



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias  
División de Ciencias Biológicas  
Departamento de Ciencias Ambientales

## INSTITUTO DE NEUROCIENCIAS

Aprendizaje Secuencial en niños de 7 a 12 años  
de edad

Tesis

que para obtener el grado de

**MAESTRO EN CIENCIA DEL COMPORTAMIENTO  
(ORIENTACIÓN NEUROCIENCIA)**

presenta

Minerva López Álvarez

Comité tutelar

**Dr. Daniel Zarabozo Enríquez de Rivera (Director)**

Dr. Félix Héctor Martínez Sánchez

M.C. Sergio Meneses Ortega

Guadalajara, Jalisco

Diciembre de 2012

A mi mamá, que sin su apoyo y cariño, yo, no sería nada.

A mi papá, ese roble que me enseñó a seguir sueños.

César, eres y seguirás siendo mi ángel.

Toño, en estas páginas se encuentra mi locura.

Xavier, aquel que soportó contratiempos y creyó siempre en mí.

## AGRADECIMIENTOS

Esta tesis, si bien ha requerido de esfuerzo y mucha dedicación por parte de la autora y su director de tesis, no hubiese sido posible su finalización sin la cooperación desinteresada de todas y cada una de las personas que a continuación citaré y muchas de las cuales han sido un soporte muy fuerte en momentos de zozobra.

Primero quisiera agradecer a mi familia, que en todo momento fue parte de este proceso y vivieron conmigo cada esfuerzo, búsqueda, y sobretodo el deseo por terminar y alcanzar este sueño. Gracias mamá por escuchar cada tema de Neurociencias que sé perfectamente solo pudiste entender una cuarta parte de lo que decía, pero aún así tuviste la disposición de escucharme con una gran sonrisa.

Segundo, quiero externar mi más grande agradecimiento al Dr. Daniel Zarabozo, mi mentor y director de tesis. Sin él, no habría sido posible que yo comenzara esta etapa de mi vida: las neurociencias. No olvidaré sus enseñanzas y consejos para concluir de manera acertada cada detalle que se presenta en este escrito. Le estaré eternamente agradecida por dejarme integrar a su equipo de trabajo en el laboratorio de Psicofisiología de Procesos Perceptuales.

Tercero, los siguientes agradecimientos son para los miembros de mi comité tutelar, el Dr. Héctor Martínez y el Mtro. Sergio Meneses. Sin sus críticas constructivas y observaciones no habría sido posible presentar un escrito coherente y lleno de ideas para hacer lo que llamamos, *Ciencia*.

Cuarto, quisiera agradecer a los miembros del laboratorio de Psicofisiología de Procesos Perceptuales, Humberto Madera, Nayamin Aceves y Priscila Berriel. Sin ellos no hubiera sido lo mismo cada día de la semana para trabajar en el laboratorio. La ayuda incansable de Nayamin, quién junto conmigo pasó el mismo proceso: hacer una maestría; gracias amiga sin ti las clases, los seminarios y demás protocolos a seguir habrían sido mucho más difíciles de llevar. Los consejos, pláticas, fotos, y porque no, hasta los blogs que Priss me compartió con tanto cariño hicieron mucho más llevadera la aventura que a

veces parecía interminable. Por último, pero con la misma importancia, Humberto, con sus monólogos, sesiones y hasta películas, convirtieron los días en el laboratorio una excusa más para dejar de trabajar un rato, quitar el estrés y continuar con más ganas la presente investigación.

Quinto, un cariñoso agradecimiento a la persona que se puede llevar el premio al ser humano más paciente, Xavier Ángel Gallardo Vázquez. Sin él, todo este proceso tal vez ni si quiera se hubiera concluido. Cada palabra de aliento, abrazo, momento de escucha, o broma, hicieron que mi sueño de ser Maestra en Ciencia del Comportamiento fuera palpable. Cada instante de apoyo recibido es indescriptible.

Por último, a ti lector, que te tomas el tiempo de descifrar estas palabras que con gran esfuerzo se plasmaron y para presentar un pedazo de mi vida, una investigación formal con tintes de crecimiento.

Simplemente gracias,

Minerva López Alvarez.

## ÍNDICE

Resumen .....	3
Abstract .....	5
1. Introducción .....	7
2. El Aprendizaje .....	11
2.1 ¿Qué es el aprendizaje? .....	11
2.2. Anatomía Funcional del Aprendizaje .....	12
3. Aprendizaje Secuencial .....	15
3.1. Aprendizaje Explícito .....	18
3.2. Aprendizaje Implícito .....	22
3.3 .Estructuras Neurales del Aprendizaje explícito e implícito .....	30
3.4. Memoria y Aprendizaje .....	34
4. Tiempo de Reacción .....	41
5. Tareas de Tiempo de Reacción Secuencial .....	43
5.1. Evaluación del Aprendizaje Explícito e Implícito .....	50
6. Neurodesarrollo y la etapa escolar .....	57
6.1. Teorías sobre la etapa escolar .....	58
6.1.1. Las unidades funcionales cerebrales de Luria .....	59
6.1.2. La noción de Skinner .....	60
6.1.3. Las etapas del desarrollo de Piaget .....	61
6.1.4. La concepción del Lenguaje y el Pensamiento de Vygotsky .....	64
7. Educación Básica Primaria. Diferencias entre Escuelas Públicas y Privadas .....	67
8. Planteamiento del Problema .....	73
9. Objetivos e Hipótesis .....	77
9.1. Objetivo General .....	77
9.2. Objetivos Específicos .....	77
9.3. Hipótesis General .....	77
9.4. Hipótesis Específicas .....	77
10. Metodología .....	79
10.1. Participantes .....	79
10.2. Variables .....	79
10.3. Criterios de Inclusión y Exclusión .....	80
10.4. Estímulos .....	80

10.5. Procedimiento.....	81
10.6. Materiales .....	83
10.7. Pruebas de Evaluación de Aprendizaje Explícito e Implícito .....	85
10.8. Análisis de los Datos.....	86
11. Prueba Piloto .....	87
12. Resultados .....	89
12.1. Tiempo de reacción .....	89
12.2. Respuestas correctas .....	92
12.3. Tiempo de reacción y Respuestas correctas. Correlaciones .....	95
12.4. Aprendizaje explícito e implícito.....	96
13. Discusión.....	99
14. Conclusiones.....	109
15. Referencias Bibliográficas.....	111
16. Anexos .....	119
17. Apéndice 1.....	129
18. Apéndice 2.....	131

## RESUMEN

El aprendizaje secuencial ha sido estudiado durante varios años en adultos y existen pocos estudios que caracterizan la habilidad para obtener este tipo de aprendizaje en niños (Deroost et al., 2009; Lewkowicz & Berent, 2009; Meulemans, Linden, & Perruchet, 1998; Thomas et al., 2004). Los niños cuentan con una etapa de preparación para ejecutar diferentes acciones y comportamientos que demuestran la adquisición de nuevas habilidades, es decir la producción de un aprendizaje. Estas habilidades pueden ser interpretadas como prerrequisitos, pero si se reproducen de manera secuencial llegan a convertirse en parte de un nuevo comportamiento (Gibson, 1978). A su vez, se han observado diferencias sociales entre los estudiantes que asisten a escuelas públicas y escuelas privadas y lo cual puede llegar a afectar en ciertos casos el desempeño académico de los niños. Un ejemplo de estas diferencias se puede ver reflejado en el retraso etario, el cual es triple en el sector público en comparación con el privado (Pereyra, 2006). En el presente estudio se caracterizó el aprendizaje secuencial en niños en etapa escolar (7 a 12 años de edad), en dos diferentes escenarios: escuelas públicas y privadas. En total se analizaron datos de 119 niños, pero se descartaron 8 de ellos gracias a los criterios de exclusión, quedando así 111 niños en la muestra.

Se encontró, que los niños de mayor edad (9-10 y 11-12 años) fueron capaces de percibir una regularidad y predecir la posición siguiente del estímulo visual presentado en la tarea. Por lo tanto, respondieron de manera más rápida (menores TR) y acertada (mayor cantidad de RC) a la secuencia, lo que condujo a tener movimientos más rápidos conforme al desarrollo y la maduración que se presenta con la experiencia.

A su vez, se realizaron pruebas para determinar si el aprendizaje secuencial fue explícito o implícito en los participantes. Se encontraron que de los 111 participantes, 80 fueron implícitos y solo 31 fueron explícitos. Un poco más del 50% de los participantes explícitos fueron integrados por el grupo de mayor edad (11 a 12 años). Lo cual sugiere que la expresión verbal podría estar correlacionada con una mayor maduración encefálica.





## ABSTRACT

Sequential learning has been studied for several years in adults and there are just a few studies that characterize the ability to obtain this kind of learning in children (Deroost, et al., 2009; Lewkowicz & Berent, 2009; Meulemans, et al., 1998; Thomas, et al., 2004). Children have a stage of preparation to execute different actions and behaviors that demonstrate the acquisition of new skills, i.e. the production of learning. These skills can be interpreted as prerequisites, but if they are developed sequentially they might become part of a new behavior (Gibson, 1978). In turn, social differences between students who attend public schools and private schools, may affect the academic performance of children in certain cases. An example of these differences has been reflected in the age delay, which is triple in the public sector compared with the private one (Pereyra, 2006). In the present study it was characterized the sequential learning in children at a school stage (7 to 12 years of age), in two different scenarios: public and private schools. In total 119 children were analyzed, however eight of them were discarded because of the exclusion criteria; leaving 111 children in the sample.

Children of older age (9-10 and 11-12 years) were able to perceive regularity and predict the next position of visual stimuli presented in the task. Therefore, these children responded more quickly (minor reaction time) and successfully (a greater amount of correct responses) to the sequence, which led to have more rapid movements according to the development and maturation that occurs with the experience.

Tests were conducted to determine if the sequential learning was explicit or implicit in the participants. It was found that of the 111 participants, 80 were implicit and only 31 were explicit. Fifty percent of the explicit participants were of the group of bigger age (11 to 12 years). It can be suggested that oral expression might be related with more consolidated brain maturation.



## 1. INTRODUCCIÓN

El aprendizaje es uno de los procesos fundamentales para el desarrollo y la supervivencia del ser humano y de prácticamente todos los organismos. Continuamente enriquecemos y variamos nuestro comportamiento en el entorno cambiante que nos rodea, adaptándonos a él o modificándolo para nuestra conveniencia.

Aunque existen casi tantas definiciones de aprendizaje como autores que se dedican a su estudio, considerarlo como un cambio duradero en los mecanismos de la conducta -cambio resultante de la experiencia del sujeto- resulta una definición apropiada para nuestros fines (Domjan, 2003).

Los adultos a diferencia de los niños, cuentan con mayores habilidades y destrezas para poder explicar un comportamiento novedoso (un aprendizaje), pero es claro que existen cambios constantes desde que el ser humano nace, es decir, pueden notarse indicios de que éste aprende. Por ejemplo, el bebé aprende alimentarse de su madre, muestra reacciones ante situaciones agradables o desagradables y las repite continuamente. A nivel cerebral este proceso corresponde a conexiones neurales reforzadas, que proliferan al mismo tiempo que aparece progresivamente una mayor mielinización de los axones neuronales. El aprendizaje puede ser descrito como un cambio permanente como resultado de las interacciones en el medio ambiente del niño. En general todos los psicólogos -sin importar la teoría que se aplique para explicar al aprendizaje-, coinciden que el niño necesita de una interacción continua con el medio ambiente para obtener desarrollo normal y óptimo. Cada comportamiento es seguido de una serie de pasos que intervienen en el cambio que resulta como producto del aprendizaje (Gibson, 1978).

Los niños cuentan con una etapa de preparación para ejecutar diferentes acciones y comportamientos que demuestran la adquisición de nuevas habilidades, es decir la producción de un aprendizaje. Estas habilidades pueden ser interpretadas como prerrequisitos, pero si se reproducen de manera secuencial llegan a convertirse en parte de un nuevo comportamiento (Gibson, 1978).

Un tipo de aprendizaje importante en la vida cotidiana del ser humano es el *aprendizaje secuencial*. Éste se desarrolla en relación con series (secuencias) de sucesos u objetos, secuencias que una vez aprendidas, se concretan en un conocimiento nuevo, básico en los niños, sobre todo cuando se encuentran en una etapa escolar. Esta etapa es esencial para muchos aspectos de la vida futura del niño, ya que desde el primer momento que el niño se encuentra con conocimientos nuevos, se enfrenta con series y repeticiones. Por ejemplo, el hecho de aprender el abecedario y los números dentro de un nivel básico es aprender una serie (saber que después de la letra A, sigue la B, y así sucesivamente). Estas secuencias, conforme avanza el grado de dificultad, se convierten en combinaciones de secuencias, tales como las reglas gramaticales o tablas de multiplicar.

Por otra parte, la clasificación del conocimiento (o del aprendizaje) como explícito –el sujeto puede explicar o describir los elementos y estrategias empleados para conocer o aprender algo- o implícito –el sujeto no puede dar cuenta de cómo aprendió algo- ha sido tratado por varios autores (Eimer, Goschke, Schlaghechken, & Stümer, 1996; Ferdinand, Mecklinger, & Kray, 2008; Frensch & Rüniger, 2003; Karatekin, White, & Bingham, 2009; A. S. Reber, 1967; Schacter, 1992; Thomas, et al., 2004)

Es posible que los niños, en comparación con los adultos, cuenten con menores habilidades y un desempeño más pobre para dar a conocer la manera en que se aprende o lo que se aprende durante la escuela, pero por otro lado, sí es posible observar el aprendizaje por medio de la ejecución de tareas y cambios en su comportamiento que no impliquen el reconocimiento o el verbalizar de lo aprendido, lo que se llama propiamente aprendizaje implícito. Éste juega un papel importante en el desarrollo cognitivo y probablemente también en el desarrollo tanto emocional como social (Meulemans, et al., 1998).

A pesar de la existencia de estudios acerca de la facilitación del aprendizaje secuencial en niños, hasta el momento no se ha reportado una descripción completa sobre los cambios en niños con diferentes edades, y se ha conservado un enfoque comparativo con el aprendizaje secuencial en niños y adultos, el cual no incorpora los

cambios durante el neurodesarrollo (Deroost, et al., 2009; Karatekin, et al., 2009; Lewkowicz & Berent, 2009; Meulemans, et al., 1998; Thomas, et al., 2004).

Por otro lado se ha visto que existen factores ambientales que afectan ciertas funciones cognitivas como el aprendizaje y las funciones ejecutivas en niños en una etapa escolar. Algunos de estos factores son el estatus socioeconómico (Bradley & Corwyn, 2002; Turkheimer, Haley, Waldron, D'Onofrio, & Gottesman, 2003), el nivel de educación de los padres y el tipo de escuela a la que asisten los niños (Ardila, Roselli, Matute, & Guajardo, 2005). Se dice que la relación del nivel de educación de los padres y el tipo de escuela a la que los niños asisten afecta el desarrollo de funciones ejecutivas, tales como la planeación, la inhibición de respuestas, el desarrollo de estrategias, la resolución de problemas y la memoria de trabajo (Ardila, et al., 2005).

La presente investigación se propone caracterizar el desarrollo del aprendizaje secuencial durante la etapa escolar en la niñez. A la vez, se pretende comparar ese desarrollo entre asistentes a escuela pública y asistentes a escuela privada.



## 2. EL APRENDIZAJE

### 2.1 ¿QUÉ ES EL APRENDIZAJE?

La búsqueda de la definición misma de aprendizaje ha sido una tarea difícil. Es común y parte de nuestro léxico mencionar que algo se ha aprendido; por ejemplo, cuando una conducta nueva se convierte en recurrente en el comportamiento, se puede decir que el organismo “aprendió”.

Pero definir aprendizaje como tal no es tan sencillo; esta cuestión ya fue planteada por Skinner (1950), señalando que “el aprendizaje para aquellos que estamos interesados en el comportamiento es un cambio en la conducta”. El propio Skinner se percató de los huecos que se presentan en sólo describir al aprendizaje como un cambio, el cual es observable cuando se ejecuta, y esta ejecución requiere de un sistema fisiológico, que incluye efectores y receptores, es decir nervios y cerebro. Por ende, el sistema cambió cuando se adquirió el comportamiento, pero éste puede ser o no visible en un momento dado. Por ejemplo, en el área de la biología, un organismo contiene un sistema de reacciones inmunes que responde a organismos invasores de manera específica, pero sus respuestas no existen mientras el organismo no esté invadido por algún virus. Por tanto Skinner, se preguntó el porqué definir aprendizaje con oposición hacia los datos fundamentales: los estímulos y respuestas que dan la pauta para el cambio en el comportamiento del organismo. Para ejemplificar la variedad en las distintas aproximaciones en el estudio del aprendizaje se presentan a continuación algunas definiciones:

“El aprendizaje consiste de un cambio continuo y gradual en un patrón asociativo que es sensible a las características estadísticas de un conjunto de elementos o eventos encontrados.” (Frensch & Rüniger, 2003)

“El aprendizaje debe consistir en la creación de una forma de representación interna, de la relación que existe entre los eventos en el entorno del animal. En otras palabras, el aprendizaje es la adquisición de conocimiento.” (Dickinson, 1980, p. 22)

“El aprendizaje es un proceso por el cual los organismos modifican su conducta para adaptarse a las condiciones cambiantes del medio que los rodea, a este proceso se le suma un almacenamiento del aprendizaje; la memoria.”(Correa, 2007).

Las tres definiciones anteriores hacen énfasis en la adquisición “de conocimiento”, sin embargo no abordan con exactitud a los estímulos y las respuestas implicadas en el proceso. Por otro lado, Kandel (2000) y Carlson (2006) muestran interés en describir al aprendizaje junto con la memoria. Ellos proponen que para que el aprendizaje se desarrolle, es necesario que se produzca una codificación y almacenamiento de “lo aprendido” y que en cualquier momento pueda ser recuperado, ya sea de manera inmediata o paulatinamente. Por tanto, nos podemos percatar que estos dos autores definen aprendizaje a manera de un proceso explicativo y de la capacidad de recuperación, sin tomar en cuenta aquellos cambios en el comportamiento que se desarrollan de manera automática y centrándose en que la conducta se pueda describir a manera de “recuerdos”. Desde nuestro punto de vista una definición más completa y útil es la siguiente:

“El aprendizaje es un cambio duradero en los mecanismos del comportamiento, que involucra estímulos o respuestas específicas; este cambio es resultante de una experiencia previa con aquellos estímulos o respuestas o con otros similares” (Domjan, 2003, p. 14).

## 2.2. ANATOMÍA FUNCIONAL DEL APRENDIZAJE

Existen muchas estructuras en el sistema nervioso que se postulan o se saben implicadas en el aprendizaje: *la neocorteza, la formación reticular, el cuerpo estriado (también llamado ganglios basales), el sistema límbico, la formación hipocampal, la amígdala y el cerebelo.*

Tratando de establecer una secuencia espacio-temporal el aprendizaje comienza en los *sistemas sensoriales* que captan un estímulo, la activación llega a la *formación reticular* que provoca la activación de respuestas inespecíficas cuando un organismo no cuenta con respuestas aprendidas para manifestar una conducta adaptativa apropiada. Después, se activa la corteza cerebral en donde se producen los modelos neuronales a



seguir y las respuestas motoras (en este proceso se incluye la activación de los *ganglios basales, el sistema límbico y el hipotálamo*). La siguiente estructura que se activa es el hipocampo, en donde se seleccionan las respuestas y se emiten tres diferentes tipos de reacciones: a). la activación de respuestas inespecíficas por medio de la formación reticular, que después pueden convertirse en aprendidas por medio de un reforzamiento, b). activación de circuitos prolongados para consolidar que las respuestas han sido reforzadas, y c). la producción de respuestas específicas cuando ya se formaron y activaron los modelos neuronales correspondientes para dar una respuesta eficaz. Una vez activo el hipocampo, la activación amigdalárica produce una conducta apetitiva y relacionada con la emoción producida con el estímulo. Por último el cerebelo funciona como un revisor de las respuestas anteriormente emitidas para proveer una respuesta correcta (Alcaraz & Gumá, 2001).



### 3. APRENDIZAJE SECUENCIAL

Una secuencia es definida como “serie o sucesión de cosas que guardan entre sí una relación” (Real Academia Española, 2001, p. 2036). Así el aprendizaje secuencial puede ser descrito como una instancia del aprendizaje asociativo, pero con una característica más, el implicar una secuencia. Toda experiencia puede ser integrada dentro de un contexto temporal, por lo cual, cada estímulo y respuesta son desarrolladas en el tiempo. El aprendizaje, dicho anteriormente, es un cambio en el comportamiento de un sujeto. Este cambio puede ser producido por asociaciones, como ya lo hemos visto anteriormente, para Perruchet & Vinter (1998), estas asociaciones puede verse afectadas por la repetición de estímulos en el medio ambiente de cualquier sujeto, y estas relaciones frecuentemente repetidas se convierten en asociaciones privilegiadas, que forman unidades estables, las cuales son fortalecidas conforme el tiempo transcurre, es decir, conforme transcurre el desarrollo y por medio de procesos de atención selectiva. Una manera de saber cómo observar al aprendizaje por medio del tiempo, es el *aprendizaje secuencial*.

Existen varios estudios que ponen en claro que durante una tarea que requiera una respuesta ante un estímulo específico presentado de manera secuencial implica tener menores tiempos de reacción cuando el estímulo se presenta de manera serial (Baldwin & Kutas, 1997; Barnes, Howard, Howard, Kenealy, & Vaidya, 2010; Boyer, Destrebecqz, & Cleeremans, 1998; Cleeremans, 1993; Cleeremans & McClelland, 1991; Deroost & Soetens, 2006; Deroost, et al., 2009; Eimer, et al., 1996; Ferdinand, et al., 2008; Frensch & Rüniger, 2003; Gheysen, Opstal, Roggeman, Waelvelde, & Fias, 2010; Honda et al., 1998; Karatekin, et al., 2009; Kelly, Burton, Riedel, & Lynch, 2003; Lewicki, Czyzewska, & Hoffman, 1987; Lewkowicz & Berent, 2009; Lieberman, Chang, Chiao, Bookheimer, & Knowlton, 2004; Meulemans, et al., 1998; Nemeth et al., 2010; Nissen & Bullemer, 1987; Perruchet, Bigand, & Benoit-Gonin, 1997; P. J. Reber & Squire, 1994; E. M. Robertson, Tormos, J.M., Maeda, F., Pascual-Leone, A., 2001; Savion-Lemieux, Bailey, & Penhune, 2009; Schacter, 1992; Schendan, Searl, Melrose, & Stern, 2003; Shanks & Perruchet, 2002; Stoodley, Ray, Jack, & Stein, 2008; Terrace, 2005; Thomas, et al., 2004).

Entre los primeros trabajos que se ocuparon del estudio de este tema puede citarse el de Reber, quien en 1967 realizó sus trabajos empleando una tarea de aprendizaje de gramática artificial, en la que los participantes debían de memorizar un grupo de letras en forma de serie que podían construir enunciados de 6-8 palabras por enunciado (34 enunciados en total); los grupos de letras eran generados por medio de reglas y éstos podían ser gramaticales o no, pero los participantes no tenían conocimiento de las reglas. Se presentaron a los participantes de dos grupos (control y experimental) 28 ítems de estímulos gramaticales (para cada enunciado) de manera aleatoria por medio de tarjetas de 8 x 7 pulgadas, las cuales podían formar cualquiera de los 34 enunciados posibles. Este estudio buscaba que los participantes reprodujeran por medio de memorización la secuencia en una hoja de papel. Una vez que los participantes respondieron a los 28 ítems y formaban la secuencia correspondiente se les daba una retroalimentación de cuales secuencias habían sido reproducidas correctamente y cuáles no, sin embargo no se les proporcionó conocimiento del número de errores cometidos. El resultado fue que conforme los participantes tenían mayor práctica, los errores iban disminuyendo y la construcción de la secuencia y los enunciados era mucho más acertada.

Veinte años después Nissen & Bullemer (1987) diseñaron un procedimiento en el que se evaluaba el Tiempo de Reacción ante estímulos que eran presentados con una cierta secuencia espacial, pero que no hacía tanto énfasis en los requerimientos de memoria como en los recursos atencionales empleados. Estos autores acuñaron el término *Serial Reaction Time Task* (SRTT) para designar a este procedimiento, que ha sido empleado –con diversas modificaciones- en múltiples investigaciones (Baldwin & Kutas, 1997; Deroost & Soetens, 2006; Deroost, et al., 2009; Eimer, et al., 1996; Ferdinand, et al., 2008; Gheysen, et al., 2010; Karatekin, et al., 2009; Lewkowicz & Berent, 2009; Meulemans, et al., 1998; Stoodley, et al., 2008; Thomas, et al., 2004).

De esta manera, la integración y asociación de estímulos presentados en secuencias y el tiempo de reacción nos dan como resultado al aprendizaje secuencial. Esta representación serial se puede aprender en más de un orden de pares sucesivos de estímulos (*chunks*). Esto sucede por medio de cortar la serie en pares e ir memorizando

cada par consecuente, para después formar una representación mental de una secuencia completa (Domjan, 2003).

Estas asociaciones que proporcionan evidencia sobre el aprendizaje secuencial dan la pauta para comprender cómo es que se llega a memorizar una secuencia lógica durante el contexto y medio ambiente de un organismo, aunque esto llegue a ser de manera abstracta. Una forma concreta de observar al aprendizaje secuencial es por medio de una tarea de tiempos de reacción serial (SRTT), las gramáticas artificiales y el aprendizaje de sistemas complejos (Martínez V., 2004). La SRTT cuenta con dos características para producir al aprendizaje secuencial que hemos venido mencionando: el tiempo y las secuencias. Durante esta tarea el sujeto es enfrentado a una secuencia y se le instruye para responder lo más rápido posible a los estímulos. Lo que suele observarse son tiempos de reacción menores conforme se va ejecutando la tarea, es decir, un aprendizaje de la secuencia. Pero, lo interesante de la tarea es cuando en lugar de la secuencia, se presentan estímulos de manera aleatoria, es notorio el aumento de los tiempos de reacción, y cuando se vuelve a presentar la secuencia los tiempos de reacción tienden de nuevo a disminuir. Los participantes adquieren conocimiento del aprendizaje secuencial cuando se mide el incremento de los tiempos de reacción durante una secuencia nueva (Cleeremans & McClelland, 1991; Deroost & Soetens, 2006; Kelly, et al., 2003).

Este tipo de aprendizaje no solo ha sido estudiado con humanos, sino que existen estudios que aplican el aprendizaje con animales como los monos. Terrace (2005), describe en una revisión de varios estudios que abordan la posibilidad de utilizar modelos animales capaces de desarrollar el aprendizaje de secuencias haciendo relaciones entre los estímulos presentados. El describe que estudios cómo estos aplican una teoría llamada "Chaining Theory", en ésta, los animales desarrollan asociaciones con respuestas de manera serial y que ayudan a comprender el comportamiento del ser humano y su cognición ante cadenas de estímulos.

Por otro lado las gramáticas artificiales fueron utilizadas por Reber en 1967 para hablar sobre el aprendizaje implícito, este tipo de tarea tiempo después fue acuñado para desarrollar el aprendizaje secuencial por varios autores (Baldwin & Kutas, 1997; Boyer, et al., 1998; Cleeremans, 1993; Cleeremans & McClelland, 1991; Deroost & Soetens, 2006).

La complejidad de esta tarea dificulta la expresión del aprendizaje explícito, sin embargo es posible observar la disminución del tiempo de reacción (TR) al igual que con la SRTT.

El control de sistemas complejos es el último método propuesto por Berry y Broadbent en 1984 (Martínez V., 2004) en este método los participantes escogen valores de una variable de manera directa con el objeto de alcanzar los niveles y datos para otra variable, y se convierten en controladores ficticios de un sistema. Por ende, implícitamente aportan a la variable que no escogieron en un principio.

La representación de una secuencia durante el aprendizaje –en cualquiera de los paradigmas descritos- se puede desarrollar de dos maneras, en una el participante puede obtener conocimiento de que existe una estructura secuencial y aprender. Mientras que en la otra forma, el sujeto aprende a pesar de no tener el conocimiento de la secuencia, pero presenta un cambio en su conducta como producto del aprendizaje, el cual es medido en términos de la ejecución de la tarea. Estos dos tipos de aprendizaje son descritos como: *aprendizaje explícito* y *aprendizaje implícito*. A grandes rasgos, se dice que cuando un participante puede verbalizar la secuencia aprendida y es capaz de repetirla varias veces durante una tarea recibe el nombre de *aprendizaje serial explícito*. Mientras que en aquel participante que no ha sido capaz de mencionar la secuencia desarrollada, pero muestra una ejecución acertada, el aprendizaje es descrito como *aprendizaje serial implícito*, es decir por medio de una medida indirecta como lo es el tiempo de reacción. Este aprendizaje se asume, que ocurre de manera no intencional y sin tener conocimiento de la estructura del material aprendido. Es muy común presentar evidencia entre los participantes el aprendizaje implícito, pero lo que no suele ser común es encontrar de manera clara evidencias sobre el aprendizaje explícito (Ferdinand, et al., 2008; Kelly, et al., 2003).

### 3.1. APRENDIZAJE EXPLÍCITO

El lenguaje es una característica única del ser humano, ésta capacidad implica comunicar a otros seres lo que sucede a nuestro alrededor, así como el poder evocar con palabras nuestras experiencias, lo cual incluye nuestro conocimiento y la manera en que lo adquirimos. El aprendizaje explícito, como ya se mencionó anteriormente, necesita del

lenguaje ya que implica tener la capacidad de verbalizar lo que se ha aprendido. Esta capacidad va de la mano con procesos de memoria, ya que implica el poder evocar al presente y replicar lo aprendido. Martínez y Tonneau (2002) describen que esta capacidad de verbalización y descripción que hace el individuo de su propia ejecución durante una tarea, se desarrolla a partir de la infancia y puede llegar a ser modulada por sus consecuencias y su contexto. Por otro lado, Frensch (2003) para poder explicar al aprendizaje describió cinco mecanismos para separar el significado de lo que es el aprendizaje implícito y el aprendizaje explícito (*Ver fig. 4.1*). Los primeros dos mecanismos describen adecuadamente el método para obtener un aprendizaje explícito. Este primer mecanismo menciona que una exposición al medio ambiente produce un proceso de aprendizaje y éste a su vez, desarrolla un conocimiento acerca del medio ambiente, que como resultado da una conducta aprendida. Esta relación del aprendizaje demuestra que el conocimiento que adquiere el participante es directo y por lo tanto debe de poder ser verbalizado. En cuanto al segundo mecanismo se asume que se debe de crear representaciones de la memoria para controlar el comportamiento, algunas de estas representaciones se convierten en conocimiento y otras puede que no.

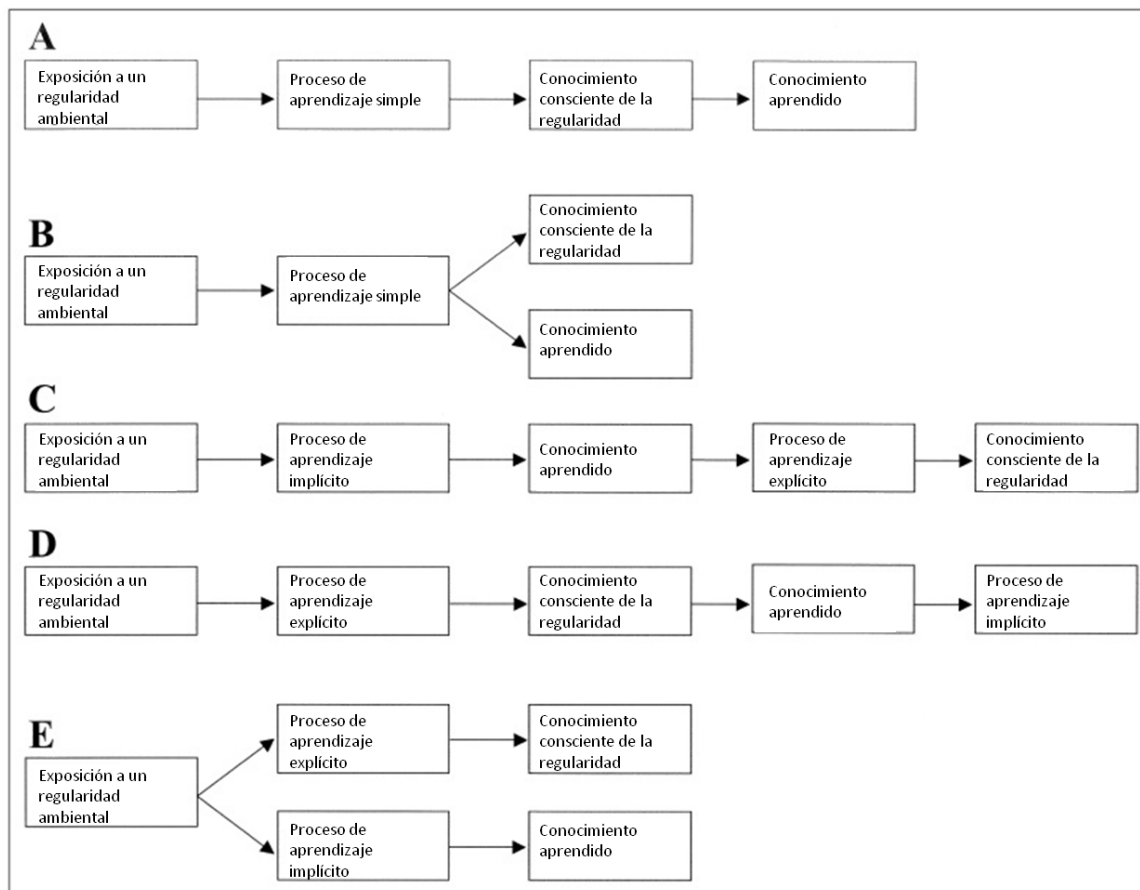


Fig. 3.1. Cuadro adaptado de Frensch (2003) acerca de las posibles relaciones entre el aprendizaje y el conocimiento que es aprendido.

Por otro lado, es posible que el aprendizaje explícito sea aquel que se relaciona con el conocimiento que se obtiene comúnmente y con los cambios palpables en la conducta. Por ejemplo, conocimiento que se desarrolla en las escuelas, cuando se toma una clase en particular o el aprender un idioma diferente a la lengua materna. En estos ejemplos de aprendizaje es necesario dar señales verbales de que existen para ser calificados en cierto grado o nivel. Shacter (1992, p. 11113) lo describe como “el conocimiento que es expresado como una experiencia consciente y en la cual la gente tiene conocimiento que de la posee.” Él refiere que los términos que diariamente utilizamos como el recordar u observar tienen que ver con el aprendizaje explícito.

Por ejemplo, Kelly et. al (2003) describen que el aprendizaje explícito puede ser desarrollado por medio de mera observación, sin embargo para poder tener este tipo de



aprendizaje, es necesario tener estímulos que puedan ser destacados a simple vista. Ellos utilizaron dos condiciones en cuanto las secuencias, poniendo una secuencia que fuera por medio de la presentación de un asterisco típica de una SRTT y otra secuencia que fuera con estímulos que se pudieran diferenciar a simple vista y que tuvieran rasgos sobresalientes, separando los participantes en dos grupos: observadores y ejecutores. Encontraron que sin estímulos sobresalientes el grupo de observadores no obtuvieron un aprendizaje de la secuencia de manera explícita, ya que al responder a una evaluación del aprendizaje, en la cual se les presentaron pedazos de la secuencia sin estímulos sobresalientes tuvieron un gran número de errores, mientras que aquellos participantes que ejecutaron las tareas obtuvieron un aprendizaje explícito reflejado en los puntajes de la evaluación del tipo de aprendizaje (implícito o explícito).

Para poder considerar que existe un aprendizaje explícito en varios estudios se aplican tareas post-experimentales para saber el nivel de conocimiento de lo aprendido. Por ejemplo, este tipo de tareas suelen ser por medio de cuestionarios acerca de la tarea, preguntas abiertas sobre lo extraño o recurrente en la tarea o hasta una descripción de la secuencia implicada. Esta descripción del conocimiento es desarrollada comúnmente después de haber ejecutado una SRTT y suele ser utilizada para clasificar a los participantes como aquellos que obtuvieron un aprendizaje explícito o implícito (Eimer, et al., 1996; Ferdinand, et al., 2008; Honda, et al., 1998; Karatekin, et al., 2009; Kelly, et al., 2003; Perruchet, et al., 1997; P. J. Reber & Squire, 1994; Savion-Lemieux, et al., 2009). Por otro lado, no siempre estas pruebas son las que demuestran que un participante ha tenido un aprendizaje explícito o implícito, Baldwin & Kutas (1997) mencionan que esto suele depender de la ejecución de cada participante en la tarea y su estrategia para resolverla. Incluso, existe un estudio (Perruchet, et al., 1997) que describe la obtención de aprendizaje explícito en una fase temprana del aprendizaje secuencial por medio de tareas como la SRTT. El autor critica que muchas de las veces se hacen pruebas de reconocimiento y generación de la secuencia sin haberle dicho al sujeto de la existencia de una secuencia o que las instrucciones que se le proporcionan al sujeto son de manera errónea, y por lo tanto aquellas estrategias que guiarían al sujeto a ser explícito son minimizadas. Algunas de estas tareas se desarrollan para contaminar en un porcentaje

mínimo la fluidez de la ejecución de la tarea previa y olvidan que la percepción de la ejecución es la que se transforma en conocimiento explícito.

Sea la verbalización lo que distingue al aprendizaje explícito del implícito los dos van en un conjunto, es posible observar a los dos tipos de aprendizaje ya sea por medio de una tarea que demuestre cambios en el comportamiento o por una simple descripción de aquel conocimiento obtenido. Es importante mencionar que para algunos autores como Frensch (2003) y Schacter (1992) el aprendizaje explícito sirve para complementar aquello que no podemos verbalizar, es decir, aquello que se encuentra fuera de nuestra “conciencia”: *el aprendizaje implícito*.

### 3.2. APRENDIZAJE IMPLÍCITO

La verbalización es característica principal del aprendizaje explícito, pero ¿qué sucede con todo aquel aprendizaje que no podemos explicar? ¿Qué pasa con el conocimiento y las acciones que ejecutamos de manera automática y nos es difícil describir? Algunos ejemplos de esto podemos observarlos cuando queremos explicar a alguien cómo manejar un auto, cómo andar en bicicleta, o cómo atar las agujetas de nuestros zapatos, más claramente, si se le pregunta a un niño: “¿cómo te amarras las agujetas?”, lo más seguro es que te contesté “Así, mira...” y comience a hacer la acción. Este tipo de aprendizaje y conocimiento es un ejemplo de aprendizaje implícito.

Schacter (1992) describe al aprendizaje implícito como el obtener conocimiento sin tener consciencia de lo ocurrido y que este conocimiento se observa basándose en la ejecución de la tarea. Frensch (2003) y Kandel (2000) por su parte describe al aprendizaje implícito como un aprendizaje sin consciencia y dicen que se encuentra en todos lados en la experiencia del organismo. Meulemans (1998) lo describe como una habilidad de aprender incidentalmente nueva información. Nemeth y colaboradores (2010) le suman que este tipo de aprendizaje puede ser tanto una adquisición de información o de una habilidad motora. Todos estos autores tienen un punto de vista en común, que el aprendizaje implícito es de manera incidental y se obtiene un conocimiento nuevo, pero la única manera de observarlo es por medio de una acción o una ejecución motora.

El aprendizaje implícito se puede ejemplificar con la amnesia anterógrada. Existe un caso estudiado acerca del paciente H.M., el cual después de un accidente a los 9 años de edad tuvo una lesión cerebral y por consecuencia sufrió durante 10 años crisis convulsivas. Éstas, le incapacitaron para trabajar y llevar una vida normal, por tanto se decidió extirparle el foco convulsivo, el cual estaba localizado en la formación hipocampal, el núcleo amigdalino y partes del área de asociación del lóbulo temporal. A consecuencia de la extirpación de estas estructuras, se le produjo un déficit de memoria. H.M. contaba con poca memoria a corto plazo (solo unos minutos), pero era incapaz de producir una memoria a largo plazo para todos los acontecimientos sucedidos después de la cirugía. Sin embargo, su memoria antes de la intervención se encontraba intacta. Al paciente H.M. se le presentaron varias tareas para observar su proceso de aprendizaje y la manera que se conservaba lo aprendido. Una de ellas era el dibujar un contorno de una estrella mientras miraba su mano y la estrella en un espejo, durante la ejecución presentaba algunos errores, pero conforme a la práctica su rendimiento fue mejorando, a la par con los demás participantes sin ninguna intervención quirúrgica. El paciente H.M. aprendió la ejecución motora de la tarea a pesar a pesar de la extirpación de las estructuras neuroanatómicas ya mencionadas, eso quiere decir que seguía existiendo su capacidad para aprender (Carlson, 2006; Kandel, et al., 2000; Rains, 2004). Por tanto el aprendizaje implícito suele aparecer cuando existe entrenamiento de capacidades motoras y perceptivas y se aprecia en términos del producto por medio de la presentación repetida un estímulo, en lugar de las propiedades del proceso de aprendizaje (Frensch & Rüniger, 2003; Martínez & Tonneau, 2002; Merikle & Joordens, 1997).

Si recordamos los mecanismos que describe Frensch (2003) acerca del aprendizaje los tres últimos de éstos, son una manera de observar la existencia del aprendizaje implícito; lo interesante de la propuesta de este autor es que él menciona que para poder definir al aprendizaje implícito suele recurrirse a lo “inconsciente”, aquello de lo que no tenemos conocimiento, sin tomar en cuenta a los mecanismos por los cuales el participante obtiene un aprendizaje. Es así que describe al tercer mecanismo en el cual el organismo cuando presenta un cambio en su comportamiento producido por el aprendizaje genera ciertas representaciones o recuerdos, pero estos no necesariamente

tienen que ser evocados a manera verbal (aprendizaje implícito), pero cuando esto sucede cambia el proceso y se convierte en aprendizaje explícito. El cuarto proceso manifiesta que el aprendizaje implícito puede ser el causante de que organismo desarrolle conocimiento novedoso acerca de lo que se aprende, que por tanto controla el cambio en el comportamiento. Mientras que, el último componente describe la existencia de dos vertientes para adquirir conocimiento acerca del aprendizaje, una genera bases para obtener representaciones en la memoria y le es posible evocar estas representaciones, mientras que otra produce representaciones pero no se puede tener conocimiento de estas representaciones y aun así controla el cambio en el comportamiento (*Ver Fig. 4.1*).

Otro punto importante que aborda Frensch (2003) sobre el aprendizaje implícito tiene que ver con la atención. Los procesos atencionales que cada participante utiliza durante el aprendizaje suelen ser vastos, sobre todo si se quiere explicitar lo aprendido. Pero si el aprendizaje implícito se desarrolla de manera automática, es probable que no necesite de recursos atencionales o tal vez una mínima parte. Por lo cual, se puede decir que el aprendizaje implícito ocurre cuando los estímulos son relevantes para la tarea y así son atendidos por el organismo, sin embargo, el aprendizaje implícito no requiere un alta capacidad de atención. Esto se ha podido comprobar por medio de estudios con participantes con trastorno de déficit de atención e hiperactividad (TDAH), en los que se demuestra que a pesar de que se cuenta con este déficit el aprendizaje es posible y se observan tiempos de reacción menores durante el transcurso de la tarea (Barnes, et al., 2010).

El aprendizaje implícito ha sido descrito por medio de varias tareas, una de ellas es la gramática artificial propuesta por Reber en 1967, después de esta propuesta, este autor ha hecho una teoría acerca de cómo es que la gramática artificial desarrolla la abstracción de reglas gramaticales de manera “inconsciente”, es decir por medio de un aprendizaje implícito (A. S. Reber, 1989). Algunos de estos procesos y fenómenos no conscientes son la percepción subliminal, memoria implícita y el priming, los cuales ayudan destacar que existen sistemas implícitos en el cerebro los cuales están activos sin hacer un esfuerzo por producir una cognición, simplemente se actúa de manera no intencional. Por tanto es posible que exista este tipo de aprendizaje en personas con lesiones, cómo lo son los

amnésicos. Sin embargo, existe un autor que no está en total acuerdo con la teoría de Reber (1989), el cual menciona que es cierto que son importantes los procesos “inconscientes” para el moldeamiento y la adaptación ante ciertas situaciones, pero que estos procesos no necesariamente operan de manera no intencional, sino que la manera en que se aprende de estas reglas gramaticales son por medio de pequeñas unidades de conocimiento (Perruchet & Pacteau, 1991).

Para Perruchet & Pacteau (1991), es importante diferenciar que el término implícito puede ser acuñado por dos cosas diferentes, el aprendizaje, y por otro lado, su resultante, es decir sus representaciones en la memoria. Por ende, cuando se habla de *implícito* como aprendizaje, estos autores le dan un significado de un proceso *automático*, ya que requiere de pocos recursos y se encuentra fuera de nuestro control. Mientras que si se habla de *implícito* como parte de la memoria, se dice que es un proceso *inconsciente*, la adquisición de este proceso puede ser intencional y dar resultado a un conocimiento inconsciente, por ejemplo, por consecuencia de una práctica intensiva. Al igual que si se concibe información de manera automática, es posible que el conocimiento se convierta consciente. Es por eso, que este autor defiende la teoría que la abstracción está relacionada con funciones cognitivas explícitas, y no con el funcionamiento de sistemas implícitos, específicamente con procesos como el razonamiento lógico y el análisis.

Tiempo después de haber criticado la teoría de Reber, Perruchet & Vinter (1998), proponen una teoría sobre la adquisición y la formación del aprendizaje implícito. Ellos mencionan que el aprendizaje implícito se ve reflejado por medio de los procesos atencionales y la sensibilidad del comportamiento del ser humano ante su medio ambiente. Por ende, los participantes pueden obtener información de manera consciente en unidades pequeñas, principalmente por la repetición y frecuencia de sucesos durante cualquier entorno (como lo son las tareas de tiempo de reacción secuencial que repiten constantemente una secuencia o las tareas de gramática artificial, que siguen reglas constantemente para determinar la gramática). Es por eso, que los cambios presentados en tareas desarrolladas dentro de un laboratorio se deben al entrenamiento, ya que los participantes experimentan una sucesión de secuencias en las que en algunas tienen

mayor familiarización, que en otras; esta percepción afecta los tiempos de reacción, al igual que en las pruebas de conocimiento explícito.

Es entonces, que el aprendizaje implícito comienza por la exposición a sucesos de manera no intencional, estos sucesos son descompuestos en pequeñas unidades, que son integradas por características específicas procesadas por un foco de atención, el tamaño de estas unidades depende las limitaciones del proceso atencional de cada sujeto, y sobre todo de antecedentes y experiencias previas, al igual que de características sobresalientes y novedosas de cada suceso. Las unidades en un principio son información sensorial. Mientras la exposición continúa, estas unidades son seleccionadas y modificadas para producir un código consciente del nuevo material, en cual la atención activa la acción de mecanismos de asociación para formar representaciones internas conscientes, que convierten las unidades de información sensorial en unidades subjetivas. La formación de unidades subjetivas es congruente con la estructura del material nuevo, y son responsables del mejoramiento en la ejecución de diversos comportamientos (como las SRTT), este mejoramiento es indicio de un cambio consciente en la percepción y representación del medio ambiente (Perruchet, et al., 1997; Perruchet & Vinter, 1998).

Como consecuencia del desarrollo de un aprendizaje implícito y de la experiencia constante ante estímulos, se producen cambios y representaciones, éstos van adquiriendo una mejor calidad e influyen de manera directa en la parte consciente y en la capacidad de influir en el comportamiento. Por ende, la calidad de la representación puede ser consciente por un lado como la experiencia subjetiva, pero inconsciente en otra como lo es el control del comportamiento. Martínez (2004) describió que la calidad de una representación determina el acceso a componentes de la consciencia y que tanto influye en la conducta del ser humano; las representaciones de poca calidad son poco accesibles a la consciencia, es decir implícitas y automáticas, mientras que las representaciones con mayor calidad pueden ser declarativas y explícitas. A pesar de que la calidad de las representaciones no sea suficiente para tener acceso a la consciencia, éstas siguen influyendo al comportamiento y se produce el conocimiento implícito, el cual es observable, pero no controlable para producir una expresión declarativa (Martínez V., 2004).

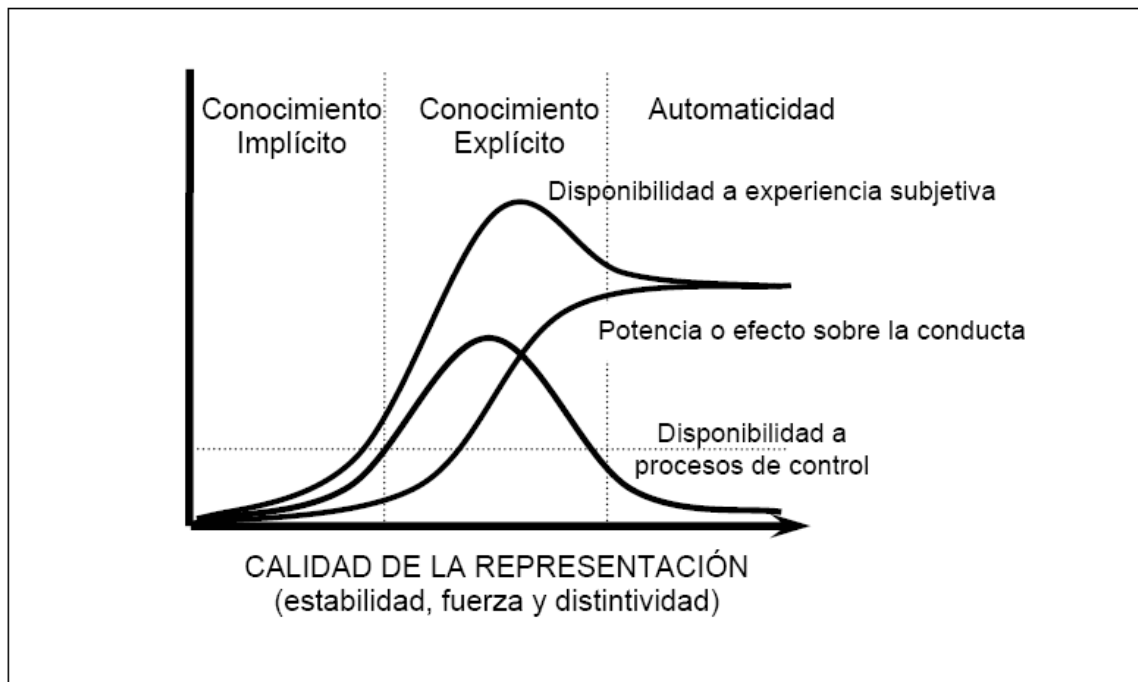


Figura 3.2. Representación de las relaciones entre calidad de una representación (eje de abscisas), efecto sobre la conducta (potencia), disponibilidad a experiencia subjetiva y disponibilidad a control, tomado de Martínez, V. (2004)

El explicar cómo es que un niño aprende no es tarea fácil, ya que existen varios autores que se enfocan en las habilidades adquiridas y las características sobresalientes para después de hablar de una etapa del desarrollo (Luria, 1966; Piaget & Inhelder, 1969; Vygostky, 1962), sin embargo existen pocas teorías que puedan describir la adquisición de un aprendizaje específico como lo es el aprendizaje implícito. Perruchet & Vinter (1998) describen la adquisición del conocimiento implícito y explícito por medio de la teoría del desarrollo de Karmiloff-Smith, en la que se puntúa que la adquisición de diferentes conductas de manera temprana y continua, producirá la formación de conocimiento implícito, el cual después puede llegar a convertirse en conocimiento explícito. La teoría de Karmiloff-Smith no solo relaciona estos cambios del conocimiento con los cambios específicos en cada edad, sino también lo relaciona con la adquisición de dominios a lo largo del desarrollo, permitiendo que los procesos de aprendizaje puedan ser comparables entre adultos y niños. Cada sujeto dependiendo de sus experiencias, formará dominios

que lo llevarán a la adquisición de conocimiento (implícito o explícito), es decir, existen bases previas innatas que dependen del medio ambiente en el que el niño o adulto se moldea, las cuales puede servir como ayuda o como limitación para el aprendizaje.

Un ejemplo claro es el lenguaje, el aprender esta habilidad depende, según Karmiloff-Smith descrito en Perruchet & Vinter (1998), mínimo de tres puntos importantes: la continua exposición del habla por parte de los padres, la cual será segmentada en unidades lingüísticas significativas; los estímulos y patrones visuales de los objetos en el medio ambiente; y por último, las relaciones que se producen entre las unidades lingüísticas y cada uno de los objetos. Por ende, el niño aprenderá características específicas de un léxico utilizado por sus padres en un principio, que después será potencializado por otro factor ambiental como lo es la escuela. Sin embargo, Karmiloff-Smith destaca que existe conocimiento preestructurado e innato para procesar diferentes tareas del aprendizaje, este conocimiento guiará y a la vez restringirá la atención selectiva y la manera de procesar la nueva información.

Un nivel básico del desarrollo del aprendizaje es entonces, la exposición continua y la interacción con el medio ambiente, de manera en que estas predisposiciones (conocimiento preestructurado) de las que habla Karmiloff-Smith, influyen en el procesamiento de los estímulos novedosos y se producen asociaciones, que dan resultado a los cambios que moldean el comportamiento del niño. El desarrollo de habilidades eficientes se produce gracias a esta exposición continua, que por ende, se manifiesta en un conocimiento implícito, ya que en situaciones de aprendizaje en un laboratorio se ha observado mayor sensibilidad a las estructuras presentadas y cambios en los tiempos de reacción (Perruchet & Vinter, 1998).

Pero el desarrollo no termina cuando se produce un comportamiento más eficiente durante un aprendizaje, existe lo que Karmiloff-Smith describe como "*redescripción representacional*". Este proceso se describe por medio de las habilidades ya acuñadas durante el nivel burdo del aprendizaje, pero que en primer momento solo se le pueden considerar como parte del conocimiento implícito, al que no puede ser accedido. Por tanto, existe una necesidad de extraer el conocimiento de las ejecuciones y procedimientos, y como consecuencia aparece la *redescripción representacional*, que



permite plasmar el conocimiento de manera coherente y accesible; se transforma el aprendizaje implícito en explícito. El conocimiento se torna accesible, sin embargo sigue siendo inconsciente, una vez que se puede reportar el conocimiento de manera verbal, es el paso final para el desarrollo, paso que también es producido por medio del proceso de *redescripción representacional* (Perruchet & Vinter, 1998).

El comportamiento de los niños es testimonio de la habilidad de partir la información sensorial continua en objetos, es posible que los niños separen la información relevante en unidades que se convierten en dominios y restricciones específicas del conocimiento, por medio del proceso de atención selectiva. La atención de los niños es captada por una gran variedad de estímulos con propiedades específicas, una de las más importantes es la novedad. El que un estímulo sea nuevo, aumenta la probabilidad de que un niño preste mayor atención, y por consecuencia se forme una nueva unidad. La atención tiene la capacidad de disparar la acción de mecanismos asociativos que tienen el poder de relacionar estímulos y producir cambios en el comportamiento. Estos cambios, pueden ser observados tanto en infantes, como en niños, como en adultos y son descritos como el resultado de la formación de unidades subjetivas que señalan los componentes relevantes del mundo. Gracias a la adquisición de estas unidades, se produce un aprendizaje implícito, que no importa en qué edad se presente, siempre existe cambios progresivos en nuestras percepciones, para representar una mejor estructura del entorno que nos rodea, por medio de la acción mecanismos asociativos inconscientes. Finalmente, no es necesario hablar de un conocimiento implícito, más bien lo importante son estos procesos inconscientes de asociación que moldean la experiencia consciente (Perruchet & Vinter, 1998).

En conclusión, aprendizaje implícito forma las bases de la experiencia consciente, moldea tanto la percepción como la representación interna del mundo, es imperativo describir a este tipo de aprendizaje como aquel que permite que las percepciones conscientes iniciales pasen a ser representaciones subjetivas, que se manifestarán en nuevas acciones ante el medio ambiente novedoso, es decir en cambios de la conducta del sujeto (Perruchet & Vinter, 1998). Cada cambio es resultante de una percepción de estímulos que se encuentran en el entorno y cada organismo por ser único reacciona de

manera diferente, pero al final, todo se resume en conductas aprendidas que pueden o no ser explicitadas.

### 3.3 .ESTRUCTURAS NEURALES DEL APRENDIZAJE EXPLÍCITO E IMPLÍCITO

Se han descrito en apartados anteriores las diferentes estructuras implicadas en el aprendizaje, pero una parte importante para este estudio, es el aprendizaje explícito e implícito. Existe un estudio hecho por Honda y sus colaboradores (1998), que describe ciertos conjuntos neurales que se activan específicamente cuando se presentan estas dos diferentes fases del aprendizaje. Los autores describen la actividad cerebral emitida por el aprendizaje explícito e implícito, por medio de una tarea de tiempos de reacción serial (SRTT) y el registro del flujo sanguíneo cerebral por medio de una tomografía por emisión de positrones (PET).

Por medio de la presentación de secuencias de números presentados de manera visual, Honda, et al. (1998), observaron diferentes grupos corticales se activan de manera dinámica para cada tipo de aprendizaje secuencial. La actividad presentada durante el aprendizaje explícito se mostró actividad en la parte posterior de la corteza parietal, el precuneo, la corteza premotora (bilateralmente), el área motora suplementaria (predominantemente en la parte izquierda anterior), el tálamo izquierdo y la corteza prefrontal dorsolateral derecha. Durante el aprendizaje implícito se produce una mayor actividad en la región central principalmente en la parte contralateral de la corteza motora primaria (SM1). Por ende, los autores interpretan que la actividad fronto-parietal es importante para el aprendizaje explícito, mientras que la actividad del área central del SM1 es mayormente responsable del mejoramiento del desempeño de un aprendizaje secuencial motor (aprendizaje implícito). Sin embargo, los autores destacan que el interpretar que sólo estas estructuras cerebrales se activan durante estos tipos de aprendizaje debe de ser de cuidado. La actividad cerebral que involucra el aprendizaje en general es dinámica, y que los cambios son debidos a la asociación con la tarea de tiempos de reacción serial y su relación directa de la actividad neuronal y el flujo sanguíneo cerebral.

En otro estudio desarrollado en Boston, Massachusetts hecho por fMRI se buscó comprobar la actividad cerebral principalmente en el lóbulo temporal medial, durante el aprendizaje explícito e implícito (Schendan, et al., 2003). Los autores describen que se ha planteado que, la corteza prefrontal dorsolateral se activa durante el aprendizaje explícito, ya sea durante un aprendizaje motor, esta corteza ayuda a mantener la secuencia de manera espacial en la memoria de trabajo. Pero en términos de memoria a largo plazo, se dice que el lóbulo temporal medial es el encargado de manifestar el cambio en la conducta del participante por su mayor activación durante la memoria declarativa. Mientras que el aprendizaje implícito se ha descrito que la estructuras con mayor activación se encuentran en el estriado. Sin embargo, durante su estudio de aprendizaje secuencial por medio de gramática artificial de segundo orden (A. S. Reber, 1967), las estructuras que se activan no importa si el aprendizaje es implícito o explícito se encuentran en el lóbulo temporal medial, específicamente el hipocampo y el subículo adyacente, y las cortezas entorrinal y parahipocampal. La única diferencia que encontraron es que la activación durante el aprendizaje implícito tiene a ser de manera más anterior en el lóbulo temporal medial (alrededor del hipocampo y su cuerpo rostral) y que durante el aprendizaje explícito la actividad se nota mayormente de manera posterior (alrededor de la cola del hipocampo), y por último, los dos activan la parte media del lóbulo temporal medial (Schendan, et al., 2003).

Otro estudio hecho en el 2004 por Lieberman y colaboradores, hace una crítica acerca de la manera en que muchos de los estudios hechos para determinar el aprendizaje implícito han sido por medio de pacientes con ciertos déficits, como lo son el Parkinson, TDAH, Síndrome de Korsakoff o Amnesia, enfermedades en las cuáles se ven afectados los ganglios basales y el hipocampo. Por lo tanto, se dan a la tarea de examinar la activación cerebral durante el aprendizaje implícito hecho por una gramática artificial y la clasificación de la abstracción de reglas para desarrollar la gramática en participantes sanos. Ellos encuentran que existe una activación significativa en los ganglios basales, el lóbulo temporal medial, corteza inferior frontal y el claustrum. De manera, más específica asocian la activación del núcleo caudado y el putamen con el aprendizaje de las reglas, mientras que el uso de éstas lo relacionaron con la activación del lóbulo temporal medial.

También encuentran una correlación negativa entre el núcleo caudado y el hipocampo, por lo que sugieren que debe de haber una relación competitiva entre estas dos regiones durante el aprendizaje. Por tanto, los autores interpretan que el núcleo caudado juega el rol importante durante el aprendizaje implícito de las reglas gramaticales que contribuyen al rendimiento, mientras que la activación del hipocampo y el lóbulo temporal medial participan en el desarrollo de la recuperación de los “chunks” hechos por las reglas gramaticales (Lieberman, et al., 2004).

Se dice que la representación de una secuencia en la memoria del ser humano es responsable de la producción y la percepción de ciertos fonemas que componen las palabras, para la producción y percepción de notas musicales, entre otras habilidades basadas en series de elementos. En consecuencia, el cerebro del ser humano para extraer una representación secuencial necesita de la activación de áreas específicas en el encéfalo (Keele, Ivry, Mayr, Hazeltine, & Heuer, 2003). Existen dos vías que importantes descritas por Keele y colaboradores (2003) que abarcan de la corteza posterior hacia la corteza frontal y pueden operar de manera paralela para el aprendizaje secuencial, lo que diferencia estas vías son los requerimientos atencionales, su acceso a la conciencia y la forma en que se representa el aprendizaje secuencial. Estas dos vías son por medio de dos sistemas de aprendizaje diferentes, un sistema *multidimensional* y un sistema *unidimensional*.

En el primer sistema se construyen asociaciones entre eventos por medio de diferentes dimensiones como lo es la integración entre formas y su posición espacial o la forma y la frecuencia auditiva e un tono, etc., el cual facilita el aprendizaje de secuencias complejas como puede ser la entonación, las pausas temporales o los gestos visuales y manuales en el fonema de las palabras. Mientras que en el sistema unidimensional, está compuesto un conjunto de módulos que se restringen a una sola dimensión; este sistema encapsula el aprendizaje de secuencias de eventos predecibles en dimensiones individuales, este tipo de aprendizaje secuencial se puede observar en ejecuciones de la vida diaria como lo es manejar un coche mientras se escucha la radio, pedalear una bicicleta, etc., en la que se relaciona información visuo-espacial con otra información como lo puede ser la auditiva de manera automática (Keele, et al., 2003).

Estos autores le dan un enfoque importante al aprendizaje implícito y explícito, mencionan que como el sistema unidimensional opera fuera de la atención y de manera automática, este sistema proporciona aprendizaje meramente implícito. Por otro lado, el sistema multidimensional en el que se atienden a eventos específicos, es posible tener mayor acceso a procesos subyacentes a la conciencia y por ende el aprendizaje se puede convertir en aprendizaje explícito o quedarse en aprendizaje implícito cuando el mecanismo opera de manera automática (Keele, et al., 2003).

Existen condiciones específicas en las que se activan ciertas estructuras cerebrales en la presencia del aprendizaje secuencial, una tarea simple de tiempo de reacción (que más adelante se explicará a más detalle) y una tarea dual en la que se presenta una tarea simple de tiempo de reacción y se le suma una tarea de atención auditiva. En el primer paradigma Keele y colaboradores (2003) describen que se utiliza el sistema unidimensional y que el mayor flujo sanguíneo (siglas en inglés *rCBF*) medido por medio de una tomografía emitida por positrones (PET) está localizado mayormente en el hemisferio derecho, mientras que para las tareas duales está localizado en el hemisferio izquierdo. De manera más específica, las regiones que utilizan tareas duales son: la corteza occipital izquierda (área 18), al igual que la unión de los lóbulos parietales y occipitales de manera bilateral; también existe activación en las áreas 40 y 7 de Brodmann que se vincula con la representación espacial y las acciones guiadas visualmente, en cuanto las áreas frontales, el aprendizaje de una tarea dual está relacionado con el área suplementaria motora y la corteza motora en el hemisferio izquierdo. La actividad de la corteza motora que acompaña al aprendizaje refleja el “priming” de las fuentes del conocimiento secuencial en el área motora suplementaria y la corteza parietal junto con la activación motora relevante para producir una acción. La activación de estas estructuras es denominada por los autores como la vía “dorsal”. Por otro lado, las tareas simples han sido asociadas con mayor *rCBF* en la parte inferior del lóbulo parieto-occipital (áreas 40/19 de Brodmann) y el lóbulo temporal del hemisferio derecho (área 21), a la vez se le suman áreas específicas del lóbulo frontal que se relacionan con el aprendizaje secuencial: el área 8, y la corteza prefrontal inferior (IFC) y área prefrontal dorsolateral (DLPFC) (área 10, 45 y 46) y la corteza lateral premotora (PMC) (área 6) (Keele, et al., 2003), esta vía es

denominada la vía “ventral”. Sin embargo, los autores describen que de manera general el patrón de activación durante el aprendizaje secuencial está centrado en la corteza lateral prefrontal (Véase Fig. 4.3).

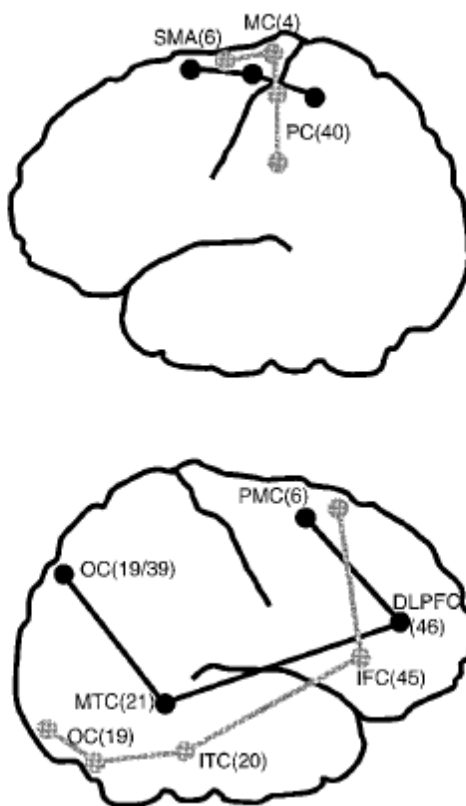


Fig. 4.3. Estructuras neurales que se activan durante el aprendizaje secuencial en tareas duales (parte superior) y simples (parte inferior) de dos estudios recopilados en la revisión de Kelee, et. al (2003).

### 3.4. MEMORIA Y APRENDIZAJE

Se dice que para que se pueda producir un recuerdo o evocar a la memoria, es necesario haber aprendido información previa. Para Correa (2007) un recuerdo es “un patrón de actividad de un gran número de neuronas evocado por un estímulo o por una configuración estimular...se almacena mediante la asociación de elementos de tal forma que si se presenta sólo una parte o subconjunto de esa asociación, se evoca la actividad en el resto de una red neural”. Si es que un recuerdo proviene de la activación de una red neural y que esta activación es provocada por un estímulo, ¿cómo diferenciar el

aprendizaje de la memoria? Se ha definido con anterioridad lo que significa aprendizaje y sus variantes de cómo es que obtenemos el aprendizaje, pero el poder describir lo que aprendimos y expresar en palabras, es decir un aprendizaje explícito, es necesario hablar de memoria.

Cuando se habla de aprendizaje y memoria, es casi imposible separar estos dos términos, por ejemplo, para poder determinar si se ha aprendido algo, hay veces que se necesita demostrarlo por medio de una consolidación, es decir, la memoria. La memoria y el aprendizaje son descritos por Bear y colaboradores (1998, pp. 515), como “adaptaciones a largo plazo del sistema de circuitos cerebrales al entorno...”, las cuales permiten responder apropiadamente a las situaciones que hemos experimentado antes. Por ende, se puede describir que el aprendizaje es una “adquisición de conocimientos o de información”, mientras que la memoria es la “consolidación o retención” de dicha información. En otras palabras “el aprendizaje es un proceso de adquisición de un cambio en la ejecución mediante el entrenamiento y la memoria es una consecuencia del aprendizaje, pues es el proceso de persistencia, aun mucho después del entrenamientos, de lo aprendido” (Gumá, 2001).

Para estudiar a la memoria, se han hecho clasificaciones específicas sobre las tareas que precisan este tipo de cambio en la conducta del ser humano, dos de ellas son: *las de reconocimiento y las de reproducción o generación*. En éstas últimas el participante necesita dar una respuesta relacionada con un estímulo previamente presentado, pero en ausencia de éste. Mientras que en las tareas de reconocimiento, el participante debe señalar si un estímulo actual fue presentado anteriormente (Martínez & Tonneau, 2002). Este tipo de tareas depende de un factor importante en los seres humanos, el lenguaje. Si hablamos de memoria, en los seres humanos, es común depender del lenguaje para poder elucidar lo que se aprendió y poder verbalizar esa consolidación (aprendizaje explícito). El lenguaje tiene entonces un papel importante en la memoria, y sin él sería tal vez imposible evocar un recuerdo en palabras.

Así como el aprendizaje tiene diferentes tipos, la memoria también es descrita por medio de diferentes categorías, dos de estas son: *memoria declarativa y memoria de procedimiento o no declarativa*. Se dice, que la memoria declarativa abarca los hechos y

acontecimientos, mientras que las habilidades y ejecuciones están a cargo de la memoria de procedimiento; la primera, se puede evocar un recuerdo consciente, mientras que la segunda se puede producir y aprender sin un recuerdo. Los recuerdos declarativos se forman con gran frecuencia, pero también se olvidan con facilidad, mientras que los recuerdos de procedimiento suelen necesitar una precisión y una repetición durante cierto tiempo para que se consoliden. Por lo tanto, la memoria declarativa se lleva a cabo por medio del aprendizaje explícito, mientras que la memoria de procedimientos es hecha por el aprendizaje implícito (Bear, Connors, & Paradiso, 1998).

La memoria declarativa también puede ser dividida en dos, la *memoria a corto plazo* y la *memoria a largo plazo*. Aquella memoria que es temporal, de capacidad limitada y que requiere de una repetición continua es denominada como memoria a corto plazo, mientras que aquella que es permanente y con mayor capacidad y que no requiere de una repetición continua es memoria a largo plazo. La memoria declarativa, como ya se mencionó anteriormente, se consolida por medio de recuerdos, y la representación física de un recuerdo es descrita como *engrama* o *huella mnésica*. Esta localización de los recuerdos ha sido una búsqueda exhaustiva con varios experimentos tanto con animales (monos, ratas, gusanos, etc.) como en seres humanos, principalmente por medio de lesiones o síndromes que presentan un nivel de amnesia tanto retrógrada como anterógrada (Bear, et al., 1998; Gumá, 2001; P. J. Reber & Squire, 1994).

P. J. Reber & Squire (1994) afirman que es posible desarrollar un aprendizaje aún cuando se tiene problemas de memoria y la persona no es consciente de lo que se aprendió. Ellos describen que la memoria no es solo la facultad de evocar un recuerdo, sino que son múltiples habilidades y que estas son desarrolladas por distintos mecanismos neurales. Por ende, la memoria no declarativa, es expresada por medio del desempeño y la ejecución de una tarea sin requerir del acceso de una memoria consciente. Es así, que el aprendizaje implícito y la memoria no declarativa pueden incluir habilidades perceptuales (Perruchet, et al., 1997), cognoscitivas, hábitos, la adaptación de niveles, formas de condicionamiento y también el fenómeno del “priming” (Shanks & Perruchet, 2002). Es entonces que, los autores concluyen que la memoria declarativa aporta un acceso consciente a lo que fue aprendido y que esta memoria depende de otros sistemas del



cerebro, diferentes de la memoria no declarativa, la cual es expresada durante la ejecución y es inaccesible durante la consciencia; es entonces que se interpreta que la memoria no declarativa se vuelve análoga y paralela en la actividad cerebral con la percepción.

Gracias a estos estudios con participantes y participantes con lesiones cerebrales se ha descubierto la importancia de los lóbulos temporales mediales para la memoria. Las estructuras principales para la memoria declarativa son el hipocampo y las áreas corticales próximas y sus vías que conectan estas estructuras con otras partes del cerebro. El hipocampo como ya se describió anteriormente, es una estructura situada medialmente al ventrículo lateral y la rodean tres regiones corticales importantes, *la corteza entorrinal, la corteza perrinal y la corteza parahipocámpica*. Otras estructuras fuera del hipocampo, importantes para el procesamiento de la memoria son tres regiones del diencefalo, los cuáles son los núcleos anteriores y dorsomediales del tálamo, los cuerpos mamilares del hipotálamo y la amígdala. Una lesión en el tálamo y los cuerpos mamilares puede causar una amnesia anterógrada, mientras que una amnesia retrógrada se sospecha que una lesión diencefálica, lesiones en el cerebelo, del tallo cerebral y la neocorteza, podrían ser la causa de esta última (Bear, et al., 1998).

Otro tipo de memoria que produce una activación fuera de los lóbulos temporales, es la *memoria de trabajo*, ésta se encuentra localizada principalmente en la corteza prefrontal y el área intraparietal lateral (IPL). Se piensa que estas áreas están implicadas en la memoria y el aprendizaje gracias a sus interconexiones entre los lóbulos temporales mediales y ciertas áreas diencefálicas. Este tipo de memoria está relacionada con habilidades como la capacidad de planificación y resolución de problemas complejos, que solamente se presenta los primates (Bear, et al., 1998). La memoria de trabajo es entonces, “un componente decisivo para la facultad de mantener y procesar en la atención consciente información de un mismo tipo o, al mismo tiempo, mantener y procesar informaciones de índole distinta” (Gumá, 2001)

Bear et. al (1998) describen que es probable que las memorias declarativas gracias a que se producen y se olvidan fácilmente, surgen de pequeñas modificaciones de las sinapsis que pueden estar distribuidas ampliamente en el cerebro. Por otro lado, las

memorias de procedimiento se forman de manera diferente, ya que pueden estar a lo largo de simples vías reflejas que unen las sensaciones con los movimientos. Es entonces, que la memoria de procedimiento incluye un aprendizaje de una respuesta motora como reacción de una aferencia sensorial (respuesta durante un aprendizaje implícito).

Por tanto el aprendizaje motor ha sido descrito por medio de la activación de varias estructuras, una de ellas es el cerebelo. El cerebelo como ya se ha descrito anteriormente ayuda a la planificación y mejoramiento de la ejecución de los movimientos. Durante la activación que produce el aprendizaje en el cerebelo se ha demostrado que existe un fenómeno llamado depresión a largo plazo (DLP), que es una menor respuesta postsináptica de una neurona de Purkinje. Este fenómeno es parte de la plasticidad sináptica que tiene el cerebelo y también forma parte durante el cambio que produce la memoria (Bear, et al., 1998; Carlson, 2006).

Otro fenómeno que ha sido descrito como parte de los cambios producidos en el cerebro por la memoria es la potencialización a largo plazo (PLP). La PLP ha sido investigada en su mayoría en el hipocampo, este fenómeno se descubrió por medio de la aplicación de un tétanos (una breve descarga de estimulación de alta frecuencia), que produce potenciales mayores y por consecuencia sinapsis más efectivas. Por ende, se piensa que una PLP puede utilizarse para formar nuevas asociaciones. Junto con la DLP, la PLP ha sido investigada como parte de la formación de las memorias declarativas. Para poder demostrar que este tipo de fenómeno sucede durante el proceso de la memoria fue necesario hacer investigaciones en las cuales se han utilizado métodos para disminuir la PLP. El procedimiento para estos estudios es inyectar una solución que bloquea los receptores de N-Metil de Aspartato (NMDA) en el hipocampo de ratas que estaban siendo entrenadas en un laberinto de agua; se dieron cuenta que al bloquear estos receptores los animales no recordaban la localización de la plataforma sumergida. Esto comprueba que la PLP es un fenómeno importante durante la memoria, ya que la menor liberación de  $Ca^{2+}$  por el bloqueo de los receptores disminuye la inducción de la PLP y algunas formas de aprendizaje espacial (Bear, et al., 1998; Gumá, 2001; Kandel, Schwartz, & Jessell, 1997).

Una diferencia más entre aprendizaje y memoria tiene que ver con los procesos moleculares que se producen en el cerebro durante estos cambios de la conducta. Se ha

descrito que el aprendizaje tiene lugar cuando un pulso presináptico de  $\text{Ca}^{2+}$  coincide con la activación de una enzima llamada adenil-ciclasa y que se acopla a una proteína G, lo cual da como resultado una mayor producción de adenín-monofosfato cíclico. Para así, dar a lugar después la consolidación de la memoria, que se ve reflejado en la fosforilización de los canales de potasio y aumenta la liberación del transmisor. Por otro lado, los mecanismos moleculares que se producen en el cerebelo durante el aprendizaje son referentes a la DLP, se ha descrito que el aprendizaje tiene lugar cuando existen cambios en el aumento de  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Na}^+$ , y éstos coinciden con la activación de la proteína cinasa C; mientras que la memoria se produce cuando los canales receptor AMPA se modifican y las corrientes postsinápticas excitadoras se encuentran deprimidas (Bear, et al., 1998).

Durante toda esta activación molecular, se producen sinapsis nuevas como resultado de un aprendizaje y se liberan varias proteínas para reforzar este aprendizaje. Sin embargo, para producir mayores sinapsis efectuadas por un grupo de neuronas cuando el participante o sujeto se enfrenta a un estímulo novedoso, se necesita de una sensibilización a largo plazo. Una vez que se produce una duplicación de cierto número de sinapsis durante esta sensibilización, esto lentamente se va disminuyendo al mismo tiempo que se potencializa la memoria a largo plazo. Ésta se asocia con la formación de nuevas sinapsis duraderas, y el olvido, con la pérdida de estas sinapsis. Varios tipos de memoria se relacionan con la síntesis de proteínas nuevas y el ensamblado de nuevas redes neurales, algunos otros tipos de memoria se desarrolla el efecto contrario, es decir, un desensamblado. Por último, un elemento importante para todo este procedimiento de nuevas sinapsis, es el  $\text{Ca}^{2+}$ , el cual participa en cada forma de plasticidad sináptica. Este ion puede funcionar como un segundo mensajero y tiene la capacidad de acoplar directamente la actividad eléctrica con los cambios a largo plazo en el cerebro (Bear, et al., 1998; Kandel, et al., 1997).

Una vez descritos todos estos estudios y ejemplos de cómo separar a la memoria del aprendizaje, queda claro que son dos procesos que implican activación de ciertas áreas en el cerebro, y que constantemente se buscan diferencias para poder determinar cada uno de éstos procesos, sin embargo, es cierto que ninguno de ellos podría ser elucidado

sin el otro. Tanto el aprendizaje como la memoria son cambios en la conducta, y han sido atribuidos al ser humano como comportamientos complejos. Martínez y Tonneau (2002) mencionan que el aprendizaje y la memoria son realidades cercanas. Estos autores describen que existen condiciones básicas para poder decir que se aprendió algo, éstas son: uno, que exista un momento en el cual un sujeto interactúe con su medio ambiente y dos, otro momento en el cual la conducta del sujeto haya cambiado en función de ésta interacción. Una vez desarrollado el aprendizaje, estos mismos momentos (que son parte del cambio) son los que dan resultado a la memoria, pero con una única diferencia, ésta se produce después de una demora, es decir depende de un contexto temporal. Por ende, cuando se habla de memoria, estos autores se refieren a una conducta que depende de una secuencia de eventos a lo largo del tiempo.

#### 4. TIEMPO DE REACCIÓN

El aprendizaje secuencial ha sido medido por medio del tiempo de reacción, esta medida de la respuesta de los participantes ha sido utilizada desde hace ya varios años, este ha sido definido como “el lapso que separa la presentación de un estímulo y la respuesta que provoca...latencia de respuesta”(Andreas, 1978). Esta medida ha sido dividida en tres diferentes tipos: *tiempo de reacción simple*, *tiempo de reacción de reconocimiento* y *tiempo de reacción elección*.

El tiempo de reacción (TR) simple es descrito como una respuesta relacionada con un solo estímulo, en el cual el sujeto o participante debe de responder a una tarea presionado algún botón o tecla que corresponde a la presencia de estímulo. Estos estímulos pueden ser tanto visuales como auditivos, pero se requiere un cierto grado de atención ante cada presentación del estímulo para que se emita una respuesta. Durante el registro de este tiempo de reacción cabe la posibilidad que exista una señal que advierta la llegada de un estímulo y el intervalo que separa esta señal es una determinante para el resultado de la tarea (tiempo de reacción). Esta señal ha sido descrita como *período antecedente* o *intervalo preparativo*, y se ha descrito que entre mayor será este intervalo aunque haya una intensidad baja en el estímulo, se producen menores TRs. Por otro lado, ha sido posible observar tiempos de reacción simple menores cuando la intensidad del estímulo aumenta, principalmente en estudios con estímulos auditivos (Andreas, 1978; Kosinski, 2009). En varios estudios y por medio de una recopilación hecha por Kosinski (2009), las medias del TR simple han sido estimadas en individuos en aproximadamente 190 ms para estímulos de luz y 160 ms para estímulos de sonidos. Esto puede ser porque se ha confirmado que el sonido tiene una duración de llegada a las zonas sensoriales primarias del cerebro entre los 8-10 ms, mientras que la luz llega entre 20-40 ms. Pero para estímulos simples presentados de manera visual en una computadora se han encontrado TRs de 268 ms, aunque hay otros estudios en los que se menciona que este tiempo de reacción oscila alrededor de los 220 ms.

El tiempo de reacción de reconocimiento resulta de responder ante alguno o algunos de un grupo de estímulos, mientras que otros deben ignorarse; estos últimos

funcionan como distractores. Lo importante es que sigue siendo una sola respuesta ante la presentación de los estímulos, pero sólo se busca que el sujeto reconozca ante cuál(es) debe responder. Es una tarea que exige una discriminación de estímulos, para después desarrollar una selección de la respuesta adecuada. Por tanto la diferencia entre TR simple y TR de reconocimiento, está en que en esta última se presentan dos tipos de estímulos, pero sigue siendo una misma respuesta al igual que el TR simple. Se ha descrito que el tiempo de reacción de reconocimiento tiene un valor medio alrededor de 384 ms (Kosinski, 2009).

Por último el tiempo de reacción de elección es aquel que se registra de múltiples respuestas ante diversos estímulos. Por ejemplo, el participante debe dar una respuesta que corresponda al estímulo, ya sea el presionar una tecla o un botón que corresponda a un estímulo en alguna localización de la pantalla de una computadora. Por ende, es posible emitir dos o más respuestas durante tareas de TR de elección. Estas tareas son más complejas, en comparación con las que dan lugar a otros tipos de tiempo de reacción, aumenta un quinto de segundo, y conforme aumentan el número de estímulos y respuestas o es más difícil discriminar los estímulos el tiempo de reacción irá en aumento. En este tipo de tiempo de reacción en algunas tareas necesitan de cierto grado de destreza, como lo son movimientos en las manos, dedos o brazo, cuando se produce este tipo de destrezas se habla de reacciones de ajuste. En cuanto a las medias encontradas, este tipo de TR oscila alrededor de los 420 ms para la elección de un estímulo, pero puede durar hasta 630 ms para seis estímulos, y se tiene un incremento de hasta 40 ms cada vez que se aumenta otro ítem para la discriminación (Kosinski, 2009).

El tiempo de reacción de elección ha sido utilizado en diferentes tareas. Específicamente para nuestro estudio son las tareas de tiempo de reacción serial, en las cuáles por medio de un estímulo posicionado en diferentes localizaciones en una pantalla de computadora necesita de una respuesta variada de los dedos de las manos, es decir, respuestas de ajuste

## 5. TAREAS DE TIEMPO DE REACCIÓN SECUENCIAL

Existen varios estudios en los cuales el aprendizaje secuencial se puede demostrar por medio de tareas conductuales como es la tarea de tiempo de reacción serial (SRTT, por sus siglas en inglés), en la cual los participantes deben de responder lo más rápido y acertadamente posible a un estímulo presentado. El estímulo puede ser presentado en secuencias tanto regulares como irregulares, pero lo que se espera para demostrar que existe un efecto de aprendizaje, es que los tiempos de reacción disminuyan conforme a la práctica y aumenten en caso de tener un estímulo aleatorio en la secuencia de estímulos (Deroost & Soetens, 2006; Ferdinand, et al., 2008; Nissen & Bullemer, 1987).

Como se mencionó anteriormente, Reber en 1967 fue uno de los pioneros en utilizar secuencias para demostrar el aprendizaje, pero el paradigma creado por Nissen & Bullemer (1987) dos décadas después utilizó los tiempos de reacción para demostrar de manera conductual el aprendizaje, en lugar de utilizar un proceso de memorización como lo hizo Reber (1967). El paradigma de Nissen & Bullemer (1987 p. 6-7) se describe a continuación:

“El estímulo era generado en un monitor controlado por una microcomputadora. El único estímulo que aparecía en cada ensayo era un asterisco de 0.35 cm de diámetro que estaba centrado en una de las cuatro posiciones, todas localizadas a 5.5 cm de la parte inferior de la pantalla del monitor pero separados horizontalmente por 2.9 cm. Viéndose a una distancia de 58 cm, las cuatro posiciones estaban separadas por un ángulo visual de 2.87°. La iluminación del estímulo era claramente supraumbral y las cuatro posiciones eran fácilmente discriminables. Las respuestas eran hechas oprimiendo una de las cuatro teclas de la línea superior del teclado de la microcomputadora, el cual fue posicionado abajo en la parte del frente del monitor. Las teclas seleccionadas fueron 3, 5, 7, y 9 y fueron marcadas por unas cubiertas blancas. La tecla 3 era correspondiente a la posición más izquierda, la 5 era la izquierda y así sucesivamente. Si se cometía una respuesta incorrecta, el ensayo era contado como error pero el estímulo se mantenía hasta que se oprimiera la tecla correcta. Después de que la tecla correcta era oprimida el estímulo se extinguía y aparecía el siguiente estímulo después de un retraso de 500

ms...Las cuatro posiciones posibles fueron denominadas como A, B, C y D de izquierda a derecha y la secuencia presentada fue D-C-B-A-C-B-D-C-B-A, repetida 10 veces en ocho bloques de 100 ensayos.”

Esta tarea es la base para muchos estudios realizados para comprender mejor el aprendizaje secuencial, sin embargo, se han modificado poco a poco para poder lograr los objetivos planteados en cada estudio. Por ejemplo, Deroost & Soetens (2006) hicieron modificaciones colocando cuatro cuadros alineados de manera horizontal donde se proyectaría el estímulo a responder, pero con una orden de restricción, que cada estímulo sólo podía ser seguido por dos de las cuatro posibles alternativas (*Ver figura 3.4*)

Cuando se trata de niños, el estímulo puede ser representado de varias maneras, una de ellas es por medio de dibujos animados (Deroost, et al., 2009; Karatekin, et al., 2009; López-Ramón, 2006; Nemeth, et al., 2010; Savion-Lemieux, et al., 2009) y objetos simples como cuadrados, estrellas, triángulos, círculos, etc. (Lewkowicz & Berent, 2009) para facilitar la comprensión de la tarea por el infante. Incluso en adultos para que la tarea sea aún más sencilla y el aprendizaje serial se pueda notar durante la prueba, se utilizan letras o números para producir la secuencia (Eimer, et al., 1996; Ferdinand, et al., 2008; Honda, et al., 1998). Por otro lado existen otros paradigmas que se enfocan más en la observación del aprendizaje serial en respuestas motoras, lo cual implica cambios importantes en el desarrollo motor como base del modelo (Gheysen, et al., 2010).

Por otro lado, Meulemans & Van der Linden (1998) desarrollaron un estudio con niños y adultos para examinar si el aprendizaje implícito se presentaba en el mismo grado en tres diferentes grupos (6 años, 10 años y adultos), por medio de una variación de la tarea de tiempos de reacción serial; a la vez, se investigó si después de una sesión de aprendizaje, éste permanecía durante una semana después. Por último se interesaron en investigar el conocimiento explícito en niños en tareas de tiempos de reacción serial.

En este estudio, se utilizó la base del paradigma típico de la tarea de tiempos de reacción serial (Nissen & Bullemer, 1987), pero en lugar de tener otro grupo que estuviera sólo con la condición aleatoria, se agregaron varios ensayos aleatorios entremezclados con la secuencia repetida en cada bloque, . Esto fue principalmente para disimular la estructura de la tarea y evitar el descubrimiento temprano de la misma. Por otro lado, los



autores describen, que el entremezclado hace que no se confunda la condición aleatoria con la condición de secuencia.

El procedimiento fue el siguiente: los participantes tenían que responder lo más rápido posible al estímulo (un asterisco) el cuál aparecía en cuatro distintas locaciones en una pantalla, presionando cuatro diferentes teclas, “X”, “C”, “N” y “,” en un teclado francés ( parecido a cómo lo hicieron Nissen y Bullemer en 1987). Cuatro flechas indicaban la localización del estímulo, éstas permanecían todo el tiempo durante los ensayos y la aparición del siguiente estímulo, después de haber presionado la tecla correcta, el estímulo siguiente se presentaba después de 250 ms. En total se ejecutaron 5 bloques por sesión, cada bloque consistía en 84 ensayos que podían ser aleatorios alternando con una secuencia de 10 ensayos; esta secuencia era: “B-D-A-C-D-B-A-D-C-A”. Cada bloque comenzaba por cuatro ensayos aleatorios, seguidos por la secuencia de 10 ensayos, consecutivamente de 6 ensayos aleatorios nuevamente, con un total de 5 presentaciones de la secuencia. Existía solo una regla, la cual indicaba que no podía aparecer el asterisco en la misma posición de manera consecutiva. En cuanto a los ensayos aleatorios, éstos aparecían a manera de proporciones, A y D en un 30%, mientras B y C en un 20%. Por otro lado, en la tarea de reconocimiento (conocimiento explícito), se construyeron 16 secuencias de cuatro estímulos, ocho secuencias pertenecían a la secuencia repetida en la fase de aprendizaje y fueron denominadas “viejas secuencias”, mientras que otras ocho secuencias nunca se habían presentado durante la fase de aprendizaje y fueron descritas como “nuevas secuencias”. El sujeto tenía que nombrar si la secuencia presentada ya la había visto con anterioridad por medio de una escala likert de cinco posibilidades (“estoy seguro de que no la había visto”, “creo que no la había visto”, “no lo sé”, “creo que la había visto” y “estoy seguro que la había visto”).

Otro estudio que habla acerca del aprendizaje secuencial con niños, pero en este caso específicamente aprendizaje motor, es el de Savion-Lemieux, et. al (2009), el cual utiliza una variante del SRTT llamada “multi-finger sequencing task” (MFST). Durante este estudio se buscó saber la adquisición del aprendizaje motor en cuatro diferentes grupos, tres grupos de niños (6, 8 y 10 años) y un grupo de adultos, durante dos días consecutivos. Se les presentó una secuencia de 10 ensayos en 7 bloques (cada uno con 12 repeticiones

de la secuencia), la cual fue reproducida en un teclado electrónico compatible MIDI, donde se utilizaban cuatro dedos de la mano derecha solamente (índice, medio, anular y meñique). El estímulo era presentado dentro de cuatro marcos coloreados de  $5\text{cm}^2$ , los cuales permanecían durante todo el ensayo. El estímulo era un dibujo animado de un animal de  $4.5\text{cm}^2$ , la duración de cada ensayo era de 600 ms con un ISI de 400 ms, siendo un total de 1000 ms por ensayo. Durante la presentación de las secuencias, a los participantes no se les dio la instrucción que contestaran lo más rápido posible (instrucción hecha en una SRRT), por el contrario se les pidió que tuvieran una sincronización en su respuesta, es decir, que respondieran hasta que apareciera el animal en el marco.

Savion-Lemieux, et al. (2009), buscaban observar el aprendizaje motor por medio de la sincronización y el acertamiento durante cada bloque presentado. Ellos encontraron un progreso en el aprendizaje motor secuencial durante los dos diferentes días de práctica. En cuanto al acertamiento y la sincronización estas dos medidas tuvieron trayectorias diferentes. En cuanto a respuestas correctas los dos grupos más jóvenes tuvieron mayor porcentaje en la primera sesión del aprendizaje y mostraron una mejoría durante los bloques de práctica. Pero para la segunda sesión el grupo más joven (6 años) se quedó atrás con la ejecución de la tarea. Durante los bloques de práctica en la primera sesión todos los grupos se observó una mejoría en cuanto a la sincronización, sin embargo hubo una diferencia entre todos los grupos de niños y los adultos en el aprendizaje, siendo mayor el de los adultos. Pero lo interesante que encontraron estos autores fue que para el segundo día, los niños de 10 años alcanzaron los niveles de rendimiento de los adultos, mientras que los otros dos grupos de niños no obtuvieron el mismo nivel. Ellos interpretan estos resultados, en que los sistemas cerebrales que implican la asociación de respuestas-estímulos (acertamiento), se desarrolla antes, y que aquellos sistemas que involucran la integración del tiempo y la sincronización se desarrolla mucho después.

Los estudios con niños y aprendizaje explícito e implícito son pocos, otro ejemplo de un estudio con niños, aprendizaje e inteligencia es el de López-Ramón (2006). La autora observó las relaciones entre la capacidad de aprendizaje implícito, la capacidad de aprendizaje explícito y la medición psicométrica de inteligencia en general, enfocándose

principalmente en el efecto del desarrollo cognitivo en diferentes edades cronológicas. Los participantes fueron niños de tercer y quinto año de primaria, a los cuales se les presentaron dos diferentes tipos de estímulos (uno con formato alfabético y otro con formato figurativo). Se utilizaron tres pruebas, una de aprendizaje implícito (AI) con dos condiciones (alfabética y figurativa), otra de aprendizaje explícito (AE) con las mismas dos condiciones y una prueba de inteligencia general (Test de Matrices Progresivas de Raven). La condición alfabética consistió en la formación de letras ordenadas de acuerdo a una gramática artificial y la condición figurativa, se utilizaron formaciones de objetos tridimensionales (un tren de animales) que remplazaban a las letras. En la fase de AI el niño debía copiar un conjunto de ordenamientos gramaticales correctos, presentados por medio de láminas de animales, mientras que en la parte de evaluación el niño debía elegir entre dos secuencias, uno de manera correcta en guiado por la gramática y otra secuencia distractora. Durante la prueba de AE el niño debía plantear la resolución de problemas contruidos por secuencias con elementos faltantes. En la versión figurativa el niño debía de responder a las secuencias de imágenes que se encontraban pegadas por medio de un imán a una pizarra según las reglas gramaticales prefijadas. Los niños podían probar distintas opciones hasta escoger la que ellos pensaran que era la más apropiada. En cuanto a la condición alfabética se sustituyeron las imágenes por letras.

López-Ramón (2006) encontró correlaciones y diferencias significativas que describen al aprendizaje implícito como un aprendizaje que no necesita de una asociación con el nivel de cociente intelectual (CI), mientras que para la abstracción de reglas, (necesaria para el aprendizaje explícito) si existe una correlación entre el CI. Por otro lado, la autora describe que se encontraron correlaciones significativas que sustentan la invariancia del aprendizaje implícito según la edad cronológica de los participantes, mientras que existe una diferencia significativa para el aprendizaje explícito en la edad de los participantes. Por ende, la autora se atreve a interpretar que durante el aprendizaje implícito existe “una capacidad inconsciente de aprender que está presente desde los primeros meses de vida y que no muestra variaciones significativas en diferentes franjas etarias.”

Otra variante de tareas de tiempo de reacción secuencial para evaluar el aprendizaje implícito con niños es la “Alternating Serial Reaction Time Tasks” (ASRT), Nemeth, et. al (2010) aplican esta tarea con niños y adolescentes (7-17) autistas y sanos. Durante esta tarea los estímulos repetidos son alternados con elementos aleatorios, esto quiere decir que la localización de cada segundo estímulo durante la presentación de un bloque de estímulos está determinado de manera aleatoria. Por ejemplo, si la secuencia fuera 1234, en la ASRT la presentación de estímulos sería 1A2A3A4A1A2A3A4A...siendo “A” el estímulo aleatorio. Por ende, es más difícil encontrar la secuencia que en una SRTT clásica, y una ventaja es que es posible evaluar el aprendizaje de la secuencia de manera específica y continua por medio de la comparación de las respuestas entre los elementos aleatorios y los elementos repetidos en cada bloque. Ellos interpretan que esta tarea con mayor dificultad les permitió diferenciar entre la obtención de una habilidad general y el aprendizaje real de la secuencia. Los autores encontraron que los niños autistas son capaces de aprender de manera general una habilidad motora y también son capaces de aprender de manera implícita el aprendizaje secuencial, de manera similar que los niños sanos (con el mismo cociente intelectual y edad), pero que no se pudo observar una consolidación (aprendizaje explícito) de la secuencia en ninguno de los grupos.

Otras veces se busca que la respuesta se dé a manera en que sea hecha por medio de varios botones y se utilicen los dedos, índice y medio de las dos manos para que no exista una lateralización (Deroost, et al., 2009; Eimer, et al., 1996; Ferdinand, et al., 2008; Thomas, et al., 2004). Cuando el aprendizaje secuencial es implícito normalmente a los participantes no se les menciona acerca de la existencia de una secuencia, mientras que cuando se requiere un paradigma en el cual el aprendizaje secuencial sea explícito, una manera de medirlo en un modelo es desarrollando preguntas al participante acerca de, si se ha dado cuenta o tiene conocimiento de una secuencia durante la tarea, estas preguntas pueden ser por medio de tareas específicas (Karatekin, et al., 2009; P. J. Reber & Squire, 1994), a mitad de la prueba (Eimer, et al., 1996; Honda, et al., 1998) o al final de ésta (Thomas, et al., 2004).

Durante la evaluación de las tareas de tiempo de reacción serial, han existido ciertas dudas acerca de lo que se aprende y sobre la información adquirida, existe un

estudio que describe la adquisición de una secuencia sin tener la capacidad de desarrollar un conocimiento consciente de lo que se aprendió. Reber & Squire (1994) realizaron dos experimentos con pacientes amnésicos con lesiones bilaterales en el diencéfalo o en el hipocampo (algunos de ellos con síndrome de Korsakoff) y participantes sanos, en el cual aplicaron varias pruebas para evaluar el aprendizaje secuencial. Los participantes fueron divididos según tres condiciones: pacientes amnésicos se presentaba una secuencia repetida, participantes sanos con secuencia repetida y participantes sanos con estímulos aleatorios. Ellos encontraron que los pacientes amnésicos eran capaces de aprender las secuencias, pero que solo los participantes sanos (con secuencia repetida) desarrollaban la habilidad de tener un aprendizaje explícito en que podía expresar de manera declarativa lo que aprendieron. Durante la ejecución de la tarea los pacientes amnésicos, al igual que los participantes sanos, obtuvieron una disminución en los tiempos de reacción conforme los bloques fueron respondidos. Mientras, que los participantes con una secuencia aleatoria no disminuían sus tiempos de reacción.

No importa cómo se modifique el paradigma, el punto base de todas estas tareas es que exista una secuencia que proporcione la base para un aprendizaje (perceptual, motor, secuencial, etc.) siempre y cuando esto se vea reflejado por medio de tiempos de reacción en disminución y respuestas más acertadas lo cual como hemos venido proponiendo implica un cambio en el comportamiento del organismo.

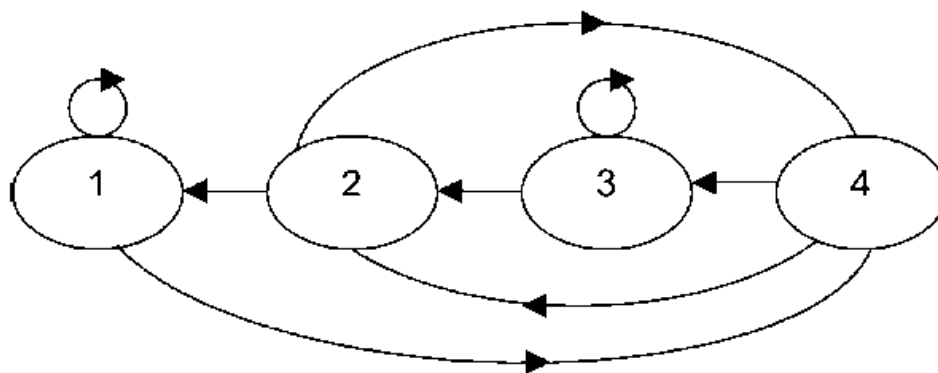


Fig. 5. Gramática artificial usada para generar la estructura de la secuencia probabilística, usada en los experimentos de Deroost & Soetens (2006). Las flechas indican los cambios permitidos de primer orden, con las probabilidades de primer orden siempre siendo de 0.50.

## 5.1. EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE EXPLÍCITO E IMPLÍCITO

Durante las SRTT existen varios métodos para evaluar el aprendizaje explícito e implícito. Este último es mucho más fácil de evaluar, ya que sólo se necesita de observar los cambios en disminución de los tiempos de reacción y el número de errores presentados durante la tarea, pero como ya se definió anteriormente, el aprendizaje implícito va de la mano del explícito, el cual es considerado como una verbalización sobre la experiencia y el aprendizaje adquirido, mientras que el aprendizaje implícito es revelado por medio de una ejecución. Por ende, lo difícil es evaluar el aprendizaje explícito y está claro que cada uno de estos aprendizajes durante una tarea de tiempos de reacción secuencial no tiene procesos parecidos. Algunos autores (Baldwin & Kutas, 1997; Frensch & Rüniger, 2003; Kelly, et al., 2003; Perruchet, et al., 1997; Perruchet & Pacteau, 1991; A. S. Reber, 1989; Schacter, 1992) han criticado que el uso de diferentes métodos para evaluar el aprendizaje explícito ha hecho que no se pueda determinar con claridad cuando es que el aprendizaje implícito se convierte en explícito, y sobre todo, que algunos de éstos métodos ayudan a la predicción de la existencia de una secuencia, lo cual puede dar pistas al participante y convertirlo así el aprendizaje explícito. Baldwin & Kutas (1997) critican que la mera verbalización es un método muy robusto para poder clasificar el aprendizaje, y que se puede mostrar una disociación entre lo que realmente aprende el participante y lo que verbaliza, por lo que las evaluaciones de verbalización solo se basan en el nivel de alertamiento y “conciencia” que en ese momento el sujeto puede poner en palabras; un simple reporte verbal no da las señales suficientes para determinar un aprendizaje y es menos sensible que lo que puede proporcionar la medición de la ejecución de la tarea. Es entonces que surge la pregunta de ¿cómo evaluar de manera correcta el aprendizaje explícito si es considerado una simple verbalización?

Algunas tareas que han sido utilizadas para evaluar el aprendizaje explícito son las siguientes:

Karatekin (2009), en su tarea de tiempos de reacción secuencial con niños, implementó un método para el reconocimiento del aprendizaje de una secuencia con varias tareas; la primera tarea fue que después del quinto bloque le pregunto a sus

participantes si habían notado algo en el orden de los estímulos presentados. En caso de que los participantes contestaran de manera positiva, se les pedía que describieran lo que habían visto. Una vez que se les hacía esta pregunta, se les mencionaba que algunas veces los estímulos habían aparecido de manera repetida en un secuencia. En la siguiente, se les mostraron 20 series de cuatro ítems (de las cuales sólo 10 eran parte de la secuencia) y se les pedía que juzgaran si esos estímulos eran parte de la secuencia que habían presenciado. En otra tarea de predicción, un estímulo era presentado en una de las posiciones y los participantes verbalmente tenían que predecir en cuál posición sería la siguiente aparición del estímulo (los participantes fueron instruidos para referirse a las posiciones de 1-4 de izquierda a derecha), se les presentaron 20 ensayos, es decir, dos repeticiones de la serie de 10 ítems.

Meulemans et. al (1998) separó sus tres diferentes grupos, dos de niños (6 y 10 años) y uno de adultos, en dos condiciones (condición A era en una sola sesión, mientras que la condición B fue aplicada la SRTT en dos sesiones), las cuáles al finalizar cada una se les aplicó una prueba de reconocimiento. Antes de la aplicación de la prueba de reconocimiento se les notificó a los participantes de la existencia de una secuencia repetida. Se les mostró una secuencia, en donde los participantes debían señalar si habían visto esos estímulos como parte de la secuencia repetida, tenían una escala de cinco opciones a señalar: “Estoy seguro que nunca la vi”, “Creo que no la vi”, “No lo sé”, “Creo que la vi”, “Estoy seguro de que si la vi”. La presentación de los estímulos eran los mismos que los de la secuencia, los cuales aparecían durante un segundo con un intervalo de dos segundos entre cada estímulo y los participantes debían responder presionando la tecla correspondiente como en la SRTT. Cada presentación podía ser vista las veces que el sujeto deseara antes de contestar alguna de las cinco opciones.

Un estudio más con niños y evaluación del aprendizaje explícito, es el de Nemeth y sus colaboradores (2010), quiénes evaluaron este tipo de aprendizaje después de una segunda sesión de ASRT por medio de un cuestionario. Los cuáles incluyeron las siguientes preguntas: “¿Has notado algo especial en cuanto a la prueba?”, “¿Has notado alguna regularidad en la secuencia de estímulos?”. Los participantes fueron evaluados con una escala likert de 1-5 en la cual el número 1 correspondía a “Nada percibido” y el 5 a “Total

conciencia". Durante esta pequeña evaluación ninguno de los participantes pudo reportar el haber visto una secuencia.

Por otro lado Eimer, et al. (1996) con adultos, a la mitad del experimento después del bloque 14, a los participantes se les preguntó si habían notado algo especial en cuanto a las circunstancias experimentales, y cuando se reportaba la presencia de una secuencia, se le pedía al participante que reprodujera verbalmente la secuencia; sin embargo, no se confirmaba ni negaba la existencia de una secuencia. Después al final del experimento después del bloque 28 se les volvió a preguntar si habían visto algo en particular durante la sesión, y los participantes que no describían la presencia de una secuencia fueron informados de la existencia de ésta y se les pedía que verbalizaran la secuencia que pudieron haber visto. Finalmente, se les pidió que se identificara la secuencia correcta, la cual fue presentada en una hoja junto con cinco otras secuencias de estímulos que no fueron utilizados durante el experimento. En base con los resultados de estos reportes, los participantes fueron clasificados en las dos categorías de aprendizaje (implícito y explícito). Los participantes que reportaron haber visto una secuencia en la primera y segunda mitad, que pudieron reproducir al menos cuatro ítems sucesivos de la secuencia y los que pudieron correctamente identificar la secuencia en la hoja de las seis secuencias, fueron clasificados como participantes con aprendizaje explícito.

Ferdinand, et. al (2008) a diferencia de los otros dos autores, dividieron desde un principio a sus participantes en dos grupos, en explícitos e implícitos. A los primeros, se les mencionó que la presentación de las letras sería en su mayoría en secuencias repetidas, pero no se les dijo previamente cuál era la secuencia, sino que ellos debían encontrarla por sí mismos durante la sesión experimental. Al grupo implícito no se le mencionó nada acerca de secuencias. A este último grupo una vez que terminaron el experimento se les preguntó si habían notado algo inusual y si habían notado un patrón de repetición durante la presentación de los estímulos. Tanto al grupo de participantes explícitos como implícitos se les pidió que escribieran la secuencia regular y completaran una prueba de reconocimiento. En esta prueba se les presentaron 24 secuencias de cuatro letras compuestas de las mismas letras que se utilizaron den el experimento. Los participantes



tuvieron que determinar si estas secuencias eran parte de la secuencia regular repetida (solo un tercio era parte de la secuencia real).

Baldwin & Kutas (1997) utilizaron un cuestionario post-experimental y los participantes al igual que con Ferdinand et al (2008), fueron divididos en dos grupos (implícito y explícito). A los participantes explícitos, se les dio una ventaja acerca del movimiento del estímulo y que podían utilizar esta información para su mejor ejecución, mientras que los participantes implícitos se les dijo que el movimiento del objeto era aleatorio. Se les proporcionó una prueba de predicción, con un total de 72 preguntas. Estas preguntas les indicaba a los participantes una secuencia de dos movimientos del objeto, y éstos eran instruidos en indicar el lugar que ellos pensaban que aparecería el siguiente objeto. Para cada pregunta había ocho posibles respuestas. La respuesta era calificada como correcta si el participante respondía al menos a dos posibles continuaciones del movimiento del objeto. Una vez que la post-prueba fue hecha los participantes fueron informados de la naturaleza secuencial de los estímulos.

Honda et al. (1998), definieron antes de comenzar a hacer su estudio lo que serían las fases del aprendizaje explícito e implícito para poder analizar las estructuras neurales que se activarían durante cada uno de estos aprendizajes. Ellos decidieron evaluar después de cada bloque de secuencias a los participantes por medio de una prueba de generación del aprendizaje. Se les preguntó de manera sistemática sobre la secuencia las siguientes preguntas: ¿Notaste algo acerca de la tarea? En caso de que contestarán que “sí”, ¿Qué fue lo que notaste? En caso de que contestarán “una secuencia” y por último se les pidió que reportaran la secuencia hasta donde la notaron de manera verbal.

Después de haber contestado las preguntas y que los participantes reportaran la secuencia que observada, se juzgaba si el sujeto realmente se había dado cuenta de la secuencia; si menos de tres elementos sucesivos no eran mencionados, la respuesta de los participantes no era dada como acertada. Por tanto, los bloques después para su análisis fueron divididos en tres fases de aprendizaje: fase de aprendizaje implícito en la cual se contaban los bloques antes de que el sujeto se diera cuenta la existencia de una secuencia; fase de aprendizaje explícito, definida por los bloques ejecutados por el sujeto con un conocimiento explícito de una secuencia hasta que el sujeto pudiera generar de

manera correcta la secuencia completa; por último una fase de post-aprendizaje, la cual incluyó los bloques que fueron respondidos correctamente de manera completa (Honda, et al., 1998).

P.J. Reber & Squire (1994), diseñaron cuatro pruebas para poder determinar el aprendizaje adquirido durante una prueba de tiempos de reacción serial. Estas cuatro pruebas eran: un reporte verbal, una prueba de predicción, una prueba de memoria y reconocimiento, y por último, una prueba de generación.

En la prueba de reporte verbal se hicieron tres preguntas para determinar la apreciación de la secuencia repetida, las cuales fueron: ¿Crees que los asteriscos aparecieron de manera aleatoria o piensas que hubo un patrón?, ¿Los asteriscos aparecieron de manera más seguida en algunas posiciones, que en otras? ¿Notaste un patrón o una secuencia repetida?, si los participantes contestaban de manera afirmativa se les pedía que reportaran la secuencia vista; en caso de que respondieran de manera negativa se les pedía que supusieran que los asteriscos seguían una secuencia y que mostraran en lo mayor posible lo que creen que era la secuencia, aunque tuvieran que adivinar (P. J. Reber & Squire, 1994).

Durante la prueba de predicción, se les pidió a los participantes que predijeran la localización del siguiente estímulo, después de haberles presentado un primer estímulo. Los participantes respondían presionando la tecla correspondiente al estímulo que ellos pensaban que aparecería y si era correcto el asterisco aparecía en la locación, de lo contrario presionarían las diferentes teclas hasta encontrar la respuesta adecuada. Este procedimiento se desarrolló por 20 repeticiones de la secuencia de 10 ensayos (P. J. Reber & Squire, 1994).

La prueba de memoria y reconocimiento los participantes observaron cinco secuencias de 10 ensayos muy parecido a lo que vieron durante la SRTT. En estas secuencias solo una correspondía a la secuencia previamente respondida, las otras cuatro fueron construidas en dos de las locaciones aparecieran dos veces y otras dos locaciones aparecieran tres veces. Los participantes debían de calificar de 0-100 con respecto a si estaban seguros de haber visto la secuencia (100) o si no habían visto la secuencia en ningún momento (0) (P. J. Reber & Squire, 1994).

La última prueba de generación a los participantes se les dio la instrucción presionar las teclas correspondientes para lo que sería la secuencia, y cada vez que hicieran esto aparecería el asterisco en la locación escogida. Los participantes tenían que generar un patrón parecido a lo que vieron durante la prueba, correspondiente a un bloque (100 ensayos). En esta prueba se calificó el número de secuencias generadas desde dos hasta ocho ensayos por secuencia (P. J. Reber & Squire, 1994).



## 6. NEURODESARROLLO Y LA ETAPA ESCOLAR

Cuando se habla de neurodesarrollo lo primero que se piensa es en el crecimiento y la maduración encefálica en una etapa específica. Esta maduración comienza desde el primer momento de la concepción, la expresión genética comienza a dar paso a la transducción de proteínas y así comenzar las primeras formaciones de órganos del feto. Para medir el desarrollo del encéfalo en diversas etapas una característica importante son las medidas de peso, el incremento del peso es de manera rápida durante los primeros cinco años y se encuentra en su apogeo entre los 18 y 30 años de edad, tras los cuáles comienza una disminución gradual (Rosenzweig & Leiman, 1992).

El desarrollo de la masa encefálica no termina al momento del nacimiento, sino todo lo contrario, el neurodesarrollo deja de presenciarse hasta la adultez temprana (aproximadamente hasta los 18 años). Este proceso de maduración postnatal se puede observar con la proliferación y mielinización de axones y dendritas en las diferentes áreas del cerebro. Las primeras áreas que cuentan con mayor mielinización al momento del nacimiento son el tallo cerebral, el cual está encargado de controlar los reflejos. Pero en su mayoría, conforme se desarrollan cada una de las áreas de la corteza, se desarrollan conductas cada vez más complejas. El encéfalo sigue un proceso de maduración en un eje vertical, el cual inicia en las áreas subcorticales, continuando hacia las estructuras corticales, una vez iniciada la maduración en la corteza, este proceso cambia a una dirección horizontal, iniciando en las zonas primarias, para después continuar con las áreas de asociación. Por tanto, se supone que el proceso de mielinización va en paralelo con el desarrollo cognitivo del niño (Roselli & Matute, 2010).

La manifestación de diferentes conexiones sinápticas más complejas está relacionada con la edad, por tanto existe mayor el volumen de sustancia gris y sobretodo de sustancia blanca en adultos jóvenes en comparación con los niños. En el caso de los niños existe un importante desarrollo de las vías de asociación cortical, el cual coincide con un mejor desempeño sensorial y motor, sin embargo, es hasta los tres años de edad cuando el niño adquiere una mayor capacidad de análisis visoperceptual. Pero el desarrollo cortical no es de manera uniforme, sino que se presenta por ráfagas en

diferentes edades, las cuales han sido observadas entre los 3 y 4 años, los 6 y 8 años, los 10 y 12 años y los 14 y 6 años (Roselli & Matute, 2010).

La maduración encefálica y su desarrollo ayudan a que se manifiesten procesos cognitivos complejos en un futuro en el adulto. Por ejemplo, uno de los procesos cognitivos importantes es el conocimiento visoespacial. Este conocimiento incluye habilidades perceptuales en su mayoría visuales, que implican memoria y manipulación espacial, importantes para el aprendizaje secuencial. Para obtener este tipo de proceso cognitivo es necesaria la maduración del hemisferio derecho, la cual parece ocurrir una vez que se ha hecho la maduración del hemisferio izquierdo, junto con la obtención de habilidades verbales; por tanto esta maduración no se presenta antes de los tres años de edad. Una parte importante del conocimiento visoespacial se puede apreciar con la orientación derecha-izquierda, lo cual parece organizarse entre los 5 y 8 años de edad. A los cinco años el niño no tiene la noción de este tipo de orientación, pero entre los seis y ocho años se observa una comprensión personal de este tipo de conocimiento; sin embargo es hasta los ocho años de edad que la comprensión de orientación derecha-izquierda del niño puede ser manifestada en su medio ambiente. Este proceso cognitivo espacial, ha sido relacionado con la mielinización de la formación reticular, de las comisuras cerebrales y de las áreas intracorticales de asociación (Spreeen, Riesser, & Edgell, 1995).

## 6.1. TEORÍAS SOBRE LA ETAPA ESCOLAR

Los procesos cognitivos y su relación con la maduración cerebral han sido estudiados por varios autores, algunos de ellos han descrito modelos del desarrollo infantil para facilitar la comprensión del procesamiento cognitivo. A continuación se presentarán algunas teorías que explican el comportamiento del niño a través de diferentes etapas, de las que en lo particular nos interesa la escolar y serán las que se describirán un poco más a fondo.

### 6.1.1. LAS UNIDADES FUNCIONALES CEREBRALES DE LURIA

Existen varios modelos de desarrollo cognitivo del niño, pero pocos se han preocupado por establecer una relación entre el desarrollo cognitivo y la maduración encefálica; uno de estos autores es Luria, quien en 1966 estableció las unidades funcionales específicas para los procesos cognitivos, en otras palabras, estableció que ciertas estructuras cerebrales son las encargadas para estos procesos complejos. Estas unidades fueron divididas en tres principalmente, una unidad para el *alertamiento*, otra unidad para *analizar los estímulos del medio ambiente* y por último la unidad que se encarga de la *planeación y acción del comportamiento*.

La integración de estímulos en el medio ambiente está encargada de procesar la información y los estímulos presentados en el medio ambiente y se integra de las áreas posteriores primarias y de asociación de la corteza. Las áreas de asociación están divididas en primarias, secundarias y terciarias. Dentro de las áreas secundarias se desempeña la integración del reconocimiento de un estímulo, mientras que, las áreas terciarias que cumplen funciones más complejas de integración de un estímulo y necesitan de la integración de habilidades y capacidades del niño. En esta segunda unidad funcional, en el caso de una lesión, Luria (1966) describe la posibilidad de la producción de agnosias y dificultades en la percepción. Todas estas estructuras que forman parte de la segunda unidad, se desarrollan entre el nacimiento y aproximadamente los ocho años de vida; las áreas primarias tienen un desarrollo hasta los 12 meses de edad, las áreas secundarias de asociación hasta los 5 años de edad y por último el desarrollo de las áreas terciarias concluye entre los 7 y 12 años.

Por último la tercera unidad de planeación y acción del comportamiento, desempeña una función motora y ejecutiva de la acción y la planeación del comportamiento, y se encuentra integrada por los lóbulos frontales. Las áreas primarias y secundarias de los lóbulos frontales desempeñarán una función motora y junto con las áreas primarias y secundarias sensoriales se desarrollarán en los primeros 5 años de vida; mientras que las áreas terciarias de los lóbulos frontales se encargarán de procesos más complejos como el análisis y la planeación y su desarrollo comenzará de manera más

tardía, alcanzando su madurez funcional hasta la adolescencia o la adultez temprana (Luria, 1966).

#### 6.1.2. LA NOCIÓN DE SKINNER

El desarrollo del niño ha sido visto a lo largo de la historia por medio de etapas o fases que representan características específicas a cierta edad o periodo de madurez. Sin embargo, es posible hablar de desarrollo por medio de la descripción de las conductas y el comportamiento del niño en cierta edad. Una de las teorías más importantes que hoy en día da la pauta para explicar el comportamiento de cualquier organismo es el condicionamiento operante de Skinner, en el cual es posible aplicar el análisis de las conductas en diferentes condiciones ambientales.

Murray (1992), en su libro *Comparing Theories of Child Development*, describe el punto de vista de Skinner acerca del desarrollo del niño. Skinner explica la importancia de las consecuencias ante las acciones y conductas del niño durante su formación y maduración. Una consecuencia es descrita por el autor como un reforzador de la conducta, éste puede ser positivo o negativo y en un futuro puede llegar a aumentar o disminuir un comportamiento en una situación específica. Cada acción emitida por un niño suele estar seguida por una consecuencia, y son los factores ambientales los que se encargan de reforzar o disminuir esa conducta. Como factor ambiental se entiende cualquier aspecto que tenga una influencia sobre la conducta del niño, sin importar si son objetos, participantes o características del entorno. Por tanto, Skinner describe que si las consecuencias de las acciones de un niño son reforzadas, los actos serán aprendidos, y volverán a aparecer en un futuro cuando el niño se encuentre en una situación similar. Así se convertirán las conductas en hábitos, los cuales formarán un patrón de comportamiento que puede ser descrito como la personalidad del niño o su manera de comportarse ante la vida.

Hasta este punto, Murray (1992) hace énfasis que el desarrollo del niño depende del aprendizaje, en otras palabras del comportamiento emitido como resultado de las consecuencias. Por tanto, el desarrollo debería ser visto como un continuo y no como parte de una fase, en el cual se incrementa una secuencia de actos específicos



previamente condicionados; es más acertado el ver el avance del desarrollo en pequeños pasos, en lugar de enfocarse en sólo lo que pasa en una fase en particular e ignorar la pregunta del por qué ocurre. El autor describe, que Skinner en lugar de poner atención en las fases que indudablemente van cambiando conforme a la maduración, le da importancia a la manera en que el niño aprende de su entorno.

Esta interacción medio ambiente- individuo es básica para el reforzamiento de conductas, sin embargo Murray (1992) describe que existen otras teorías que ilustran la manera en que el conductismo puede representar los cambios observados en el comportamiento de un niño en cada nivel de crecimiento. Estas teorías son las de Sidney W. Bijou y Donald M. Baer, quiénes describen tres periodos del desarrollo: *etapa universal, etapa básica y etapa social*.

La etapa social es un periodo que comienza a partir de que el niño entra en una etapa escolar primaria y continúa durante los años de educación básica. En esta fase, el medio ambiente y las contingencias culturales sirven para cambiar y alterar el patrón de comportamiento básico y la estructura de la personalidad aprendidos anteriormente (Murray, 1992).

### 6.1.3. LAS ETAPAS DEL DESARROLLO DE PIAGET

En los apartados anteriores se incluyó el desarrollo infantil sin tocar realmente el tema de cognición y pensamiento. Piaget es uno de los autores más destacados por su teoría acerca de las etapas del desarrollo que incluyen los temas de conocimiento y percepción en diferentes edades. Pero para poder comprender estas etapas es importante comprender lo que este autor comprendía sobre el *conocimiento y percepción*.

Piaget (1969) describe que el *conocimiento* no es un cúmulo de información, sino un proceso, es decir, el saber es una acción sobre algún aspecto específico y esta acción puede ser mental o física. Por ejemplo, el concepto de pelota para un niño de dos años, significa el poder tocarla, rebotarla, recogerla, presionarla, observarla, etc. cuando le plazca al momento de estar jugando, y no es el describir como tal las características del objeto, sino el poder tener una experiencia directa sobre la acción emitida por el objeto y así aprender un nuevo aspecto. En un principio el conocimiento es meramente físico, pero

conforme el tiempo pasa el niño es capaz de producir imágenes mentales y símbolos que representan a los objetos y sus relaciones; por ende, el conocimiento en niños con mayor edad se transforma en una actividad mental. Entonces, el conocimiento puede resumirse en un proceso de actuar sobre percepciones en lugar de una colección de información.

Por otro lado, la *percepción* del niño era vista por Piaget (1969) no como el poder tomar una fotografía objetiva de la realidad, en cambio, la imagen que el niño percibe del mundo esta sesgada por un mecanismo del propio niño. Por ejemplo, esta percepción es parecida a la analogía de ver el mundo a través de tus propios lentes, el niño no observa por medio de unos lentes completamente claros; el niño observa a través de unos lentes llenos de bagaje de sus experiencias pasadas y de su actual fase de maduración interna. Por tanto, cada niño percibe de manera diferente y nunca habrá una percepción objetiva.

La idea que el conocimiento es un proceso de acciones, no deja claro que es lo que pasa con la memoria, pero Piaget (1969) describe que es posible que las acciones pasadas sean guardadas como parte de la memoria, pero no es una memoria en la que se tenga un bloque de información en un cajón, sino es el volver a vivir la acción, es una *memoria activa*, la cual necesita de una reconstrucción del proceso original que sucedió al conocer. Conforme el niño crece y sigue madurando es posible que cuente con una mayor cantidad de memorias, las cuáles son representadas en acciones, que subsecuentemente son alteradas por nuevas experiencias.

Una manera de comprender el desarrollo mental, es verlo de manera en que el niño se encuentra en un constante esfuerzo por expandir y refinar su conocimiento, para en un futuro tener un repertorio suficiente de acciones mentales, pero para tener este repertorio se necesita de cuatro factores. Piaget (1969) describe que estos factores son esenciales para la adaptación y organización del desarrollo del niño en la sociedad. Los cuatro factores son: *herencia (maduración interna)*, *experiencia física con el mundo de los objetos*, *transmisión social (educación)* y *equilibrio*.

La herencia es un factor que ayuda a los cambios de maduración y crea posibilidades para tener nuevos esquemas, es decir, cada niño tiene un factor hereditario que determina la manera en que se van a presentar sus experiencias físicas, que

constituyen el siguiente factor. Las experiencias físicas con el mundo se pueden dividir en dos: a) la experiencia general y directa y b) la experiencia guiada por la transmisión del conocimiento, es decir la educación. En la primera el niño vive y manipula a su manera los objetos a su alrededor, mientras que en la segunda el conocimiento es transmitido por alguien más. Este conocimiento transmitido por alguien es el tercer factor, la transmisión social, la cual se encarga de dar conocimiento sobre los esquemas del mundo y educar al niño por medio de diferentes entes como los padres, la escuela o la sociedad. El último factor es el equilibrio, el cual mantiene el balance entre los otros tres factores de manera armoniosa (Piaget & Inhelder, 1969).

Una vez explicados los factores y el significado de conocimiento y percepción, es posible hablar de los niveles y las etapas del desarrollo. Piaget (1969) enlista cuatro diferentes etapas del desarrollo del niño, que explican el crecimiento desde que el infante no tiene conocimiento real de su medio ambiente hasta cuando es un adolescente que puede emplear la lógica y el lenguaje con facilidad para manipular su medio ambiente, por ende, comprender de manera más realista cómo es que funciona el mundo. Las cuatro fases del desarrollo son: *periodo sensoriomotor*, *periodo de pensamiento preoperacional*, *periodo de operaciones concretas* y *periodo de operaciones formales*.

El tercer nivel para Piaget (1969) es el *periodo de operaciones concretas*, la cual se da entre los 7 y 11 años de edad. Durante esta fase el niño se vuelve capaz de desarrollar operaciones que directamente están relacionadas con los objetos. El término “concreto” en este periodo significa que los problemas que resuelve el niño incluyen objetos identificables y que pueden ser directamente percibidos o imaginados. Los niños gradualmente descubren más propiedades de los objetos y sus transformaciones. No sólo ganan una noción de conservación y reversibilidad del objeto, pero también son capaces de no centrar su atención en una sola característica; es decir, pueden reconocer la manera en que dos o más dimensiones de un evento interactúan para producir cierto resultado. La conservación de los objetos es vista como el esquema que un objeto permanece constante y que no cambia cuando se mueve de lugar. Los conceptos de causa y efecto maduran durante este periodo, los eventos físicos son vistos como una causa y el niño está listo para resolver problemas en relación con los objetos; pero, algo característico del

periodo concreto, es que el niño tiene la capacidad de hacer hipótesis y proposiciones acerca de las relaciones con los objetos. Los niños tienen aptitudes suficientes para poder comprender secuencias y seguir su relación entre los objetos y un evento específico.

#### 6.1.4. LA CONCEPCIÓN DEL LENGUAJE Y EL PENSAMIENTO DE VYGOTSKY

La interacción social es un tema básico para la teoría del pensamiento, propone que el pensamiento de una persona no se desarrolla por factores innatos, por tanto la inteligencia o la habilidad mental no es heredada; ésta depende de los resultados de actividades e interacción con instituciones (ya sean familiares, escolares, o la misma sociedad) en las que crece un individuo. Por ende, el desarrollo del niño y su pensamiento dependerá de la crianza y las experiencias en la sociedad.

Para Vygostky (1962) la actividad genera pensamiento y el desarrollo resulta de los intercambios dialécticos en contextos históricos y culturales. Sin embargo, el pensamiento y el lenguaje, básicos para este tipo de intercambios, para este autor son dos entes diferentes que pueden funcionar de manera separada. Conforme el niño comienza a crecer, estos entes se pueden juntar, para formar lo que el autor define como *pensamiento verbal*, pero para poder adquirir este pensamiento verbal es necesario que el niño aprenda a tener conceptos. Un concepto es una abstracción que no representa un objeto en particular, sino una característica relacionada con diversos objetos.

El desarrollo del lenguaje y el pensamiento para el niño es descrito por medio de etapas, cuatro etapas para el lenguaje y tres etapas para el pensamiento:

El lenguaje inicia en la *etapa primitiva del lenguaje*, la *etapa de psicología ingenua*, la *etapa del lenguaje egocéntrico* y la *etapa del lenguaje interno* en la cual Vygostky (1962) deja muy claro que el lenguaje egocéntrico no se extingue en cierta edad, simplemente el niño aprende a manipular su lenguaje en su cabeza en la forma de un habla sin sonido; es decir el niño logra pensar por medio de la memoria y emplea signos importantes para resolver los problemas, sin tener que declararlos verbalmente. Esto se logra entre los 7 u 8 años de edad y las ideas se logran entrelazar con pensamiento conceptual.

Por otro lado, existen las fases del pensamiento conceptual, para Vygostky (1962) este pensamiento es un modo de organizar el propio medio ambiente por medio de la abstracción y etiquetando las características compartidas entre dos o más eventos. La primera fase es descrita como *el pensar en conjuntos desorganizados, pensar en complejos y pensar en conceptos*, esta fase incluye dos vías para poder concretar el desarrollo del pensamiento del niño, el *sintetizar y analizar*. El sintetizar es creado por medio de secuencias de complejos, las cuales se piensan como si se “dibujaran” juntos los objetos en un evento en el cual comparten aspectos comunes. Mientras que el analizar, incluye el pensar en separar un proceso o un evento y abstraer elementos de éste. Durante esta etapa, el niño es capaz de abstraer una sola característica de un grupo de objetos, cada una de estas características son denominadas por el autor como *conceptos potenciales*. El niño hace el último paso para pensar de manera conceptual cuando éste puede sintetizar adecuadamente los conceptos potenciales abstraídos, esta síntesis debe ser lo suficientemente estable y convincente en la mente del niño. Aproximadamente, este tipo de pensamiento se da cuando el niño entra a la adolescencia, pero se encuentra un poco inmaduro y conforme el adolescente se sumerge en situaciones sociales y verbales con los adultos, el pensamiento conceptual va tomando mayor fuerza.

Tanto el pensamiento como el lenguaje en vigor de experiencia ayudan al niño para que este pueda tener un desarrollo y una inteligencia adecuados, y así alcanzar la madurez esperada. La inteligencia descrita por Vygostky (1962) se hace formando conceptos, y ésta es guiada por el uso de palabras que son el centro de atención para la abstracción de ideas, que en un futuro se pueden sintetizar y dar un significado simbólico. El lenguaje, pensamiento e inteligencia, es presentado en varias etapas en el niño, sin embargo estas fases de pensamiento y lenguaje no distinguen en periodos por edad, así que el autor se dio a la tarea de delimitar seis niveles que tengan que ver con las actividades que involucren el desarrollo del pensamiento y el lenguaje las cuales son:

1. *Contacto intuitivo y emocional entre el niño y el adulto.*
2. *La manipulación del objeto.*
3. *La actividad del juego.*

4. *La actividad del aprendizaje.* Este periodo abarca entre los 7 y 11 años de edad, cuando los niños se encuentran en una fase escolar. El niño comienza a utilizar aproximaciones teóricas para comprender cómo es que el mundo funciona y es capaz de abstraer algunas ideas objetivas de la realidad.
5. *La actividad de comunicación social.*
6. *La actividad de aprendizaje vocacional.*

Cada uno de estos autores nos proporciona la perspectiva de cómo es que el niño pasa por diferentes características para alcanzar los rasgos particulares de la etapa adulta. No importa si se describe la conducta, el pensamiento, la inteligencia, el lenguaje, el conocimiento o la percepción, estos procesos siempre se verán influenciados por un solo factor general: el *medio ambiente*. Este factor va ser determinante para que el niño pueda completar un desarrollo que le permita adaptarse a las exigencias del contexto con el que interactúa. Por tanto, existen diversas teorías y modelos que explican los cambios que se puedan presentar a lo largo del crecimiento del niño, no obstante, todas ellas acuerdan que el niño necesita de una interacción continua con el ambiente, el cual le proporcionará las bases fisiológicas y psicológicas para su desarrollo.

## 7. EDUCACIÓN BÁSICA PRIMARIA. DIFERENCIAS ENTRE ESCUELAS PÚBLICAS Y PRIVADAS

Existen diferencias importantes entre el sistema educativo público y el privado. Cada sector educativo se ve influido por factores que determinan algunas de las características de la formación y el comportamiento del niño, pero ¿cuáles son las diferencias que existen entre una escuela pública y una privada? ¿Qué factores son los que marcan la pauta de estas diferencias? Algunas de las habilidades estudiadas para determinar ciertas diferencias desarrolladas por el tipo de sistema educativo son: el cociente intelectual (Bradley & Corwyn, 2002; McLoyd, 1998; Turkheimer, et al., 2003), el desarrollo de funciones ejecutivas (Ardila, et al., 2005) y el desarrollo de la memoria y la atención (Matute V., Sanz M., Gumá D., Roselli, & Ardila, 2009).

Estadísticas publicadas en un boletín del Sistema de Información de Tendencias Educativas en América Latina (SITEAL) mencionan que ha habido un incremento de la escolarización desde los inicios de los años 90 tanto en educación primaria como secundaria. Este boletín, enlista algunos indicadores que describen el perfil social del estudiante de educación básica que asisten a escuelas públicas y a escuelas privadas en doce países latinoamericanos (Chile, Bolivia, México, Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Paraguay). El sector privado cubre aproximadamente sólo el 19% de la población estudiantil, y sólo se registra en las áreas urbanas, mientras que la educación pública absorbe el resto de la población (incluyendo áreas rurales). En México, en cuanto a la educación primaria, el 90.4% del alumnado asiste al sector público, mientras que sólo el 9.6 % asiste a escuelas privadas. Según este boletín, un indicador que incide sobre el perfil del estudiante son los ingresos per cápita del hogar. El 34% de los niños que asisten a escuelas públicas residen en hogares pertenecientes a los tres deciles con menores ingresos y solo el 9% de los que asisten al sector privado se encuentran en esa posición económica. Por otro lado, el 23% de los niños cuyos padres se encuentran en los tres deciles más altos de ingresos asisten a escuelas públicas y el 66% a escuelas privadas. Se dice entonces que la concentración de alumnos con más recursos se

encuentra en el sector privado, presentando diferencias en los perfiles sociales (Pereyra, 2006).

México (junto con Brasil y Argentina) es uno de los países con mayores disparidades sociales entre los estudiantes que acuden a escuelas públicas, y aquellos alumnos que concurren al sector privado. Las diferencias sociales entre los estudiantes que asisten a escuelas públicas y escuelas privadas se pueden observar en el desempeño académico de los niños. Un ejemplo de estas diferencias se puede ver reflejado en el retraso etario, el cual es triple en el sector público en comparación con el privado; el retraso es aproximadamente de dos o más años. Por ende, las escuelas públicas se enfrentan a trabajo pedagógico con niños de un amplio rango de edad, ya que el porcentaje de adolescentes en las primarias públicas es 2.5 veces mayor que en los establecimientos escolares primarios privados (en México solo el 2.6% de los alumnos son adolescentes de 13-17 años) (Pereyra, 2006).

El nivel educativo de los padres es otro indicador del perfil social del estudiante es otra manera de encontrar diferencias entre aquellos niños que asisten a escuelas públicas y a escuelas privadas. El máximo nivel educativo de los padres es un factor que condiciona la selección de una escuela. Aproximadamente el 70% de los niños que asisten a secundarias del sector privado provienen de hogares en los que sus padres terminaron o superaron estudios de secundaria, mientras que sólo el 30% de los padres de estudiantes en el sector público se encuentran en la misma situación. En otro ámbito, en los hogares con menos recursos pero que tienen padres con nivel educativo mayor eligen enviar a sus hijos al sector privado. Por último, otra diferencia en el perfil entre los estudiantes del sector público y del privado es la inserción laboral de los alumnos para contribuir a los ingresos; en las escuelas públicas se tiene mayor población activa laboralmente, en comparación con las escuelas privadas. En conclusión el sector educativo público atiende a la mayor parte de la población en los niveles iniciales, primario y medio, y por su parte, el sector privado sólo se presenta en áreas urbanas y son los sectores socioeconómicos más altos y los niños con padres que tienen mayor nivel educativo aquellos que asisten a este sector (Pereyra, 2006).



El estatus socioeconómico es entonces un factor importante que determina el tipo de educación que reciben los niños. McLoyd (1998) en un estudio sobre las desventajas socioeconómicas y el desarrollo del niño describe que existen siete factores importantes que tienen efectos sobre el cociente intelectual (CI) y el aprovechamiento escolar: altas complicaciones perinatales, incremento a la exposición al plomo, menor estimulación cognitiva en el hogar, bajas expectativas por parte de los profesores, pocas habilidades académicas y de lectura, la crianza inconsistente y la exposición elevada a estrés agudo o crónico. Estos factores, descritos por el autor, dan la pauta para que no se generen condiciones óptimas para un desarrollo normal del niño. Esto produce que se tengan bajos aprovechamientos escolares en las escuelas públicas, ya que siendo gratuitas, educan niños con estatus socioeconómico bajo y con mayor exposición a estos factores que perjudican el rendimiento escolar. Es entonces que los niños que asisten a escuelas públicas se diferencian en el CI en comparación con los niños en escuelas privadas, quienes en su mayoría cuentan con mejores estatus socioeconómicos. Esto coincide con lo encontrado por Turkheimer y colaboradores (2003), quienes por medio del test de inteligencia WISC-IV (*Weschler Intelligencie Scale for Children*) determinaron que el estatus socioeconómico influye en la CI de los niños en las escuelas públicas.

El neurodesarrollo es otro punto clave para describir las diferencias en el perfil del estudiante en una escuela pública y una escuela privada. Luria (1966), describe que la última estructura nerviosa en desarrollarse son los lóbulos frontales, y la corteza prefrontal; se dice que esta última es el componente principal para el desarrollo de las funciones ejecutivas (Roselli & Matute, 2010). Un estudio que describe las diferencias entre el desarrollo de las funciones ejecutivas y el tipo de escuela a la que asisten los niños es el descrito por Ardila y colaboradores en el 2005; en este estudio analizan la relación entre el nivel de educación de los padres, el tipo de escuela y las funciones ejecutivas, por medio del test de Evaluación Neuropsicológica Infantil (ENI). Los autores hacen énfasis en la asociación de la educación de los padres y la educación pública y privada para el desarrollo de las funciones ejecutivas, y a su vez, estas características se ven englobadas en un sólo factor: el estatus socioeconómico (éste incluye el ingreso per cápita en el hogar, la educación de los padres, el estatus ocupacional y el lugar de residencia). En este

estudio los autores predijeron que era lógico que los niños asistentes a escuelas privadas tuvieran una mejor ejecución en la ENI en comparación con los niños del sector escolar público, sin embargo le apostaron que el desarrollo de las funciones ejecutivas se vería altamente correlacionado con el nivel educativo de los padres (a mayor grado escolar de los padres mejor ejecución de la ENI en los niños). En los resultados encontraron que efectivamente los alumnos de escuelas privadas tuvieron una mejor ejecución en las tareas que los niños de escuelas públicas, y se encontró una correlación positiva entre la educación de los padres y el desempeño de los niños en las funciones ejecutivas. Demostrando que el factor grado escolar de los padres predice mejor el desarrollo de las funciones ejecutivas, que el tipo de escuela a la que asisten los niños. Esto se relaciona con lo dicho anteriormente en las estadísticas del SITEAL (Pereyra, 2006), en las que los padres escogen mandar a sus hijos a escuelas privadas porque suponen que son académicamente más fuertes, por las consideraciones sociales a la que los padres están acostumbrados o por sus ingresos económicos. Por ende, para Ardila et. al (2005) los valores, el tipo de actividades, la cosmovisión y orientación de los padres con mayor educación producen una estimulación mayor para el desarrollo de las funciones ejecutivas.

Otro estudio que describe que las capacidades como la memoria y la atención en el niño se ven influidas por factores ambientales (tipo de escuela y nivel educativo de los padres) es el hecho por Matute y colaboradores (2009). En este estudio al igual que en el de Ardila, et. al (2005) se utilizó la ENI, pero el estudio se enfocó sólo en ciertas subpruebas que evalúan la memoria y la atención. Los autores encontraron que el desarrollo cognitivo, específicamente la memoria y la atención, está correlacionado con el estatus socioeconómico; a la vez, encontraron que habilidades verbales de los niños que crecen en estado de pobreza son menores que aquellos niños que tiene un estatus socioeconómico mayor. El tener un vocabulario más extenso se relaciona con la capacidad de memoria, por ende, aquellos niños que tienen un vocabulario mayor son aquellos cuyos padres tienen un nivel educativo mayor, y a la vez, son niños con un mejor estatus socioeconómico.

En conclusión, las diferencias presentadas en niños que asisten a escuelas públicas y privadas son atribuibles en su mayoría a factores externos al sector educativo. Se presentan mayores diferencias gracias al nivel educativo de los padres o al estatus socioeconómico y las condiciones en las que vive el menor.



## 8. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Durante casi aproximadamente 25 años el aprendizaje secuencial ha sido estudiado por varios autores, en su mayoría siguiendo el mismo paradigma; una tarea de tiempos de reacción serial (SRTT). Cada investigación desarrollada ha tenido sus variaciones, sin embargo se llega a la misma conclusión: el tiempo de reacción de los participantes disminuye cuando se les presenta una secuencia.

Hasta la fecha ha quedado claro que la secuencia produce un cambio en el comportamiento del participante. Basta con comparar el tiempo de reacción y las respuestas correctas (o errores) de los bloques que presentan una secuencia, en contra de los bloques de ensayos al azar. Este cambio ha sido estudiado en su mayoría con participantes adultos, y se confirma la posibilidad de un aprendizaje serial.

Existe la posibilidad que el aprendizaje secuencial se deba en parte por la presentación de los ensayos. Nissen y Bullemer en 1987 al crear la SRTT presentaron una secuencia de diez estímulos de manera constante; es decir, cada estímulo se presentaba después de una pausa de 500 ms y en caso de presentar un error el estímulo no desaparecía hasta que se oprimiera la tecla correcta. Esto nos hace suponer que podría ser más sencillo para los participantes contestar a los ensayos correctamente y encontrar así la secuencia, lo que da como resultado una disminución del tiempo de reacción.

Sí bien es cierto, que al presentar estímulos ordenadamente el participante adulto cambia, pocos son los estudios que muestran este tipo de tarea con niños y en su mayoría son niños con problemas como el trastorno por déficit de atención e hiperactividad, el autismo o la dislexia (Deroost, et al., 2009; Karatekin, et al., 2009; Nemeth, et al., 2010; Thomas, et al., 2004). El único estudio con niños sin ningún trastorno, es el elaborado por Meulemans y colaboradores en 1998. Ellos utilizan una variación de la tarea básica en la que alternan ensayos que forman parte de una secuencia, con ensayos aleatorios en el mismo bloque. Al tener una tarea más complicada y variada que la SRTT tradicional nos hace suponer que no es posible distinguir si los tiempos de reacción que se describen en este estudio son consecuencia de un aprendizaje secuencial, o es la simple presión de una tecla producida por un movimiento aleatorio. Los participantes no son expuestos

únicamente a la secuencia durante un bloque completo. A su vez, si se comparan los resultados obtenidos por los pioneros en la materia, los tiempos de reacción se parecen un poco más a aquellos obtenidos por los participantes que exclusivamente contestaron ensayos aleatorios.

Una característica interesante del estudio de Meulemans y colaboradores (1998) es que tiene tres grupos de edades diferentes en sus participantes (seis años, diez años y adultos jóvenes). Al obtener información tanto de adultos como de niños, se promueve que la percepción visual está desarrollada desde temprana edad (Decety & Grèzes, 1999). Sin embargo, el estudio se aplicó en dos edades de la niñez, las cuáles se sabe tienen características diferentes. Su madurez encefálica estudiada con anterioridad demuestra que ciertas habilidades no han sido desarrolladas completamente o por el contrario ya han sido obtenidas (Roselli & Matute, 2010). Así mismo, Piaget (1969) describe que a los 6 años aún los niños se encuentran en una etapa con pensamiento concreto, mientras que a los 10 años ya cuentan con un pensamiento un poco más abstracto, pero que existe un inter entre estas edades. Por tanto, es probable que este estudio de aprendizaje secuencial pueda tener un hueco sobre el comportamiento en una SRTT en niños entre 8 y 9 años, y niños que se encuentran a punto de entrar a la adolescencia (11 y 12 años).

Otro punto importante a describir del aprendizaje secuencial, es si los participantes tienen la habilidad de poder describir y verbalizar (aprendizaje explícito) lo que aprendieron -la secuencia-. Existen estudios en los cuales se describe cómo es que ciertos adultos pueden verbalizar después de haberles aplicado una sola prueba o varias de ellas (Baldwin & Kutas, 1997; Eimer, et al., 1996; Ferdinand, et al., 2008; Honda, et al., 1998; P. J. Reber & Squire, 1994; E. M. Robertson, 2007; Rose, Haider, & Büchel, 2005; Schendan, et al., 2003). Sin embargo sólo tres estudios con niños tomaron en cuenta esta característica, los cuáles utilizaron escalas de likert (Meulemans, et al., 1998; Nemeth, et al., 2010) y la repetición de un bloque para después hacer preguntas (Karatekin, et al., 2009). Algunas de estas pruebas parecen ser ambiguas, sin permitir la expresión verbal completa o adecuada para un niño y al mismo tiempo, no todas las edades podrían responder a preguntas con una escala likert. Esto a su vez, podría depender de las habilidades de expresión que los niños obtengan en su educación.

Al observar que sólo un estudio describe el aprendizaje secuencial en niños sanos que no existe información clara de la descripción del aprendizaje explícito y que a su vez, no abarca por completo una etapa importante de la niñez como lo es la edad escolar -7 a 12 años- en la que se aprende en su mayoría por secuencias y repeticiones (abecedario, tablas de multiplicar, sucesos en la historia, etc.), las cuales ayudan a desarrollar habilidades de expresión verbal necesarias para la vida adulta; nos propusimos responder a las siguientes preguntas: ¿cómo es la ejecución de una tarea de aprendizaje secuencial en niños en edad escolar (7 a 12 años de edad)?, ¿difiere la ejecución de la tarea entre niños de diferentes edades (7 a 8, 9 a 10, 11 a 12 años)?, ¿difiere la ejecución de la tarea entre niños de escuelas públicas y de escuelas privadas? y, por último, ¿difieren entre los distintos grupos de edad las proporciones de niños con aprendizaje explícito.





## 9. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

### 9.1. OBJETIVO GENERAL

Caracterizar los cambios conductuales de niños escolares tanto de escuelas públicas como privadas de tres diferentes grupos de edades (7 a 8, 9 a 10 y 11 a 12 años) durante la ejecución de una tarea de aprendizaje secuencial.

### 9.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Caracterizar los cambios conductuales que se producen en una tarea de tiempo de reacción serial en cada uno de los grupos de edad.
2. Describir las diferencias o similitudes en la ejecución de participantes provenientes de escuelas públicas y privadas.
3. Comparar las proporciones de participantes con aprendizaje implícito o explícito a lo largo del desarrollo de la educación básica en ambos tipos de escuelas.

### 9.3. HIPÓTESIS GENERAL

Los cambios conductuales durante el aprendizaje secuencial serán tiempos de reacción menores y menor número de errores a lo largo de la tarea. Por otra parte, los procesos de maduración y de educación deberán verse reflejados en un progreso en la ejecución de tareas secuenciales, por lo que el desempeño de los participantes de mayor edad será con mayor exactitud.

### 9.4. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

1. Los tiempos de reacción y el número de errores serán mayores en los niños más pequeños y disminuirán progresivamente en los grupos de mayor edad.
2. Las proporciones de participantes considerados con un aprendizaje explícito serán mayores en los participantes más grandes en comparación con los de menor edad.



## 10. METODOLOGÍA

### 10.1. PARTICIPANTES

Participaron de manera voluntaria y con el consentimiento escrito de sus padres o profesores, niños con un rango entre 7 y 12 años que cursaban el grado escolar correspondiente a su edad, con referencia al artículo 65 de la Ley General de Educación que decreta que para cursar el primer grado de primaria los niños deben tener cumplidos 6 años de edad como mínimo; los participantes deberán poseer visión normal o corregida.

Los participantes se agruparon en tres grupos según su edad; cada grupo fue integrado por cerca de 20 niños. También se agruparon los participantes en función del tipo de escuela (pública o privada) a la que asistían. Los grupos se denominaron de la siguiente manera:

- Grupo APR: 7-8 años
- Grupo APU: 7-8 años
- Grupo BPR: 9-10 años
- Grupo BPU: 9-10 años
- Grupo CPR: 11-12 años
- Grupo CPU: 11-12 años

### 10.2. VARIABLES

#### **Independientes**

##### ***Edad:***

- Grupo A: 7 a 8 años
- Grupo B: 9 a 10 años
- Grupo C: 11 a 12 años

##### ***Tipo de Ensayo:***

- Secuencial
- Aleatorio

##### ***Tipo de Escuela:***

- Pública
- Privada

#### **Dependientes**

- Tiempo de reacción
- Número de respuestas correctas
- Clasificación del tipo de aprendizaje (implícito o explícito).

### 10.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

#### *Criterios de Inclusión*

1. Niños varones de 7 a 12 años de edad
2. Grado escolar correspondiente a la edad
3. Diestros (esto se determinó preguntando cual era la mano con mayor dominancia)
4. Visión normal o corregida

#### *Criterios de exclusión*

1. Que el participante abandonara la prueba.
2. Que el participante no terminara con el conjunto de pruebas (SRTT, 4 evaluaciones de aprendizaje explícito e implícitos, Raven, Retención de Dígitos y Sucesión de Letras y Números (WISC-IV)) necesarias para determinar el aprendizaje secuencial.
3. Obtener menos de 99 respuestas correctas en el conjunto de los bloques aleatorios (1 a 3) o menos de 264 respuestas correctas en el total de bloques secuenciales (4 a 11) durante la tarea de tiempo de reacción secuencial (significativamente por encima de lo esperado por azar).
4. Omitir más del 20 % de las respuestas en los bloques aleatorios (1 a 3) o en los bloques secuenciales (4 a 11) durante la tarea de tiempo de reacción secuencial.
5. Obtener en el test de Raven un puntaje menor al Término Medio.
6. Obtener en Puntajes de Connors T > 70 en el factor de hiperactividad, (M=50 DE=10).

### 10.4. ESTÍMULOS

El estímulo fue un cuadrado blanco de 1.5 x 1.5 cm, presentado durante 200 ms (con intervalos entre estímulos entre 1000 y 1500 ms) en cuatro posiciones diferentes (véase figura 10.5.1), sobre el fondo negro de una pantalla de computadora portátil con monitor de 15", por medio del programa EsVisTR versión 2010 (Zarabozo, 1998).

## 10.5. PROCEDIMIENTO

El diseño experimental se basó en el procedimiento descrito por Nissen & Bullemer (1987), con modificaciones encaminadas a lograr un mayor control de la variabilidad individual. La principal modificación consistió en presentar 3 bloques aleatorios seguidos de 8 bloques secuenciales, en vez de emplear dos grupos de participantes, uno para la condición aleatoria y el otro para la secuencial. Las variables registradas fueron el Tiempo de Reacción (TR), el número de respuestas correctas (RC) y la proporción de participantes considerados con aprendizaje explícito (SE). Las condiciones experimentales fueron las siguientes:

1. Aleatoria. El estímulo apareció aleatoriamente en una de las cuatro posiciones horizontales A, B, C y D (Figura 10.5.1), con la restricción de no aparecer dos veces seguidas en la misma posición, en tres bloques de 100 ensayos cada uno;
2. Secuencial. El estímulo se presentó de manera similar, pero con la secuencia DBCACBDCBA, siguiendo las reglas esquematizadas en la Figura 10.5.2, en ocho bloques de 100 ensayos cada uno.



Fig. 10.5.1. Posiciones posibles del estímulo presentado durante las condiciones 1 y 2

Las respuestas en todos los bloques de ensayos fueron la presión de las teclas “C”, “V”, “N” o “M”, según el estímulo aparezca en las posiciones A, B, C o D.

D-B-C-A-C-B-D-C-B-A

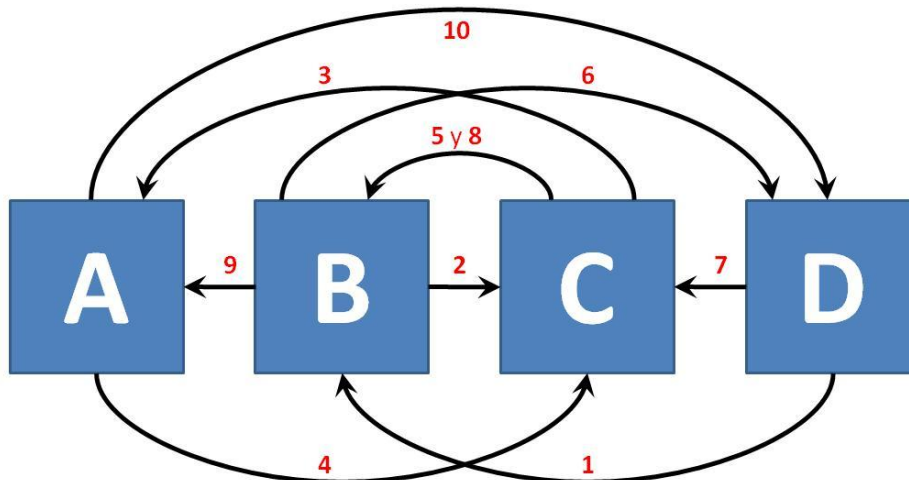


Fig. 10.5.2 Secuencia básica (repetida 10 veces en cada bloque secuencial) y reglas gramaticales correspondientes.

Los participantes fueron situados frente a la pantalla con los dedos índice y medio de cada mano sobre las teclas de respuesta, y se les dieron las siguientes instrucciones:

*“El cuadro blanco va a aparecer en distintos lugares. Pon tus dedos sobre estas teclas (se le ayuda o se le instruye). Debes mantener la mirada en la cruz del centro de la pantalla. Cuando aparezca el cuadro hasta la izquierda aprietas la “C”, cuando aparezca a la izquierda cerca de la cruz aprietas la “V”. De manera parecida, cuando aparezca a la derecha cerca de la cruz aprietas la “N” y cuando aparezca hasta la derecha aprietas la “M”. Vamos a practicar un poquito...”* (Se presentaron uno o varios bloques de cinco ensayos hasta que el niño respondía consistentemente).

Se registraron los Tiempos de Reacción (intervalo entre la aparición del estímulo y la presión de la tecla) solamente en el caso de las Respuestas Correctas y el número de estas últimas.

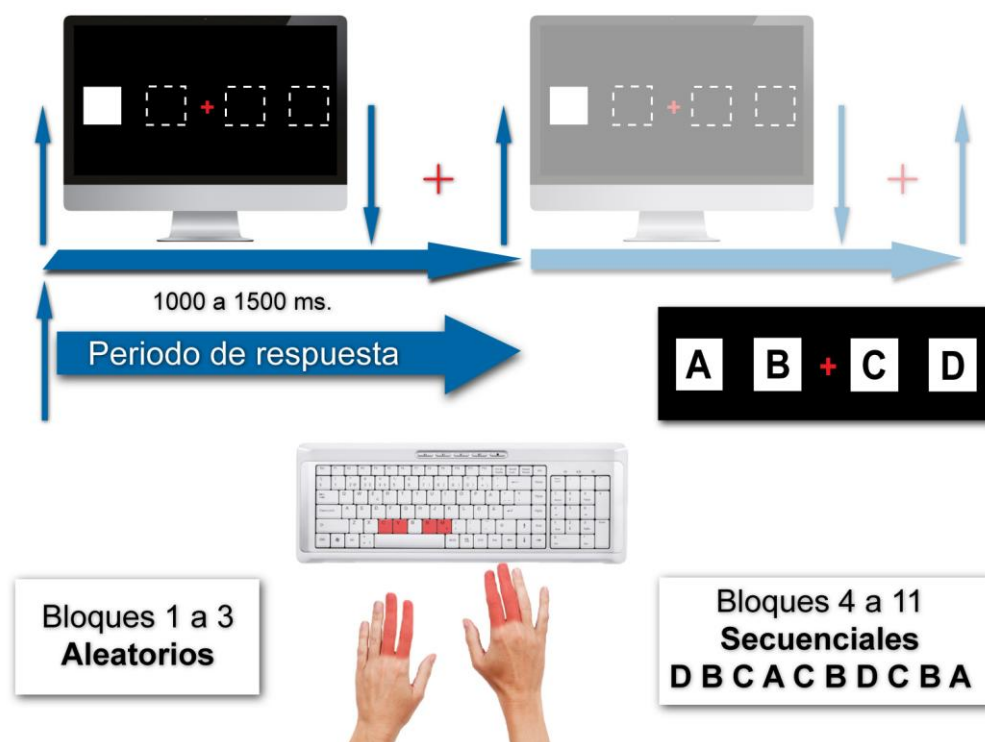


Fig. 10.5.3. Procedimiento de manera gráfica.

## 10.6. MATERIALES

A todos los participantes se les aplicaron tanto la Prueba de Matrices Progresivas de Raven Escala Coloreada como la prueba de Conners (en sus dos versiones: padres y maestros). La primera para asegurar que todos ellos tuvieran un nivel medio o superior de inteligencia, y la segunda para descartar la existencia de un Trastorno por déficit de atención (TDA), en cualquiera de sus tres variantes (Psiquiatría, 2000). Por último, se administraron dos subescalas del WISC-IV (Weschler, 2005), para evaluar el área de memoria de trabajo, relacionada con el aprendizaje secuencial; éstas fueron la subescala de Retención de Dígitos y la subescala de Letras y Números.

El Raven o Test de Matrices Progresivas Escala Coloreada (Raven, Raven, & Court, 1993) es una prueba estandarizada que permite medir la capacidad de razonamiento no verbal y su aplicación puede ser de manera individual o grupal. Proporciona una medida de inteligencia con base sólo en el razonamiento figurativo y se trata de un test no verbal, donde el sujeto describe piezas faltantes de una serie de láminas pre-impresas. El test de

Matrices Progresivas de color constituye una prueba de 36 reactivos aplicable a los niños de 5 a 11.8 años, los reactivos se dividen en tres conjuntos (A, AB y B). Se pretende que el sujeto utilice habilidades perceptuales, de observación y razonamiento analógico para deducir el faltante en la matriz. Se le pide al niño que analice la serie que se le presenta y que siguiendo las secuencias horizontal y vertical, escoja uno de los ocho trazos, siendo la respuesta aquella que encaje perfectamente en ambos sentidos, tanto en el horizontal como en el vertical. Casi nunca se utiliza límite de tiempo, pero dura aproximadamente entre 20-40 minutos (esto depende de cada niño y el tiempo que utilice en cada serie).

Las Escalas Conners de Calificación-Revisadas (Conners, 1997) son una prueba que cuenta con dos versiones una corta y una extendida hecha para la evaluación del profesor y del padre y las escalas de auto-reporte de adolescentes, las cuales proporcionan una evaluación de los problemas de conducta en niños y adolescentes con problemas externalizados; principalmente aquellos relacionados con el TDAH. Se usaron las dos versiones extendidas para padres y profesores, de las cuales el cuestionario para padres cuenta con 48 reactivos, mientras que el cuestionario para maestros cuenta con 39 reactivos. Se evaluó el grado de actividad presentada en el niño en dos escenarios (la escuela y su casa), en donde se señala si “nunca” se ha presentado la actividad, si es “poca”, “bastante” o “mucho”. Es una prueba sencilla y rápida de contestar.

Es posible evaluar la memoria de trabajo, relacionada con el aprendizaje secuencial, por medio de dos subescalas del WISC-IV: Retención de Dígitos y Sucesión de Letras y Números. En la subescala de Retención de Dígitos, el niño repite en voz alta una serie de números que el evaluador le dice verbalmente. Primero debe repetirlas según el mismo orden. Posteriormente se presentan series que debe repetir en orden inverso. Algunas habilidades necesarias para su correcta ejecución son la atención, memoria auditiva inmediata y capacidad de secuenciación (retener los ítems, manejarlos según las instrucciones y repetirlos en voz alta). Mientras que la subescala de Sucesión de Letras y Números es una escala parecida a la de dígitos salvo que ahora se incorporan letras entremezcladas en las series de números. El niño debe repetir las series siguiendo un criterio, deben mencionar en primer momento los números y después letras. Los números deben ser dichos de menor a mayor, mientras que las letras deben seguir un orden



alfabético. La prueba requiere, al igual que la escala de Retención de Dígitos, memoria auditiva inmediata y atención, a la vez, el niño debe ser capaz de manipular los números y letras según un criterio de ordenación. Esta escala mide en cierto modo la capacidad de procesamiento de series (Weschler, 2005).

#### 10.7. PRUEBAS DE EVALUACIÓN DE APRENDIZAJE EXPLÍCITO E IMPLÍCITO

Una vez evaluado el aprendizaje secuencial con la tarea descrita en la Sección 10.5, se aplicaron cuatro pruebas para determinar la clasificación del aprendizaje (explícito o implícito) logrado por el niño, evitando inducir en el niño el concepto de secuencia, serie o repetición de posiciones de los estímulos. Las cuatro pruebas denominadas Evaluaciones E/I (explícito e implícito) y ejemplos de respuestas se presentan en el Anexo 2.

La primera prueba constó de cuatro preguntas abiertas acerca de lo realizado durante la tarea. Una de las preguntas que se hicieron fue si habían visto algo raro o diferente durante la tarea. Aquellos niños que respondieron de manera afirmativa y mencionaron las palabras “secuencia”, “se repetía”, “tenía un orden...” o algo parecido a la descripción de una serie fueron considerados como explícitos.

La segunda fue una prueba de generación de la secuencia, en la que el niño debió dibujar una secuencia de cuadros en una hoja de color negro, parecida a lo presentado en la computadora. El total de ensayos fue 12. Empleando el concepto de “*chunk*” (referencia) se consideró un *chunk* formado por un mínimo de tres cuadros que correspondieran a un segmento de la secuencia presentada durante la SRTT. Cada ítem podía ser el inicio de un *chunk*, y éste se completaba cuando el siguiente dibujo ya no correspondía a la secuencia. En total podía haber cuatro *chunks* de tres ítems o menor cantidad de *chunks* formados con mayor número de ítems. Se contaron el número de *chunks* y la longitud del más largo.

La tercera prueba fue de reconocimiento estático. El niño debía seleccionar los dibujos que correspondieran a la secuencia (2 correctos en un conjunto de 6 dibujos). Se registró la proporción de aciertos (máximo 2) entre el número de dibujos seleccionados por el niño (máximo 6).

Por último, la cuarta prueba fue de reconocimiento dinámico, en la que el niño observó un conjunto de seis secuencias, cada una de 5 ensayos, con arreglos que correspondían o no la secuencia; el niño debió mencionar si el arreglo se parecía o no a los que él estuvo observando durante la SRTT. Se registró –como en la tercera prueba- la proporción aciertos/selecciones.

#### 10.8. ANÁLISIS DE LOS DATOS

Se realizó un Análisis de Varianza (ANDEVA) de tres factores  $3 \times 2 \times 11$ : edad (7-8, 9-10, 11-12 años) x tipo de escuela (pública, privada) x bloque de ensayos (tres aleatorios y ocho secuenciales). El diseño experimental fue mixto, con los primeros dos factores “entre grupos” y el tercer factor “dentro de grupos”. Los análisis se realizaron empleando el programa SPSS versión 19, siguiendo los procedimientos sugeridos por Field (2009) y por Runyon y Haber (1986).

## 11. PRUEBA PILOTO

El empleo de una prueba piloto fue necesario para poder determinar el tamaño del estímulo en la tarea de aprendizaje secuencial. En primera instancia, el estímulo había sido determinado como un cuadro de 1 cm<sup>2</sup>, pero al observar que era un estímulo demasiado pequeño se aumentó 0.5 cm por lado para su mejor observación. Por otro lado, la separación entre las cuatro ubicaciones de los estímulos fue hecha en un principio como lo describen Nissen y Bullemer (1987) de aproximadamente 3 cm, pero para evitar el movimiento ocular y permitir una mejor apreciación de los estímulos se decidió la aparición de los estímulos con una distancia de 1.5 cm entre los centros de cada uno. Por otro lado, en un principio se pensó aplicar la prueba de aprendizaje secuencial como una réplica del experimento de Nissen y Bullemer (1987), en el cual se dividieran los grupos en aleatorio y secuencial, pero por cuestiones de la cantidad de participantes en la muestra y para minimizar el efecto de la variabilidad entre participantes se decidió presentar tanto los estímulos aleatorios como los secuenciales a todos los participantes, dejando sólo la división por edad y por tipo de escuela. Esta modificación también sirvió para observar que el efecto del aprendizaje no se presenta en los bloques aleatorios –igual que en grupo aleatorio de Nissen y Bullemer (1987)- y que no existe ninguna repercusión en la presentación de la secuencia.

En un principio se pensó en hacer 9 bloques, de los cuales los tres primeros serían estímulos aleatorios y seis secuenciales. Pero se pudo observar en los niños de mayor edad que era posible aplicar más bloques, ya que no reportaron cansancio, mientras que con los niños más pequeños la aplicación de la prueba fue tan sólo de 8 bloques (3 aleatorios y 5 secuenciales) por el auto-reporte de agotamiento. La prueba final constó de un total de 11 bloques (3 aleatorios y 8 secuenciales). La prueba piloto fue hecha con un total de 8 participantes de los cuales 2 participantes correspondieron al grupo A (7-8 años) y tres participantes para cada uno de los grupos B y C (9-10 y 11-12 años). A los primeros cinco participantes sólo se les aplicaron los bloques aleatorios y secuenciales (tres y cinco, respectivamente). A los últimos tres participantes se les aplicaron en total diez bloques, los dos primeros fueron de tiempo de reacción simple, los siguientes tres aleatorios y los últimos cinco secuenciales.



## 12. RESULTADOS

Se presentan los resultados para la muestra de niños de dos Escuelas Primarias Públicas (PU) y dos Escuelas Primarias Privadas (PR). Se recabaron datos de 119 niños (n=20 grupo 7-8, n=20 grupo 9-10, n=19 grupo 11-12, en las primarias públicas; n=20 grupo 7-8, n=20 grupo 9-10, n=20 grupo 11-12, en la primaria privada).

Se excluyeron tres niños de 7-8 años y cuatro niños 9-10 años de las escuelas públicas, y un niño de 9-10 de las escuelas privadas por la presentación de muchas omisiones y la falta de respuestas correctas (véase Criterios de exclusión). En total se analizaron los datos de una muestra con una n=111.

### 12.1. TIEMPO DE REACCIÓN

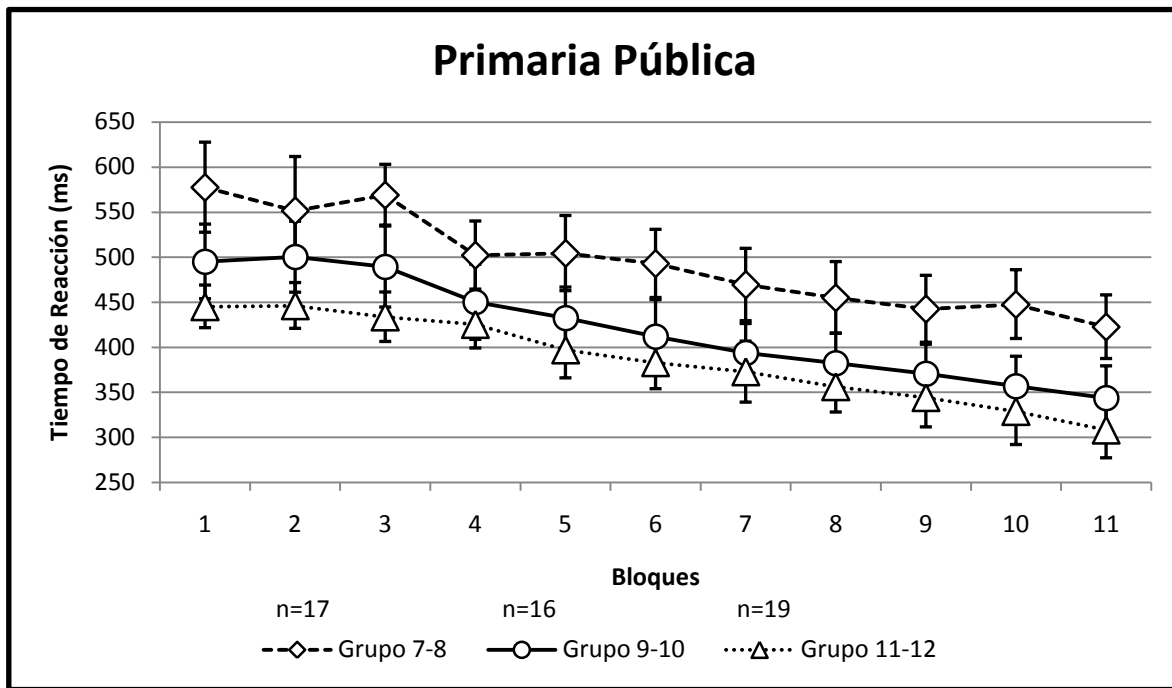
De manera general, el tiempo de reacción (TR) en los tres grupos de edad (7-8, 9-10, 11-12) tanto en la PU como en la PR disminuyó conforme el avance de la tarea en casi todos los bloques secuenciales. Se observó que en los bloques aleatorios (1-3) el TR fue variable en los tres grupos de edad.

En el grupo de menor edad en la PU, el tiempo de reacción promedio comenzó en 578 ms con una desviación estándar de 103 ms, con una disminución en un principio y luego un breve aumento en los bloques aleatorios, mientras que durante el avance de la tarea en los bloques secuenciales se presentó una disminución constante hasta llegar a los 423 ms con una desviación estándar de 73 ms (véase Gráfica 12.1).

En el segundo grupo (9-10 años) el tiempo de reacción promedio comenzó a los 481 ms con una desviación estándar de 89 ms, y a diferencia del grupo de niños más pequeños hubo un aumento y después una disminución en los bloques aleatorios. Pero al igual que en el primer grupo hubo una disminución constante con el avance de la tarea, en la que se obtuvo un tiempo de reacción de 352 ms con una desviación estándar de 84 ms en el último bloque (véase Gráfica 12.1).

En el último grupo (11-12) a diferencia de los dos primeros grupos, se observó que el tiempo de reacción en los bloques aleatorios tuvo una disminución constante, en lugar de una variación observada anteriormente, y esta disminución se presentó de la misma

manera en los bloques secuenciales. Este grupo inició su tiempo de reacción en promedio en 445 ms con una desviación estándar de 50 ms en el primer bloque y terminó con 308 ms con una desviación estándar de 66 ms en el Bloque 11 (véase Gráfica 12.1). Para observar la información a detalle de cada bloque en cada grupo véase Apéndice 1.



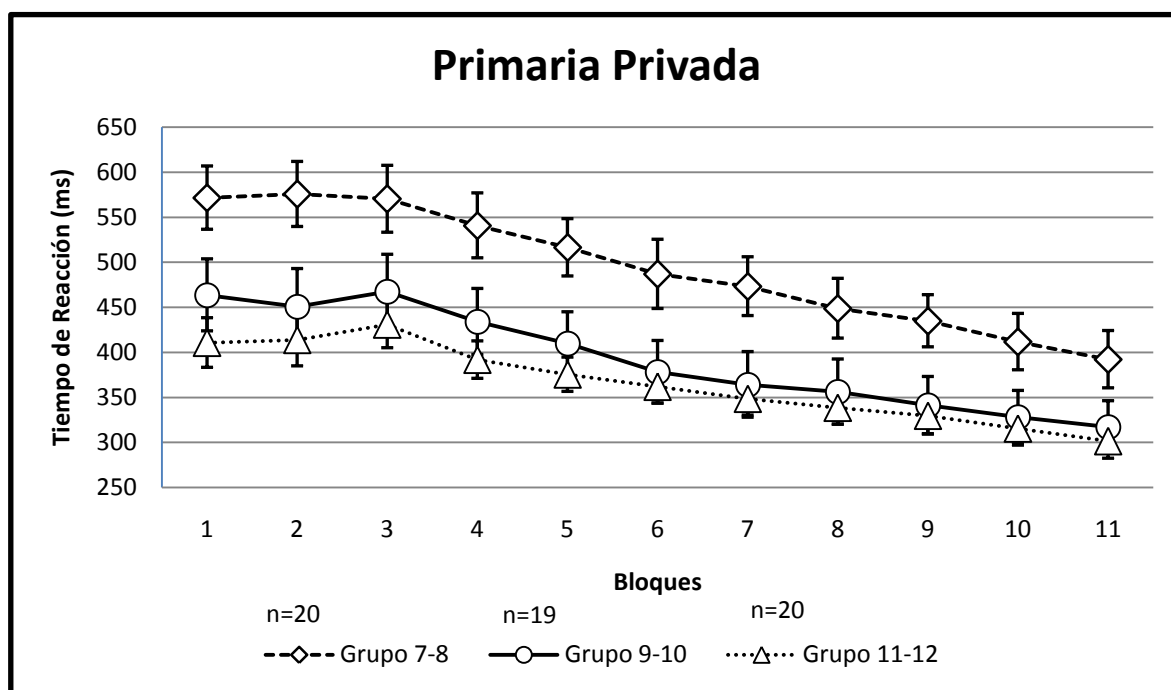
Gráfica 12.1. Tiempos de reacción de respuestas correctas en los tres grupos de las escuelas públicas, en bloques aleatorios (1-3) y secuenciales (4-11). (Media  $\pm$  2 ESM.). n=17, n=16, n=19.

En lo que toca a la Escuela Primaria Privada (PR), el grupo de 7-8 años comenzó con un tiempo reacción (TR) de 571 ms con una desviación estándar de 77 ms, y terminó en el último bloque con 392 ms y una desviación estándar de 69 ms. A diferencia de la escuela pública en estos niños el Tiempo de Reacción tuvo una constante disminución conforme avanzaba la tarea y no se presentó un aumento en el TR de los bloques aleatorios (véase Gráfica 12.2).

En el segundo grupo con los niños medianos (9-10 años) en la PR el tiempo de reacción comenzó en 464 ms con una desviación estándar de 85 ms y disminuyó hasta 317 ms en el último bloque, con una desviación estándar de 61 ms. El cambio en las

desviaciones estándar describe una menor variabilidad en los tiempos de reacción al final de la tarea. En comparación con el grupo de la primaria pública, los TR son menos variables en la primaria privada. Los bloques aleatorios en este grupo a diferencia del grupo de menor edad (7-8 años) tienen resultados más variables, parecidos a los observados en los grupos de la primaria pública cuentan con una variabilidad observada previamente en los grupos de la primaria pública (véase gráfica 12.1 y 12.2).

Por último el grupo de mayor edad (11-12 años) mostró un tiempo de reacción inicial de 411 ms con una desviación estándar de 60 ms, y terminó con un TR de 301 ms, con una desviación estándar de 42 ms. Las desviaciones estándar más pequeñas demuestran que comparando este grupo con los otros grupos de edad existe una menor variabilidad en el TR durante la tarea. En cuanto a los TR de los bloques aleatorios (1-3), se notó un aumento en el tercer bloque, que no se observó en los otros dos grupos (véase Gráfica 12.2; para observar a detalle la información de cada bloque, véase Apéndice 1).



Gráfica 12.2. Tiempos de reacción de respuestas correctas en los tres grupos de la escuela privada, en bloques aleatorios (1-3) y secuenciales (4-11). (Media  $\pm$  2 ESM.). n=20, n=19, n=20.

Para comparar el Tiempo de Reacción (TR) se realizó un ANDEVA mixto (Split-plot) con tres factores entre participantes (tipo de escuela, grupo de edad y tipo aprendizaje) y un factor de medidas repetidas (bloques de ensayos). Cuando el supuesto de esfericidad (Prueba de Mauchly) no fue satisfecho se empleó el corrector de Greenhouse-Geisser, y se reportaron los grados de libertad originales.

El Análisis de Varianza señaló diferencias significativas entre los grupos de edad ( $F_{(2,100)} = 20.270$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta^2 = 0.288$ ) y los bloques de ensayo ( $F_{(10,1000)} = 146.839$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta^2 = 0.595$ ), pero no se encontraron diferencias entre tipos de escuela ni entre tipos de aprendizaje. El grupo de niños más pequeños (7-8 años) tuvo un TR significativamente mayor (Bonferroni,  $p < 0.001$ ) que los otros dos grupos. El TR en cada uno de los tres primeros bloques (aleatorios) fue significativamente mayor (Bonferroni,  $p < 0.001$ ) que el de cada uno de los bloques secuenciales (4 a 11). En lo que toca a los bloques secuenciales, el TR en cada uno de los bloques fue significativamente menor (Bonferroni,  $p < 0.001$ ) conforme la tarea avanzaba.

## 12.2. RESPUESTAS CORRECTAS

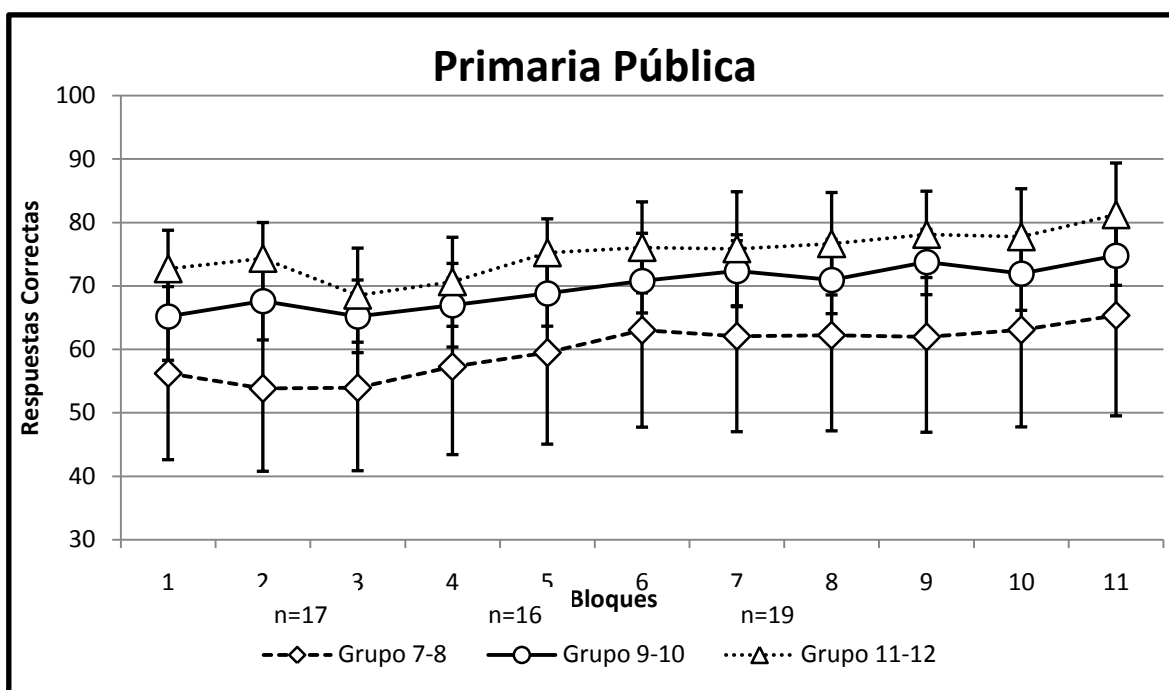
A la par del TR, se encuentran las respuestas correctas para cada grupo en las que se puede observar la tendencia de aumento de las respuestas conforme el avance de la tarea, con excepción en los bloques aleatorios.

Las respuestas correctas correspondientes a los niños de las primarias públicas (PU) en el grupo de 7-8 comenzaron en promedio con 56 y terminaron en 65, con una diferencia de 9. En el segundo grupo (9-10) de la PU en promedio los aciertos comenzaron en 65 y aumentaron hasta 75, con una diferencia de 10. Por último, en el grupo de niños más grandes (11-12) de la PU las respuestas correctas comenzaron en promedio con 73 y aumentaron en el último bloque 8 respuestas, con un promedio 81.

A su vez, se puede observar en la Gráfica 12.3 los tres grupos de edad de las primarias públicas con sus aciertos respectivamente, y es posible notar que el grupo de mayor edad tiene mayores respuestas correctas que los otros dos grupos. El grupo de 11-12 obtuvo en promedio 16 respuestas más al inicio de la tarea que el grupo 7-8, mientras que en comparación con el grupo de 9-10, el grupo de 12-11 obtuvo 8 aciertos más en



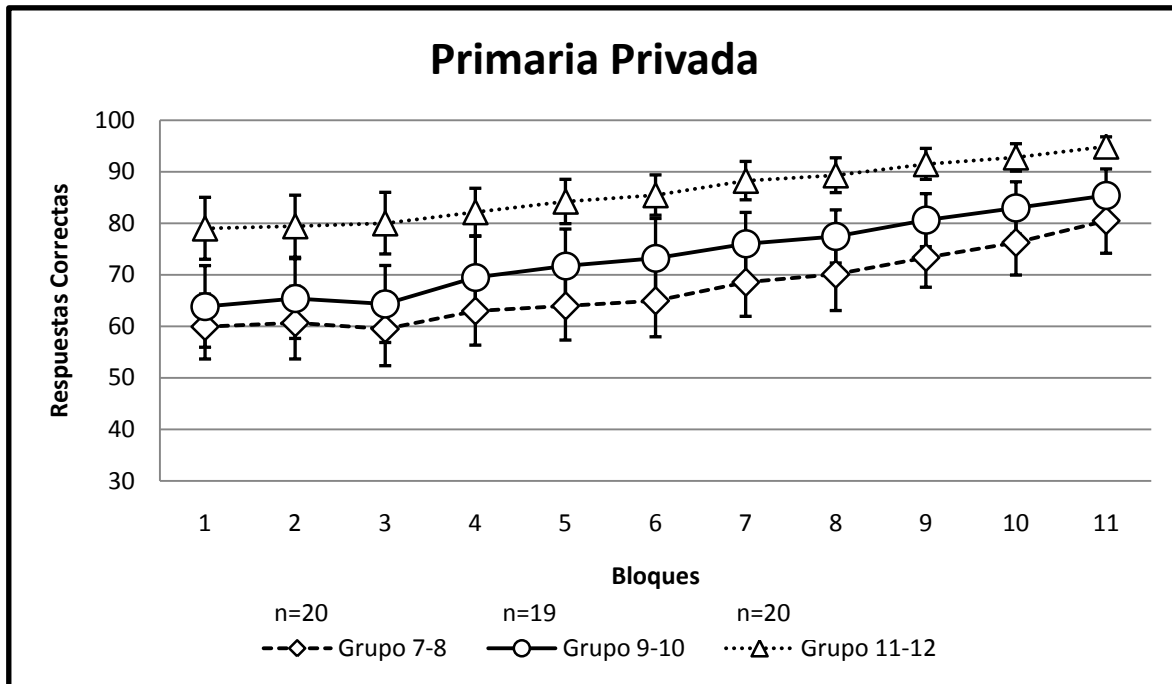
promedio al inicio de la tarea. Al finalizar la tarea, el grupo de mayor superó en promedio al grupo de 7-8 con 16 respuestas correctas y al grupo de 9-10 con 6 aciertos (para información a detalle de las respuestas correctas en cada bloque, véase Apéndice 1).



Gráfica 12.3. Respuestas correctas promedio en los tres grupos (7-8,9-10, 11-12) en los bloques aleatorios (1-3) y secuenciales (4-11) en las primarias públicas. n=17, n=16, n=19. (Media  $\pm$  2 ESM).

En lo que toca a la escuela primaria privada, las respuestas correctas en el grupo de 7-8 comenzaron en promedio con 59.95 y terminaron en 80.50, por tanto con una diferencia de 20.55. El segundo grupo (9-10) de la PR en promedio los aciertos comenzaron en 63.84 y aumentaron hasta 85.37, con una diferencia de 21.25. Por último, en el grupo de niños más grandes (11-12) de la PR las respuestas correctas comenzaron en promedio con 79.00 y aumentaron en el último bloque 15.90 respuestas, en el cual obtuvieron en promedio 94.90. Se puede observar que los niños de la primaria privada tienen una tendencia mayor de RC en comparación con los niños de las escuelas públicas, y se nota una diferencia más clara en el aumento de las RC conforme el avance de la tarea

(véase Gráfica 12.4; para mayor información de las respuestas correctas a detalle en cada bloque véase Apéndice 1).



Gráfica 12.4. Respuestas correctas promedio en los tres grupos (7-8,9-10, 11-12) en los bloques aleatorios (1-3) y secuenciales (4-11) en la primaria privada. n=20, n=19, n=20. (Media  $\pm$  2 ESM).

Al igual que con el tiempo de reacción se realizó un ANDEVA mixto (Split-Plot) para las respuestas correctas. En este análisis el supuesto de esfericidad (Prueba de Mauchly) tampoco fue satisfecho, se empleó el corrector de Greenhouse-Geisser, y se reportaron los grados de libertad originales.

El análisis mostró diferencias significativas entre los grupos de edad ( $F_{(2,100)} = 12.662$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta^2 = 0.202$ ) y los bloques de ensayos ( $F_{(10,1000)} = 43.339$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta^2 = 0.302$ ), pero no entre el tipo de aprendizaje ni entre el tipo de escuela. Se observó una cantidad menor de RC en el grupo de 7-8 años con respecto a los otros dos grupos (Bonferroni,  $p < 0.05$ ). Las RC en cada uno de los tres primeros bloques fueron significativamente menores en comparación con los últimos seis bloques secuenciales (Bonferroni,  $p < 0.025$ ). Por último, las RC en el bloque 11 fueron significativamente mayores (Bonferroni,  $p < 0.001$ ).

en comparación con cada uno de los bloques anteriores, en el conjunto total de participantes.

### 12.3. TIEMPO DE REACCIÓN Y RESPUESTAS CORRECTAS. CORRELACIONES

Se realizaron correlaciones entre los tiempos de reacción (TR) y las respuestas correctas (RC) en los bloques secuenciales, con el total de los niños (n= 111) para comprobar si conforme se avanzaba en la tarea el TR disminuía mientras que las RC aumentaban. Se obtuvo la siguiente matriz:

		RC04	RC05	RC06	RC07	RC08	RC09	RC10	RC11
<b>TR04</b>	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	<b>-.097</b> <b>.347</b>							
<b>TR05</b>	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)		<b>-.085</b> <b>.410</b>						
<b>TR06</b>	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)			<b>-.145</b> <b>.159</b>					
<b>TR07</b>	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)				<b>-.125</b> <b>.226</b>				
<b>TR08</b>	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)					<b>-.161</b> <b>.117</b>			
<b>TR09</b>	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)						<b>-.216</b> <b>.034</b>		
<b>TR10</b>	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)							<b>-.312</b> <b>.002</b>	
<b>TR11</b>	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)								<b>-.249</b> <b>.015</b>

Las correlaciones se muestran significativas ( $p < 0.05$ ) para los últimos tres bloques secuenciales (9-11), sin embargo es posible observar una tendencia de una correlación negativa entre los demás bloques, lo cual demuestra que existe un aumento pequeño

pero consistente - aunque no sea suficiente para que sea una correlación significativa- de las respuestas correctas conforme se disminuye el TR durante el avance de la tarea.

#### 12.4. APRENDIZAJE EXPLÍCITO E IMPLÍCITO

Se realizaron cuatro pruebas (Sección 10.7) para determinar el tipo de aprendizaje desarrollado (implícito o explícito) durante la tarea de tiempo de reacción serial (SRTT).

Se encontró que algunas de las pruebas tienen correlaciones positivas significativas ( $r = 0.615$ ,  $p < 0.05$ ), cómo el número total de chunks que sólo se relaciona con el número total de ítems, pero no se relaciona con las pruebas de reconocimiento. A su vez, el número de ítems del chunk más largo de la prueba de generación (véase Evaluación E/I 2, en Anexo 2) se correlaciona significativamente ( $r = 0.319$  reconocimiento dinámico,  $r = 0.216$  reconocimiento estático,  $p < 0.05$ ) con las otras dos pruebas de reconocimiento.

Una vez hechas las correlaciones que describen que las pruebas parecen estar midiendo el mismo tipo de información, se hicieron correlaciones con el tipo de aprendizaje, y se encontró que casi todas las pruebas se correlacionan significativamente ( $p < 0.01$ ) -con excepción del dato que corresponde al número de chunks- con el tipo de aprendizaje (explícito o implícito). Sin embargo, la prueba de generación con el dato del número de ítems del chunk más largo fue la que obtuvo la correlación más alta ( $r = 0.564$ ,  $p < 0.01$ ). El chunk más largo que determinó a los explícitos en promedio fue de 6 ítems, mientras que el chunk más largo para los implícitos fue de 4 ítems (para ver información a detalle de los promedios, véase *Apéndice 2*). Esto indica que, los explícitos al tener consciencia de la secuencia, pudieron generar una mayor parte de ésta. Es entonces, que la correlación y los promedios de los participantes de este dato, nos confirmó la etiqueta que proporcionó la pregunta de la primera prueba. Lo cual determinó, el tipo de aprendizaje para cada niño.

Como se puede observar no todas las pruebas fueron capaces de describir el aprendizaje desarrollado en los participantes. Es así, que se procedió a buscar los totales de participantes implícitos y explícitos determinados por la primera prueba, de los cuales 80 fueron implícitos y solamente 31 fueron explícitos. A su vez, se desglosaron estos datos para cada grupo de edad y se observó lo siguiente:

En total se encontraron 32 participantes implícitos y 5 explícitos (para el grupo de menor edad (7 a 8 años). En el siguiente grupo (9 a 10 años) se encontraron 25 participantes implícitos y 10 participantes explícitos. Por último, en el grupo de mayor edad (11 a 12 años) se encontraron 23 participantes implícitos y 16 participantes explícitos. Esto describe que conforme la edad iba en aumento los participantes implícitos fueron disminuyendo. El 40% de los participantes implícitos de la muestra fue integrado por el grupo de 7 a 8 años de edad, mientras que el solo el 29% fue integrado por el grupo de mayor edad (11 a 12 años). Así mismo, de manera inversa un poco más del 50% de los participantes que fueron clasificados como explícitos fueron del grupo de 11 a 12 años de edad y solo el 16% fue integrado por los niños de menor edad (*véase Apéndice 2*, para observar información a detalle).

Por último, se realizaron tres pruebas diferentes para medir la inteligencia fluida y la memoria de trabajo. Estas fueron el test de matrices progresivas coloreadas (Raven, et al., 1993) y dos subpruebas, retención de dígitos y sucesión de letras y números, del WISC-IV (Weschler, 2005). A estas pruebas se les aplicaron correlaciones con el dato que parece ser el mejor predictor del tipo de aprendizaje (el número de ítems del chunk más largo). Lo que se obtuvo fueron correlaciones positivas significativas ( $r = 0.216$  matrices progresivas,  $r = 0.207$  retención de dígitos,  $r = 0.248$  sucesión de letras y números,  $p < 0.05$ ) entre las pruebas y el número de ítems del chunk más largo.



### 13. DISCUSIÓN

El aprendizaje secuencial ha sido estudiado desde hace varias décadas y fue descrito por primera vez por Nissen y Bullemer en 1987. A pesar de este aprendizaje ha sido estudiado por varios autores (Barnes, et al., 2010; Boyer, et al., 1998; Cleeremans, 1993; Cleeremans & McClelland, 1991; Eimer, et al., 1996; Ferdinand, et al., 2008; Gheysen, et al., 2010; Honda, et al., 1998; Karatekin, et al., 2009; Kelly, et al., 2003; Lewicki, et al., 1987; Lewkowicz & Berent, 2009; Meulemans, et al., 1998; Nemeth, et al., 2010; Perruchet, et al., 1997; E. M. Robertson, Tormos, J.M., Maeda, F., Pascual-Leone, A., 2001; Schacter, 1992; Schendan, et al., 2003; Shanks & Perruchet, 2002; Stoodley, et al., 2008; Thomas, et al., 2004) no se tiene claro si es un aprendizaje motor, perceptivo, que involucre atención y memoria o una combinación de estos cuatro elementos. Lo que sí se tiene claro, es que después de cierta exposición ante una secuencia repetida por medio de una tarea de tiempos de reacción serial (SRTT) los participantes disminuyen su tiempo de reacción (TR) y cuando la exposición es ante una secuencia aleatoria el TR se mantiene o en su defecto si llega a disminuir no lo hace de igual manera, sino que se reduce mínimamente, como un efecto de “práctica”. Estas disminuciones y cambios en el TR se presentan tanto en participantes adultos como en niños (Karatekin, et al., 2009; Meulemans, et al., 1998; Perruchet & Vinter, 1998; Stoodley, et al., 2008; Thomas, et al., 2004), pero en éstos últimos no se ha obtenido una clara descripción de su desarrollo en la niñez sin ninguna patología, que pueda caracterizar el proceso del aprendizaje secuencial en una etapa básica de adquisición de habilidades como lo es la educación primaria.

El presente estudio pretendió caracterizar el aprendizaje secuencial de varones de 7 a 12 años de edad, en dos escenarios (escuelas públicas y privadas). A su vez, se describieron dos características de este tipo de aprendizaje: implícito (no consciente) o explícito (consciente) (Reber, 1989). Pero, ¿cómo se desempeña el aprendizaje secuencial en niños en una SRTT? Una secuencia de estímulos (Deroost & Soetens, 2006), una asociación entre estímulos visuales percibidos (Thomas, et al., 2004), el movimiento constante de los dedos al presionar unas teclas con cierto ritmo (Savion-Lemieux, et al., 2009), o el recuerdo de la posición de los estímulos visuales (Schendan, et al., 2003).

Lo encontrado en la ejecución de la tarea demuestra que los niños de 7 a 12 años de edad son capaces de ejecutar una SRTT como lo fue posible en el experimento de Nissen y Bullemer (1987) hecho con adultos jóvenes y así obtener un aprendizaje secuencial. El TR en los tres bloques aleatorios presentados en el presente paradigma varió sin un orden discernible. En ciertos momentos se presentó un aumento o una disminución (efecto de práctica), pero en lo que concierne a los bloques secuenciales se observó un decremento constante durante el avance de la tarea. A diferencia de lo encontrado por Meulemans, et. al (1998) -estudio en el cual no se observaba un decremento constante, sino tiempos de reacción casi iguales tanto para ensayos secuenciales como aleatorios -, durante nuestra tarea fue posible observar las diferencias entre los bloques aleatorios y los secuenciales, porque la presentación de la secuencia fue constante como en el primer experimento de Nissen y Bullemer(1987), solo que en lugar de tener dos grupos de participantes uno con la secuencia y otro sin la secuencia, los mismos participantes fueron expuestos a bloques aleatorios y secuenciales en una misma sesión. Esto hace que se cumpla el objetivo de desarrollar una tarea más sencilla que pueda mostrar el aprendizaje secuencial como tal, en lugar de alternar estímulos aleatorios y secuenciales durante un mismo bloque que dificultan el aprendizaje de una secuencia, paradigma que ha sido desarrollado con anterioridad en varios estudios con niños (López-Ramón, 2006; Meulemans, et al., 1998; Nemeth, et al., 2010; Savion-Lemieux, et al., 2009).

Existen dos datos importantes en una SRTT: el tiempo de reacción (TR) y las respuestas correctas (RC). Se encontró que el TR en los niños del grupo más pequeño (7-8 años) es mayor que el de los niños medianos (9-10 años) y del de los niños más grandes (11-12 años). Esto puede explicarse por un cambio en la etapa de desarrollo del niño, en la que los niños de mayor edad cuentan con un pensamiento más abstracto en lugar de concreto al final de la etapa operacional según la teoría de Piaget (1969). A la vez, pueden explicarse estas diferencias por el desarrollo de una mayor planeación del comportamiento, el niño es capaz de desempeñar un mejor funcionamiento motor, el cual probablemente se encuentra integrado por lóbulos frontales mucho más maduros (Luria, 1966). Esta maduración produce que el niño, en las edades mayores, comience a *pensar*



*en complejos*, es decir, en uniones que realmente existen entre los mismos objetos y se tiene una dirección de objetiva de las ideas (Vygostky, 1962), lo cual produce una concreción de la ejecución de la tarea de tiempos de reacción serial.

Por otra parte, los cambios en las RC a lo largo de la tarea no fueron tan claros como en el caso de los tiempos de reacción. No se notó un aumento constante de RC conforme avanzaba la tarea entre los bloques, sin embargo, sí se obtuvo una diferencia significativa entre el principio y el final de la tarea (Bloque 1 y Bloque 11). Un estudio que describe el comportamiento de las respuestas correctas con niños es el de Savion-Lemiux, et al. (2009). Estos autores reportaron que las respuestas correctas obtenidas en los dos grupos más jóvenes (6 y 8 años) tuvieron mayor porcentaje en la primera sesión del aprendizaje y mostraron una mejoría durante los bloques de práctica. Pero para la segunda sesión el grupo más joven (6 años) se quedó atrás con la ejecución de la tarea. Mientras que en nuestro estudio se notó una tendencia a una mejoría en la ejecución de la tarea en las tres edades, aunque los niños de mayor edad (11 a 12 años) fueron los que obtuvieron más RC desde un principio, siendo este grupo diferente de los otros dos grupos (7 a 8 y 9 a 10 años). Esta diferencia en los resultados puede deberse al tipo de tarea empleado por Savion-Lemiux, et al. (2009); ellos emplearon una “multi-finger sequencing task” (MFST), en la que le daban más importancia al movimiento de los dedos y no a la secuencia como en nuestro paradigma.

Sin embargo, estos cambios que dependen de la maduración pueden observarse aun sin que se desarrolle el aprendizaje secuencial, por ende ¿qué es lo que cambia en el comportamiento del niño para decir que ha aprendido una secuencia? Si se describe por medio de cambios neurales, la formación reticular, hipotálamo, cuerpo estriado, sistema límbico, cerebelo, la corteza prefrontal, entre otras estructuras presentan cambios cuando se hace un nuevo aprendizaje (Alcaraz & Gumá, 2001; Carlson, 2006; Kandel, et al., 1997), pero el aprendizaje de una secuencia como tal se puede dividir en dos sistemas según Keele (2003) uno multidimensional y uno unidimensional; este último integrado por la parte inferior de la región parieto-occipital (áreas 40/19 de Brodmann) y el lóbulo temporal del hemisferio derecho (área 21). A la vez se le suman áreas específicas del lóbulo frontal que se relacionan con el aprendizaje secuencial: el área 8, la corteza

prefrontal inferior (IFC), el área prefrontal dorsolateral (DLPFC) (áreas 10, 45 y 46) y la corteza lateral premotora (PMC) (área 6). Es probable que este conjunto de estructuras sea el que se active durante el aprendizaje secuencial desarrollado en nuestra tarea, ya que se tienen estímulos visuales que aparecen en ciertas posiciones (cuatro en total), y el sistema unidimensional está implicado en tareas simples de secuencias como la nuestra. Una vez que se activan estas áreas y se discrimina el estímulo visual, se procede a desarrollar una respuesta: el presionar una tecla específica para el estímulo percibido. Es ahí cuando se supone que la corteza motora se activa, y por tanto, se produce una asociación viso-motora entre el estímulo visual y la respuesta (Robertson, 2007).

Durante la percepción del estímulo se piensa que los niños aprenden la secuencia de los estímulos y generan un modelo interno de las regularidades percibidas y que producen eventos de estímulos externos (por ejemplo, el movimiento para presionar las teclas correctas). Después, al generar este modelo anticipan el siguiente ítem para continuar respondiendo de manera congruente a lo percibido previamente (Decety & Grèzes, 1999; Nattkemper & Prinz, 1997). Se dice que, la percepción visual del movimiento en los seres humanos puede ser descrita como una habilidad cognitiva que ayuda a interpretar la intención del sujeto y da como resultado la emisión de movimientos lo más acertados posibles; esta percepción puede ser presentada desde temprana edad, se sabe que es posible que los infantes perciban y monitoreen sus propios movimientos propioceptivos, y a su vez de manera separada, pueden percibir aquellos movimientos hechos por otros (Decety & Grèzes, 1999). Es así que la percepción sirve para predecir las consecuencias de la acción y el movimiento, pero a la vez ayuda a predecir de manera intencional el comportamiento propio. Por ende, la percepción de los estímulos visuales desarrollada por los niños es una característica del aprendizaje de la secuencia, y al mismo tiempo, promueve el aprendizaje de la secuencia de las respuestas emitidas (movimientos de los dedos índice y medio de cada mano). Es entonces razonable asumir que la regularidad de los estímulos visuales presentados en nuestro paradigma (secuencia repetida) pudo ser aprendido en cierta magnitud por la secuencia motora de presionar las teclas correspondientes a la respuesta correcta.

Los niños de mayor edad (9-10 y 11-12 años) fueron capaces de percibir esta regularidad y predecir la posición siguiente del estímulo visual y por lo tanto respondieron de manera más rápida (menores TR) y acertada (mayor cantidad de RC) a la secuencia, lo que condujo a tener movimientos más rápidos conforme al desarrollo y la maduración que se presenta con la experiencia. Esta anticipación de la respuesta motora no necesariamente indica un aprendizaje *per se*, sino el movimiento propio y correcto para emitir una respuesta congruente al estímulo visual percibido. Por tanto, cuando se presentan los bloques aleatorios el adivinar o anticipar la respuesta se sigue presentando pero el aprendizaje no se concreta. Se dice que este aprendizaje de la secuencia motora es adquirido como un conocimiento implícito y éste produce el reconocimiento biológico del movimiento (Decety & Grèzes, 1999), es decir la activación neuronal específica de las cortezas premotora y motora para emitir la respuesta acorde con el estímulo visual presentado.

Durante la presentación de los bloques secuenciales, la disminución del tiempo de reacción (TR) y el aumento de las respuestas correctas (RC) indican que el aprendizaje secuencial se está llevando a cabo en el niño, sin embargo éste es un suceso complejo que refleja una parte importante de la memoria (Kahana, Mollison, & Addis, 2010). La memoria de este tipo de aprendizaje estaría integrada por la codificación de los estímulos visuales (los cuadrados blancos), la retención o almacenamiento de la aparición y posición de los estímulos (cuatro en total) y por último la recuperación, en la cual si los otros dos procesos fueron significativos, es posible tener una recuperación más explícita de lo aprendido. Durante la recuperación, un factor importante en este tipo de aprendizaje en los niños es la predicción del siguiente estímulo visual. Ésta implica la activación de lóbulo temporal medial (Robertson, 2007) ya que se debe de recordar la posición vista previamente y no tanto el estímulo *per se*. En la presente tarea se mostró un mismo estímulo en los once bloques (un cuadrado blanco), sin embargo son cuatro posiciones las que se contestaron (derecha extrema, derecha, izquierda e izquierda extrema (véase Fig.10.5.1)).

Una teoría que coadyuva a la descripción el aprendizaje de las posiciones en una SRTT es la *Teoría de cadenas asociativas* (Kahana, et al., 2010). Ésta se enfoca en describir

el recuerdo (memoria) que obtiene el participante cuando ejecuta una SRTT. Kahana y colaboradores (2010) aseguran que el punto clave para evocar un recuerdo es la posición, y no una lista de estímulos o la serie en sí. En base a esto es probable que durante el aprendizaje secuencial que se caracterizó, los niños fueron capaces de disminuir sus tiempos de reacción y aumentar sus respuestas correctas al recordar la posición siguiente, es decir codificaron un ítem, al cual le seguía otro ítem y así sucesivamente, hasta aprender y después recordar las posiciones necesarias para contestar la tarea. Es entonces que el aprendizaje secuencial permite que los niños de edad escolar desarrollen asociaciones sobre las posiciones de los ítems, principalmente de los vecinos (por ej. si a "A" le sigue "C" y antes de "A" apareció "D"), pero cuando se tienen posiciones aleatorias los niños no son capaces de producir una asociación y los TR aumentan, mientras que las RC se mantienen estables, lo que sucede en los bloques aleatorios.

Entonces, una tarea de tipo SRTT implica tres componentes principales: percepción de estímulos visuales, movimiento para obtener una respuesta correcta y memoria para la predicción del siguiente estímulo. A estos componentes se les puede o no sumar otro componente más, el declarativo; es decir, el participante (en este caso el niño) puede mostrar una habilidad verbal para describir la secuencia (aprendizaje explícito) o simplemente contestar y mostrar un cambio al disminuir el tiempo de reacción (aprendizaje implícito).

En el presente trabajo se analizaron dos escenarios diferentes, escuelas públicas y escuelas privadas, pero no se encontraron diferencias estadísticamente significativas (ni en TR, ni en RC). Esto apoya lo esperado con la tarea de tiempos de reacción secuencial (SRTT), de la que puede decirse que es una tarea que mide un aprendizaje perceptivo. Al parecer –en este tipo de aprendizaje- no importan las características y diferencias de las que tanto se habla entre una escuela privada y una pública, y que en otros estudios son marcadas principalmente por el ambiente proporcionado por los padres con mayor nivel educativo (Ardila, et al., 2005; Matute V., et al., 2009) o por una mayor estimulación que produce un cociente intelectual superior (Bradley & Corwyn, 2002; Turkheimer, et al., 2003). Por lo tanto, el componente de percepción es igual para cualquiera de los

escenarios y las diferencias sólo se presentan entre las edades (7-8 años son diferentes de 9-10 y 11-12 años).

Por otro lado, se encuentra el tipo de aprendizaje –explícito e implícito- , el cual fue medido por cuatro pruebas después de haber realizado la SRTT. Cada una de estas pruebas fue seleccionada para abarcar lo mayor posible el aprendizaje declarativo (explícito). La razón principal es la falta de una prueba que pueda describir de manera clara y congruente el cómo se obtiene un aprendizaje explícito. Muchos autores anteriormente presentaban unas cuantas pruebas y por medio de suposiciones determinaban si el aprendizaje obtenido era explícito, por ejemplo se hacían pruebas de reconocimiento y generación (Perruchet, et al., 1997), una prueba de reconocimiento y una escala likert sobre la seguridad de la aparición de la secuencia (Shanks & Perruchet, 2002), preguntas abiertas sobre el conocimiento de la secuencia (Honda, et al., 1998; Karatekin, et al., 2009; Schendan, et al., 2003), un reporte verbal, una prueba de predicción, otra de reconocimiento y otra de generación (Reber & Squire, 1994), responder ante pedazos de la secuencia “chunks” (Kelly, et al., 2003), comparaciones entre un reporte verbal y la longitud de los chunks (Honda, et al., 1998), la separación de un grupo explícito y un implícito antes de la prueba en la que se mencionaba la presencia de una secuencia al primer grupo (Ferdinand, et al., 2008), etc. En nuestra tarea se decidió realizar una serie de preguntas, dos pruebas de reconocimiento (estático y dinámico) y una prueba de generación.

Se realizaron correlaciones entre estas pruebas para observar el tipo de aprendizaje en todos los niños, y se encontró que el mejor predictor para determinar el tipo de aprendizaje es el chunk más largo ya que fue el que obtuvo una correlación más alta entre aquellos niños que dijeron haber visto una secuencia y los resultados de la prueba de generación (parte de la Evaluación E/I 2, véase Anexo 2). La formación de chunks ayuda al aprendizaje de la secuencia y produce que se disminuya el TR de manera más rápida (Koch & Hoffmann, 2000; Lieberman, et al., 2004). Esto se ha visto en los dos tipos de aprendizaje (explícito e implícito), ya que se ha observado la presencia de asociaciones y formación de chunks durante el aprendizaje implícito y el TR continúa disminuyendo, sin embargo no existe la característica de la verbalización (Koch &

Hoffmann, 2000). Para que se produzca la formación de un chunk es importante la presentación de los estímulos; si éstos cuentan con una temporalidad o una homogeneidad espacial predecible es más sencillo desarrollar un chunk (Koch & Hoffmann, 2000). Así mismo, el tamaño, el brillo y el color son atributos que contribuyen al aprendizaje y aumentan la información y relevancia del estímulo; lo cual produce mayor asertividad en la respuesta (Miller, 1956). Por ejemplo, el aprendizaje del alfabeto se hace por medio de una serie descendente o ascendente, al momento de que los niños aprenden este elemento en la escuela es más sencillo evocarlo verbalmente en un principio por medio de chunks (ej. "M, J, K.." o aprender de tres a cuatro letras por medio de canciones), para al final verbalizar la serie completa de memoria. Por ende, los chunks también promueven la verbalización del aprendizaje. Es más fácil verbalizar pedazos de una secuencia que verbalizar la secuencia completa, y es congruente que el chunk más largo sea aquel que cuenta con una correlación significativa para determinar que niño es explícito y que se correlacione de manera positiva con las pruebas aplicadas de memoria (WISC-IV) e inteligencia (Raven).

Por otro lado, durante la generación de un chunk y que este permanezca para determinar el aprendizaje se necesita una retención de la información, es decir el factor que previamente se había mencionado: la memoria. La cantidad de información que retiene el ser humano ha sido relacionada desde hace tiempo con un número "mágico", el número siete. Se dice que aproximadamente la capacidad máxima de retención de información para formar un chunk es de  $7 \pm 2$  ítems (dígitos, objetos, letras, etc.), es decir entre 5 y 9. El niño tiene esta misma capacidad para retener un chunk, ya que cuenta con lo que se llama un *canal de capacidad* que es descrito como la mayor cantidad de información que un ser humano puede dar acerca del estímulo presentado en base de su propio juicio. Por lo tanto, es el límite en el que el niño puede empatar sus respuestas con la información del estímulo que se le dio previamente (Miller, 1956). El niño cuenta con este límite para procesar la información que se le dio, por lo tanto el chunk más grande que se determinó como el mejor predictor del aprendizaje es el límite del niño para procesar y organizar la secuencia presentada durante nuestra tarea.

Sin embargo, existe un factor determinante que puede influir en la formación clara de chunks en la percepción y memoria del niño, éste es la pausa. Cuando las pausas antes de que aparezca el estímulo son de duración aleatoria es más difícil que se forme un chunk, pero si existe lo contrario y se tiene una pausa constante pero temporalidad homogénea los chunks son de mayor longitud y por tanto más fáciles de evocar verbalmente (Koch & Hoffmann, 2000). A la vez, una parte destacada en la evocación verbal es la suma de chunks de pequeña longitud (2 a 3 elementos). Esto puede ser la razón por la que en nuestro experimento existe una muestra pequeña de niños que son explícitos. La aparición de cada estímulo después de la evocación del primero de éstos en nuestra tarea, es después de 1 segundo más 1 a 500 ms. (*véase Procedimiento*), es decir con una presentación aleatoria, con cierto grado de dificultad en la predicción y en la suma de chunks de menor tamaño. Por ende, su integración es ejecutada por presionar teclas que llevan a un chunk que no es sencillo aprender y la asociación que se produce entre los estímulos no es lo suficientemente fuerte como para producir un aprendizaje explícito, pero sí un aprendizaje implícito de la secuencia.

A la vez, otro dato que nos ha dado la pauta para determinar la característica de que tan explícito es un niño, ha sido la respuesta a la pregunta 3 hecha en la Evaluación E/I 1 (*véase Anexo 2*). En esta pregunta los niños respondían si habían sido capaces de observar una secuencia, y aquellos que contestaron “hay un orden, se repetía, existe un patrón, hay una secuencia” o algo parecido fueron asignados directamente como explícitos. Se dice que durante la detección consciente y el procesamiento de estímulos novedosos existe una activación importante del hipocampo y la corteza cingulada anterior (Rose, et al., 2005; Schendan, et al., 2003). Por ende, se puede decir que un aprendizaje explícito de una secuencia necesita de varios elementos, el primer elemento es la percepción del estímulo, el segundo elemento es la atención y el tercer elemento es la memoria. Al sumarlos, es posible emitir una respuesta declarativa que contenga tintes de recuerdos vívidos de la secuencia presentada. Sin embargo, hubo varias ejecuciones según lo esperado en la SRTT en las que los participantes no mencionaron haber visto la secuencia. La detección “inconsciente” de la secuencia es producto de la activación constante de la corteza motora y premotora (Keele, et al., 2003), lo cual ayudó a que

varios de los niños obtuvieron tiempos de reacción menores y mayores respuestas correctas. A pesar de que los niños no emitieron una respuesta declarativa, la presencia de la formación de chunks (aunque de menor manera) fue constante. La mayoría de los niños obtuvieron por lo menos el desarrollo de un chunk integrado por tres estímulos de la secuencia. Lo cual nos dice, que el aprendizaje secuencial –sea explícito o implícito- se basa en el aprendizaje de pedazos de la secuencia, es decir de la formación de chunks.

Esta formación de chunks se puede desarrollar por medio de un proceso de detección de unidades significativas. Las cuales son analizadas por medio de una atención ejecutiva, la cual se dice que se desarrolla durante el primer año de vida. El desarrollo de esta atención produce una auto-regulación por parte del niño y un mayor control en sus actividades diarias, así como el aprendizaje propio de cada estímulo novedoso (Posner & Rothbart, 1998). Es así, que la atención y percepción de cada estímulo que forma la secuencia, produce la generación de chunks, los cuales a su vez, producen un aprendizaje secuencial. La característica de que este aprendizaje sea explícito o implícito, dependerá de la capacidad de abstracción, recuperación y memoria de cada niño. Esta capacidad va mejorando conforme la edad (por un proceso de maduración), sin embargo, es posible que a pesar de que cuenten con la maduración suficiente, existan adultos que no puedan proporcionar los datos declarativos necesarios para determinar que hayan obtenido un aprendizaje explícito (Frensch & Rüniger, 2003; Perruchet, et al., 1997; Perruchet & Pacteau, 1991; Perruchet & Vinter, 1998; Schacter, 1992).



## 14. CONCLUSIONES

La percepción, atención, memoria y el movimiento son los componentes principales del aprendizaje secuencial. Estos cuatro elementos guían la adquisición de un aprendizaje que es básico en la vida de cualquier ser humano. La mayoría de las cosas se aprenden por medio de sucesiones, secuencias y procesos que tienen un inicio y una meta. Es por eso que el aprendizaje secuencial en niños es importante para su desarrollo y maduración. En el presente estudio pudimos caracterizar la presencia y el desarrollo del aprendizaje secuencial en niños de 7-12 años de edad, que se encuentran en la etapa escolar básica. Es decir, una de las principales etapas para adquirir nuevos conocimientos y reglas de cómo se maneja el mundo. Por ejemplo, como ya había mencionado anteriormente, el aprender a leer y escribir necesita del aprendizaje del abecedario (una secuencia de 27 letras), la secuenciación de las letras para formar palabras, la secuenciación de estas palabras para formar enunciados, y así sucesivamente.

La repetición continua de estímulos es capaz de desarrollar un aprendizaje en el ser humano, a pesar de que éste no esté consciente de que lo está aprendiendo. Es decir, existe una continua adaptación del niño en el medio ambiente y un cambio continuo del cual aprende día a día, el aprendizaje secuencial es eso; los niños desarrollan un constante cambio y la reproducción de ciertos eventos hace posible que ellos puedan comportarse y adaptarse según las circunstancias. Los niños son capaces de enfrentar este tipo de cambio constante, ya que son curiosos y tienen asombro ante cada evento novedoso; sin embargo –sobre todo los niños de menor edad- algunos no tienen aún la habilidad para hacer consciente el aprendizaje y el cambio que se presentan. Es así, que son pocos los niños que pueden obtener un aprendizaje explícito y pueden verbalizar aquello a lo que estuvieron sometidos. Aún así, el cambio sigue siendo constante y se sigue manifestando un aprendizaje, pero de manera implícita (en el caso de nuestra investigación, menores tiempos de reacción y mayores respuestas correctas).

Por tanto, fuimos capaces de recrear un tipo de aprendizaje sencillo por medio de una presentación de estímulos continuos, en la que cada elemento que se integró en el paradigma (temporalidad, estímulos, secuencia, etc.) fue necesario para la percepción y

consolidación de lo que puede ser la base -aprendizaje secuencial- de muchos procesos cognoscitivos (memoria, movimiento, atención, etc.). Los niños se encuentran en una etapa de maduración y adaptación que implica que los procesos cognoscitivos tomen forma y sirvan para desarrollar conductas apropiadas para cada evento. Estas conductas los llevarán obtener habilidades y aptitudes necesarias que indicaran en un futuro su manera de actuar como adultos. Por ejemplo, el poder utilizar la percepción de estímulos novedosos, el desarrollar la atención necesaria para captar estos estímulos, el emitir una respuesta correcta –un movimiento- que ayude al comportamiento del niño, y por último el recordar estos estímulos y las respuestas más adecuadas; todo esto hará que el comportamiento del niño se moldee conforme la experiencia.

Una nueva experiencia puede proporcionar al organismo la instalación de un cambio en la conducta es decir, “un aprendizaje”. A nivel neuronal esto llega a ser observable por medio de la proliferación de axones y dendritas. Este proceso produce una conectividad en otras neuronas donde anteriormente no era posible y asegura el establecimiento de sinapsis en el comportamiento aprendido. Los niños son como una tabula rasa en la que se les van sumando experiencias, y cada una de ellas produce nuevos aprendizajes. El cerebro de un niño no cuenta con la misma cantidad de materia blanca en comparación con los adultos y los aprendizajes son los que crearan estas nuevas proliferaciones. En conclusión, se puede decir que el aprendizaje secuencial puede encontrarse en cada aprendizaje. Es cuestión de desglosar las partes de cómo se aprende cada evento para darnos cuenta que necesitamos de una percepción, una atención, una emisión de respuesta o movimiento, y la memoria que nos dará la pauta para actuar de manera diferente o similar ante una situación parecida.

## 15. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcaraz, V. M. R., & Gumá, E. D. (2001). Mecanismos cerebrales del aprendizaje simple y complejo *Texto de Neurociencias Cognitivas* (Primera ed., pp. 143-191). México: El Manual Moderno.
- Andreas, B. G. (1978). Ejecución Perceptomotriz *Psicología Experimental* (pp. 451-492). México: Editorial Limusa.
- Ardila, A., Roselli, M., Matute, E., & Guajardo, S. (2005). The Influence of the Parents' Educational Level on the Development of Executive Functions. *Developmental Neuropsychology*, 28(1), 539-560.
- Baldwin, K., & Kutas, M. (1997). An ERP analysis of implicit structured sequence learning. *Psychophysiology*, 34, 74-86.
- Barnes, K. A., Howard, J. H., Howard, D. V., Kenealy, L., & Vaidya, C. J. (2010). Two forms of implicit learning in childhood ADHD. *Developmental Neuropsychology*, 35(5), 494-505.
- Bear, M. F., Connors, B. W., & Paradiso, M. A. (1998). *Neurociencia. Explorando el Cerebro*. Barcelona, España: MASSON-Williams & Wilkins.
- Boyer, M., Destrebecqz, A., & Cleeremans, A. (1998). The Serial Reaction Time Task: Learning Without Knowing, or Knowing Without Learning? *Proceedings of the 20th annual conference of the Cognitive Science Society*, 167-172.
- Bradley, R. H., & Corwyn, R. F. (2002). Socioeconomic Status and Child Development. *Annual Review of Psychology*, 53, 371-399.
- Carlson, N. R. (2006). Aprendizaje y Memoria: mecanismos básicos *Fisiología de la Conducta* (Octava ed.).
- Cleeremans, A. (1993). *Attention and Awareness in Sequence Learning*. Paper presented at the Proceedings of the 15th Annual Conference of the Cognitive Science Society.
- Cleeremans, A., & McClelland, J. L. (1991). Learning the Structure of Event Sequences. *Journal of Experimental Psychology*, 120(3), 235-253.
- Connors, C. K. (1997). *Escalas Connors de Calificación-Revisadas: Manual Técnico*. Nueva York: Multi-Health Systems.

- Correa, M. (2007). Neuroanatomía funcional de los aprendizajes implícitos: asociativos, motores y de hábito. *Revista de Neurología*, 44(4), 234-242.
- Decety, J., & Grèzes, J. (1999). Neural mechanisms subserving the perception of human actions. *Trends in Cognitive Sciences*, 3(5), 172-178.
- Deroost, N., & Soetens, E. (2006). The role of response selection in sequence learning. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59(3), 449-456.
- Deroost, N., Zeischka, P., Coomans, D., Bouazza, S., Depessemier, P., & Soetens, E. (2009). Intact first- and second-order implicit sequence learning in secondary-school-aged children with developmental dyslexia. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 31, 1-12.
- Dickinson, A. (1980). *Contemporary animal learning theory*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Domjan, M. (2003). *The Principles of Learning Behavior* (Fifth ed.). EEUU: Thomson.
- Eimer, M., Goschke, T., Schlaghecken, F., & Stümer, B. (1996). Explicit and Implicit Learning of Events Sequences: Evidence from Event-Related Brain Potentials. *Journal of Experimental Psychology*, 22(4), 970-987.
- Ferdinand, N., Mecklinger, A., & Kray, J. (2008). Error and Deviance Processing in Implicit and Explicit Sequence Learning. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20(4), 629-642.
- Field, A. (2009). *Discovering Statistics using SPSS* (Third ed.). London: SAGE publications.
- Frensch, P. A., & Rüniger, D. (2003). Implicit Learning. *Current Directions in Psychological Science*, 12(1), 13-18.
- Gheysen, F., Opstal, F. V., Roggeman, C., Waelvelde, H. V., & Fias, W. (2010). Hippocampal contribution to early and later stages of implicit motor sequence learning. *Experimental Brain Research*, 201(1).
- Gibson, J. T. (1978). *Growing up: A study of children*. Massachusetts, EEUU: Addison-Wesley Publishing Company.
- Gumá, E. D. (2001). La memoria humana *Textos de Neurociencias Cognitivas* (Primera Edición ed., pp. 195-234). México: Manual Moderno.
- Honda, M., Deiber, M. P., Ibañez, V., Pascual-Leone, A., Zhuang, P., & Hallett, M. (1998). Dynamic cortical involvement in implicit and explicit motor sequence learning. A PET study. *Brain. Journal of Neurology*, 121, 2159-2173.

- Kahana, M. J., Mollison, M. V., & Addis, K. M. (2010). Positional cues in serial learning: the spin-list technique. *Memory and Cognition*, *38*(1), 92-101.
- Kandel, E. R., Kupfermann, I., & Iversen, S. (2000). Learning and Memory. In J. Butler & H. Lebowitz (Eds.), *Principles of Neural Science* (Fourth Edition ed., pp. 1227-1246). New York: McGraw Hill.
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H., & Jessell, T. M. (1997). Mecanismos celulares del aprendizaje y la memoria *Neurociencia y conducta* (Primera Edición ed., pp. 715-745). Madrid: Prentice Hall.
- Karatekin, C., White, T., & Bingham, C. (2009). Incidental and Intentional Sequence Learning in Youth-Onset Psychosis and Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD). *Neurophysiology*, *23*(4), 445-459.
- Keele, S. W., Ivry, R., Mayr, U., Hazeltine, E., & Heuer, H. (2003). The Cognitive and Neural Architecture of Sequence Representation. *Psychological Review*, *110*(2), 316-339.
- Kelly, S. W., Burton, A. M., Riedel, B., & Lynch, E. (2003). Sequence learning by action and observation: Evidence for separate mechanisms. *British Journal of Psychology*, *94*, 355-372.
- Koch, I., & Hoffmann, J. (2000). Patterns, chunks, and hierarchies in serial reaction-time tasks. *Psychological Research*, *63*, 22-35.
- Kosinski, R. J. (2009, August, 2009). A Literature Review on Reaction Time 2010
- Lewicki, P., Czyzewska, M., & Hoffman, H. (1987). Unconscious Acquisition of Complex Procedural Knowledge. *Journal of Experimental Psychology*, *13*(4), 523-530.
- Lewkowicz, D., & Berent, I. (2009). Sequence Learning in 4-Month Old Infants: Do Infants Represent Ordinal Information. *Child Development*, *80*(6), 1811-1823.
- Lieberman, M. D., Chang, G. Y., Chiao, J., Bookheimer, S. Y., & Knowlton, B. J. (2004). An Event-related fMRI Study of Artificial Grammar Learning in a Balanced Chunk Strength Design. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *16*(3), 427-438.
- López-Ramón, M. F. (2006). Relaciones entre Aprendizajes Implícito y Explícito e inteligencia general en alumnos de Enseñanza General Básica (EGB). *Interdisciplinaria. Revista de Psicología y Ciencias Afines*, *23*(1), 101-118.
- Luria, A. (1966). *Higher cortical functions in man*. New York, EEUU: Basic Books.

- Martínez, H., & Tonneau, F. (2002). Conducta Humana Compleja *Psicología del Aprendizaje* (pp. 169-190). México: El Manual Moderno.
- Martínez V., J. M. (2004). *Aprendizaje Implícito y Explícito de Secuencias: Determinantes e Indicadores*. Unpublished Tesis Doctoral, Universidad de Granada, España.
- Matute V., E., Sanz M., A., Gumá D., E., Roselli, M., & Ardila, A. (2009). Influencia del nivel educativo de los padres, el tipo de escuela y el sexo en el desarrollo de la atención y la memoria. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 41(2), 257-276.
- McLoyd, V. C. (1998). Socioeconomic Disadvantage and Child Development. *American Psychologist*, 53(2), 185-204.
- Merikle, P. M., & Joordens, S. (1997). Parallels between Perception without Attention and Perception without Awareness. *Consciousness and Cognition*, 6, 219-236.
- Meulemans, T., Linden, M. V. d., & Perruchet, P. (1998). Implicit Sequence Learning in Children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 69, 199-221.
- Miller, G. A. (1956). The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information. *The Psychological Review*, 63, 81-97.
- Murray, R. (1992). Skinner's Operant Conditioning. In K. King (Ed.), *Comparing Theories of Child Development* (Third Edition ed., pp. 203-230). California, EEUU: Wadsworth.
- Nattkemper, D., & Prinz, W. (1997). Stimulus and response anticipation in a serial reaction task. *Psychological Research*, 60, 98-112.
- Nemeth, D., Janacsek, K., Balogh, V., Londe, Z., Mingesz, R., Fazekas, M., et al. (2010). Learning in Autism: Implicitly Superb. *PLoS One*, 5(7), e11731.
- Nissen, M., & Bullemer, P. (1987). Attentional Requirements of Learning: Evidence from Performance Measures. *Cognitive Psychology*, 19, 1-32.
- Pereyra, A. (2006). *La fragmentación de la oferta educativa: la educación pública vs. la educación privada*. Buenos Aires, Argentina: Sistema de Información de Tendencias Educativas en América Latina.
- Perruchet, P., Bigand, E., & Benoit-Gonin, F. (1997). The emergence of explicit knowledge during the early phase of learning in sequential reaction time tasks. *Psychological Research*, 60, 4-13.

- Perruchet, P., & Pacteau, C. (1991). Implicit Acquisition of Abstract Knowledge about Artificial Grammar: Some Methodological and Conceptual Issues. *Journal of Experimental Psychology*, 120(1), 112-116.
- Perruchet, P., & Vinter, A. (1998). Learning and Development. The Implicit Knowledge Assumption Reconsidered. In M. A. Stadler & P. A. Frensch (Eds.), *Handbook of Implicit Learning* (pp. 495-531). London: Sage Publications.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1969). *The Psychology of the Child*. New York, EEUU: Basic Books.
- Posner, M. I., & Rothbart, M. K. (1998). Attention, self-regulation and consciousness. *The Royal Society*, 353, 1915-1927.
- Psiquiatría, A. E. d. (2000). *Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales: DSM- IV* (Cuarta Edición, Texto revisado ed.). Washington, DC: MASSON.
- Rains, G. D. (2004). Sistemas de memoria *Principios de neuropsicología humana* (Primera Edición ed., pp. 243-286). México: McGraw Hill.
- Raven, J., Raven, J. C., & Court, J. H. (1993). *Test de Matrices Progresivas*. Buenos Aires: Paidós.
- Real Academia Española. (Ed.) (2001) Diccionario de la Lengua Española (Vol. 2) (22 ed., Vols. 2). Madrid: Espasa Calpe, S.A.
- Reber, A. S. (1967). Implicit Learning of artificial grammars. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 5, 855-863.
- Reber, A. S. (1989). Implicit Learning and Tacit Knowledge. *Journal of Experimental Psychology*, 118(3), 219-235.
- Reber, P. J., & Squire, L. R. (1994). Parallel Brain Systems for Learning with and without Awareness. *Learning and Memory*, 1, 217-229.
- Robertson, E. M. (2007). The Serial Reaction Time Task: Implicit Motor Skill Learning? *The Journal of Neuroscience*, 27(38), 10073-10075.
- Robertson, E. M., Tormos, J.M., Maeda, F., Pascual-Leone, A. (2001). The Role of the Dorsolateral Prefrontal Cortex during Sequence Learning is Specific for Spatial Information. *Cerebral Cortex*, 11, 628-635.
- Rose, M., Haider, H., & Büchel, C. (2005). Unconscious Detection of Implicit Expectancies. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17(6), 918-927.

- Roselli, M., & Matute, E. (2010). Desarrollo Cognitivo y Maduración Cerebral. In S. Viveros (Ed.), *Neuropsicología del desarrollo infantil*. México: El Manual Moderno.
- Rosenzweig, R. M., & Leiman, L. A. (1992). Desarrollo del sistema nervioso a lo largo del ciclo vital (P. M. Pérez & A. M. Escobar, Trans.) *Psicología fisiológica* (2da. ed.). México: McGraw-Hill.
- Runyon, R. P., & Haber, A. (1986). *Estadística para las ciencias sociales* (Cuarta ed.). EUA: Addison-Wesley Iberoamericana.
- Savion-Lemieux, T., Bailey, J. A., & Penhune, V. B. (2009). Developmental contributions to motor sequence learning. *Experimental Brain Research*, *195*, 293-306.
- Schacter, D. L. (1992). Implicit Knowledge: New perspectives on unconscious processes. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*, *89*(23), 11113-11117.
- Schendan, H. E., Searl, M. M., Melrose, R. J., & Stern, C. E. (2003). An fMRI Study of the Role of the Medial Temporal Lobe in Implicit and Explicit Sequence Learning. *Neuron*, *37*, 1013-1025.
- Shanks, D. R., & Perruchet, P. (2002). Dissociation between priming and recognition in the expression of sequential knowledge. *Psychonomi Bulletin & Review*, *9*(2), 362-367.
- Skinner, B. (1950). Are Theories of Learning Necessary? *Psychological Review*, *57*, 193-216.
- Spreen, O., Riesser, A., & Edgell, D. (1995). *Developmental Neuropsychology*. New York, EEUU: Oxford University Press.
- Stoodley, C. J., Ray, N. J., Jack, A., & Stein, J. F. (2008). Implicit Learning in Control, Dyslexic, and Garden-Variety Poor Readers. *Annals of the New York Academy of Science*, 173-183.
- Terrace, H. S. (2005). The simultaneous chain: a new approach to serial learning. *Cognitive Sciences*, *9*(4).
- Thomas, K., Hunt, R., Vizueta, N., Sommer, T., Durston, S., Yang, Y., et al. (2004). Evidence of Developmental Differences in Implicit Sequence Learning: An fMRI Study of Children and Adults. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *16*(8).
- Turkheimer, E., Haley, A., Waldron, M., D'Onofrio, B., & Gottesman, I. I. (2003). Socioeconomic Status Modifies Heritability of IQ in young children. *Psychological Science*, *14*(6), 623-628.



Vygostky, L. S. (1962). *Thought and Language*. Cambridge: M.I.T. Press.

Weschler, D. (2005). *WISC-IV: Escala Weschler de inteligencia para niños-IV: Manual Técnico* (G. Padilla, Trans.). Mexico: El Manual Moderno.

Zarabozo, D. (1998). EsVis\_W: estímulos visuales y tiempo de reacción. VI Concurso Nacional de Instrumentación Biomédica (Mención Especial) (Version 2010). San Luis Potosí, S.L.P.



ANEXO 1. Cartas



**INSTITUTO DE NEUROCIENCIAS**

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AMBIENTALES  
CUCBA, UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIA DEL COMPORTAMIENTO, ORIENTACIÓN  
NEUROCIENCIA

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

Por medio de la presente consiento que mi hijo(a)

---

si así lo desea, participe en el proyecto de investigación **“Aprendizaje Secuencial en Etapa Escolar”**, en una única sesión de aproximadamente una hora treinta minutos de duración, dentro de las mismas instalaciones de su escuela y con el consentimiento de sus profesores.

Entiendo que en esa sesión se le aplicará una prueba psicológica (Prueba de Raven) y otra en la que deberá responder con teclas ante figuras geométricas en una computadora.

También se me ha informado con claridad que mi hijo(a) no corre peligro alguno, que no se le administrará ningún tipo de medicamento y que ninguna de las actividades mencionadas pondrá en riesgo su salud física o emocional.

Por último también se me ha hecho saber que mi hijo(a) puede retirarse en el momento que lo desee, sin ninguna consecuencia en su evaluación escolar.

**FIRMA Y NOMBRE DEL PADRE O LA MADRE**

---

---

Guadalajara, Jal., 22 de Noviembre de 2012



## INSTITUTO DE NEUROCIENCIAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AMBIENTALES

CUCBA, UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIA DEL COMPORTAMIENTO, ORIENTACIÓN  
NEUROCIENCIA

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

PROF. X  
JEFE DE SECTOR X  
ESCUELA PRIMARIA URBANA X  
P R E S E N T E

Muy estimado Prof. X:

Por este medio solicito atentamente su autorización para que niños de las escuelas correspondientes al sector a su digno cargo participen en un proyecto de investigación con sede en el Instituto de Neurociencias.

El proyecto se denomina "Aprendizaje Secuencial en Etapa Escolar", y es realizado por la Licenciada en Psicología Minerva López Álvarez, estudiante del Programa de Maestría en Ciencia del Comportamiento, orientación Neurociencia, en el Laboratorio a mi cargo.

El protocolo de la investigación cumple con las más estrictas consideraciones éticas y requiere, desde luego, el consentimiento voluntario, por escrito, de los padres o tutores del niño participante. La duración de la única sesión en la que participaría cada alumno es de una hora – como máximo- y las actividades se realizarían dentro de la misma escuela, en el lugar más adecuado que tuviera usted a bien señalar.

Agradezco anticipadamente a usted su amable cooperación, y me pongo a sus órdenes (en la extensión 33370) para aclarar o ampliar cualquier aspecto relacionado con esta solicitud o con las actividades de investigación implicadas.

ATENTAMENTE

"PIENSA Y TRABAJA"

Guadalajara, Jal., 20 de marzo 2011

DR. DANIEL ZARABOZO E. DE R.

LABORATORIO DE PSICOFISIOLOGÍA DE PROCESOS PERCEPTUALES

PROFESOR INVESTIGADOR TITULAR



# INSTITUTO DE NEUROCIENCIAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AMBIENTALES  
CUCBA, UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIA DEL COMPORTAMIENTO, ORIENTACIÓN  
NEUROCIENCIA

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

MTRA. X  
DIRECTORA TURNO VESPERTINO  
ESCUELA PRIMARIA URBANA X  
P R E S E N T E

Muy estimada Mtra. X:

Por este medio solicito atentamente su autorización para que niños de la escuela que usted tan atinadamente dirige participen en un proyecto de investigación con sede en el Instituto de Neurociencias.

El proyecto se denomina "Aprendizaje Secuencial en Etapa Escolar", y es realizado por la Licenciada en Psicología Minerva López Álvarez, estudiante del Programa de Maestría en Ciencia del Comportamiento, orientación Neurociencia, en el Laboratorio a mi cargo.

El protocolo de la investigación cumple con las más estrictas consideraciones éticas y requiere, desde luego, el consentimiento voluntario, por escrito, de los padres o tutores del niño participante. La duración de la única sesión en la que participaría cada alumno es de una hora – como máximo- y las actividades se realizarían dentro de la misma escuela, en el lugar más adecuado que tuviera usted a bien señalar.

Agradezco anticipadamente a usted su amable cooperación, y me pongo a sus órdenes (en la extensión 33370) para aclarar o ampliar cualquier aspecto relacionado con esta solicitud o con las actividades de investigación implicadas.

ATENTAMENTE

"PIENSA Y TRABAJA"

Guadalajara, Jal., 20 de marzo 2011

DR. DANIEL ZARABOZO E. DE R.  
LABORATORIO DE PSICOFISIOLOGÍA DE PROCESOS PERCEPTUALES  
PROFESOR INVESTIGADOR TITULAR "C"



# INSTITUTO DE NEUROCIENCIAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AMBIENTALES

CUCBA, UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIA DEL COMPORTAMIENTO, ORIENTACIÓN NEUROCIENCIA

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

PADRE X

**COLEGIO X**  
PRESENTE

Muy estimado Padre X:

Por este medio solicito atentamente su autorización para que niños de la escuela que usted forma parte participen en un proyecto de investigación con sede en el Instituto de Neurociencias.

El proyecto se denomina "Aprendizaje Secuencial en Etapa Escolar", y es realizado por la Licenciada en Psicología Minerva López Álvarez, estudiante del Programa de Maestría en Ciencia del Comportamiento, orientación Neurociencia, en el Laboratorio a mi cargo.

El protocolo de la investigación cumple con las más estrictas consideraciones éticas y requiere, desde luego, el consentimiento voluntario, por escrito, de los padres o tutores del niño participante. La duración de la única sesión en la que participaría cada alumno es de una hora –como máximo- y las actividades se realizarían dentro de la misma escuela, en el lugar más adecuado que tuviera usted a bien señalar.

Agradezco anticipadamente a usted su amable cooperación, y me pongo a sus órdenes (en la extensión 33370) para aclarar o ampliar cualquier aspecto relacionado con esta solicitud o con las actividades de investigación implicadas.

ATENTAMENTE

"PIENSA Y TRABAJA"

Guadalajara, Jal., 25 de agosto 2011

DR. DANIEL ZARABOZO E. DE R.

LABORATORIO DE PSICOFISIOLOGÍA DE PROCESOS PERCEPTUALES  
PROFESOR INVESTIGADOR TITULAR "C"



## **INSTITUTO DE NEUROCIENCIAS**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AMBIENTALES  
CUCBA, UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

**MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIA DEL COMPORTAMIENTO, ORIENTACIÓN  
NEUROCIENCIA**

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

**PADRE X  
DIRECTOR GENERAL DE COLEGIOS X  
COLEGIO X  
PRESENTE**

Muy estimado Padre X:

Por este medio solicito atentamente su autorización para que niños de la escuela que usted tan atinadamente dirige participen en un proyecto de investigación con sede en el Instituto de Neurociencias.

El proyecto se denomina "Aprendizaje Secuencial en Etapa Escolar", y es realizado por la Licenciada en Psicología Minerva López Álvarez, estudiante del Programa de Maestría en Ciencia del Comportamiento, orientación Neurociencia, en el Laboratorio a mi cargo.

El protocolo de la investigación cumple con las más estrictas consideraciones éticas y requiere, desde luego, el consentimiento voluntario, por escrito, de los padres o tutores del niño participante. La duración de la única sesión en la que participaría cada alumno es de una hora –como máximo- y las actividades se realizarían dentro de la misma escuela, en el lugar más adecuado que tuviera usted a bien señalar.

Agradezco anticipadamente a usted su amable cooperación, y me pongo a sus órdenes (en la extensión 33370) para aclarar o ampliar cualquier aspecto relacionado con esta solicitud o con las actividades de investigación implicadas.

**ATENTAMENTE**

**"PIENSA Y TRABAJA"**

Guadalajara, Jal., 31 de agosto 2011

**DR. DANIEL ZARABOZO E. DE R.**

**LABORATORIO DE PSICOFISIOLOGÍA DE PROCESOS PERCEPTUALES  
PROFESOR INVESTIGADOR TITULAR "C"**

## **ANEXO 2. Evaluaciones Aprendizaje Explícito e Implícito**

### **Evaluación E/I 1**

**Nombre:**

**Edad:**

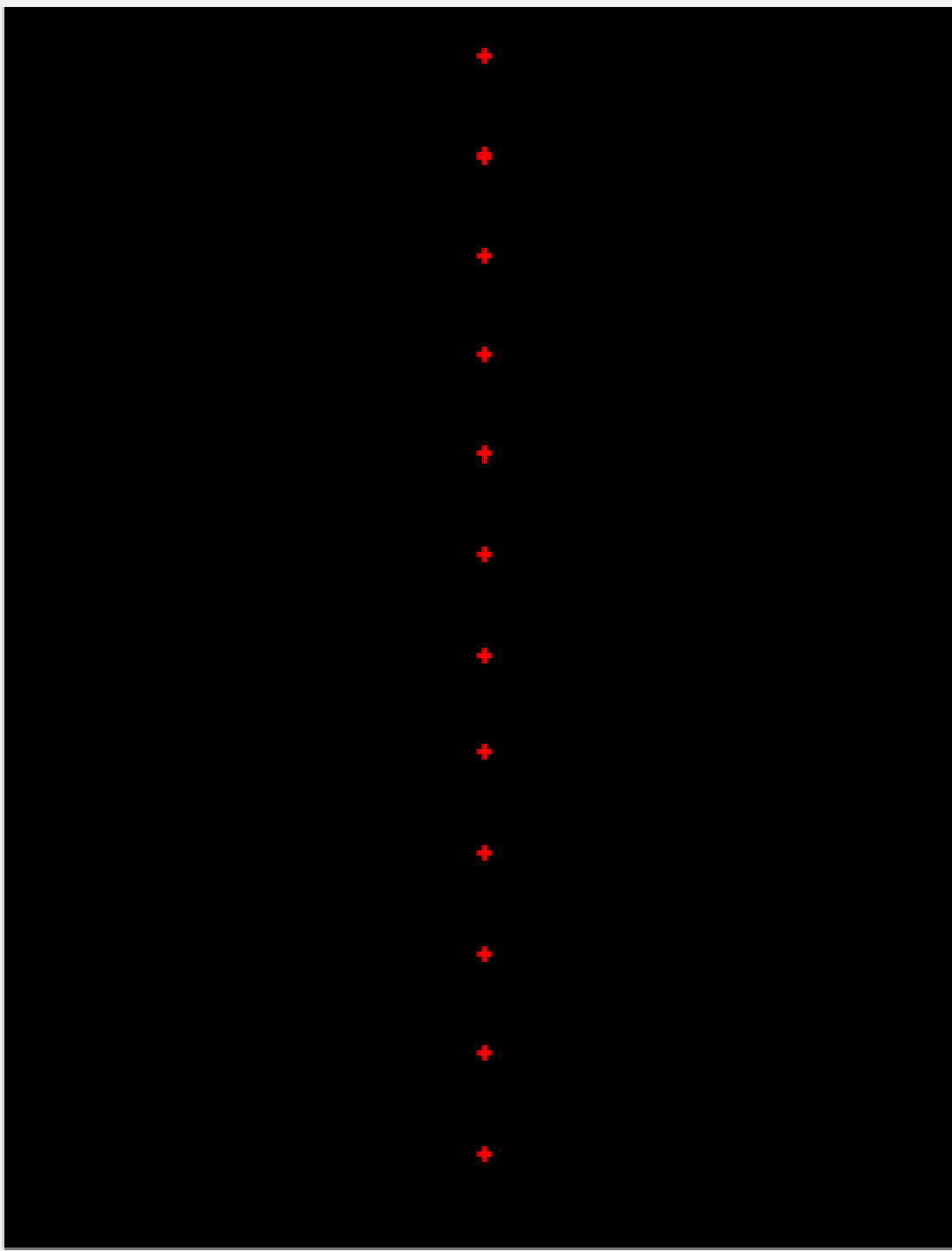
**Grado Escolar:**

**Fecha:**

1. ¿Qué te pareció?
2. ¿Cómo se te hizo fácil, regular o difícil?
3. Durante todo el tiempo que duró el juego, ¿notaste algo extraño en los cuadritos?
4. ¿Puedes dibujarme cómo es que tú crees que aparecieron los cuadritos? (Si no sabes cómo, trata de hacerlo como tú puedas)



## Evaluación E/1 2



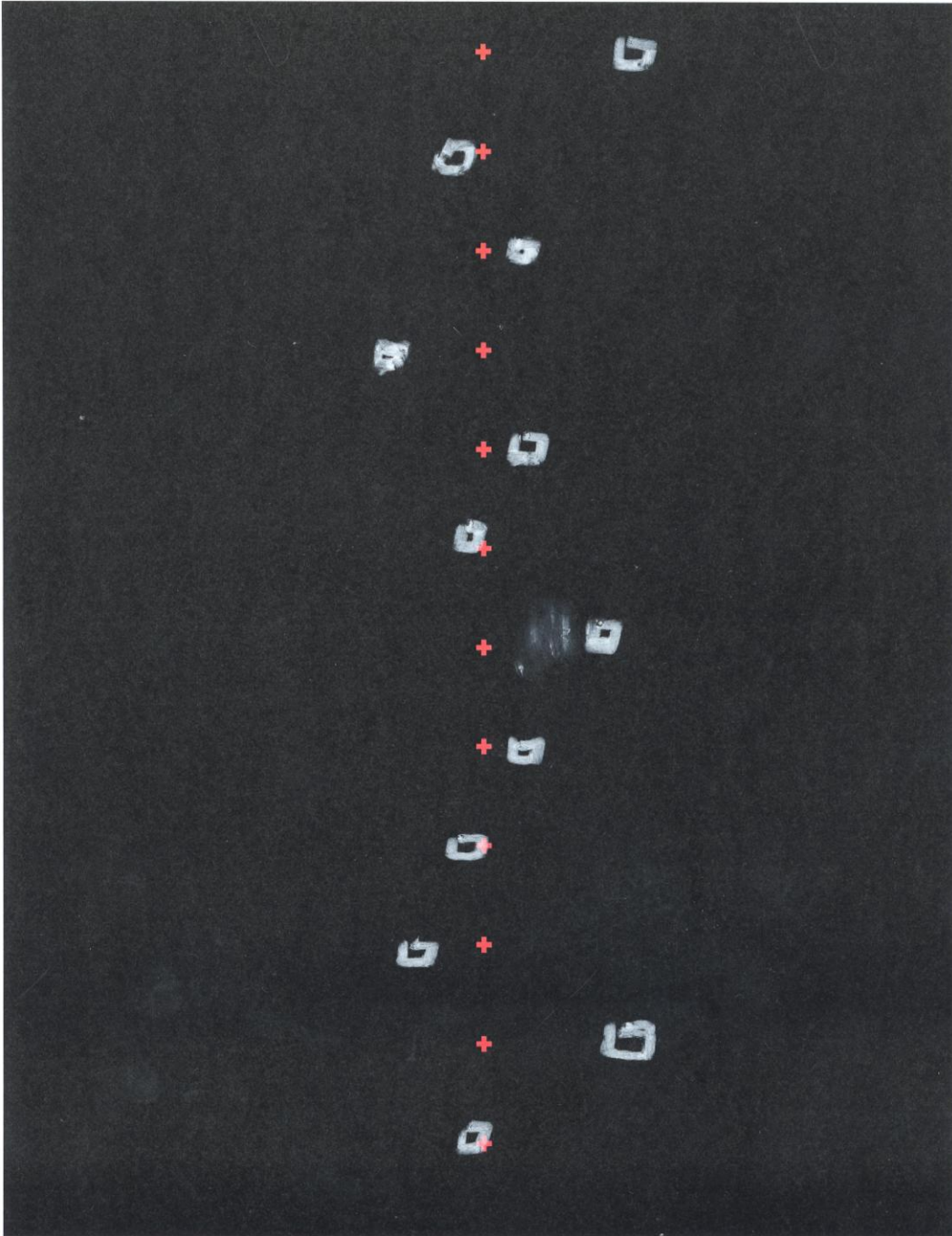
Nombre:

Edad:

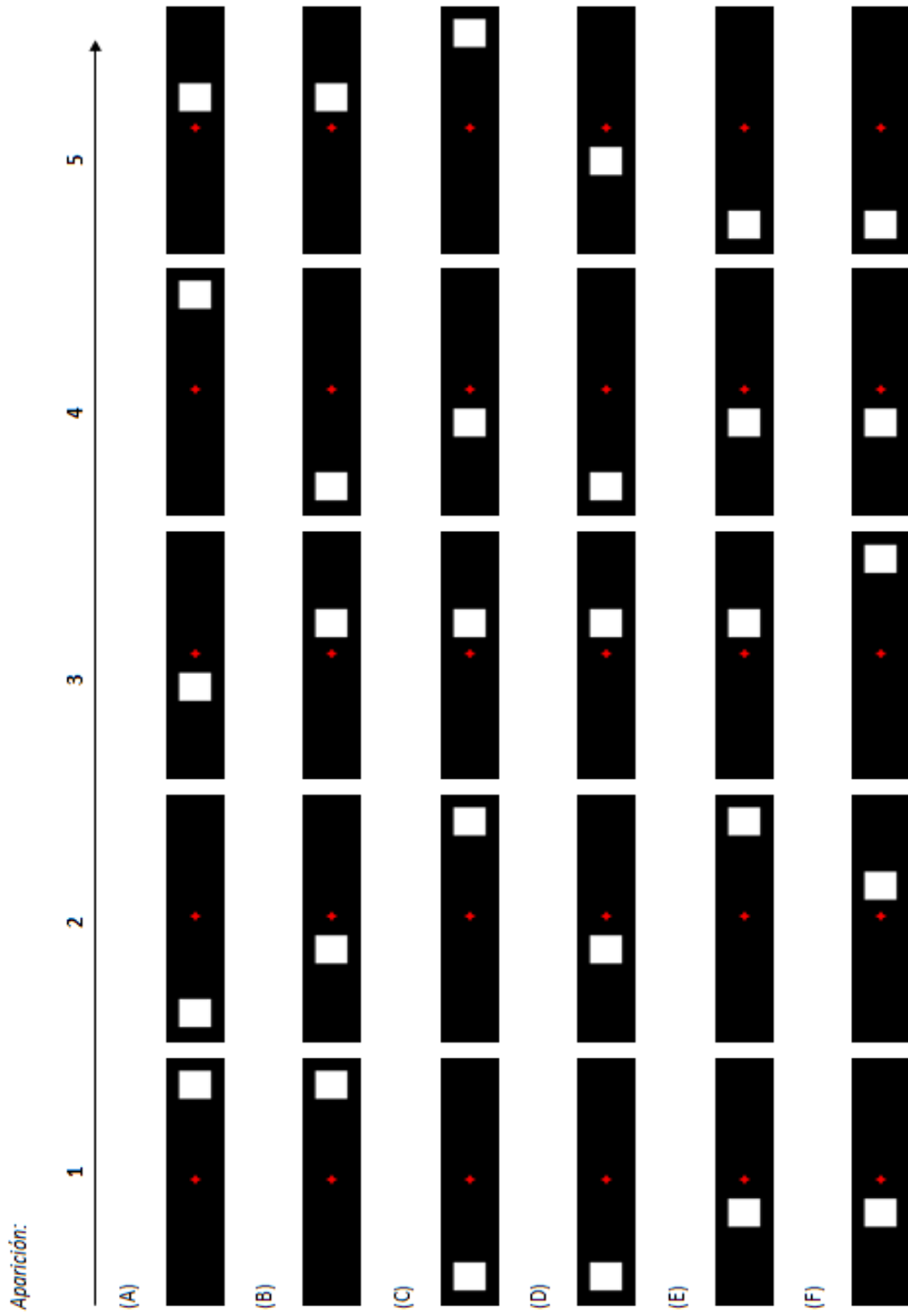
Grado Escolar:

Fecha:

## Ejemplo de un sujeto explícito en evaluación E/I 2



# Evaluación E/I 3





17. APÉNDICE 1

		Tiempo de Reacción																						
		PÚBLICA											PRIVADA											
		Bloques											Bloques											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Grupo 7-8		577	552	569	502	504	493	469	455	442	448	423	569	567	566	542	515	483	470	444	430	411	395	Media
		103	124	70	78	86	78	83	82	77	79	73	74	72	68	81	75	90	76	78	68	72	75	Desv. Std
Grupo 9-10		495	500	489	450	432	412	394	382	371	357	344	455	442	454	419	400	372	356	348	336	324	316	Media
		83	79	90	83	68	81	65	66	65	66	71	78	87	83	68	60	56	62	58	56	56	59	Desv. Std
Grupo 11-12		445	446	434	425	397	383	373	356	344	329	308	405	403	425	385	367	355	341	330	318	304	295	Media
		50	54	58	56	67	62	72	60	69	78	66	64	68	52	45	36	35	34	33	34	32	33	Desv. Std

		Respuestas Correctas																						
		PÚBLICA											PRIVADA											
		Bloques											Bloques											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Grupo 7-8		55	53	53	56	58	62	61	61	60	61	64	60	59	58	61	62	63	67	67	71	73	78	Media
		17	15	18	20	22	20	19	20	19	21	21	13	14	15	13	13	14	11	15	12	13	14	Desv. Std
Grupo 9-10		57	60	58	58	60	63	63	63	64	62	65	64	65	64	69	72	72	76	77	80	82	84	Media
		21	20	18	22	19	19	21	19	21	23	21	15	14	14	15	14	16	12	10	10	10	10	Desv. Std
Grupo 11-12		73	74	69	71	75	76	76	77	78	78	81	77	77	77	80	84	84	86	88	90	91	94	Media
		11	11	14	13	10	13	17	15	13	14	15	12	12	12	9	8	7	7	6	6	5	3	Desv. Std



## 18. APÉNDICE 2

**Tipo de Aprendizaje \* Grupo de Edad**

Tipo de Aprendizaje		Grupo de Edad			Total
		Grupo 7 - 8	Grupo 9 - 10	Grupo 11 - 12	
Implícito	Recuento	32	25	23	80
	% dentro de Tipo de Aprendizaje	40.0%	31.3%	28.8%	100.0%
	% dentro de Grupo de Edad	86.5%	71.4%	59.0%	72.1%
	% del total	28.8%	22.5%	20.7%	72.1%
Explícito	Recuento	5	10	16	31
	% dentro de Tipo de Aprendizaje	16.1%	32.3%	51.6%	100.0%
	% dentro de Grupo de Edad	13.5%	28.6%	41.0%	27.9%
	% del total	4.5%	9.0%	14.4%	27.9%

**Promedios de pruebas E/I**

Tipo de Aprendizaje		Número de Chunks	Chunk más largo	Número total de ítems en la E/I 2	Reconocimiento estático (proporción)	Reconocimiento dinámico (proporción)
Implícito	Media	2.16	4.55	7.60	.4230	.4524
	N	80	80	80	80	80
	Error típ. de la media	.124	.251	.377	.03739	.02436
Explícito	Media	1.84	6.00	8.32	.6239	.7584
	N	31	31	31	31	31
	Error típ. de la media	.161	.556	.585	.06140	.05183
Total	Media	2.07	4.95	7.80	.4791	.5378
	N	111	111	111	111	111
	Error típ. de la media	.101	.245	.317	.03293	.02613