



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE PSICOLOGÍA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

**EL EFECTO DE MODIFICAR EL RANGO
TEMPORAL-NUMÉRICO EN TAREAS DE
DISCRIMINACIÓN EN NIÑOS DE
5,6, 7 Y 8 AÑOS DE EDAD**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADA EN PSICOLOGÍA

PRESENTA:

LAURA ANGÉLICA GUTIÉRREZ HERNÁNDEZ

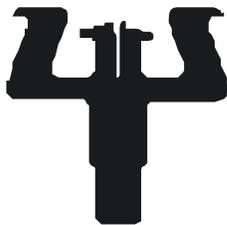
DIRECTOR: DR. JULIO ESPINOSA RODRÍGUEZ

REVISOR: DR. OSCAR ZAMORA ARÉVALO

SINODALES: DR. FLORENTE LÓPEZ RODRÍGUEZ

DR. GUSTAVO BACHÁ MÉNDEZ

DR. OSCAR VLADIMIR ORDUÑA TRUJILLO



**FACULTAD
DE PSICOLOGIA**

CIUDAD UNIVERSITARIA

2015



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

“Cualquier destino, por largo y complicado que sea, consta en realidad de un solo momento: el momento en que el hombre sabe para siempre quién es” J.L. Borges

**“Que otros se jacten de las páginas que han escrito; a mí me enorgullecen las que he leído”
Borges**

“Un encuentro casual era lo menos casual en nuestras vidas” Julio Cortázar

Agradecimientos

A Dios por estar presente en cada momento de mi vida, por darme fuerzas y ánimo para seguir.

A Laura Angélica:

Gracias por continuar este hermoso sueño, por fin lo logramos a pesar de todos los obstáculos lo hicimos, estoy súper orgullosa de ti, gracias por ser la persona que más amo.

A mi mami:

Gracias por ser la persona que más ha confiado en mí toda mi vida, te agradezco todos los esfuerzos que has hecho para ayudarme a crecer y a creer en mí, gracias por estar en mi vida, por ser la mujer a la que más amo y respeto. Esta tesis es tan tuya como mía porque tú siempre me escuchaste y me ayudaste a no rendirme a lo largo de todo este gran sueño. TE AMO por ser mi mamá, por ser mi mejor amiga y me heroína.

A mi padre:

Te agradezco tú esfuerzo y tu gran inversión en mi formación a lo largo de toda mi vida, gracias por enseñarme lo valioso que es ser responsable y dedicado en el trabajo. Gracias por tu cariño a lo largo de mi vida.

A la mia bella sorella Anna:

Mi querida hermanita gracias por ser mi amiga fiel en cada aventura que hemos compartido, gracias por amarme y escucharme, eres un ángel en mi vida, sabes que sin tu ayuda en la redacción este trabajo estaría sin terminar. Grazie per essere la persona più positiva che ho conosciuto nella mia vitta.

A Lalito:

Mi hermano menor te doy las gracias por darme ánimos cuando me he sentido triste, gracias por tus bromas, por tu cariño, eres muy especial para mí.

A mis tías:

A las dos las quiero mucho cada una me ha enseñado lo importante que es seguir adelante sin importar los obstáculos.

A Eduardo:

Gracias mi querido hermano por tu cariño y amistad a lo largo de toda mi vida, gracias por los momentos que compartimos juntos.

A mis queridos compañeros de vida: Kenedy, Chernol, Punky, Hardy, Princess, Leo, Sam, Osita, gracias por enseñarme qué es realmente valioso en la vida. Gracias por cada minuto de su hermosa compañía, por cada momento de felicidad que me han regalado a lo largo de toda mi historia. A ti en especial mi amado Punky, gracias por estar conmigo siempre.

A mis dos grandes amigos Crsitian e Ivan por estos diez años de amistad.

A Irene:

Sin tí mi tesis no se habría realizado, de verdad te estaré eternamente agradecida por tu apoyo y compromiso en mi trabajo desde el inicio. Gracias por enseñarme a programar, analizar datos pero sobre todo te agradezco tu valiosa amistad, tú eres gran parte de este trabajo.

A Fabiola:

Gracias por compartir conmigo mis alegrías y tristezas, por ayudarme a confiar más en mi, por bailar, cantar en los momentos más felices de mi vida, por escucharme y por enseñarme que hay sacudir lo malo de nuestra vida y a caminar como un lobo (chiste local).

Al Dr. Julio Espinosa:

Mi querido Julio siempre estaré agradecida contigo por creer en mí en todo este tiempo, gracias por compartir tus conocimientos conmigo a lo largo de esto cinco años o más, gracias por tu cariño y amistad. Siempre recordare tus enseñanzas a lo largo de mi vida, gracias por creer en este valioso proyecto, siempre serás mi profesor consentido.

Al Dr. Florente López:

Dr. Muchas gracias por sus valiosos consejos en el análisis de datos, gracias por su gran sencillez al compartir su inmenso conocimiento, usted es el verdadero revisor de mi trabajo.

Al Dr. Vladimir Orduña:

Te agradezco el haberme permitido trabajar en tu laboratorio por dos años, aprendí mucho sobre la importancia del tiempo, gracias por contribuir en mi formación académica, y por último gracias por ser un buen amigo.

A Gabriela Ballesteros:

Gracias por enseñarme lo valioso que es creer en mí, por demostrarme lo lejos que las mujeres pueden llegar, por hacerme soñar sobre mi valioso futuro profesional, siempre te agradeceré tu apoyo cuando lo necesite.

A Javier Vázquez:

Gracias por tomarte el tiempo para ayudarme a corregir la redacción de mi tesis, gracias por ser mi editor en este trabajo.

Índice

Resumen 1

Capítulo I. Relación tiempo-número 3

Capítulo II. Modelos temporales-numéricos y su interacción con memoria y atención en niños. 16

Planteamiento del problema 27

Resultados 35

Discusión General 51

Alcances del presente estudio 62

Limitaciones del estudio 64

Referencias 65

RESUMEN

El conocimiento numérico-temporal en humanos y no humanos es una cuestión de gran interés debido a la interacción con procesos básicos como atención y memoria, a través del registro de información se pueden emitir estimaciones de cantidad y tiempo.

La relevancia de estudiar el origen del conocimiento numérico surge gracias a las investigaciones conducidas con animales en las cuales se propone un procesamiento simultáneo de ambas dimensiones siempre y cuando covarien.

Para demostrar este efecto algunos investigadores han empleado procedimientos de bisección, utilizando como participantes adultos e infantes; cabe mencionar que la tarea empleada (bisección) ha sido adaptada de manera reciente para niños.

Los resultados obtenidos muestran una diferencia en las ejecuciones debido a cambios en el desarrollo cognitivo y a la sensibilidad expresada para ambas dimensiones (tiempo y número).

Al comparar el desempeño de infantes de 3, 5 y 8 años de edad en tareas de bisección o discriminación se observan patrones distintos al emitir una decisión, una manera de interpretar éstos resultados es a partir de la sensibilidad numérica y su repercusión en el conocimiento temporal.

Por tal razón en el presente estudio se decidió realizar una evaluación sobre el conocimiento numérico-temporal en infantes de 5, 6,7 y 8 años de edad y su repercusión en su capacidad para discriminar ambas dimensiones, es decir, si la sensibilidad expresada por los infantes mejora con la edad. Cabe mencionar que en el presente estudio el

rango de edad fue más amplio ya que esto permite a la investigación aclarar si la edad es un factor en la sensibilidad expresada para ambas dimensiones (tiempo y número). Para llevar a cabo el estudio se emplearon tareas de discriminación numérica y discriminación temporal, es decir, los participantes fueron expuestos a comparaciones de estímulos visuales y auditivos. Al finalizar el estudio todos los datos obtenidos fueron analizados con un Análisis de Varianza (ANOVA), lo que se reportó en el presente estudio fue que los infantes sin importar la edad son sensibles a ambas dimensiones, sin embargo, lo que modifica su ejecución en tareas de discriminación es el grado de comprensión que tienen del número y tiempo.

De lo anterior se deduce que la dimensión numérica es importante para la comprensión del tiempo, en otras palabras, número es una dimensión con la cual los niños están en contacto desde edades tempranas y esto facilita su adquisición lo cual no ocurre con tiempo

CAPÍTULO I

Relación tiempo-número

What is real time unless it is time which has been or could be experienced?"

Bergson (1968)

À la poursuite du temps

Tiempo y número son dimensiones indispensables en la vida de todos los seres vivos ya que facilitan el aprendizaje que permite generar estrategias en la solución de problemas. Como ejemplos, pueden citarse las horas de sueño, la hora del biberón en el caso de los bebés (ver Droit-Volet, 2011), cambios en la temperatura, o aumento en el salario. Tiempo y número explican que para que todas estas conductas ocurran es necesario el aprendizaje, es decir, infantes, animales y adultos deben estar atentos a las modificaciones ambientales pues a partir de los cambios en su entorno surgen conductas adaptativas, las cuales son producto del aprendizaje y de la interacción de ambas dimensiones.

En este sentido, tiempo y número son dimensiones complementarias, lo que significa que para que ocurra la comprensión temporal se requiere de la adquisición numérica y viceversa. Ambas son necesarias para la adquisición del aprendizaje.

Otra forma de vincular tiempo y número en el aprendizaje es a través de la asociación de estímulos. En otras palabras, la contigüidad (tiempo) y la frecuencia (número) con las cuales ocurre la presentación de estímulos fortalecen la asociación de estos estímulos, la cual se traduce en aprendizaje.

Esta idea se ha sabido gracias a las investigaciones realizadas tanto por Pavlov como por Thorndike, donde el objetivo de sus estudios ponen de relieve que la

contigüidad (tiempo) y la calidad y cantidad del reforzador (número) son indispensables para facilitar el aprendizaje y así poder observar la conducta deseada (ver Domjan, 2011).

Por tanto, es necesario comprender que la relación de tiempo y número no sólo corresponde a factores biológicos, sino también a cambios producidos en el ambiente, puesto que los organismos son susceptibles a esos cambios.

El tiempo es una dimensión con la cual los seres vivos están en contacto desde edades tempranas. Estudios recientes (Brannon, Suanda, & Libertus, 2007; Provasi, Rattat, & Droit-Volet, 2010; VanMarle & Wynn, 2006) muestran que infantes de cuatro meses de edad son capaces de discriminar duraciones de sonidos, sugiriendo que son sensibles a modificaciones temporales.

Asimismo, el número es una dimensión con la cual los seres vivos lidian desde muy pequeños. Por ejemplo, en la escuela los números se enseñan con objetos (pelotas, sillas, libros, colores) para facilitar la comprensión de esta dimensión.

Con todo esto, tiempo y número son dimensiones indispensables para la adaptación de los seres vivos que, al proporcionar información cuantificable, permiten generar estrategias para la solución de problemas, ya que en la vida diaria los organismos deben estar atentos a las modificaciones ambientales pues a partir de los cambios en el entorno emergen patrones conductuales adaptativos.

Por ejemplo, un león decide cazar una presa. No lo realiza sólo por instinto sino por requerimientos energéticos, llámese estado de privación. En este contexto, resulta factible que el león decida cazar dada su privación, mientras que su conducta diferiría sino se

encontrara hambriento. Las señales a las que presta mayor atención son de tipo fisiológicas, las cuales indican la manera en que deberá comportarse.

Para cazar, el león necesitará estimaciones de tiempo y número, pues, a partir de ellas es como se condicionará su comportamiento para llevar a cabo su conducta, es decir, considerará el tamaño de la fuente de alimento y su distancia.

Este ejemplo manifiesta claramente cómo todos los organismos, sin importar la especie, necesitan prestar atención a estas dimensiones (tiempo y número). A través de las características numéricas y temporales se crean habilidades para la solución de problemas.

En este sentido, número y tiempo son importantes para que el aprendizaje ocurra, ya que si no se presentaran las condiciones pertinentes para que se dé una asociación, los organismos en general no sabrían cómo comportarse.

De igual manera, Gallistel & Gibbon (2000) expusieron en sus estudios la importancia del papel de la conducta temporal para teorías del aprendizaje, específicamente en fenómenos de condicionamiento clásico y operante. Es a partir de estos mecanismos que es posible estudiar la elección de los animales y de infantes, asumiendo de manera parsimoniosa que la conducta temporal manifestada por éstos es controlada por la presentación de eventos y su frecuencia.

Por tanto, es necesario comprender que el origen del conocimiento numérico-temporal no sólo corresponde a factores biológicos, sino también a cambios producidos en el ambiente, puesto que los organismos son susceptibles a esos cambios.

La conducta manifestada por los individuos es regulada por la tasa de reforzamiento asociada a una actividad particular, es decir, las tasas relativas de respuestas igualan las

tasas relativas de reforzamiento. Sin embargo el comportamiento de los organismos depende en gran medida de las consecuencias ambientales que produce. Frecuentemente observamos que hay cierto grado de variabilidad en las conductas provocada por las circunstancias específicas. (Orduña, 2000)

Por otra parte resulta pertinente destacar la discriminación, pues, gracias a ella animales y humanos son capaces de identificar fuentes de alimento que les permiten cubrir sus requerimientos biológicos. A partir de esta habilidad los organismos son capaces de distinguir si un conjunto contiene muchos o pocos elementos (Davis & Perusse, 1988; Emerton, 2001). Estos niveles de competencias numéricas expresadas por los organismos son fundamentales en la toma de decisiones relativas a número y a distancia existente entre dos opciones.

La dimensión temporal-numérica permite realizar estimaciones precisas sobre dos fuentes de alimento o discriminar estímulos que conducen a resultados diferentes. Cabe resaltar que tiempo y número son dimensiones no excluyentes, es decir, son inherentes.

Es importante aclarar, también, que ambas dimensiones están presentes en todas las etapas de la vida. Un estudio que ejemplifica esto fue conducido por Brackbill y Fitzgerald (1972). Empleando un procedimiento de condicionamiento temporal, con la finalidad de comprobar que los infantes son sensibles a las modificaciones producidas por su entorno se demostró que infantes de un mes de edad son capaces de expresar conductas temporales. En el experimento se realizaron cambios en la luminosidad para observar si los infantes podían estimar intervalos temporales. Se utilizó como estímulo incondicionado (EI) el cambio en las condiciones de luz. Se observó que la contracción pupilar ocurría

diferencialmente en presencia y en ausencia del estímulo, es decir, los participantes estimaban el período en el que ocurría la presentación de la luz. Para evitar efectos de entrenamiento, hubo ensayos en los que el El no se presentaba y se encontró que los infantes continuaban contrayendo la pupila. Esto demuestra claramente que los infantes percibían el paso del tiempo durante un intervalo preciso (Droit-Volet, 2011).

A partir de los resultados obtenidos en el estudio anterior, se condujeron más investigaciones sobre el origen del conocimiento temporal en infantes. Colombo y Richman (2002) grabaron el ritmo cardiaco de bebés de cuatro meses de edad con el propósito de observar un incremento en el ritmo cardiaco de los infantes ante modificaciones en su ambiente.

El cambio en el ritmo cardiaco ocurría cuando a los infantes se les presentaba de manera repetida un estímulo (luz) con una duración de dos segundos. Los investigadores observaron que cuando los infantes hacían caso omiso al estímulo, el ritmo cardiaco lo reflejaba, es decir, había una desaceleración del ritmo cardiaco. Esto ocurría porque los infantes se habían habituado a la presentación del estímulo en un período específico. Otro dato importante de este estudio es que los infantes podían reiniciar su conducta en un intervalo de tiempo preciso, o sea, antes de la presentación del estímulo.

Estos estudios permiten observar cómo los patrones conductuales exhibidos por infantes y niños no difieren del de adultos, sino que las características del procedimiento (bisección temporal o numérica) no son siempre adecuadas para la evaluación de conductas temporales en niños, y que existe otro tipo de tareas que puede ser más adecuado para infantes, como tareas de condicionamiento temporal o tareas de reproducción.

Por tal razón, durante mucho tiempo se sostuvo la idea que la precisión de la respuesta exhibidas por niños y adultos difería por la falta de comprensión de la tarea, y nunca se cuestionó si los procedimientos eran los adecuados. Levin (1992) refiere que el tiempo que invierte un niño en sus actividades no es proporcional, a diferencia del de adultos. Por tal razón concluye que la dimensión temporal no resulta relevante para los infantes.

Esta idea fue apoyada durante mucho tiempo por la concepción teórica que Piaget (1946) propone sobre el tiempo. La idea central de la Teoría Psicogenética expresaba que el desarrollo cognitivo de los niños ocurre por etapas, y es a partir de éstas donde ellos pueden expresar patrones de conductas particulares.

Piaget condujo varios experimentos para demostrar que el conocimiento temporal (la velocidad con la que se juzga un evento) se adquiere en una edad específica. También elaboró diversas tareas en las cuales los niños debían comparar la velocidad de dos vehículos. Se les mostraban dos carros de juguete que se movían en paralelo. La marcha de los vehículos ocurrió de manera sincrónica, sin embargo, en el recorrido se observó que uno iba más rápido respecto al otro. Esto se hizo de manera intencional ya que cuando el carro se detenía esto podía hacer pensar a los niños que se tardaba más, al llegar a la meta los dos carros lo hicieron al mismo tiempo.

En esta condición experimental se les preguntaba a los niños si la duración era la misma para los dos carros o si uno iba más rápido que otro. Los niños preescolares respondían que el carro que se detenía se tardaba más que el otro, mientras que los niños de ocho años respondían que la velocidad y el tiempo que empleaban era el mismo. Piaget

concluyó que esto se debía a que el desarrollo cognitivo de los niños de ocho años obedece a un pensamiento lógico y por tal razón podían notar que la velocidad y el tiempo empleado era el mismo. La propuesta de Piaget sobre el conocimiento temporal tuvo mucho peso dentro de la Psicología por su fundamento en la Teoría de la Relatividad de Einstein cuya idea central proponía lo siguiente: “Tiempo no es solo una intuición subjetiva sino que depende de la velocidad con la que se juzga un evento” (Piaget, 1946). Lo que pretendía con esta definición era defender la hipótesis de que el tiempo depende de cómo es percibido por el individuo y no de la asociación de movimientos. Sin embargo, Wilkening, Levin y Druyan (1981) replicaron el estudio conducido por Piaget (1946), antes mencionado, para demostrar que la adquisición del conocimiento temporal no se adquiere en una etapa del desarrollo específica.

Para llevar a cabo su experimento utilizaron la grabación de un ladrido de un perro y dos muñecos de peluche (un gato y una tortuga); los animales corrían mientras el sonido del ladrido del perro se presentaba y se detenían justo cuando la grabación se detenía. En este caso la velocidad fue representada por el movimiento de cada animal. La distancia y velocidad con la que se movían los animales estaba relacionada con la duración de la grabación del ladrido del perro.

Su experimento concluyó que los niños de cinco años de edad percibían la diferencia entre la distancia recorrida por los animales (gato y tortuga) y el sonido de la grabación. Sin embargo esto los llevó a pensar que los infantes poseen un conocimiento implícito sobre la relación entre velocidad y espacio, y en conjunto todos estos elementos llevan a una mejor comprensión del conocimiento temporal-numérico.

Con lo anterior, se muestra que existe una gran variedad de procedimientos (tareas de reproducción o tareas duales, procedimiento de bisección, etc.) para estudiar la percepción del tiempo en infantes. Se ha encontrado que los infantes son capaces de estimar y discriminar intervalos temporales. Por ejemplo Darcheville, Revière y Wearden (1993) utilizaron un programa de intervalo fijo (IF), donde los sujetos debían emitir una respuesta justo cuando el intervalo de tiempo establecido había transcurrido. Los investigadores trabajaron con infantes de entre tres y cinco meses de edad. La tarea de los infantes era presionar una pantalla táctil para que apareciera un personaje animado. Sin embargo dicha acción era reforzada únicamente si el intervalo de tiempo requerido había transcurrido. En esta condición los infantes aprendieron a espaciar sus respuestas en función del intervalo requerido. Por ejemplo, en este experimento, un infante esperaba 12.1 segundos por un intervalo temporal de 10 segundos o podía esperar 21 segundos para un intervalo de 20.

Gracias al estudio, se evidencia de manera más clara cómo los infantes pueden aprender a estimar intervalos de tiempo. Así, considerando que en un IF no sólo se responde al paso del tiempo sino que se atiende a la información pertinente para saber cuándo emitir la respuesta, se deduce que los infantes son capaces de estimar intervalos de tiempo (Droit-Volet & Wearden 2002; Droit-Volet & Wearden 2001; Droit-Volet, Clément & Wearden, 2001; McCormack, Brown, Maylor, Darby & Green, 1999; McCormack, Wearden, Smith & Brown, 2005).

Continuando con la misma idea, el tiempo es una dimensión fundamental en la vida de los organismos (Brannon, Suanda, & Libertus, 2007; Provasi, Rattat, & Droit-Volet, 2010;

VanMarle & Wynn, 2006). Esta variable permite computar la diferencia entre eventos. Cuando la tarea es hacer una comparación entre ellos; un aspecto importante es que los participantes son capaces de generar estrategias de aprendizaje que posteriormente son empleadas para hacer una elección. El tiempo es una dimensión básica e indispensable para el aprendizaje y para la adaptación a nuestro ambiente (Droit-Volet, 2013). Sin embargo, para que surja una mejor comprensión sobre los cambios en la magnitud y la frecuencia con la que ocurre un evento, es necesario el conocimiento numérico.

La concepción filosófica que por mucho tiempo se ha tenido sobre el tiempo ha hecho que se excluyan a animales y niños de este tópico. Pero ahora, con las aportaciones de nuevas investigaciones, se ha demostrado que ratas, palomas y niños son capaces de expresar conductas temporales muy parecidas a la de adultos.

La percepción del tiempo en animales humanos y no humanos obedece a la ley de Weber, la cual establece que la habilidad para estimar el tiempo se mejora conforme los intervalos a estimar son menos (Droit-Volet, 2003; Droit-Volet et al., 2004; Droit-Volet & Wearden, 2001; McCormack et al., 1999).

Matell y Meck (2000, 2004) han indagado sobre el “sentido” del tiempo en algunos de sus estudios. Han encontrado que existen estructuras biológicas implicadas en el procesamiento temporal. Esto hace pensar que la facilidad que expresan los infantes para discriminar tiempo es debida a que esta propiedad es un mecanismo innato.

El sentido temporal en infantes se expresa desde edades tempranas, lo cual no implica que sea menos relevante el número, ya que el aprendizaje numérico requiere de la construcción de habilidades que partan de discriminaciones sencillas. Sin embargo, de

manera reciente se ha encontrado que es entre los tres y los cinco años de edad cuando los niños no son del todo conscientes de la relevancia del tiempo.

Lo anterior explica por qué sus juicios temporales son dependientes del contexto, es decir, las estimaciones temporales realizadas por los niños a estas edades están en función de las asociaciones con los objetos. Por ejemplo, un niño a esta edad puede juzgar; como ya se describió, el paso del tiempo en función de lo rápido que viaja un carro o la duración de una luz (Arlin, 1989; Droit-Volet, 1998; Levin, 1977; Zuili & Fraisse, 1966). Puesto que existe un período crítico (de tres a seis años de edad) para la adquisición de la habilidad de procesamiento temporal-numérico, el intervalo fijo (IF) es el procedimiento adecuado para evaluar esta capacidad, ya que está diseñado para registrar la estimación temporal.

Autores como Beatsy y Bentall (1983) reportaron el caso de dos infantes que fueron capaces de estimar intervalos de tiempo durante un IF. De manera más específica, estos niños produjeron patrones conductuales característicos en animales, incluyendo la pausa posterior al reforzamiento. Con lo anterior se demuestra que la adquisición del concepto de tiempo permite a los niños pensar de manera más práctica sobre la relevancia del paso del tiempo en nuevas situaciones (Droit-Volet, 2013).

Dado que el tiempo y el número son dimensiones indispensables para el aprendizaje y la adaptación en el ambiente, e implicando que los mecanismos principales para poder tomar decisiones están constituidos por ambas dimensiones, la habilidad para discriminar tiempo y número no es exclusiva de adultos, sino también de infantes y animales la poseen. Los infantes son capaces de estimar intervalos de tiempo desde edades muy tempranas. Así es razonable pensar que existe un mecanismo cerebral que se encarga del procesamiento

del tiempo y del número. Lewkowicz (1989, 2003) realizó un experimento cuyo objetivo fue comparar la ejecución de infantes de entre seis y diez meses de edad y niños de cinco años de edad, empleando estímulos auditivos y visuales. Los resultados arrojados muestran que a partir de los cinco años de edad se expresa una mayor sensibilidad a estímulos auditivos respecto a los visuales, lo que puede ser explicado por el esfuerzo atencional que requiere un estímulo visual y no uno auditivo (Droit-Volet, Tourret & Wearden, 2004).

El resultado de dichas investigaciones deja entrever que para poder procesar de manera correcta los cambios temporales y numéricos, los infantes no sólo deben ser sensibles a dichas modificaciones, sino deben asignar su atención ante los eventos o situaciones en su ambiente. Estos resultados refuerzan la idea de un mecanismo fisiológico que facilita el procesamiento temporal-numérico. En estudios neurofisiológicos se ha encontrado que los ganglios basales, el cuerpo estriado (putamen, caudado) y la sustancia nigra son estructuras consideradas muy importantes para el procesamiento de ambas dimensiones.

Meck (1966) condujo un experimento con ratas lesionadas en la sustancia nigra, putamen, y cuerpo caudado (ver Figura 1), para evaluar la capacidad de discriminación temporal-numérica. Observó que el desempeño de los sujetos era deficiente para discriminar dimensiones temporales cuando la lesión se ubicaba en la sustancia nigra, aunque no afectaba del todo el procesamiento numérico. Sin embargo, si la lesión se alojaba en el putamen los animales expresaban dificultades para discriminar cantidad (número). Este resultado hizo plausible la idea de que existe un mecanismo que permite tanto a animales como a humanos poder discriminar tiempo y número.

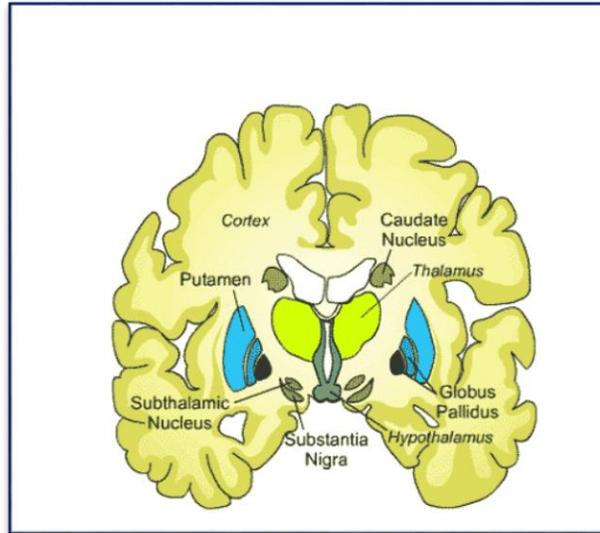


Fig. 1. Neuroanatomía del núcleo caudado, putamen y cuerpo estriado.

Es relevante destacar los resultados obtenidos de estudios fisiológicos como los citados con anterioridad, porque mediante ellos es posible determinar la importancia del desarrollo cognitivo para la comprensión de tareas numéricas-temporales y así, brindar una explicación sobre las diferencias en las ejecuciones observadas en animales y humanos.

Por último, dentro de la literatura neurofisiológica Walsh (2003) postuló su modelo conocido como Teoría de la Magnitud (ATOM), el cual propone la interacción de estructuras corticales en el origen de la sensibilidad de la dimensión numérico-temporal, corroborando lo explicado con anterioridad. La premisa central del modelo ATOM es aclarar la interacción de magnitudes como espacio con tiempo y número, pues a partir de ellas se fortalece la capacidad de discriminación de adultos e infantes. A continuación se presenta un esquema que resume esta teoría.

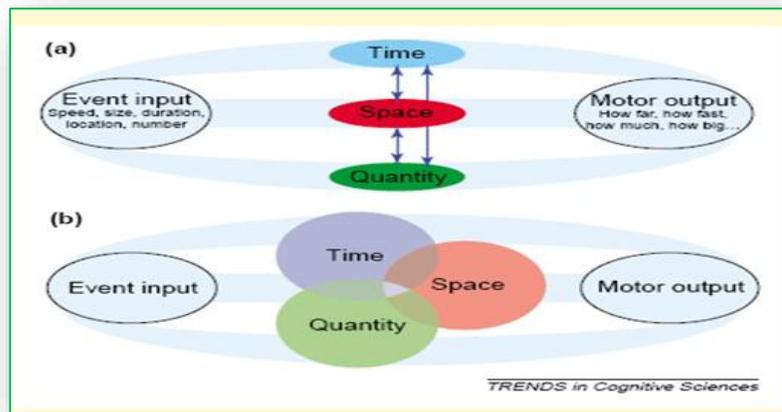


Figura 2. Teoría de Magnitud (ATOM)

En el centro de la Figura 2 se muestran con distintos colores las dimensiones que interactúan con tiempo, por ejemplo, espacio y cantidad, estas dimensiones a su vez interactúan entre ellas, es decir, que cantidad y espacio son dimensiones que se vinculan entre sí. También en la misma figura se puede observar que la entrada de información temporal y numérica está sujeta a la velocidad y duración con la cual se juzga un evento.

A modo de resumen a lo largo de este capítulo se han revisado diferentes aproximaciones al estudio del conocimiento temporal-numérico. Cabe aclarar que el presente estudio se centra en modelos conductuales que serán explorados en el siguiente capítulo.

Capítulo II. Modelos numéricos-temporales y su interacción con memoria y atención en niños.

**Qu'est-ce donc que le temps?
Le temps, c'est ce qu'indique
ma montre, répondra le commn
des mortels. Qu'indique-t-elle?
Les mouvements d'une aiguille
autour d'un axe.**

Estudios conducidos con infantes no verbales demuestran que sus discriminaciones están asociadas en función del número de elementos de un conjunto (Antell & Keating, 1983) y de la distancia entre cantidades, dando pauta a la existencia de un sistema de representación análogo empleado por animales y humanos, independientemente del lenguaje (Barth et al.,2006; Boisvert, Abroms & Roberts,2003; Cantlon & Brannon, 2005; Moyer &Landaver, 1967; Pica, Lemer, Izard, & Dehaene, 2004, Whalen, Gallistel & Gelman, 1999).

Todos los organismos cuentan con la habilidad para distinguir cantidades (sin necesidad del conteo verbal) es decir, representación análoga, a través de la cual los infantes son capaces de percibir diferencias numéricas, reflejándose en la exactitud y velocidad con la que responden al comparar magnitudes numéricas a partir de su proporción en tareas de discriminación (Beran, 2001, 2004; Beran, Beran, Harris & Washburn, 2005; Brannon & Terrace 1998, 2000; Dehaene, Dupoux & Mehler, 1990; Judge, Evans & Vyas, 2005; Moyer & Landauer, 1967; Nieder & Miller, 2004; Rumbaugh, Savage-Rumbaugh, & Hegel, 1987; Sekuler & Mierkiewicz, 1977; Smith, Piel, & Candland, 2003; Temple & Posner, 1998; Washburn & Rumbaugh, 1991). Tomando como ejemplo el primer año de vida de los infantes, ellos poseen un sistema de representación no verbal

dependiente del tamaño, es decir, privilegian colores, forma y cantidad para expresar discriminaciones, mientras que infantes de seis meses de edad son capaces de discriminar conjuntos de estímulos con proporciones 1:2, aunque fallan al discriminar conjuntos con una proporción 2:3 (Lipton & Spelke, 2003; Xu & Spelke, 2000).

Huntley-Fenner y Cannon (2000) reportaron que para niños de entre tres y cinco años de edad resulta más fácil discriminar conjuntos de 1:2 que de 2:3, y como consecuencia demostraron no sólo la existencia de un sistema de representación independiente del conteo no verbal, sino de su interacción con modalidades sensoriales como percepción a fin de permitir a humanos y animales discriminar.

En este contexto, todos son sensibles a las modificaciones numéricas, siempre y cuando covaríen (Droit-Volet, Clément & Fayol, 2003). Los datos obtenidos en estimaciones numéricas con palomas, ratas, monos y humanos de diversas edades (Brannon, Wusthoff, Gallistel & Gibbon, 2001; Mechner, 1958; Platt & Johnson, 1971; Rilling & McDiarmid, 1965) muestran que, sin importar la especie, se expresa el mismo patrón conductual al discriminar la distancia numérica entre dos elementos.

La discriminación numérica en animales humanos y no humanos obedece a la ley de Weber, es decir, la velocidad y la precisión están correlacionadas con el tamaño y la distancia absoluta de un conjunto. A esta diferencia en el número de elementos se le conoce como efecto de distancia, que ha sido demostrado en animales, adultos y niños (Dehaene & Akhavein, 1995; Huntley-Fenner & Cannon, 2000; Meck & Church, 1983): la cercanía numérica produce mayor variabilidad en las ejecuciones, mientras que a mayor

distancia numérica, mejor exactitud. De esta manera surgen diferentes interpretaciones en la forma cómo se procesa número y tiempo en memoria.

La manera de emitir un juicio de distancia absoluta en adultos, infantes y animales está relacionada con la proporción numérica. Así, al interactuar dimensiones temporales-numéricas es como se asume que la respuesta emitida por los sujetos es debida al uso de estrategias como subitizing, cuyo mecanismo permite a los organismos percibir la distancia absoluta de un número de elementos relevantes en su espacio de elección y así emitir juicios.

Por lo anterior se deduce la existencia de una regla generalizada para discriminar magnitudes numéricas y temporales en todas las especies. Por ejemplo, en ratas, palomas y adultos, se refleja la probabilidad de elegir dimensiones más grandes y comparar el valor de un estímulo de acuerdo a su proporción (Allan & Gibbon, 1991; Fetterman, 1993; Roberts, 2005).

Al interpretar las curvas de generalización se visualiza cómo las ejecuciones son más certeras al aumentar la distancia absoluta entre dos cantidades, independientemente de la edad. Las ejecuciones expresadas por niños de entre cinco y ocho años de edad así como adultos en el estudio de Droit-Volet (2003), mostró que no existen diferencias al momento de registrar información numérica en memoria de referencia cuando se trata de cantidades con un aumento considerable en la distancia absoluta. Continuando con este argumento, se proponen dos hipótesis sobre las dimensiones temporales-numéricas.

La primera hipótesis sugiere un procesamiento lineal para ambas dimensiones. La segunda asume un registro logarítmico.

La primera explicación sostiene que al incrementar la cercanía numérica, el tiempo de reacción aumenta mientras que la precisión disminuye. A modo de ejemplo, cuando animales humanos y no humanos requieren determinar una distancia absoluta entre dos cantidades, la ejecución estará influenciada sistemáticamente por la diferencia absoluta y su proporción. Por otra parte, cuando la distancia se mantiene constante la precisión disminuirá y la latencia de igual manera incrementará debido al tamaño de los valores a comparar (Brannon & Terrace,1998, 2000; Moyer & Launder,1967).

Al realizar discriminaciones de elementos a partir de la cercanía numérica, se genera un tipo de conocimiento denominado implícito o discreto, término acuñado por Gelman y Gallistel (1992), y postulado como una posible solución a la forma de cómo los infantes, adultos y animales representan cantidades en memoria, cuyo mecanismo funciona para la discriminación de conjuntos pequeños pero su exactitud varía en función de la edad.

Por otra parte, la segunda hipótesis (la logarítmica) sugiere que el ordenamiento y el tamaño de cantidades influyen en el procesamiento numérico, por lo tanto las representaciones realizadas surgen a partir de la proporción numérica. Por ejemplo, infantes y adultos poseen un continuo numérico para poder estimar la distancia entre cantidades, no sólo la relevancia de dichas representaciones sino del orden como son procesadas en la memoria. Al emitir un juicio sobre si doce es menor que trece, adultos e infantes asumen que la distancia es determinada por el aumento en la cantidad de ambos valores y por la posición que ocupan en la recta numérica. Sin embargo, no ocurre lo

mismo cuando discriminan cantidades con proporciones distintas (Brannon, Wusthoff, Gallistel & Gibbon, 2001).

Las dos hipótesis anteriores exponen que la forma de representación no verbal en el procesamiento numérico-temporal o análogo, es modificada debido a la variabilidad en el registro de información. En ejecuciones de infantes se ha observado que el punto de igualdad subjetiva (PSE) se encuentra cercano a la media geométrica. Es importante resaltar que puede modificarse debido al procedimiento realizado (Almeida, Arantes & Machado; 2003).

Sin embargo, la idea de procesamiento lineal de dimensiones temporales-numéricas se mantiene debido a la variabilidad en las ejecuciones surgidas a partir de las modificaciones en la proporción en número y tiempo (Allan & Gibbon, 1991; Church & Deluty, 1977; Fetterman, 1993; Brannon & Jordan, 2006; Meck & Church, 1983; Meck, Church & Gibbon, 1985; Platt & Davis, 1983; Roberts, 2005; Roitman, Brannon, Andrews, & Platt, 2006).

Para evaluar si la distancia entre cantidades afecta la exactitud y precisión en sus discriminaciones, Platt y Johnson (1971) condujeron un experimento con animales, en el que se modificó el número de presiones de palanca para acceder al comedero después de activarse por un haz de luz. Se observó no sólo la importancia de la distancia numérica sino que el número de respuestas emitidas por los animales fue proporcional al número de respuestas para obtener el reforzador. La distribución de respuestas, en este caso presiones de palanca, obedecen a la curva normal, es decir, la exactitud y precisión fueron mayores cuando la distancia numérica aumentaba.

Por tal razón es plausible considerar que el origen del conocimiento numérico es producido por la capacidad de abstracción de tiempo y número que realizan todos los organismos, la cual les permite expresar patrones conductuales precisos.

Meck y Church (1983) refieren que las representaciones realizadas por todos los seres vivos están basadas en el número de elementos de un conjunto, es decir, la información numérica y temporal no sólo se adquieren por el conteo verbal sino también por representaciones simbólicas que les permiten computar diferencias entre cantidades.

Es importante señalar que la existencia de un sistema de representaciones análogo no sólo permite a los animales humanos y no humanos poder contar el número de elementos de un conjunto (Gelman & Gallistel, 1992), sino también discriminar magnitudes sin uso del lenguaje verbal. Gelman y Gallistel (1978) no consideraron estas variables, sino se valieron de la primacía del conteo verbal respecto al conocimiento análogo, como una manera de explicar las representaciones existentes entre memoria de cantidad y distancia. Pero se demostró que es a través del uso de esquemas o mapeo cognitivo que se posibilita la integración de datos pertinentes para expresar una estimación o juicio temporal-numérico.

Whalen y su equipo (1999) replicaron el experimento dirigido por Platt y Johnson (1971). El objetivo de la investigación era conocer los procesos de conteo no verbal en humanos adultos y la capacidad de almacenamiento de representaciones simbólicas, así como observar el grado de variabilidad en el almacenamiento de magnitudes numéricas.

Se realizaron dos modificaciones al método: se presentó una cifra numérica para indicar el número de presiones que requería cada ensayo; y se centró en las

representaciones de conteo no verbal del número, es decir, se limitó el conteo verbal, y se les pidió a los sujetos realizar la tarea lo más rápido posible.

Los resultados mostraron que la precisión y exactitud para reproducir el número correcto de presiones de palanca dependían de la distancia numérica. También se observó el uso de un conteo no explícito por parte de los participantes, ya que a partir de él los participantes lograron generar estrategias para solucionar la tarea. Una forma de estrategia para resolver la tarea, fue fragmentar o agrupar los números de presiones de palanca; otra consistió en delimitar los números de acuerdo a su proporción.

Estos hallazgos demuestran la importancia del conteo no verbal ya que permiten observar no sólo la exactitud o precisión de una respuesta, sino el grado de variabilidad en memoria, además de mostrar que las representaciones existentes en memoria se almacenan y recuperan en proporción (cantidad) de información relevante. Esto indica una relación entre la cantidad de información y la representación simbólica, pues a partir de esta relación es cómo se producen comparaciones con diversos símbolos para emitir decisiones (Whalen, Gelman & Gallistel, 1999).

El estudio de conteo no verbal para la discriminación de tiempo y número ha sido realizado valiéndose de otros procedimientos. Time left, propuesto por Gibbon y Church (1981), permite explicar cómo es que todos los seres vivos emiten juicios temporales a partir de la diferencia absoluta entre dos valores y no por su proporción, cuando la dimensión de análisis es número. La lógica del procedimiento consiste en comprender si el procesamiento de tiempo y número ocurre de manera lineal o logarítmica.

Otro es el procedimiento de bisección, desarrollado por Deluty y Church (1977), y adaptado recientemente para niños y adultos. Gracias a él, se comprobó que los niños son capaces de discriminar tiempo y número. Sin embargo, la sensibilidad expresada ante ambas dimensiones mejora con la edad, es decir, los infantes expresan bajos niveles de sensibilidad debido principalmente a la variabilidad que pudieran existir entre representaciones de estímulos temporales o numéricos (Droit-Volet & Wearden, 2002).

Asimismo, a modo de explicación de la idea anterior, Droit-Volet y su equipo (2003) señalan que la sensibilidad expresada por infantes y adultos ante dimensiones temporales-numéricas es adquirida a través de procesos de maduración fisiológica, es decir, la edad per se no produce mejoras en la comprensión de ambas magnitudes sino su interacción con procesos sociales (uno de ellos es la formación académica). Droit-Volet asume que la sensibilidad temporal-numérica es innata, es decir, es expresada como un mecanismo adaptativo, sin importar la edad. Por ejemplo Droit-Volet y Wearden (2002) mostraron que el desempeño de niños de cinco y ocho años de edad no difiere al de los adultos, siempre y cuando tiempo y número covaríen, pero si se les pide atender a una sola dimensión (tiempo o número) su desempeño cambia, ya que expresan ejecuciones deficientes. La investigadora también asume que los cambios en la sensibilidad numérica y temporal se relacionan con la edad debido a que los cambios asociados con la edad implican cambios en el desarrollo, como la madurez fisiológica. En otras palabras, la capacidad de procesar tiempo y número de forma independiente en una secuencia de estímulos, mejora con la edad.

La anterior aseveración fue resultado de una de sus investigaciones realizadas en 2006. Droit-Volet, Delgado y Rattat pidieron a niños de tres, ocho y diez años de edad discriminar proporciones de estímulos semejantes con el fin de mostrar que los infantes son más sensibles ante comparaciones de estímulos proporcionales, (10: 10.5, 99: 99.5).

Lo reportado en su análisis mostró que las diferencias en las ejecuciones se deben a la edad, es decir, la precisión y exactitud en la discriminación de estímulos mejora con la edad, sugiriendo que los cambios producidos en el desarrollo (madurez fisiológica) proporcionan una mejor comprensión a los individuos ante el procedimiento de bisección. Sin embargo, a pesar de mantener la misma proporción, se pudo comprobar que es a partir de la edad que las ejecuciones son más precisas. Al compararlas se observó una fracción de Weber mayor, expresando menor grado de sensibilidad numérica-temporal, lo cual fue obtenido en ejecuciones de infantes de tres años de edad, mientras que en los niños de ocho y diez años no ocurre lo mismo. Por tanto, se puede inferir que la capacidad de infantes en el procesamiento de tiempo y número de manera independiente en una secuencia de estímulos, mejora con la edad. También se mostraron en el punto de bisección, que sirve como un índice de sensibilidad temporal-numérico, diferencias debido al cómputo de información, pues al existir un incremento en la variabilidad de memoria, de forma automática se mostraron curvas más aplanadas en infantes de entre tres y cinco años de edad. Por tal razón se asume que la edad mejora las ejecuciones en procedimientos de bisección (Droit-Volet, Delgado y Rattat (2006)).

El “sentido del tiempo” es el mecanismo que permite tener otra concepción sobre las diferencias que existen en la precisión y exactitud de las ejecuciones en infantes que se

ven asociadas por la edad (Droit-Volet, 2013). Sin embargo, también se ha observado que la dificultad expresada por los participantes en procedimientos de bisección se debe a la manera en cómo reciben las instrucciones por parte del investigador, es decir, al no comprender la tarea, los participantes pueden adoptar un criterio de decisión más conservador, ya que el conocimiento temporal y numérico se da a partir de la conciencia de las modificaciones realizadas en el procedimiento (Lamotte, Izaute & Droit-Volet, 2012).

Partiendo de esta serie de estudios, Droit-Volet y Clément (2003) decidieron evaluar la capacidad de discriminación de infantes de cinco y ocho años y adultos de 21 años con procedimiento de bisección. El objetivo central de su estudio era saber si los niños son capaces de discriminar tiempo y número en una tarea de bisección en una condición de conteo / no conteo; cuando no es la única dimensión a la cual se debe atender. En otras palabras, la intención era conocer cómo es que los infantes discriminan una tarea en la cual deben atender a una dimensión (tiempo o número) mientras ignoran la otra. Droit-Volet, Clément y Fayol (2003) plantean una serie de hipótesis en las cuales el presente estudio está fundamentado.

La primera es que los niños son más sensibles a las dimensiones numéricas sin hacer uso del lenguaje verbal. La segunda es que los infantes procesan tiempo y número de manera simultánea en una secuencia de estímulos, idea surgida del estudio realizado por Meck y Church (1983).

Por otra parte, los resultados obtenidos por las investigadoras muestran una primera interacción significativa entre la estrategia de conteo y la dimensión a variar

(tiempo/número), es decir, una mejoría en la discriminación temporal empleando estrategia de conteo y una reducción en la interferencia numérica en tareas temporales.

La segunda interacción significativa involucra la edad, indicando que existe un aumento en el punto de bisección. Los datos muestran que las ejecuciones de los infantes de cinco años expresan mayor grado de variabilidad, es decir, los cambios en la edad están fuertemente asociados con un mayor grado de sensibilidad temporal-numérica.

En otras palabras, los infantes de cinco años de edad expresan limitaciones atencionales y es a partir de ellas que se observa un aplanamiento en las curvas (en contraste con las ejecuciones de los niños de ocho años de edad, para quienes no ocurre lo mismo debido a que en esta edad se encuentran en la escuela, fortaleciendo así su interacción con información numérica y no temporal; lo que sugiere una relación sostenida entre ambas dimensiones). A partir de la comprensión del número se puede mejorar el conocimiento temporal.

Asimismo, el análisis estadístico de Droit-Volet (2003) proporciona evidencia sobre la importancia del desarrollo numérico-temporal en infantes, ya que con la edad la sensibilidad expresada en ambas dimensiones, permite una mejora en las ejecuciones en tareas de bisección. Por ejemplo, se observó un menor grado de sensibilidad en infantes de cinco años de edad, lo que no quiere decir que no sean capaces de discriminar, sino que la importancia del desarrollo cognitivo es fundamental para la comprensión de ambas magnitudes.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La presente investigación pretende corroborar los supuestos arrojados en el estudio de Droit-Volet (2003) (que la edad mejora las ejecuciones en tareas de discriminación de número y tiempo y analizar a qué dimensión son más sensibles los niños.

Droit-Volet (2003) evaluó las ejecuciones de infantes de cinco y ocho años de edad en una tarea de bisección. A partir de los resultados obtenidos concluyó que la sensibilidad numérica y temporal mejora con la edad. Por tal razón, el presente estudio evaluó las mismas edades e incluyó a infantes de entre seis y siete años de edad para dar mayor solidez al presente estudio.

Asimismo, Droit-Volet sostiene que los cambios en el desarrollo permiten el mejoramiento en discriminación de tiempo y número, puesto que el cómputo de información temporal-numérica no ocurre de manera independiente sino simultánea.

Objetivo

El objetivo de la presente investigación es corroborar si la edad mejora la capacidad de discriminación de tiempo y número en infantes.

Hipótesis

Partiendo del objetivo de la presente investigación se espera encontrar ejecuciones más deficientes en los niños más pequeños. En contraste, las ejecuciones de los participantes de entre siete y ocho años de edad no debería diferir tanto.

Método

Participantes

Una muestra de 48 niños de entre cinco y ocho años de edad.

Edad	<u>Grupo I:</u> 5 años	<u>Grupo II:</u> 6 años	<u>Grupo III:</u> 7 años	<u>Grupo IV:</u> 8 años
Femenino	6	6	6	6
Masculino	6	6	6	6

Materiales

Los niños fueron evaluados individualmente en la tarea experimental. La prueba se ejecutó en un salón que contaba con una mesa, dos sillas, una lámpara de neón que proveía una iluminación adecuada.

En la mesa, que se encontraba ubicada en el centro del salón, se colocó una computadora portátil Dell Inspiron modelo PNR 13998 con un monitor de 14 pulgadas y una caja de respuestas con dos botones: rojo y amarillo. La presentación de los estímulos y la recolección de las respuestas se realizaron utilizando el software E-PRIME versión 2 Profesional.

Procedimiento

La prueba consta de dos fases: discriminación temporal y discriminación numérica; ambas fueron ejecutadas por todos los participantes.

La tarea de discriminación temporal consistió en atender a la duración mientras se ignora el número de estímulos, mientras que la tarea de discriminación numérica se responde al número de estímulos y se ignora la duración. Cabe mencionar que ambas tareas tuvieron quince ensayos, por lo cual una sesión duraba aproximadamente 45 minutos, esto variaba de acuerdo al desempeño de los participantes.

Los participantes fueron expuestos a ambas condiciones pero en un orden diferente, es decir, algunos niños iniciaban primero en discriminación temporal y finalizaban en discriminación numérica y otros al contrario. Esto, para evitar el efecto de acarreo.

Al llegar al salón se les explicaba la tarea que debían realizar de acuerdo a la condición experimental correspondiente. Por ejemplo, si el participante iniciaba en la condición experimental discriminación numérica, el experimentador daba la siguiente instrucción:

Instrucción Discriminación Numérica

- Experimentador: “Hola. ¿Cómo estás? ¿Te gustan los Padrinos Mágicos?”
 - Niño: Sí.
 - Experimentador: ¿Te gustaría jugar con ellos?
 - Niño: Sí, con Timmy y Cosmo.
 - Si alguno de los participantes no conocían a los protagonistas de la caricatura el experimentador le mostraba unos títeres con los personajes para familiarizarse.
 - Experimentador: ¿No sabes cómo se llaman los Padrinos?
 - Niño: No
 - Experimentador: No te preocupes, te voy a enseñar a los Padrinos y a Timmy.
 - Niño: Bueno
 - Experimentador: Te mostraré algunos personajes diciendo su nombre.
- Ahora, dime sus nombres, ¿sale?
- Niño: Sí, ellos son Timy, Cosmo y Wanda.

Posteriormente, se les indicaba a los niños que dichos personajes aparecerían en algunos videos y que deberían prestar mucha atención para saber cuál de los personajes aparecía con mayor frecuencia. (Ver Figura 3)

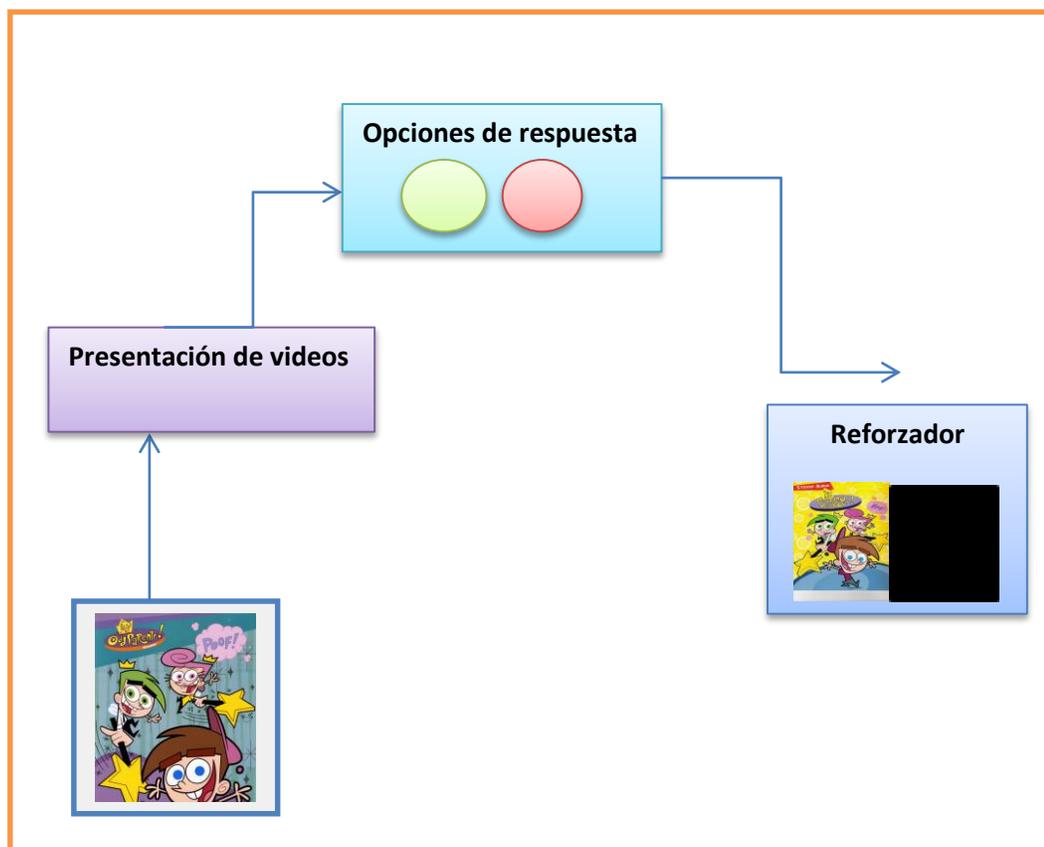


Figura 3 Los participantes que iniciaban en esta condición observaban quince videos con cinco comparaciones, los cuales tenían una duración de veinte segundos.

Al finalizar cada uno de los ensayos se presentaban en el monitor dos opciones: una en la que se encontraba el personaje que aparecía con mayor frecuencia vs otro personaje con menor probabilidad de aparecer; las imágenes se asociaban a los botones de la caja de respuesta, si la respuesta emitida por el niño era correcta se mostraba una imagen de los

Padrinos Mágicos como reforzador, si la respuesta era incorrecta se presentaba un cuadro negro.

Si el participante iniciaba el experimento en bisección temporal se le daban las siguientes instrucciones:

Discriminación Temporal

Experimentador: Hola. ¿Cómo estás? ¿Te gustan las canciones?,

Niño: Sí. ¿Por qué?

Experimentador: Ahorita escucharás algunas canciones de los Padrinos Mágicos y tienes que decirme cuál dura más, ¿sale?

Niño: Sí-

Experimentador: Pero antes de que te muestre los sonidos, te enseñaré una imagen de Timmy y otra de Wanda.

Niño: Sí

Experimentador: ¿Te das cuenta de que Timmy es más grande que Wanda?

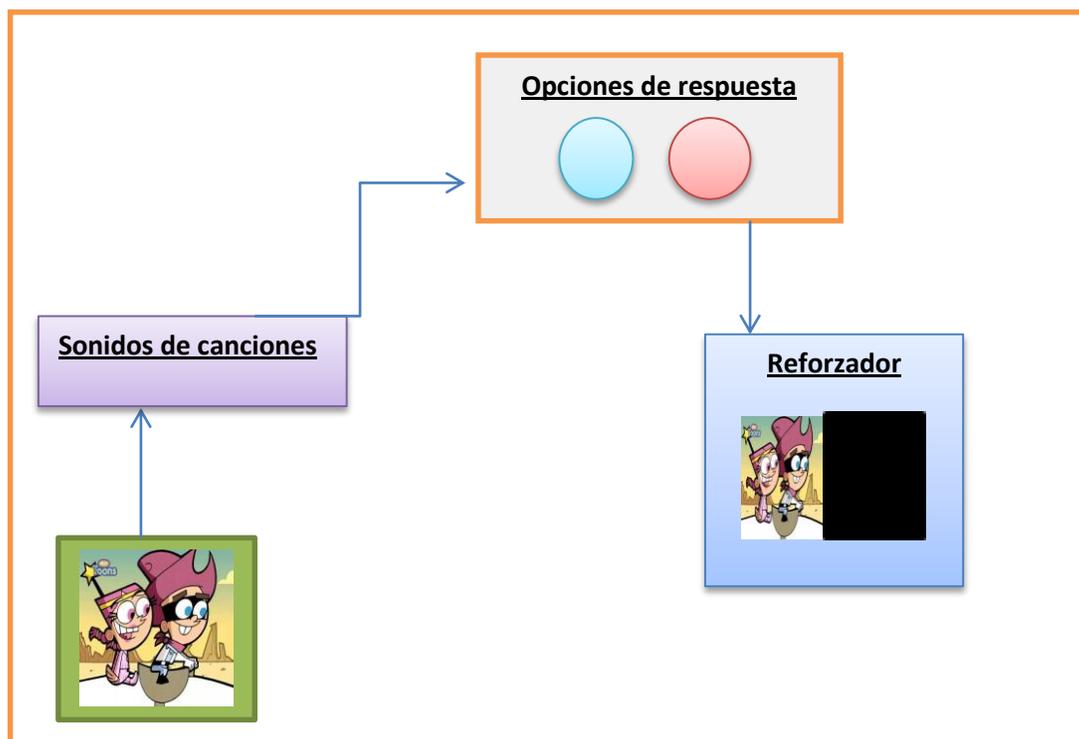
Niño: Sí

Experimentador: Que Timmy sea más grande que Wanda quiere decir que ha pasado mucho tiempo, ¿sale?, que Wanda sea chiquita quiere decir que ha pasado poco tiempo. Dime, ¿qué quiere decir que Timmy sea más grande y Wanda pequeña?

Niño: Que Timy es grande porque pasó mucho tiempo y Wanda es chiquita porque pasó poquito tiempo.

Experimentador: Muy bien.

En esta condición al igual que en la anterior se presentaba el video introductorio de la caricatura los Padrinos Mágicos, al finalizar aparecía una pantalla de fondo blanco. Esto permitía al experimentador preguntar si existía alguna duda. Si no había preguntas, se oprimía la tecla con el número 3 del teclado de la computadora e iniciaba el experimento. Los sujetos escuchaban las canciones y al finalizar se presentaban en la pantalla de la computadora dos opciones: un círculo grande y otro pequeño, los cuales representan el paso del tiempo; el grande significa mucho tiempo mientras que el pequeño indicaba poco tiempo. Dicha instrucción fue adaptada de una investigación realizada por Droit-Volet (2003). El reforzador fue el mismo que en la tarea de discriminación numérica.



En la Figura 4, Se describe la fase experimental de la tarea de discriminación temporal. En el primer cuadro se muestra el video introductorio seguido de los sonidos cortos y largos, posteriormente las opciones de respuesta y finalmente el reforzador, que está asociado a la elección del participante. Si la respuesta era correcta, aparecía una imagen de los Padrinos Mágicos; si la respuesta era incorrecta, un cuadro negro.

Los valores de entrenamiento empleados en ambas condiciones (discriminación numérica y discriminación temporal) se muestran a continuación:

<u>Discriminación Temporal</u>	<u>Discriminación Numérica</u>
Se utilizó una proporción de 1.5	Se utilizó una proporción de 4
Se emplearon cinco comparaciones con tres repeticiones. Utilizando un rango de 2 a 8 segundos.	Se emplearon cinco comparaciones con tres repeticiones.
5 vs 7.5 2 vs 3.0 3.5 vs 5.25 4.0 vs 6.0 5.5 vs 8.25	1 vs 4 2 vs 8 4 vs 16 3 vs 12 4 vs 16 5 vs 20
Se presentaron de manera aleatoria	Se presentaron de manera aleatoria.

Cuando los participantes realizaron ambas tareas se les aplicó la prueba de Toulouse Piéron (1904) que mide atención. La prueba constaba de cuadrados diferentes en relación a la orientación una línea que salía de algunas de sus aristas, y lo que el participante debía hacer es seleccionar con un cuadro y un rectángulo aquellas figuras que eran distintas.

Al final de su participación se les obsequiaban imágenes para iluminar de los Padrinos Mágicos y una bolsa de dulces.

RESULTADOS

El objetivo del presente análisis es saber si la edad influye en las ejecuciones de los infantes de cinco, seis, siete y ocho años de edad o si la distancia absoluta (efecto de distancia) y la cantidad facilitan la discriminación de los infantes ante dimensiones temporales-numéricas.

Todos los datos se analizaron en primera instancia de forma descriptiva ya que se obtuvo el porcentaje de respuestas emitidas por los sujetos de forma individual y por grupo (ver Figura 5 y 6) ante comparaciones de estímulos (auditivos y visuales). El siguiente fue un Análisis de Varianza (ANOVA) mixto en el cual se evaluó la capacidad de discriminación de los sujetos empleando únicamente las comparaciones más pequeñas y más grandes para ambas condiciones (tiempo y número). Esto se realizó así para evaluar si la distancia numérica y la cantidad influyen en la discriminación de los infantes, ya que Droit-Volet (2003) reportó que las ejecuciones de los infantes se ven modificadas debido al efecto de distancia y de cantidad.

Para la interpretación de estos resultados es indispensable saber si el uso de los valores de entrenamiento (mencionados en el recuadro anterior) interfieren con la capacidad de discriminación. Dentro de la literatura en estimación temporal se ha reportado un mayor grado de dificultad para los niños pequeños al distinguir una duración de otra (para una revisión ver Droit-Volet, 2003).

En la Figura 6 se observa que para los niños, sin importar la edad, es más fácil discriminar duraciones como 5.5 vs 8.25 seg o 5 vs 7.5, lo cual concuerda con lo propuesto

por Dehaene (1990), quien describe una mayor eficacia al distinguir duraciones con una distancia absoluta grande. Sin embargo, al analizar la comparación 4 vs 6 se observa una disminución en el porcentaje de respuestas en todos los participantes, esto puede ser explicado a través del efecto de distancia y el efecto de cantidad.

Por ejemplo Starkey & Cooper (1980) sugieren que ambos efectos (distancia y cantidad) indican que los infantes poseen un sistema de representación numérica borroso, es decir, que la imprecisión de las ejecuciones de los infantes ante este tipo de comparación (4 vs 6) se debe a la falta del dominio numérico. De acuerdo al efecto de distancia se esperaría que 2 vs 3 fuera la condición en la cual los participantes obtuvieran un menor porcentaje de respuestas y esto no ocurre, por tal razón, 4 vs 6 al no ser la condición con mayor distancia numérica proporciona evidencia sobre la importancia que el conocimiento numérico tiene para la comprensión del tiempo. Retomando las Figuras 5 y 6 se puede observar que los participantes de los cuatro grupos de edad expresan una disminución ante la comparación 4 vs 6, lo cual sugiere que el efecto de cantidad y distancia influyen en la discriminación de los infantes, en otras palabras, las representaciones numéricas que los niños poseen son relevantes para la discriminación temporal. Lo anterior sugiere que los participantes de los cuatro grupos de edad son sensibles ante las comparaciones de estímulos, sin embargo, la disminución ante la comparación 4 vs 6 puede ser explicada debido a la falta de conocimiento numérico, es decir, la imprecisión ante esta comparación surge de la falta de comprensión numérica.

Porcentaje de respuestas emitidas por los participantes en los diferentes grupos de edad

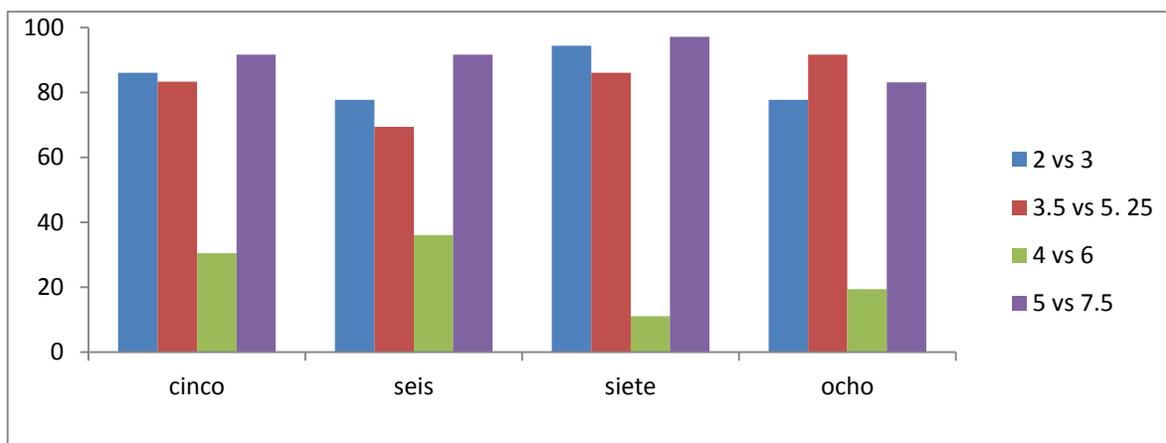


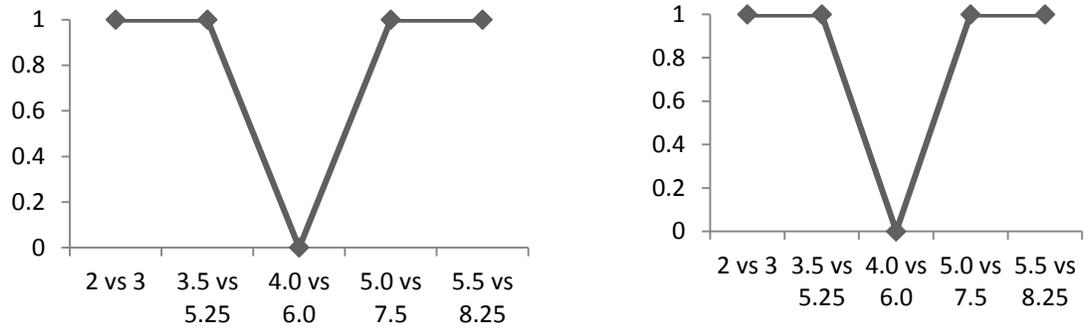
Figura 5. Se muestran las edades de los grupos, así mismo, se representan con colores distintos las comparaciones de estímulos auditivos a las cuales fueron expuestos los participantes.

En la Figura 5 se puede observar la disminución en el porcentaje de respuestas emitidas por los participantes de los cuatro grupos de edad ante la comparación 4 vs 6, esta disminución como se mencionó con anterioridad alude a la falta de comprensión que los participantes poseen ante la dimensión temporal (Starkey & Cooper, 1980). Sin embargo, la sensibilidad ante la dimensión temporal se expresa en los participantes, lo cual sugiere que la sensibilidad y la edad son factores independientes para la discriminación. En la Figura 5 se muestra que la edad per se no influye en la sensibilidad expresada por los participantes, es decir, la comprensión que los participantes poseen del tiempo depende en gran medida de su interacción con el número. En este caso, las ejecuciones de los participantes de cinco, seis, siete y ocho años son similares cuando deben discriminar la comparación 4 vs 6.

Partiendo de esta idea se asume que la comprensión del tiempo no depende exclusivamente de la edad (ver Droit-Volet, 2003). Un ejemplo de esto se muestra en la

Figura 6, en este caso se observa cómo los participantes de cinco y ocho años de edad son sensibles ante las comparaciones de estímulos auditivos, asimismo, sin importar la edad los participantes expresan una disminución en el porcentaje de respuestas ante la comparación 4 vs 6.

5 años de edad



8 años de edad

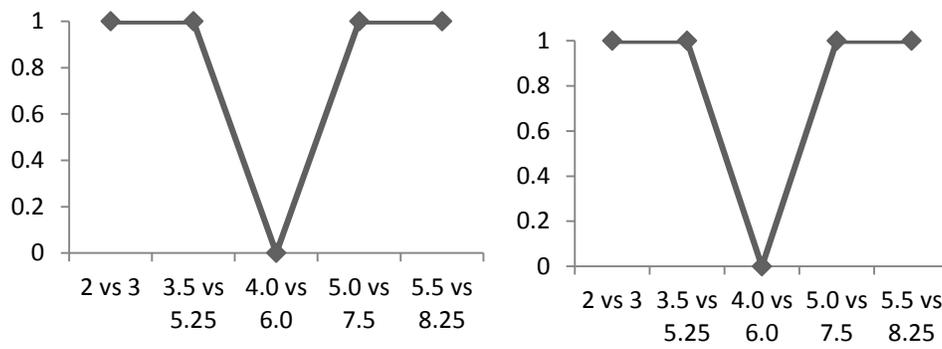


Figura 6. Se muestra el porcentaje de respuestas emitidas por dos participantes de cinco y ocho años de edad en una tarea de discriminación temporal.

En la Figura 6 se muestra que al existir un incremento en la duración de los estímulos auditivos, los participantes responden de manera más eficiente. Para poder obtener un resultado más preciso se realizó un ANOVA mixto para verificar si existían diferencias en las ejecuciones de los infantes en términos de la edad, en este caso, se obtuvo el siguiente valor en la prueba Wilks Lambda (.931), F (3.330) lo cual indica que no existen diferencias significativas en relación a las edades de los niños. Lo anterior sugiere que la capacidad de discriminación se expresa en todos los infantes sin importar la edad. En la Tabla 1 se muestra el estadístico realizado. En este análisis estadístico se usó la prueba mencionada porque permite evaluar la variable analizada, en este caso, la capacidad de discriminación que poseen los infantes.

Tabla 1. Se muestra el análisis realizado

Multivariate Tests^a		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
factor1	Pillai's Trace	.069	3.330 ^b	1.000	45.000	.075
	Wilks' Lambda	.931	3.330 ^b	1.000	45.000	.075
	Hotelling's Trace	.074	3.330 ^b	1.000	45.000	.075
	Roy's Largest Root	.074	3.330 ^b	1.000	45.000	.075
factor1 * grupo	Pillai's Trace	.041	.951 ^b	2.000	45.000	.394
	Wilks' Lambda	.959	.951 ^b	2.000	45.000	.394
	Hotelling's Trace	.042	.951 ^b	2.000	45.000	.394
	Roy's Largest Root	.042	.951 ^b	2.000	45.000	.394

Tabla 1. Factor 1 se refiere a las comparaciones pequeñas y grandes de estímulos auditivos y su interacción con los distintos grupos de edad.

En los datos obtenidos en el presente estudio, se puede afirmar que la edad per se no es necesaria para resolver un procedimiento de discriminación, al menos en las tareas

utilizadas, lo que es indispensable para la mejoría en las ejecuciones es el conocimiento numérico. Por ejemplo en la Figura 5 cuando los participantes deben discriminar 4 vs 6 se observa una disminución en su porcentaje de respuestas lo cual alude a la falta de comprensión temporal, es decir, cuando los participantes comprenden la dimensión numérica esto les permite crear una representación sobre los valores numéricos que son necesarios para la discriminación temporal.

En la Tabla 2. Se muestra el análisis entre-sujetos, en el cual se evaluó si la edad es un factor relevante para la mejora en las ejecuciones en procedimientos de discriminación temporal y numérica.

Tests of Within-Subjects Effects

Measure: MEASURE_1

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
factor1	Sphericity Assumed	.134	1	.134	3.330	.075
	Greenhouse-Geisser	.134	1.000	.134	3.330	.075
	Huynh-Feldt	.134	1.000	.134	3.330	.075
	Lower-bound	.134	1.000	.134	3.330	.075
factor1 * grupo	Sphericity Assumed	.076	2	.038	.951	.394
	Greenhouse-Geisser	.076	2.000	.038	.951	.394
	Huynh-Feldt	.076	2.000	.038	.951	.394
	Lower-bound	.076	2.000	.038	.951	.394
Error(factor1)	Sphericity Assumed	1.808	45	.040		
	Greenhouse-Geisser	1.808	45.000	.040		
	Huynh-Feldt	1.808	45.000	.040		
	Lower-bound	1.808	45.000	.040		

Lo que se muestra en la tabla 2 permite corroborar que la edad no influye en la capacidad de discriminación de los participantes. Partiendo de la idea anterior se sostiene que los infantes sin importar la edad son sensibles a la dimensión temporal lo cual no sugiere que la comprensión ante esta dimensión sea asociada a la edad.

El siguiente análisis se condujo en la prueba de discriminación numérica, y el objetivo era conocer si las modificaciones en los estímulos (distancia absoluta) facilitan la comprensión de los infantes.

En la condición de número se presentaron de forma aleatoria las siguientes comparaciones: 1 vs 4, 2 vs 8, 3 vs 12, 4 vs 16 y 5 vs 20, que consistieron en imágenes de personajes animados. Al analizar las ejecuciones de los participantes ante los estímulos, se esperó que el incremento en la distancia y cantidad absoluta facilitaran la discriminación.

Sin embargo cuando se expuso a los sujetos en la comparación 3 vs 12, se observó un patrón al igual que en la condición de discriminación temporal, es decir, un bajo número de respuestas ante estos estímulos.

Este patrón es distinto al expresado en tiempo ya que cuando se presenta la comparación antes mencionada se observa que los sujetos tienen dificultad para saber la frecuencia con la cual se muestra una imagen, a partir de lo anterior se comienza a notar la creación de una regla para generalizar estímulos con un mayor número de imágenes.

En la Figura 7 se muestran las ejecuciones de los participantes de cinco, seis, siete y ocho años de edad ante los distintos valores de las comparaciones, por ejemplo, al

tener que discriminar 1 vs 4 se espera que su porcentaje de respuestas sea mayor. Sin embargo, se observa un aumento en el número de respuestas ante la comparación 2 vs 8, con lo cual se asume que al igual que en tiempo la distancia numérica facilita la capacidad de discriminación sin importar la edad, dicho incremento no ocurre en la comparación 3 vs 12, ante éste estímulo se observa un decremento en el porcentaje de respuestas emitidas. En las Figuras 7 y 8 se muestran las ejecuciones de los participantes de manera individual y grupal.

Porcentaje de respuestas emitidas por los participantes de los diferentes grupos de edad
ante las comparaciones de estímulos numéricos.

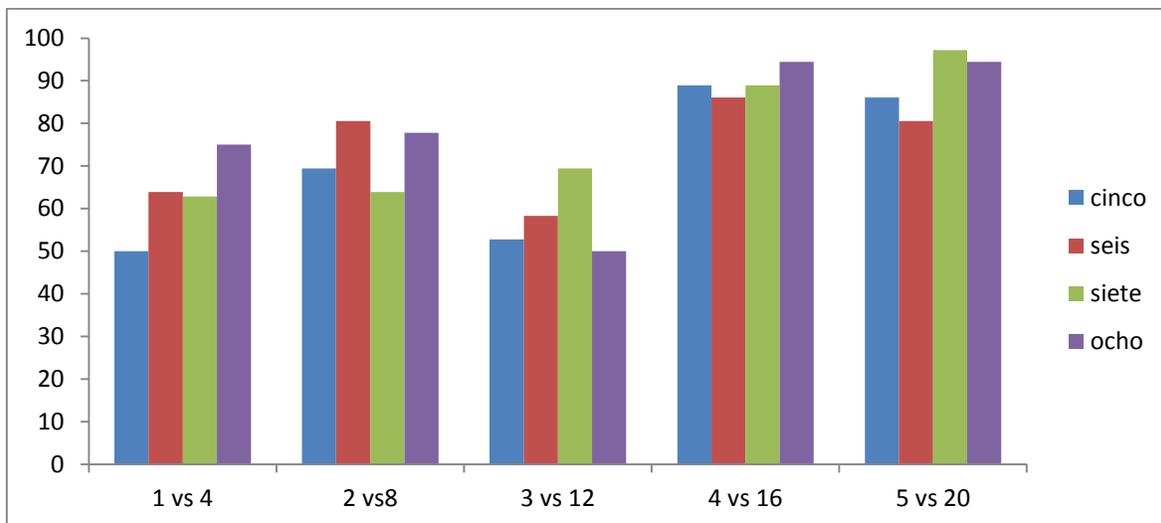
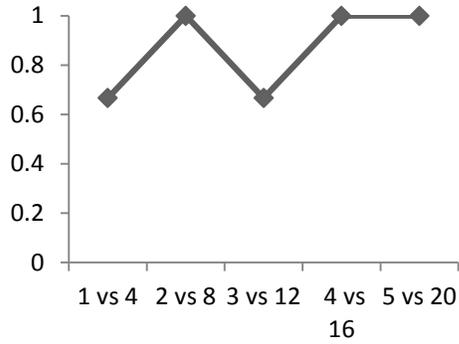
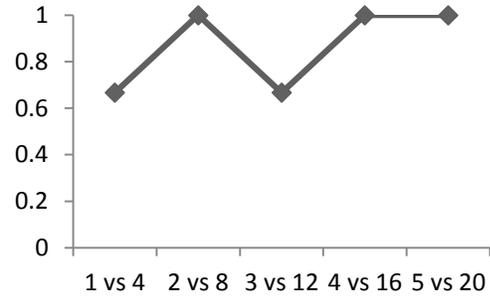


Figura 7 Se muestran las comparaciones de los estímulos numéricos y con color azul a los participantes del grupo de cinco años de edad, con color rojo los participantes de seis años, los participantes de siete años están representados con el color verde y por último los participantes de ocho años con color morado.

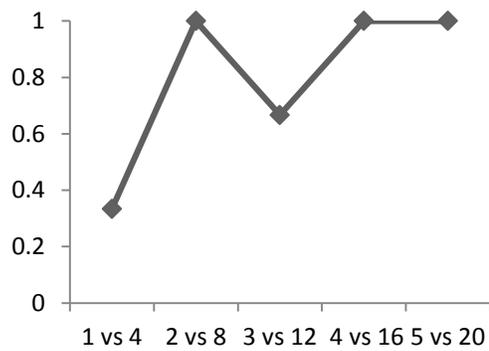
5 años de edad



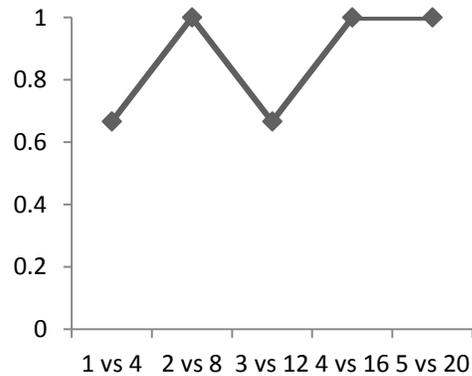
6 años de edad



7 años de edad



8 años de edad



En la Figura 8, en la parte superior izquierda se muestra la ejecución de un participante de cinco años de edad en una tarea de discriminación, en la parte inferior se muestra la ejecución de un participante de siete años, y por último en la parte superior derecha se muestra la ejecución de un niño de seis y en la parte inferior la de un niño de ocho años de edad.

Los datos obtenidos en la Figura 8 muestran que los participantes de los cuatro grupos de edad son sensibles ante la dimensión numérica, es decir, se observa que al incrementarse la distancia numérica en los valores de las comparaciones empleadas esto facilita su discriminación, por ejemplo, cuando los participantes deben discriminar 4 vs 16 o 5 vs 20 se observa un aumento en el porcentaje de respuestas lo cual no ocurre cuando deben discriminar 3 vs 12, esto puede deberse al orden en el cual se presentaron las comparaciones. Al igual que en tiempo los infantes son sensibles a la dimensión numérica ya que si no fuese así su porcentaje de respuestas sería menor en todas las comparaciones.

A partir de lo obtenido de manera descriptiva en las Figuras 7 y 8 se decidió realizar un ANOVA para saber si la edad es un factor en la discriminación numérica, empleando únicamente las comparaciones pequeñas y grandes. Al igual que en tiempo se consideró la prueba Wilks Lambda para evaluar dicho efecto.

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Partial Eta Squared
factor1	Pillai's Trace	,178	9,556 ^b	1,000	44,000	,003	,178
	Wilks' Lambda	,822	9,556 ^b	1,000	44,000	,003	,178
	Hotelling's Trace	,217	9,556 ^b	1,000	44,000	,003	,178
	Roy's Largest Root	,217	9,556 ^b	1,000	44,000	,003	,178
factor1 * GRUPOA	Pillai's Trace	,033	,495 ^b	3,000	44,000	,687	,033
	Wilks' Lambda	,967	,495 ^b	3,000	44,000	,687	,033
	Hotelling's Trace	,034	,495 ^b	3,000	44,000	,687	,033
	Roy's Largest Root	,034	,495 ^b	3,000	44,000	,687	,033

En este caso el valor obtenido en la prueba Wilks Lambda (.967) con una F (.495) indicando que no existen diferencias significativas, con lo cual se asume que las diferencias en las ejecuciones en este estudio no son exclusivas de la edad sino que la comprensión para ambas dimensiones requiere de la interacción que los infantes sostienen en la escuela y su hogar. Otro factor que influyó en la discriminación de tiempo y número fue el efecto de distancia y el efecto de tamaño o cantidad.

En la Figura 9 se muestra la gráfica obtenida en el ANOVA, en el cual únicamente se observan las ejecuciones ante las comparaciones grandes y pequeñas.

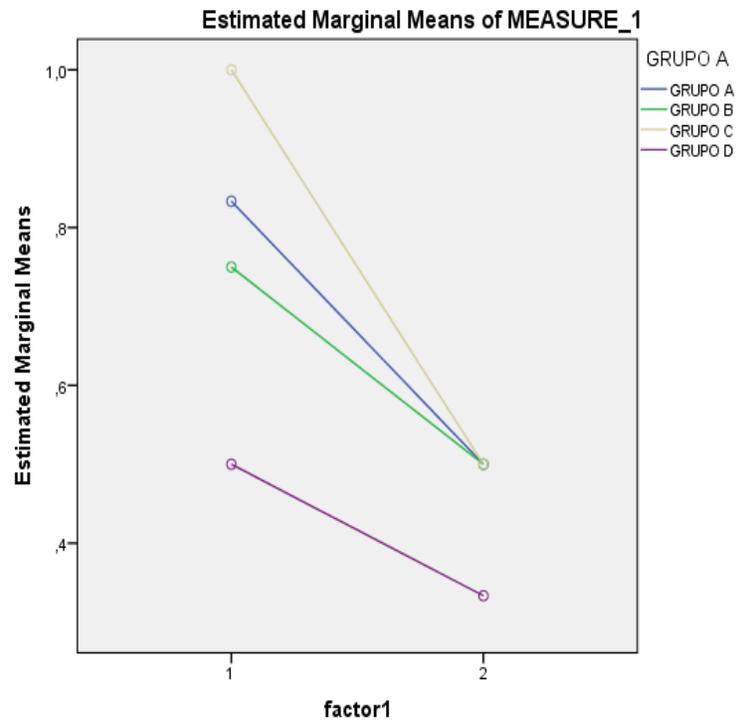


Figura 9. Se muestran las ejecuciones de infantes de 5, 6,7 y 8 años de edad ante una prueba de discriminación numérica. El grupo A representa a los niños de cinco años de edad, el grupo B a los niños de seis años, el grupo C a los participantes de siete años y por último el grupo D que corresponde a los niños de ocho años de edad. El número uno corresponde a las comparaciones con valores mayores y el número dos corresponde a los valores pequeños.

A modo de conclusión se asume que los infantes sin importar la edad son sensibles a ambas dimensiones (tiempo y número), ya que, al analizar sus ejecuciones se observa que la comprensión de la dimensión numérica es importante para la comprensión del tiempo, es decir, ambas son dimensiones que interactúan para poder expresar mejores ejecuciones en tareas de discriminación. Por ejemplo en la Figura 10 se muestran las ejecuciones de los participantes en una tarea de discriminación temporal.

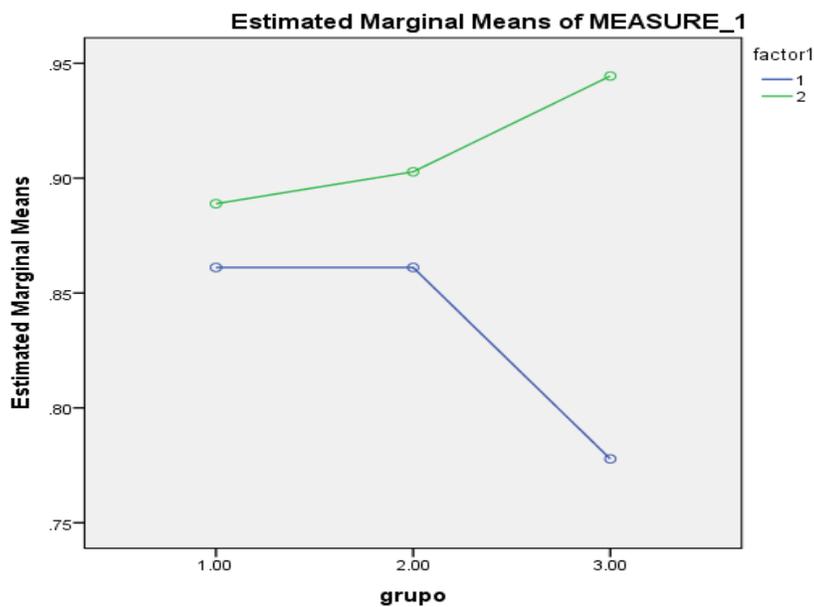


Figura 10. Se muestran las ejecuciones de los participantes de los grupos de edad de cinco, seis, siete y ocho años de edad en una tarea de discriminación temporal; los factores 1y 2 se refieren a las comparaciones de estímulos auditivos.

En la Figura 10 se muestra que no existen diferencias en las ejecuciones de los participantes de ningún grupo de edad, partiendo de lo anterior se asume que la sensibilidad temporal es independiente de la edad. Esto no quiere decir que la edad no sea un factor importante simplemente no se puede asumir que la edad en sí misma mejore la comprensión de ésta dimensión. Por ejemplo, en la Figura 10 se muestran las ejecuciones de los niños ante las comparaciones con valores pequeños y grandes para saber si el efecto de distancia influye en la discriminación de los participantes, y lo que se muestra es que sí ejerce un papel importante en la discriminación; un ejemplo de lo anterior es la Figura 5, en ella se muestra cómo la distancia numérica influye en el porcentaje de respuestas correctas.

DISCUSIÓN GENERAL

El objetivo de la presente investigación es corroborar los supuestos establecidos en el estudio de Droit-Volet (2003), los cuales pretenden saber si la edad mejora las ejecuciones en tareas de discriminación temporal y numérica, o si el efecto de distancia y el efecto de cantidad influyen en la discriminación de los infantes; así como conocer a qué dimensión son más sensibles los niños: tiempo o número. Droit-Volet (2003) reporta que los infantes de cinco y ocho años de edad son sensibles ante estas dos dimensiones, sin embargo, la diferencia en sus ejecuciones se debe a cambios en el desarrollo, es decir, la interacción que los infantes sostienen en su entorno social (escuela, hogar) facilita la comprensión del conocimiento numérico y éste a su vez ayuda a la comprensión de la dimensión temporal.

De acuerdo a las investigaciones realizadas por Droit-Volet Clément y Fayol (2003) las ejecuciones temporales y numéricas en infantes son distintas no sólo por la edad, es decir, la edad no es el único factor determinante para la mejora en las ejecuciones de los infantes; como se verá más adelante, la distancia numérica o efecto de distancia también influye en sus respuestas. Otra manera de explicar las diferencias en las ejecuciones es a través de la sensibilidad expresada por los niños. La sensibilidad a dimensiones temporales y numéricas es independiente de la edad, es decir, la edad como proceso fisiológico es importante debido a la relación que sostiene con procesos básicos como memoria y atención; a partir de la migración neuronal ocurren modificaciones con la edad en todo el sistema nervioso.

Luria (1973) hace mención sobre un período crítico que ocurre entre los tres y siete años de edad. Dicho proceso implica no sólo como ocurre el procesamiento de información sino también deja muy claro que existen áreas cerebrales que no terminan de madurar a estas edades.

Como es sabido, la corteza prefrontal termina de madurar al finalizar la adolescencia, por tal razón los cambios asociados con la edad son una forma de intentar explicar las diferencias en las ejecuciones de los infantes. Es a partir de la idea de cambios en las ejecuciones que se ha dado mayor validez a la idea de la existencia de un reloj interno que es funcional desde edades tempranas (Droit-Volet, 2003).

Droit- Volet (2003) evaluó la ejecución de niños de entre cinco y ocho años de edad para demostrar no sólo la existencia del reloj interno sino su funcionalidad desde edades tempranas. Para llevar a cabo su investigación replicó el estudio conducido por Meck y Church (1983) utilizó un procedimiento de bisección temporal y bisección numérica. En la tarea de bisección temporal mantuvo constante la presentación de estímulos a cuatro mientras variaba la duración total de la secuencia, en la siguiente prueba mantuvo constante la duración y se modificó el número de estímulos. En contraste, en el presente estudio se utilizaron estímulos visuales en los cuales variaba el número de imágenes, en el caso de discriminación temporal se emplearon estímulos auditivos. Para ejemplificar mejor lo anterior ver Figura 5.

Los resultados del experimento realizado por Droit-Volet y colaboradores (2003) mostraron que los niños de cinco y ocho años de edad son sensibles al discriminar tiempo, lo cual concuerda con los datos obtenidos en el presente estudio,

es decir, se observó que las ejecuciones de los niños de entre cinco y ocho años de edad no diferían tanto como se esperaba. Sin embargo, la diferencia en las ejecuciones para discriminar la dimensión temporal se debe a la falta de conocimiento numérico. Al procesar una dimensión numérica de acuerdo a SET los sujetos deben almacenar mayor información temporal, en contraste se observó la relevancia del número para emitir juicios, dado el procedimiento realizado por Droit-Volet la capacidad de discriminación es inherente a todas las especies; esto no implica una generalización en las ejecuciones de los infantes sino que permite asumir la existencia de un mecanismo biológico para la comprensión numérico-temporal. Es decir, que las diferencias en las ejecuciones en tareas de discriminación se deben a cambios en el desarrollo, dicho de otra forma, la edad no es el único factor en la comprensión de los infantes ante ambas dimensiones (tiempo y número). Partiendo de lo anterior se asume que la comprensión que el infante posee del número influye en la exactitud y precisión de sus respuestas en tareas de discriminación.

Por ejemplo, en la Figura 6 se muestran cómo las ejecuciones de los niños de cinco y ocho años de edad no difiere tanto, es decir, al analizar el porcentaje de respuestas emitidas no se registraron diferencias al discriminar duraciones como 3.5 vs 5.25, sin embargo, al discriminar 4 vs 6 se muestra un patrón al discriminar ésta duración sin importar la edad, es decir, existe una disminución en el porcentaje de respuestas emitidas ante esta comparación, lo anterior puede ser explicado debido a la falta de comprensión que los infantes poseen de la dimensión temporal, sin embargo,

los participantes son sensibles a las demás comparaciones; esto implica que la edad por se no modifica las ejecuciones sino su comprensión.

Por ejemplo; el conocimiento temporal emerge de la interacción sostenida con número, dada las experiencias de los niños en su entorno social. Un ejemplo es el asistir a clases, (se les enseña a asociar objetos con número), a través de esta estrategia se adquiere un conocimiento formal del número lo cual no ocurre con tiempo.

La sensibilidad numérica-temporal es un dato importante por la relación mantenida con cambios en la edad, es decir, la capacidad de reconocimiento ante duraciones. En este caso, sensibilidad se refiere a la capacidad de discriminar que es fortalecida con la adquisición del conocimiento numérico. Cuando se habla sobre sensibilidad no se refiere a la no capacidad de los niños al distinguir una duración de otra sino a la adquisición del conocimiento numérico, es a través de este mecanismo que las ejecuciones ante número y tiempo mejoran. Por lo tanto las diferencias en las discriminaciones para ambas dimensiones se vinculan con la sensibilidad, ya que, es asociada a la forma en la cual resuelven los niños una tarea de discriminación; por tal razón se puede asumir que el procesamiento temporal-numérico ocurre de manera independiente en un rango de edad de entre cinco y ocho años de edad.

Sin embargo la literatura del área temporal solo expone la forma en la cual ocurre el registro del paso del tiempo, es importante destacar la relevancia del número para realizar estimaciones o juicios, a través del cómputo numérico los infantes

pueden realizar discriminaciones de duraciones de eventos y después poder emitir un juicio. La interacción de ambas dimensiones (tiempo y número) son indispensables para la creación de una regla de aprendizaje que facilite la solución de una tarea. Los infantes al discriminar duraciones cortas vs largas generan un “predictor” que les permite la comprensión de una tarea de discriminación. Esto se observa cuando los sujetos deben elegir qué conjunto de estímulos posee más elementos o cuanto duro un sonido.

Valdría la pena comentar que en los datos obtenidos por el presente estudio se observa el efecto de distancia propuesto por Dehaene (1990), el cual expone que al incrementarse la distancia numérica los participantes expresan una mejor discriminación, lo cual no ocurre con una distancia menor. Sin embargo, en la presente investigación cuando los participantes debían discriminar 4 vs 6 que no es la comparación con menor distancia numérica se observa una disminución numérica, lo cual puede ser explicado a través de la comprensión que los niños poseen de la dimensión numérica, es decir, en su entorno social (hogar, escuela) los infantes tienen más contacto con el número y esto les permite crear representaciones sobre el número y esto a su vez les permite trasladar este aprendizaje a la dimensión temporal.

Siguiendo con el argumento los datos no asumen una falta de discriminación sino que las diferencias en las ejecuciones no surgen por la edad sino por la comprensión del sentido del número.

Por ejemplo, en la Figura 8 se muestran las ejecuciones de los niños de siete y ocho años de edad, al observar la figura se nota que las discriminaciones de los niños

de siete años en comparaciones de imágenes de 1 vs 4 es menor, lo cual no le ocurre a los niños de ocho años de edad. Esto permite destacar que la edad por sí sola no mejora las discriminaciones numéricas sino su comprensión.

Dehaene destaca que la sensibilidad ante modificaciones temporales y numéricas muestra que los sujetos poseen un dominio sobre las representaciones análogas.

En este sentido, el análisis realizado en discriminación temporal indicó que a pesar de una prolongación en los sonidos los sujetos fueron capaces de diferenciarlos, es decir, la edad no fue un factor en las tareas de discriminación. Pero al intentar discriminar 4 vs 6 segundos todos los niños expresaron un patrón, una gran dificultad al intentar distinguir la duración entre un sonido y otro.

SET asume que todas las personas tenemos un mecanismo interno llamado reloj, el cual sirve para almacenar información numérica- temporal. El almacenamiento se da en forma de pulsos que se emiten a partir de un acumulador, es decir, el registro de información en memoria de corto plazo y que posteriormente sirve para emitir un juicio.

A partir de la creación de este modelo se asume que las discriminaciones son distintas por la edad. En los datos obtenidos en el presente estudio (ver Figura 5) se observa que la edad no influye con la capacidad de discriminación ya que todos los niños fueron expuestos a las mismas comparaciones 2 vs 3 y 5 vs 7.5 segundos.

Sin importar las diferencias de edad todos los niños son capaces de discriminar por lo tanto la pregunta es: ¿qué mejora la capacidad de discriminación de los niños? Una forma de solucionar el planteamiento anterior es a partir de la adquisición del concepto

del número, es determinado por la capacidad de discriminación (Cordes, Williams & Warren, 2007), principio de cardinalidad y el principio de ordinalidad términos propuestos por Gelman & Gallistel (1978)

En número emergen dos principios establecidos por Gelman y Gallistel, el primero hace referencia al orden, es decir, la forma en la cual se presentan secuencias de estímulos (ordinalidad), el siguiente permite denominar a todo el conjunto de elementos (cardinalidad), Fuson (1992), indica la existencia de dificultades para identificar si los cambios que ocurren en las ejecuciones se deben al orden en el cual se presentan los estímulos ya que no es lo mismo la presentación de estímulos en una situación experimental a una situación social.

En la situación experimental se le pide al participante replicar la secuencia de elementos y en la segunda tarea solo asociar. A partir de ésta idea Fuson (1992) alude a la complejidad expresada por los infantes al representar cantidades sin tener un punto de referencia, es decir, el lenguaje verbal no es la única forma para poder estimar la distancia entre dos numerosidades sino la interacción de sistemas perceptuales como atención surgen para poder resolver de manera más exacta tareas de discriminación, un ejemplo de dicha estrategia es subitizing.

Dehaene propone el uso de una herramienta económica, subitizing, la cual facilita el reconocimiento de cantidades en menor tiempo. Para poder emplearla es necesaria la comprensión numérica.

A partir de esto la cuestión es saber si primero son necesarios los principios antes mencionados o si conteo y subitizing son mecanismos independientes. De acuerdo a

los datos obtenidos en el presente estudio se afirma que ocurren de manera independiente, si no fuese así las ejecuciones de los infantes serían idénticas, al emplear representaciones simbólicas se establece una forma análoga para generar estrategias como subitizing por lo cual se concluyen que son dos mecanismos independientes.

Por tanto, se concluye que las tareas de discriminación no solo sirven para evaluar la capacidad de discriminación sino la adquisición formal de conteo, esto implica orden y cardinalidad lo cual no fue evaluado de manera directa, sin embargo, en el registro de los datos se identifica un patrón al responder ante dos comparaciones de estímulos, aunque la presentación de sonidos y de elementos fueron aleatorizados cabe la posibilidad de la adquisición de una regla para asumir que siempre las duraciones o números eran mayores.

Algunos participantes aprendieron a elegir la primera duración como la mayor aunque no fuera correcta su respuesta. Este resultado ocurre gracias al orden establecido y es a partir de esto que se emite una estimación tanto de cantidad como de tiempo.

Otra observación importante es el uso del estadístico Wilks-Lambda, es una prueba que sirve para medir las diferencias entre grupos.

La prueba nos permitió evaluar la capacidad de discriminación de los infantes ante estímulos auditivos y visuales. Al analizar los datos no se obtuvieron diferencias significativas sin embargo esto permite establecer la sensibilidad expresada por los niños sin importar la edad, por ejemplo, en la Figura 5 se muestra como los niños son sensibles ante las comparaciones temporales sin importar la edad, es decir, lo que modifica las ejecuciones es la comprensión numérica, a través de esta, los infantes

logran establecer representaciones simbólicas para posteriormente permitirles generar estrategias para facilitar la distinción del tiempo en tareas de discriminación, es decir, no asumen diferencias en la forma de discriminar sino que es a partir de las tareas de discriminación que pone de relieve la existencia de estrategias en niños de 5 y 8 años de edad; al realizar el análisis de manera individual se notaron diferencias en la forma de distinción entre una duración y otra, esto podría estar relacionado con el orden en el cual se mostraron los estímulos, asimismo es pertinente mencionarlo porque con anterioridad se han reportado en investigaciones (Brannon & Terrace 1998) que se modifican las ejecuciones de animales y niños ver Figura 5.

La presencia de precursores evolutivos como la capacidad encontrada en animales para resolver tareas en las cuales se asume un orden numérico (Brannon & Terrace, 1998) proporcionan sustento a la existencia de habilidades numéricas relevantes para la adquisición de un conocimiento temporal, si no fuera así los niños no tendrían dificultades al intentar diferenciar una duración de otra. Con lo anterior se asume lo siguiente: la comprensión aritmética emerge de un sistema de representaciones homólogo en infantes, adultos y animales debido a un sustrato fisiológico. En adultos de todas las culturas se ha reportado que cuando existe una lesión en el lóbulo parietal se modifica la comprensión aritmética, por esta razón se ha demostrado la existencia de un mecanismo innato pertinente para la discriminación.

El sentido del número es el punto de partida para la construcción de representaciones análogas, el cual sirve de base intuitiva para la adquisición y manipulación de las nociones aritméticas elementales (Dehaene, 2002). A través del

sentido numérico las ejecuciones son más precisas para comparaciones en las cuales la distancia absoluta sea mayor, dicho efecto no ocurre con distancias menores, por ejemplo al comparar 4 vs 6 se nota la dificultad al discriminar para los niños de los diferentes grupos de edad, una posible solución es la capacidad de almacenamiento en memoria de referencia.

Se ha reportado la existencia de un límite de almacenamiento de información de solo cuatro elementos, por tanto, al tener una edad biológica inferior a ocho años de edad la forma en la cual se evoca información temporal es deficiente debido a la falta de conocimiento numérico. Siguiendo con el mismo argumento Droit-Volet menciona la diferencia en las ejecuciones no está determinada de manera exclusiva por la edad sino por la falta de comprensión, es decir, cuando los sujetos no tienen experiencia con la dimensión a discriminar su proceso de decisión se vuelve azaroso lo cual no ocurre cuando el sujeto comprende la tarea. Esto puede deberse a factores atencionales, dada la falta de migración neuronal los niños no poseen la suficiente madurez para poder emitir un juicio más certero.

A partir de lo anterior se concluye que la adquisición de habilidades numéricas-temporales es inherente a todas las especies, sin embargo la comprensión para ambas magnitudes requiere de la interacción de mecanismos atencionales, sociales (escuela) y biológicos. Los datos obtenidos de la presente investigación proponen no sólo que los infantes expresan un incremento en la sensibilidad numérica y temporal, esto se debe a las representaciones creadas por los infantes en memoria de referencia; a través de este mecanismo se registra la duración o el número de elementos a comparar.

De acuerdo al Modelo de Diferencias propuesto por Wearden (1991) el computo de información es relevante para emitir un juicio, sin embargo, la influencia de la capacidad atencional expresada por los infantes es sumamente relevante para comprender las diferencias en las ejecuciones en los distintos grupos de edad, al comparar 4 vs 6 segundos se observa un patrón al discriminar esto puede explicarse debido a la falta de comprensión de la dimensión temporal, ya que se observa una disminución en el porcentaje de respuestas ante esta comparación.

Alcances del presente estudio

Los alcances de la presente investigación son corroborar los supuestos establecidos por Droit-Volet (2003) los cuales asumen que los infantes, sin importar la edad, son sensibles a modificaciones temporales y numéricas.

Droit-Volet (2003) reporto que infantes de cinco y ocho años de edad son capaces de discriminar estímulos visuales y auditivos como consecuencia de su sensibilidad ante dimensiones temporales y numéricas, sin embargo, lo que se modifica es el grado de exactitud y precisión al ejecutar sus respuestas en tareas de discriminación.

Los resultados obtenidos del presente estudio corroboran que los infantes sin importar la edad expresan su sensibilidad a dimensiones temporales y numéricas en tareas de discriminación, un ejemplo de esto se encuentra en la Figura 5 en la que se muestran las ejecuciones de los niños de los distintos grupos de edad en tareas de discriminación, también se observa que no existen diferencias al momento de emitir su respuesta ante las comparaciones de estímulos auditivos.

Asimismo, se observa cómo los infantes expresan una disminución en el porcentaje de respuestas emitidas ante la comparación 4 vs 6, lo cual asume que la comprensión de la dimensión numérica repercute en el conocimiento temporal. Sin embargo, todos los niños sin importar la edad fueron sensibles a ambas dimensiones (tiempo y número).

Esta es una aportación importante ya que permite interpretar los resultados no solo a partir de la edad sino a partir de su comprensión ante éstas dimensiones (tiempo y

número), es decir, para que surja una mejoría en las discriminaciones debe existir una comprensión de ambas dimensiones.

, cuando los infantes asimilan su conocimiento numérico esto les permite expresar discriminaciones temporales más precisas, lo anterior asume que el número es una dimensión fundamental para la mejoría en la comprensión del tiempo en niños.

Esto se debe a qué número es una dimensión con la cual los niños están en contacto desde edades tempranas, por ejemplo, cuando juegan emplean un número de objetos y esto a su vez ayuda a los niños a crear representaciones numéricas lo cual no ocurre con el tiempo, es por ésta razón que tiempo es una dimensión que requiere de la comprensión del número.

Otro alcance de la presente investigación es que la sensibilidad de los niños de cinco, seis, siete y ocho años de edad se expresa no sólo en procedimientos de bisección sino también en tareas de discriminación.

Limitaciones del presente estudio

La principal limitación se encuentra en el procedimiento, es decir, en el presente estudio se emplearon tareas de discriminación numérica y discriminación temporal lo cual permite explorar de manera general la sensibilidad de los infantes ante dimensiones temporales y numéricas. El procedimiento de bisección que uso Droit-Volet (2003) permite generar datos más precisos sobre la sensibilidad de los niños a estas dimensiones, ya que, al emplear la fracción de weber que funge como indicador de sensibilidad permite justificar mejor los datos obtenidos.

Sin embargo, en una futura investigación se emplearía este procedimiento para fundamentar mejor que la sensibilidad es manifestada sin importar la edad, también sería necesario contar con un mayor número de ensayos para poder tener mayor variabilidad al analizar los datos y por último que se emplearan milisegundos vs segundos para ver como los infantes resuelven este tipo de tareas.

Referencias

Allan, L.G., & Gibbon, J. (1991). Human bisection at the geometric mean. *Learning and Motivation*, 22, 39-58.

Allan, L.G., & Gibbon, J. (1991). Human bisection at the geometric mean. *Learning and Motivation*, 22, 39-58.

Almeida, A., Arantes, J., & Machado, A. (2007). Numerosity discrimination in preschool children. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 88, 339-354.

Antell, S.E., & Keating, D.P. (1983). Perception of numerical invariance in neonates. *Child development*, 54, 695-701.

Arlin, M. (1989). The effect of physical work, mental work, and quantity on children's time perception. *Perception & Psychophysics*, 45 (3), 209-214.

Barth, H., La Mont, K., Lipton, J., Dehaene, S., Kanwisher, N., Spelke, E. (2006). Non-symbolic arithmetic in adults and young children. *Cognition*, 98, (3), 199-222.

Beran, M. J. (2001). Summation and numerosness judgments of sequentially presented sets of items by chimpanzees (Pan troglodytes). *Journal of Comparative Psychology*, 115, 181-191.

Beran, M. J. (2004). Chimpanzees (Pan troglodytes) respond to non-visible sets after one-by-one addition and removal of items. *Journal of Comparative Psychology*, 118, 25-36.

Beran, M. J., & Beran, M. M. (2004). Chimpanzees remember the results of one-by-one addition of food items to sets over extended time periods. *Psychological Science*, 15, 94-99.

Beran, M. J., Beran, M. M., Harris, E. H., & Washburn, D. A. (2005). Ordinal judgments and summation of non-visible sets of food items by two chimpanzees and a rhesus macaque. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 31, 351–362.

Boisvert, M. J., Abroms, B. D., & Roberts, W. A. (2003). Human nonverbal counting estimated by response production and verbal report. *Psychonomic Bulletin & Review*, 10, 683–690.

Brackbill, Y., & Fitzgerald, H. (1972). Stereotype temporal conditioning in infants. *Psychophysiology*, 9, 569-577.

Brannon, E. & Terrace, H. (1998). Ordering of the numerosities 1 to 9 by monkeys. *Science*, 282, 746-749.

Brannon, E., & Jordan, K. (2006). A common representational system governed by Weber's law: Nonverbal numerical similarity judgments in 6-years-old and rhesus macaques. *Journal of Experimental Child Psychology*, 95, 215-229.

Brannon, E., Wusthoff, J., Gallistel, C., & Gibbon, J. (2001). Numerical subtraction in the pigeon: evidence for a linear subjective number scale. *Psychological Science*, 12, 238-243.

Brannon, E.M & Terrace, H. (2000). Representation of the numerosities 1-9 by rhesus macaques (*Macaca mulatta*). *Journal of Experimental Psychology: Animal Behaviour Processes*, 26, 31-49.

Brannon, E.M., Suanda, S., & Libertus. (2007). Temporal discrimination increases in precision over development and parallels the development of numerosity discrimination. *Developmental Science*, 10 (6), 770-777.

Cantlon, J., & Brannon, E. (2005). Semantic congruity affects numerical judgments similarly in monkeys and humans. *PNAS*, 102, 16507-16511.

Church, R. M., & Deluty, M. Z. (1977). Bisection of temporal intervals. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 8, 165-186.

Colombo, J., & Richman, W. (2002). Infant time keeping: Attention and temporal estimation in 4-month-olds. *Research Report*, 13, (5), 475-479.

Cordes, S., Williams, C. & Warren, M. (2007). Common representations of abstract quantities. *Current directions in psychological science*, 16, pp. 156-161.

Darcheville, J.-C., Rivière, V., & Wearden, J. (1993). Fixed interval performance and self-control in infants. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 60, 239-254.

Davis, H., & Perusse, R. (1988). Numerical competence. From backwater to mainstream of comparative Psychology. *Behavioral Brain Science*, 11, 602-615.

Dehaene, S., & Akhavan, R. (1995). Attention, automaticity, and levels of representation in number processing. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 21, 314-326.

Dehaene, S., Dehaene-Lambertz, & Pannier. (2002). Functional neuroimaging of speech perception in infants. *Science*, 298, 1013-1015.

Dehaene, S., Dupoux, E., & Mehler, J. (1990). Is numerical comparison digital? Analogical and symbolic effects in two-digit number comparison. *Journal of Experimental Psychology: Human perception & Performance*, 16 (3).

Domjan, M. (1998). The principles of learning and behaviour. *Editor Thompson. México*

Droit-Volet, S. (1998). Adaptation to time in Young children: an initial force rule governing temporal behavior. *Journal of Experimental Child Psychology*, 68, 236-249.

Droit-Volet, S. (2003). Alerting attention and time perception in children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 85, 372-394.

Droit-Volet, S. (2011). Child and time. In: A. Vatakis, A. Esposito, M. Giagkou, F. Cummins, & G. Papdelis (Eds). *Multidisciplinary aspects of time and time perception* (pp. 151-173). Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.

Droit-Volet, S. (2013). Time perception in children: A neurodevelopmental approach. *Neuropsychologia*, 51, 220-234.

Droit-Volet, S., & Wearden, J. (2001). Temporal bisection in children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 80, 142-159.

Droit-Volet, S., & Wearden, J. (2002). Speeding up an internal clock in children? Effects of visual flicker on subjective duration. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 55B, 193-211.

Droit-Volet, S., & Wearden, J.H. (2001). Temporal Bisection in children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 55, 142-159.

Droit-Volet, S., Clément, A., & Fayol, M. (2003). Time and number discrimination in a bisection task with a sequence of a stimuli: A developmental approach. *Journal of Experimental Child Psychology*, 84, 63-76.

Droit-Volet, S., Clément, A., & Wearden. (2001). Temporal Generalization in children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 80, 271-288.

Droit-Volet, S., Delgado, M., & Rattat, A. (2006). The development of the ability to Judge time in children. *Blaise Pascal University, Clermont-Ferrand, France*.

Droit-Volet, S., Tourret, S., & Wearden, J.H. (2004). Perception of the duration of auditory and visual stimuli in children and adults. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 57 A(5), 797-818.

Droit-Volet, S., Tourret, S., & Wearden, J.H. (2004). Perception of the duration of auditory and visual stimuli in children and adults. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 54 A, 797-818.

Emmerton, J. (2001). Bird's judgments of number and quantity. In R.G. Cook (Ed). *Avian visual cognition*.

Fetterman, J.C. (1993). Numerosity discrimination both time and number matter. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 19, 149-164.

Fuson, K. and Fuson, C. (1992) 'Instruction Supporting Children's Counting On for Addition and Counting Up for Subtraction', *Journal for Research in Mathematics Education*, 23, 72-8.

Gallistel, C.R., & Gibbon, J. (2000). Time, rate and conditioning. *Psychological Review*, 107, 289-344.

Gallistel, C.R., & Gelman, R. (1992). Preverbal and verbal counting computation. *Cognition*, 44, 43-74.

Gelman, R., & Gallistel, C.R. (1978). The child's understanding of number. *Cambridge, MA: Harvard University Press*.

Gibbon, J & Church, R.M. (1981). Time left: linear versus logarithmic subjective time. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 7(2), 87-107.

Hernstein, R.J. (1970). On the law of Effect. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 13, 243-266.

Huntley-Fenner, G., & Cannon, E.(2000). Preschoolers magnitude comparisons are mediated by a preverbal analog mechanism. *Psychological Science*, 11 (2), 147-152.

Judge, P. G., Evans, T. A., & Vyas, D. K. (2005). Ordinal representation of numeric quantities by brown capuchin monkeys (*Cebus apella*). *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 31, 79 –94.

Lamotte, M., Izaute, M., & Droit-Volet, S.(2012). Awareness of time and its relation with time judgment: A metacognitive approach. *Consciousness and Cognition*, 21, 835-842.

Levin, I. (1977). The development of time concepts in Young children: reasoning about duration. *Child Development*, 48, 435-444.

Levin, I. (1992). The developmental of concept of time in children: An integrative model. In F. Macar, V. Pouthas & W.J. Friedman (Ed). *Time, Action and Cognition: Towards bridging the gap*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, pp. 13-33.

Lewkowicz, D.J (1989). The role of temporal factors in infant behavior and development. In I. Levin and D. Zakay (Eds). *Time and human cognition: a life span perspective*. Elsevier. Amsterdam, pp. 9-58.

Lewkowicz, D.J. (2003). Learning and discrimination of audiovisual events in human infants: The hierarchical relation Between intersensory temporal synchrony and rhythmic pattern cues. *Developmental Psychology*, 39, 5, 795-804.

Lipton, J. S., & Spelke, E. S. (2003). Origins of number sense: large number discrimination in human infants. *Psychological Science*, 14, 396–401.

Lowe, C.F., Beatty, A., & Bentall, R.P. (1983). The role of verbal behavior in human learning: infant performance on fixed-interval schedules. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 39, 157-164.

Luria, A.R. (1973). *The working brain*. New York: Basic Books

Matell, M. S., & Meck, W. H. (2000). Neuropsychological mechanisms of interval timing behavior. *BioEssays*, 22, 94-103.

Matell, M.S., & Meck, W.H. (2004). Cortico-striatal circuits and interval timing: Coincidence-detection of oscillatory processes. *Cognitive Brain Research*, 21, 139-184.

Matell, M.S., & Meck, W.H. (2004). Differential modulation of clock speed by the administration of intermittent versus continuous cocaine. *Behavioral Neuroscience*, 118, 150-156.

McCormack, T., Brown, G., Maylor, E., Darby R., & Green D. (1999). *Developmental Psychology*, 35, 4, 1143-1155.

McCormack, T., Brown, G.D.A., Maylor, E.A., Darby, R.J., & Green, D. (1999). Developmental changes in time estimation: Comparing childhood and old age. *Developmental Psychology*, 35, 1143-1155.

McCormack, T., Wearden, J., Smith, M.C & Brown, G.D.A. (2005). Episodic temporal generalization: A developmental study. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 58 A.

Mechner, F. (1958). Probability relations within response sequences under ratio reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 5, 463-466.

Meck, W.H. (1986). Affinity for the dopamine D2 receptors predicts neuroleptic potency in decreasing the speed of an internal clock. *Pharmacol*, 25, 1185-1189.

Meck, W.H., & Church, R.M. (1983). A mode control model of counting and timing processes. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behaviour Processes*, 9, 320-334.

Meck, W.H., Church, R.M., & Gibbon, J. (1985). Temporal integration in duration and number discrimination. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 9, 320-334.

Moyer, R.S., & Landauer, T.K. (1967). Time required for judgments of numerical inequality. *Nature*, 215, 1519-1520.

Nieder, A., & Miller, E. K. (2004). Analog numerical representations in rhesus monkeys: evidence for parallel processing. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16, 889-901.

Orduña, V. (2000). Evaluación de la regla del presupuesto energético en pichones. *Tesis de Maestría. Facultad de Psicología, UNAM.*

Piaget, J. (1946). Le développement de la notion de temps chez l' enfant. *PUF. Paris.*

Pica, P., Lemer, C., Izard, V., & Dehaene, S. (2004). Exact and approximate arithmetic in an Amazonian indigene group. *Science*, 306, 499-502.

Platt, J. R., & Davis, E. R. (1983). Bisection of temporal intervals by pigeons. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 9, 160-170.

Platt, J.R., & Johnson, D.M. (1971). Localization of position within a homogeneous behavior chain Effects of error contingencies. *Learning and Motivation*, 2, 386-414.

- Provasi, J., Rattat, A.C., & Droit-Volet, S. (2010). Temporal bisection in 4-month-old infants. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 37,(1), 108-113.
- Rilling, M., & McDiarmid, C. (1965). Signal detection in fixed ratio schedules. *Science*, 148, 526-527.
- Roberts, W. A. (2005). How do pigeons represent numbers? Studies of number scale bisection. *Behavioural Processes*, 69, 33–43.
- Roitman, J., Brannon, E., Andrews, R., & Platt, M. (2006). Nonverbal representation of time and number in adults. *Acta Psychologica. Science Direct*, 296-318.
- Rumbaugh, D.M., Savage-Rumbaugh, E. S., & Hegel, M.T. (1987). Summation in the chimpanzee (Pan troglodytes). *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 13, 107–115. *Science*, 210, 1033-1035.
- Sekuler, R., & Mierkiewicz, D. (1977). Children's judgments of numerical inequality. *Child Development*, 48, 630–633.
- Smith, B.R., Piel, A. K., & Candland, D. K. (2003). Numerity of a socially housed hamadryas baboon (Papio hamadryas) and a socially housed squirrel monkey (Saimiri sciureus). *Journal of Comparative Psychology*, 117, 217–225.
- Starkey, P., & Cooper, R. G. (1980). Perception of numbers by human infants. Temple, E., & Posner, M.I. (1998). Brain mechanisms of quantity are similar in 5-year-olds and adults. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95, 7836–7841.
- VanMarle, K., & Wynn, K. (2006). Six-month-olds infants used analog magnitudes to represent durations. *Developmental Science*, 9, 41-49.
- Walsh, V. (2003). A theory of magnitude: Common cortical metrics of time, space and quantity. *Trends in Cognitive Science*, 7 (11), 483-488.

Washburn, D.A., & Rumbaugh, D.M. (1991). Ordinal judgments of numerical symbols by macaques (*Macaca mulatta*). *Psychological Science*, 2, 190–193.

Wearden, J.H. (1991). Human performance on analogue of an interval bisection task. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 43, 59-81.

Whalen, J., Gallistel, C.R., & Gelman, R. (1999). Nonverbal counting in humans. The psychophysics of number representation. *Psychological science*, 10, 130-137.

Wilkening, F., Levin, I & Druyan, S. (1981). Integrating velocity, time and distance information: a developmental study. *Cognitive Psychology*, 13, 231-247.

Xu, F., & Spelke, E. (1997). Large number discrimination in 6-month-old infants. In M. Shafto & P. Langley (Eds) *Nineteenth Annual Conference of the cognitive Science society*, pp.1093 London Erlbaum.

Zuili, N., & Fraise, P. (1966). L'estimation du temps en fonction de la quantité de mouvements effective dans une tâche. *Etude génétique. L'Année Psychologique*, 66, 383-396.