente, al no presentarse diferencias significativas en la capacidad de estimar el tiempo en los tres niveles de capacidad intelectual ni en los diversos niveles de complejidad visual no es posible una interacción.

Las conclusiones del trabajo pueden expresarse de la manera siguiente:

1. Los sujetos subestimaron la duración de los estímulos en las dos duraciones;
2. Los resultados experimentales de la presente investigación no muestran diferencias sexuales significativas en la estimación temporal;
3. La complejidad del estímulo visual -definida como la cantidad y variedad de información visual presentada en él- no produjo diferencias en la estimación temporal de los

sujetos; esta ausencia de diferencias podría deberse a que cada estímulo perdió su característica de complejo al dejar de ser novedoso, y por lo tanto dejó de atraer la atención de los sujetos, lo que provocó que prestaran mayor atención a estimar el tiempo -que fue la tarea solicitada- y,

4. No se encontraron diferencias significativas en la estimación temporal entre los tres niveles de capacidad intelectual, ni una interacción entre la capacidad intelectual del sujeto y la complejidad del estímulo que pudiera afectar la precisión de los juicios temporales.

Para finalizar se plantean las siguientes preguntas que podrían ser utilizadas para futura investigación acerca del tema:

¿El aumento en la duración de los estímulos mostrará un incremento progresivo de subestimación?

¿Incrementar la complejidad del estímulo visual -p. ej. con la inclusión de la variable movimiento del estímulo- afectará la estimación de su duración?

¿El uso de otro método de registro de la estimación temporal arrojaría resultados diferentes en la estimación de la duración de los estímulos diferentes en su complejidad?

¿El aumento en el tamaño de la muestra esclarecería los resultados de la estimación temporal en relación con los diferentes niveles de capacidad intelectual de los participantes?

REFERENCIAS

- Angrilli, A., Cherubini, P., Pavese, A., & Manfredini, S. (1997). The influence of affective factors on time perception. *Perception & Psychophysics*, 59(6), 972-982.
- Antonitis, J. & Barnes, G. (1961). Group operant behavior: An extension of individual research methodology to a real-life situation. *Journal of Genetic Psychology*, 98, 95-111.
- Baron, A., Antonitis, J. & Clark, A. (1963). Bar pressing as a function of test environment area. *Journal of Genetic Psychology*, 102(1), 159-165.
- Berlyne, D. (1960). *Conflict, arousal, and curiosity*. New York: McGraw-Hill.
- Butler, R. (1953). Discrimination learning by rhesus monkeys to visual-exploration motivation. *Journal of comparative and physiological Psychology*, 46(2), 95-98.
- Castelló, A. (1996). Concepto de superdotación y modelos de inteligencia. En A. Benito (Ed.), *Desarrollo y educación de los niños superdotados* (pp. 19-36). Salamanca: Amarú ediciones.
- Coull, J., Vidal, F., Nazarian, B., & Macar, F. (2004). Functional Anatomy of the Attentional Modulation of Time Estimation. *Science*, 303, 1506-1508.
- Chaston, A., & Kingston, A. (2004). Time estimation: The effect of cortically mediated attention. *Brain and Cognition*, 55, 286-289.
- Chelonis, J., Flake R., Baldwin, R., Blake, D., & Paule, M. (2004). Developmental aspects of timing behavior in children. *Neurotoxicology and Teratology*, 26, 461-476.
- Dolu, N., Gölgeli, A., Süer, C., Ascioğlu, M., Özesmi, C. & Sahin, Ö. (2004). Sex-related differences in time estimation and the role of expectancy. *International Journal of Neuroscience*, 114, 805-815.
- Dondis, D. (1992). *La sintaxis de la imagen*. México: Ediciones G. Gili.
- Espinosa-Fernández, L., Miro, E., Cano, M., & Buela-Casal, G. (2003). Age-related changes and gender differences in time estimation. *Acta Psychologica*, 112, 221-232.
- Ferreiro, E. (1999). *Vigencia de Jean Piaget*. Mexico: Siglo XXI.
- Fraisse, P. (1964). *The psychology of time*. London: Eyre & Spottiswoode.
- Gironell, A., Ramí, L., Kulisevsky, J., & García-Sánchez, C. (2005). Lack of prefrontal repetitive transcranial magnetic stimulation effects in time production processing. *European Journal of Neurology*, 12, 891-896.
- González-Garrido, A. A., Gómez-Velázquez, F. R., Zarabozo, D., López-Elizalde, R., Ontiveros, A., Madera-Carrillo, H., et al. (2008) Time reproduction disturbances in ADHD children: an ERP study, *International Journal of Neuroscience*, 118(1), 119 - 135.

- Harrington, D., Haaland, K., & Knight, R. (1998). Cortical Networks Underlying Mechanisms of Time Perception. *The Journal of Neuroscience*, 18(3), 1085-1095.
- Herrera, A. (2006). *Estimación de la duración de estímulos visuales agradables y desagradables en sujetos normales y deprimidos*. Tesis de Maestría, Instituto de Neurociencias, CUCBA, Universidad de Guadalajara.
- Ivry, R. & Spencer, R. (2004). The neural representation of time. *Current Opinión in Neurobiology*, 14, 225-232.
- James, W. (1890/1989). La percepción del tiempo. In W. James (Ed.), *Principios de psicología* (pp. 484-514). México: Fondo de cultura económica.
- Kirk, R. (1995). *Experimental Design: Procedures for the Behavioral Sciences*. México: International Thomson Editores.
- Kish, G. (1966/1975). Estudios sobre el reforzamiento sensorial. In W. Honig (Ed.), *Conducta operante: investigación y aplicaciones* (pp. 140-201). México: Trillas.
- Koch, G., Oliveri, M., Carlesimo, G., & Caltagirone, C. (2002). Selective deficit of time perception in a patient with right prefrontal cortex lesion. *Neurology*, 59(10), 1658-1659.
- Koch, G., Oliveri, M., Torriero, S., & Caltagirone, C. (2003). Underestimation of time perception after repetitive Transcranial magnetic stimulation. *Neurology*, 60(11), 1844-1846.
- Lomranz, J. (1983). Time estimation as a function of stimulus complexity and personality. *Social Behavior and Personality*, 11(2), 77-81.
- Mangels, J., Ivry, R., & Shimizu, N. (1998). Dissociable contributions of the prefrontal and neocerebellar cortex to time perception. *Cognitive Brain Research*, 7, 15-39.
- Merani, A. (1979). *Diccionario de psicología*. México: Ediciones Grijalbo.
- Oceano (1994). *DICCIONARIO ILUSTRADO OCEANO DE LA LENGUA ESPAÑOLA*. Barcelona: autor.
- Osier, D., Grobman, S., & Batson, S (1997). *Delphi 3*. Indianapolis: Sams Publishing.
- Pastor, M., Day, B., Macaluso, E., Friston, K., & Frackowiak, R. (2004). The Functional Neuroanatomy of Temporal Discrimination. *The Journal of Neurosciencie*, 24(10), 2585-2591.
- Piaget, J. (1964/1994). *Seis estudios de psicología*. (Nuria P. Trad.). México: Editorial Planeta Mexicana. (Trabajo original publicado en 1964).
- Piaget, J. (1973/1978). *El desarrollo de la noción del tiempo en el niño*. (Suárez, V y Utrilla, J. Trad.) México: Fondo de Cultura Económica.
- Portuondo, J. A. (1979). *Test Proyectivo de Karen Machover (3a. ed)*. Madrid: biblioteca nueva.
- Rammseyer, T., & Grondin, S. (2000). Psychophysics of Human Timing. En R. Miller (Ed.), *Time and the Brain* (pp. 157-167). Singapore: Harwood Academic.

- Raven, J. C., Court, J. H., & Raven, J. (1991/1993). *Test de matrices progresivas, manual*. (Platigorsky, J. Trad.) México: Editorial Paidós.
- Rao, S., Mayer, A. & Harrington, D. (2001). The evolution of brain activation during temporal processing. *Nature Neuroscience*, 4(3), 317-323.
- Rubia, K., & Smith, A. (2004). The neural correlates of cognitive time management: a review. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, 64, 329-340.
- Sattler, J. (2001/2003). *Evaluación infantil: aplicaciones cognitivas (Vol. 1)*. México: Manual Moderno.
- Savitt, Steven, "Being and Becoming in Modern Physics", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2007 Edition)*, Edward N. Zalta (ed.), URL = <http://plato.stanford.edu/archives/fall2007/entries/spacetime-become/>
- Smith, A., Taylor, E., Rogers, J., Newman, S., & Rubia, K (2002). Evidence for a pure time perception deficit in children with ADHD. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 43(4), 529-542.
- Wearden, J.H. (2003). Applying the scalar timing model to human time psychology: progress and challenges. In H. Helfrich (Ed.), *Time and Mind II* (pp. 21-40). Hildesheim.
- Yela, M. (1996). La estructura diferencial de la inteligencia: El enfoque factorial. *Psicothema*, 8, 293-325.
- Zajac, I., & Burns, N. (2007). Measuring Auditory Inspection Time in Primary School Children. *Journal of Individual Differences*, 28(1), 45-53.
- Zakay, D., & Block, R. (1997). Temporal Cognition. *Cambridge University Press*, 6(1), 12-16.
- Zhang, Q., Shi, J., Luo, Y., Liu, S., Yang, J., & Shen, M. (2007). Effect of task complexity on intelligence and neural efficiency in children: an event-related potential study. *NeuroReport*, 18(15), 1599-1602.

ANEXOS



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS
BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

INSTITUTO DE NEUROCIENCIAS

COMITÉ DE ÉTICA

DICTAMEN DEL COMITÉ DE ÉTICA AL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Relación entre niveles de complejidad de estímulos visuales y la estimación de su duración en niños con diferentes rangos de C.I.

CON NÚMERO DE REGISTRO ET062006-21

RESPONSABLE Dr. Daniel Zarabozo Enríquez de R

NOMBRE DEL ALUMNO Laura Cristina Navarro Berumen

APROBADO SIN MODIFICACIONES

RECHAZADO

SUGERENCIAS:

Handwritten signatures and initials on the left margin.

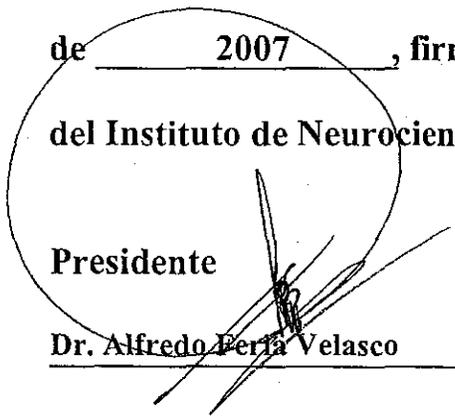
RECHAZADO DEBIDO A: _____

En caso de haber sido evaluado con sugerencias, se requiere someter a re-evaluación el proyecto de investigación, en primera instancia, al comité tutelar y posteriormente al Comité de Ética en un lapso máximo de 2 semanas a partir de esta fecha.

Se emite el presente DICTAMEN el día 23 de febrero

de 2007, firmando los integrantes del Comité de Ética del Instituto de Neurociencias.

Presidente

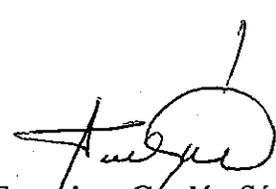

Dr. Alfredo Peña Velasco

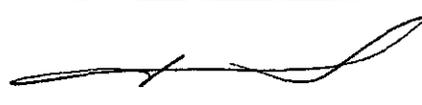
Secretaria


Dra. Marisela Hernández González

Vocales:


Dr. Jacinto Bañuelos Pineda


Dr. Luis Francisco Cerdán Sánchez


Dr. Andrés A. González Garrido


Dr. Jorge Juárez González

Cep. Comité Tutelar correspondiente.



INSTITUTO DE NEUROCIENCIAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AMBIENTALES
CUCBA, UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIA DEL COMPORTAMIENTO, ORIENTACIÓN NEUROCIENCIA

Francisco de Quevedo 180, Arcos Vallarta • 44130 Guadalajara, Jal. México • Teléfono / Fax 3818-0740

Por este medio hago constar mi consentimiento para que mi hijo(a)

participe en el estudio "Relación entre niveles de complejidad de estímulos visuales y la estimación de su duración en niños con distintos niveles de capacidad intelectual" que realiza la Psic. Laura Cristina Navarro Berumen, quien me ha informado sobre las principales características del estudio.

Entiendo que mi hijo(a) requerirá tiempo para asistir a la(s) sesión(es) del estudio, que podrá retirarse del estudio en el momento que así lo decida y que los resultados individuales serán manejados en forma confidencial.

Tlaquepaque, Jal., _____ de _____ de 2006.

Nombre y firma de madre,
padre o tutor

Psic. Laura C. Navarro Berumen
Investigador Responsable

Dr. Daniel Zarabozo E. de R.
Responsable del Proyecto de
Investigación



INSTITUTO DE NEUROCIENCIAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AMBIENTALES
CUCBA, UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIA DEL COMPORTAMIENTO, ORIENTACIÓN NEUROCIENCIA

Francisco de Quevedo 180, Arcos Vallarta • 44130 Guadalajara, Jal. México • Teléfono / Fax 3818-0740

Por este medio hago constar mi consentimiento para que mi hijo(a)

participe en el estudio "Relación entre niveles de complejidad de estímulos visuales y la estimación de su duración en niños con distintos niveles de capacidad intelectual" que realiza la Psic. Laura Cristina Navarro Berumen, quien me ha informado sobre las principales características del estudio.

Entiendo que mi hijo(a) requerirá tiempo para asistir a la(s) sesión(es) del estudio, que podrá retirarse del estudio en el momento que así lo decida y que los resultados individuales serán manejados en forma confidencial.

Guadalajara, Jal., ____ de _____ de 2007.

Nombre y firma de madre,
padre o tutor

Psic. Laura C. Navarro Berumen
Investigador Responsable

Dr. Daniel Zarabozo E. de R.
Responsable del Proyecto de
Investigación