



UNIVERSIDAD LATINA
CAMPUS CUERNAVACA

LICENCIATURA EN PSICOLOGÍA
INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD
NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO CON
CLAVE DE REGISTRO No. 8344-25

EVALUACIÓN NEUROPSICOLÓGICA DE LA ATENCIÓN
Y LA MEMORIA EN NIÑOS CON DIABETES MELLITUS TIPO 1:
ESTUDIO DE UNA SERIE DE CASOS

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN PSICOLOGÍA

PRESENTA:

NICOLE VARGAS OCAÑA

ASESOR DE TESIS:

MTRO. JONATAN FERRER ARAGÓN

CUERNAVACA, MORELOS

JUNIO 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ÍNDICE

Dedicatoria	I
Agradecimiento	II
Índice de tablas	III
Resumen	IV
INTRODUCCIÓN	9
CAPITULO I. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	11
1.1 Antecedentes	11
1.2 Planteamiento del problema	20
1.3 Preguntas particulares de investigación.....	21
1.4 Hipótesis	21
1.5 Objetivos	21
1.5.1 Objetivo general.....	21
1.5.2 Objetivos específicos	22
1.6 Justificación	22
1.7 Alcances y limitaciones de estudio.....	23
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	24
2.1 Diabetes Mellitus.....	24
2.2 Unidades funcionales del cerebro	26
2.3 La Atención	29
2.3.1 Definición de la atención.....	29
2.3.2 Modelos clínicos y neurocognitivos de la atención	31
2.3.3 Evaluación neuropsicológica de la atención.	38
2.3.4 Disfunciones de la atención causado por la DM1.	40
2.4 La Memoria	42

2.4.1 Definición de memoria.....	42
2.4.2 Tipos de memoria.....	44
2.4.3 Evaluación neuropsicológica de la memoria.....	48
2.4.4 Disfunciones de la memoria causadas por DM1.....	50
CAPITULO III. MÉTODO.....	52
3.1 Enfoque, diseño y alcance de la investigación.....	52
3.2 Muestra.....	52
3.3 Técnicas o instrumentos de investigación.....	53
3.4 Procedimiento.....	54
CAPITULO IV. RESULTADOS.....	56
4.1 Estadísticos descriptivos.....	56
4.2 Análisis Estadístico Inferencial.....	57
DISCUSIONES Y CONCLUSIONES.....	60
Recomendaciones.....	65
Propuesta.....	65
REFERENCIAS.....	67
ANEXO A. CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PADRE/MADRE.....	76
ANEXO B. PERFILES DE EJECUCIÓN.....	77

I. Dedicatoria

A Dios:

Por haberme guiado en aquellos momentos difíciles de mi vida y encauzarme por el buen camino, por darme salud y esa fuerza necesaria para salir adelante y terminar mi carrera.

A mis padres:

Por haberme guiado por el camino recto de la vida inculcándome valores. Por demostrarme amor incondicional y así haber logrado hacer de mi lo que soy. Les agradezco toda una vida de esfuerzos y sacrificios; y en especial por haber convertido aquel sueño en lo que hoy es realidad.

A mi hermana:

Que creyó en mí y que me apoyo para que este sueño se cumpliera.

A Juan Carlos:

Por su tiempo, su amor, apoyo y la motivación que influyó en mi para cumplir con mi proyecto.

II. Agradecimiento

Porque este gran esfuerzo no hubiera sido posible sin todas esas personas que han estado a mi lado siempre. Quiero agradecer en esta parte a las personas que de alguna manera han contribuido a que hoy esté aquí.

A mi asesor de tesis:

Al Mtro. Jonatan Ferrer Aragón por todo lo que de él he aprendido, por su sabiduría, su paciencia, su compromiso con este proyecto y su experiencia que contribuyó notablemente en mí desarrollo personal y profesional. ¡Este trabajo y esfuerzo es también suyo!

A la Mtra. Olga:

Por motivarme, porque siempre ha creído en mí y sobretodo ha estado ahí para todas las consultas y dudas.

Al Mtro. Amador:

Por sus aportaciones académicas y sus recomendaciones en la presente investigación.

Y en especial:

A los padres de familia y a los niños que participaron en este proyecto.

“Dios ha concedido a la humanidad la capacidad de investigar, está en nosotros lograr que sea una herramienta para crear un mundo mejor y facilitar el bienestar integral de todos los seres humanos”.

Roberto Hernández Sampieri

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Pruebas que evalúan la atención.

Tabla 2. Pruebas que evalúan la memoria.

Tabla 3. Puntuaciones normalizadas obtenidas en las subpruebas del NEUROPSI.

Tabla 4. Puntuaciones normalizadas de los participantes del grupo control y grupo experimental

Tabla 5. Medianas, valores de la *U de Mann-Whitney* y niveles de significación entre los participantes del grupo experimental y el grupo control

RESUMEN

La diabetes mellitus tipo 1 (DM1) se ha convertido en un problema de salud pública ya que es cada vez más frecuente en población infantil. Estudios recientes han identificado que los niños con DM1 están en riesgo de disfunción de los procesos cognitivos. El objetivo del presente estudio fue analizar el impacto de la DM1 sobre el funcionamiento cognitivo en niños de 7 y 9 años. Los participantes fueron 3 niños (FO, JL y JC) con DM1 y 3 niños sin DM1. La valoración neuropsicológica se efectuó mediante la batería neuropsicológica NEUROPSI Atención y Memoria; los resultados se analizaron mediante la prueba *t* modificada propuesta por *Crawford, Garthwaite & Wood* para comparar el rendimiento individual de cada niño con DM1 respecto a su par del grupo control. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los niños con DM1 y los niños del grupo control en las subpruebas de atención. Sin embargo, no hubo diferencias significativas en las puntuaciones obtenidas en las subpruebas de memoria entre el grupo control y el grupo de niños con DM1. Con ello se demuestra que los niños con DM1 presentan un déficit del funcionamiento cognitivo, especialmente en tareas atencionales. Estos resultados concuerdan con otros estudios donde de igual manera se ha encontrado que la DM1 tiene un efecto negativo sobre el rendimiento cognitivo, específicamente en procesos atencionales.

Palabras clave: Diabetes Mellitus tipo 1, Atención, Memoria, NEUROPSI.

INTRODUCCIÓN

La hipótesis de una relación entre la diabetes mellitus y el deterioro cognitivo lleva tiempo siendo estudiada. Las primeras revisiones datan de la década de los noventa, en las cuales se concluye que existe una relación entre DM y el deterioro cognitivo (Muñoz, Degen, Schröder, & Toro, 2016).

Se estima que actualmente en el mundo hay más de medio millón de niños menores de 14 años con DM1 (International Diabetes Federation, 2013). Es de vital importancia poder entender los déficits cognitivos asociados a esta enfermedad, ya que dicha información tendrá un impacto favorable en las intervenciones en el campo educativo. En esta investigación se subraya la gran importancia de dos procesos cognitivos dentro del campo de la psicología: la atención y la memoria. Es por ello que el presente estudio se centra específicamente en evaluar la atención y la memoria de niños con DM1 y comparar el rendimiento obtenido con un grupo de niños sin DM1. Por tal motivo el principal objetivo de esta investigación consistió en analizar si existe una relación entre el funcionamiento cognitivo y la DM1 en niños de 7 y 9 años con DM1 que asisten a una clínica privada en la ciudad de México.

Esta tesis está conformada por cuatro capítulos; en el primer capítulo se presentan los antecedentes de la investigación y los primeros estudios sobre la DM1 y la función cognitiva, así mismo se describe el planteamiento del problema, las preguntas de investigación, las hipótesis, el objetivo general y los objetivos específicos, la justificación, los alcances y limitaciones de la investigación.

En el segundo capítulo se aborda ampliamente la diabetes, se explica el modelo neuropsicológico de las unidades funcionales del cerebro propuesto por Luria, se presentan distintas definiciones de la atención y la memoria, y se describen las principales teorías bajo las cuales se fundamentó el presente trabajo de investigación, el cual incluye el modelo neurocognitivo de las tres redes atencionales de Posner & Petersen, el modelo clínico de la atención propuesto por Sohlberg y Mateer y el modelo de Shiffrin & Atkinson (1969) sobre los tres almacenes de la memoria. De igual manera

se describen los métodos y técnicas de la evaluación neuropsicológica de la atención y la memoria y sus alteraciones.

En el tercer capítulo se describe el enfoque y diseño de la investigación; se describe el método de muestreo y los criterios de inclusión y exclusión de los participantes; las técnicas e instrumentos empleados para la evaluación de la atención y la memoria; y el procedimiento para la recolección y análisis de datos.

En el capítulo cuatro se muestra el análisis de los datos obtenidos y se da a conocer si los resultados fueron estadísticamente significativos. Por último, se plantea la conclusión con base a los resultados obtenidos, y se hacen algunas recomendaciones para futuras investigaciones.

CAPITULO I. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes

La diabetes es una enfermedad que existe desde épocas antiguas, su nombre viene del griego *diabetes* que significa “a través de” y *Mellitus* del latín que significa “miel” y se refiere a un nivel elevado de glucosa en la sangre (Álvarez, 2006, citado por Baeriswyl, 2007).

Según la OMS (Organización Mundial de la Salud, 2017) los síntomas de la Diabetes Mellitus tipo 1 (DM1) son los siguientes: excreción excesiva de orina (poliuria), sed (polidipsia), hambre constante (polifagia), entumecimiento de las extremidades, dolores de los pies, fatiga y visión borrosa, pérdida de peso y cansancio. Los síntomas anteriores pueden aparecer de forma repentina. De acuerdo a la ADA (American Diabetes Association, 2015) en algunos casos se caracteriza por la presencia de cetonas en la orina (cuando las células no reciben la glucosa necesaria como fuente de energía, el cuerpo empieza a quemar grasa para tener energía, lo que produce un químico llamado cetonas) y cuando estos niveles son demasiado altos las cetonas se acumulan en la sangre, esto hace que la sangre sea más ácida y ocasionan cetoacidosis, que en casos extremos lleva al individuo al coma diabético.

La diabetes mellitus puede perjudicar la función cognitiva, principalmente cuando no está clínicamente controlado, es decir:

- Cuando no hay un control metabólico de la enfermedad.
- La (HbA1c) hemoglobina glucosilada (examen de laboratorio que muestra el nivel promedio de azúcar (glucosa) en la sangre durante los últimos 3 meses) está por encima del 7%, lo que pone en riesgo la salud cardiovascular de los pacientes.
- No se monitorean los niveles de glucosa.
- No se recibe tratamiento adecuado: insulina.
- No se lleva una adecuada alimentación.
- No se realiza ejercicio físico.

La población infantil también corre el riesgo de padecer DM1 y ello conlleva a la posibilidad de manifestar problemas de aprendizaje como consecuencia de las alteraciones del funcionamiento cognitivo derivado de un deficiente control de la diabetes y las posibles alteraciones metabólicas (López, Portellano, & Martínez, 2010).

Los primeros estudios realizados por Ack, Miller & Weil (1961) sobre el rendimiento cognitivo en personas con DM1 exhibe la presencia de un leve déficit cognitivo en niños con un diagnóstico a edades tempranas (antes de los 5 años), ya que obtuvieron un coeficiente intelectual significativamente menor en relación a sus hermanos (controles).

En las investigaciones de Ryan, Vega, & Drash (1985) se empleó una batería completa de pruebas neuropsicológicas para comprobar la hipótesis acerca de la DM1 y los riesgos de presentar alteraciones cognitivas; el grupo experimental estuvo conformado por 125 adolescentes con DM1, el cual se dividió en 2 grupos: de inicio temprano y tardío, el grupo control sin DM1 estuvo conformado por 83 personas. Los resultados mostraron que el grupo de jóvenes con DM1 de inicio temprano obtenían un menor desempeño que el grupo control o los jóvenes con DM1 tardío. Dentro de las pruebas con bajo rendimiento se encuentran las que miden: inteligencia, atención y rendimiento escolar, capacidad visoespacial, memoria, velocidad motora y coordinación oculomotora. Este análisis pone de manifiesto que el rendimiento del grupo de niños con DM1 de inicio temprano difiere significativamente de los otros dos grupos. Este estudio comprobó la hipótesis de que las personas que desarrollan DM1 antes de los 5 años tienen un menor rendimiento en pruebas neuropsicológicas en comparación a los sujetos que desarrollan DM1 después de los 5 años o incluso los sujetos control sin diabetes que poseen características sociodemográficas similares. El bajo desempeño observado en el grupo de niños con DM1 de inicio temprano puede reflejar una disfunción leve del Sistema Nervioso Central (SNC), probablemente provocada por diferentes episodios de hipoglucemia.

De acuerdo a las investigaciones de Rovet, Ehrlich, & Hoppe (1987), los niños que desarrollan diabetes antes de los 4 años de edad tienen un mayor riesgo de sufrir posteriormente alteraciones neurocognitivas. Las habilidades visoespaciales parecen

ser las más afectadas, en cambio las habilidades verbales, se conservan. Los investigadores encontraron una asociación entre las convulsiones hipoglucémicas con un bajo rendimiento en memoria visual (codificación), aritmética, tareas visoespaciales, mientras que las convulsiones hipoglucémicas antes de los 5 años tienen un efecto negativo sobre la capacidad visoespacial general, la integración visomotriz y el análisis visual. Estos hallazgos acerca de las convulsiones hipoglucémicas, ponen de manifiesto que estas contribuyen al deterioro cerebral leve, específicamente en las capacidades del hemisferio derecho.

Además, se pudo observar que los niños tenían un menor rendimiento en la subprueba de información, habilidades visoespaciales y visuoconstrucción en comparación a las niñas. Resultados similares obtuvieron Ryan et al. (1985) donde encontraron que las niñas puntúan menor en tareas de organización perceptiva y razonamiento visual, respecto a los niños con DM1 y el grupo control, esto independientemente de las convulsiones hipoglucémicas. Por otro lado, se encontró que los niños con DM1 tienden a presentar dificultades escolares y a recibir servicios especiales, sin embargo, esto fue más notable en niñas que en niños. Estos autores infieren que los niños presentan menos alteraciones que las niñas, ya que el hemisferio derecho se desarrolla más lento en los niños y pueden verse menos afectados (Rovet et al., 1987).

Conforme al análisis de Ryan et al. (1985), la edad en que se desarrolla la DM1 y la duración de la enfermedad afectan de distintas maneras al funcionamiento cognitivo; la duración de la diabetes predice el rendimiento en pruebas que miden el funcionamiento del hemisferio izquierdo, tales como formación verbal de conceptos, habilidades de lectura y ortografía, capacidad de secuenciación y manipulación rápida con la mano dominante. Por otro lado, se considera que la edad de inicio influye el rendimiento en pruebas que evalúan el hemisferio derecho, donde se incluyen tareas que requieren exploración e identificación de estímulos visuales, habilidades de resolución de problemas visuoconstrucción, recuperación de información visual y manipulación rápida con la mano no dominante.

De acuerdo a Ryan (1988), la edad al momento del diagnóstico es un factor que aumenta en gran medida la posibilidades de manifestar deterioro cognitivo. Esto no implica que todos los niños que reciben un diagnóstico de DM1 a una edad temprana presentarán disfunciones cerebrales, ya que en su mayoría no todos presentan alteraciones. No obstante, los jóvenes que han presentado una o más hipoglucemias graves antes de los 5 años, manifiestan anomalías neuropsicológicas.

La diabetes es una enfermedad compleja que afecta en mayor medida al cuerpo. Existe mucha información acerca de los efectos de la diabetes sobre los órganos, sin embargo, el impacto de la enfermedad sobre la función cerebral y las funciones cognitivas es algo relativamente reciente. Estas alteraciones cognitivas se asocian tanto a las hipoglucemias como a las hiperglucemias, a la insuficiencia de insulina, así como al tratamiento de las DM1. El cerebro de un niño es sensible a la diabetes y lo que conlleva, ya que corren el riesgo de presentar episodios de altas y bajas de glucosa en sangre, por lo que no es inverosímil que esto pueda dificultar ciertos aspectos de la función cognitiva. De acuerdo a Rovet & Alvarez (1997), se ha informado acerca de los déficits que presentan los adultos con DM1 y quienes han presentado diabetes de larga evolución e hipoglucemias graves, mientras que en la población infantil los déficits atencionales son asociados con una aparición temprana de la enfermedad y dificultades para controlar las hipoglucemias en niños pequeños.

En un estudio realizado por los mismos autores, participaron 103 niños y adolescentes con DM1 y un grupo control de 100 sujetos sanos, y se evaluaron las habilidades para enfocar, seleccionar, cambiar, suprimir, inhibir y mantener la atención. Dentro de los resultados obtenidos fue que el grupo experimental presentó un rendimiento similar que el grupo control, a excepción de la atención sostenida donde los participantes con DM1 obtuvieron bajos resultados. Sin embargo, la diabetes de inicio temprano se asoció con una menor selección, y el historial de convulsiones derivados de hipoglucemias graves se asociaron con una baja inhibición y capacidad de enfoque, incluso el historial de convulsiones está ligado con alteraciones en la atención selectiva, lo cual se manifiesta en dificultades para mantener la atención y retención de respuestas correctas (Rovet & Alvarez, 1997).

En otras investigaciones realizadas por Kaufman, Epport, Engilman y Halvorson (1999) sobre el funcionamiento neurocognitivo en niños diagnosticados con DM1 antes de los 10 años, se evaluó la memoria, atención, percepción visual y auditivo, función cognitiva amplia, logros académicos y velocidad, habilidades motoras y coordinación motora fina. Los datos sugieren que ambos grupos tienen un rendimiento similar en los dominios evaluados; sin embargo, se vio un mayor rendimiento en el grupo control en pruebas relacionadas a logros académicos y memoria. Esta disminución de la memoria en el grupo de niños con DM1 se asocia al historial de convulsiones hipoglucémicas.

En los hallazgos obtenidos en imagen por imagen de resonancia magnética, el grupo con DM1 de inicio temprano mostró cambios en las estructuras cerebrales en relación a aquellos con DM1 de inicio tardío. Posiblemente existan cambios sutiles en las estructuras cerebrales y no son fáciles de localizar, pero probablemente pudieran influir específicamente en la atención, siendo este proceso pieza importante para el procesamiento de la información y, por lo tanto, afecte los demás procesos cognitivos.

En el estudio realizado por Northam et al. (2001) donde evaluaron a 90 niños con diagnóstico de DM1 de entre 6 y 17 años, que habían sido evaluados poco después del diagnóstico, fueron nuevamente reevaluados 6 años después del diagnóstico. Los resultados muestran que el grupo experimental obtuvo un menor rendimiento que el grupo control en cuanto a procesos cognitivos como la inteligencia, atención, velocidad de procesamiento, memoria a largo plazo, funciones ejecutivas, autocontrol, pero no difieren en el coeficiente intelectual. Además se pudo observar que el grupo de DM1 de inicio temprano presenta un rendimiento reducido en diferentes dominios, lo cual no solo expresa un retraso en el desarrollo en la adquisición de habilidades, sino que además permanecen con el tiempo (Northam et al., 2001).

Sin embargo, quienes obtuvieron un diagnóstico antes de los 4 años o presentaban antecedentes de convulsiones tuvieron un desempeño más bajo que los participantes del grupo control en la atención, velocidad de procesamiento, y funciones ejecutivas, así mismo el coeficiente intelectual verbal había disminuido

significativamente. No obstante, se infiere que estos procesos se vieron principalmente disminuidos por la manifestación de la DM1 antes de los 4 años (Northam et al., 2001).

McCarthy, Lindgren, Mengeling, Tsalikian, & Engvall (2002) encontraron déficits neuropsicológicos en algunos niños con DM1, pero estos datos han sido inconsistentes y no queda claro cuáles podrían ser los efectos de la diabetes y el impacto sobre el aprendizaje. Su estudio tuvo como propósito evaluar si la DM1 interfiere de manera significativa en el desarrollo de las habilidades académicas; para eso evaluaron a un grupo de niños con DM1 y dos grupos control (conformado por hermanos y compañeros de clase), dentro de los resultados obtenidos fue que los niños con DM1 poseen un rendimiento similar al del grupo control, el único hallazgo fue que los niños con DM1 tuvieron significativamente más ausencias escolares.

Strudwick et al. (2005) evaluaron el funcionamiento cognitivo de niños con DM1 para analizar si las hipoglucemias graves y un diagnóstico de DM1 de inicio temprano estaban asociados con déficits cognitivos. Se compararon dos grupos: en el primero fueron 41 niños con DM1 con un historial de convulsiones o coma, y el otro grupo estuvo conformado por 43 niños con DM1 sin eventos de hipoglucemia severa. Se pudo observar que no existen diferencias significativas en las subpruebas de memoria que se examinaron. Además, no hubo pruebas claras de que los episodios de hipoglucemias, convulsiones o un diagnóstico precoz ocasionen disfunciones cognitivas. Es importante mencionar que debido a que es una población joven las alteraciones cognitivas podrían aparecer posteriormente. Estos autores sugieren que las hipoglucemias no afectan cognitivamente, en cambio la hiperglucemia crónica se asocia a alteraciones cerebrales.

Brands, Biessels, de Haan, Kappelle y Kessels (2005) realizaron el metanálisis de 33 estudios sobre el rendimiento cognitivo en adultos con DM1, y se incluía solo adultos mayores de 18 años diagnosticados con DM1 (ya sea de inicio temprano o de inicio tardío), los resultados obtenidos afirman la hipótesis de que hay una correlación entre la disfunción cognitiva y la DM1. Los resultados mostraron un rendimiento significativamente menor en los siguientes procesos cognitivos: inteligencia, velocidad de procesamiento de la información, eficiencia psicomotora, atención visual y

sostenida, flexibilidad cognitiva y percepción visual. Dicha información no apunta hacia un deterioro general de la función cognitiva, pero se identifica por una disminución de la velocidad mental y una disminución de la flexibilidad mental. Por otro lado, en los procesos cognitivos como el aprendizaje y la memoria no se encontraron alteraciones.

Según Ferguson et al. (2005) el desarrollo intelectual puede verse afectado por la DM1 de inicio en la niñez; los niños que reciben un diagnóstico dentro de la primera infancia son más propensos a obtener puntuaciones bajas en pruebas cognitivas, esto independientemente de la duración de la diabetes. Para comprobar lo anterior, Ferguson et al. (2005) realizaron un estudio con el objetivo de analizar si las diferencias en el rendimiento cognitivo estaban asociadas con la DM1 de inicio temprano; la muestra estuvo conformada por 71 personas que habían sido diagnosticados con DM1 en la infancia o adolescencia, la muestra se dividió en dos grupos: el grupo con DM1 de inicio temprano, quienes habían desarrollado diabetes antes de los 7 años, y otro grupo con DM1 de inicio tardío que habían desarrollado diabetes entre los 7 y 17 años. Los resultados apuntan que los sujetos con DM1 de inicio temprano presentan un menor rendimiento en pruebas que evalúan la inteligencia no verbal, el procesamiento de la información y la velocidad psicomotora. Otras de las habilidades evaluadas y que no fueron influenciadas por el inicio de la diabetes de inicio temprano: fueron la velocidad perceptual visual, funciones ejecutivas, atención sostenida y capacidad de concentración.

Wessels et al. (2007) estudiaron la función cognitiva de personas con DM1 en relación a un grupo control, los resultados obtenidos apuntan a un rendimiento cognitivo bajo en pruebas que evalúan velocidad del procesamiento de la información y visoconstrucción. Los adultos con una complicación microvascular (Viquez, 2011) como la retinopatía (complicación ocular donde se deteriora los vasos sanguíneos que irrigan la retina y es la principal causa de ceguera) mostraban deterioro del volumen de la sustancia blanca en comparación con los controles sanos. La disminución del volumen de materia blanca se relaciona con bajo desempeño en la velocidad del procesamiento de la información, la atención y el funcionamiento ejecutivo.

La DM1 se caracteriza por la deficiencia total de insulina, la cual es de suma importancia para el correcto funcionamiento de la glucosa en el metabolismo; esto puede desencadenar inconvenientes a nivel cerebral que pueden afectar la función cognitiva. En el metanálisis realizado por Naguib, Kulinskaya, Lomax & Garralda, (2009) donde se analizaron 24 estudios sobre el rendimiento neuropsicológico, se observó que los niños con DM1 tuvieron un desempeño significativamente más bajo respecto al grupo control en tareas que evalúan las habilidades visoespaciales, la velocidad motora, la escritura, la atención sostenida y la lectura. Asimismo, se observaron efectos negativos en el coeficiente intelectual total, tanto verbal como de ejecución, sin embargo, estos autores infieren que es poco probable que tengan gran importancia clínica, pero podrían situarlos en desventaja respecto a sus compañeros, generalmente en ámbitos educativos. Además, la DM1 de inicio temprano tuvo efectos significativos en el coeficiente intelectual de ejecución, y los episodios de hipoglucemia graves tuvieron ligeramente un efecto significativo en la memoria verbal a corto plazo. Finalmente consideran que los primeros 5 años de vida constituyen un importante período de desarrollo del cerebro y los cambios en los niveles de glucosa podrían ser las causantes de déficits cerebrales estructurales, funcionales y sobre todo déficits neurocognitivos.

De acuerdo a los estudios de Lin, Northam, Rankins, Werther & Cameron (2010) donde durante 12 años de seguimiento a una cohorte de niños con DM1, fue notorio un menor rendimiento neuropsicológico en niños y jóvenes con DM1 respecto al grupo control, no obstante, los factores y variables asociados a esta enfermedad aún son inconsistentes. En el estudio se examinaron los perfiles neuropsicológicos de una cohorte de jóvenes con DM1 estudiada prospectivamente desde su diagnóstico (12 años). Se encontró que los jóvenes con DM1 obtuvieron un bajo desempeño en relación a los controles en tareas de memoria de trabajo, mientras que los procesos cognitivos que se vieron influidos por un diagnóstico precoz de la enfermedad fueron: atención sostenida y dividida, aprendizaje y eficiencia mental. Se observó que los niños con DM1 con un historial de convulsiones asociadas a hipoglucemias presentaban un menor rendimiento neuropsicológico, además de que ejercen un efecto negativo en habilidades verbales, la memoria de trabajo y la velocidad de procesamiento no verbal.

Sin embargo, los jóvenes que presentaban dos o más factores de riesgo (diabetes, hipoglucemias, hiperglucemias) en comparación con aquellos que tienen por lo menos uno o ningún factor de riesgo, tenían un menor desempeño en tareas que miden las habilidades verbales, la memoria de trabajo y la eficiencia mental. Por otro lado, las hiperglucemias no afectaron las puntuaciones de CI y se observa que las hipoglucemias tienen un impacto mínimo en el rendimiento neuropsicológico.

Strudwick et al. (2005) realizaron una valoración de las funciones cognitivas de una cohorte de adultos jóvenes que obtuvieron un diagnóstico de DM1 antes de los 6 años. Posteriormente, un grupo de investigadores (Ly, Anderson, Mcnamara, Davis & Jones, 2011) reexaminaron a la misma cohorte después de seguirla durante 16 años y se comparó contra un grupo control. Dentro de los resultados obtenidos no se encontró diferencias en las pruebas de capacidad intelectual general, memoria o dificultades emocionales en relación al grupo control quienes poseían las mismas características (edad y sexo). Sin embargo, aquellas tareas que miden la función ejecutiva se vieron mayormente afectadas en el subgrupo de hipoglucemias graves (en DM1 de inicio temprano), a lo cual los autores señalan que podrían existir cambios sutiles en el desarrollo en la corteza frontal que conducen a un bajo rendimiento en tareas complejas de la función ejecutiva y la inteligencia fluida.

Cato et al. (2014) realizaron una evaluación neuropsicológica sobre el funcionamiento cognitivo en 216 niños con edades entre 4 y 10 años de los cuales 144 presentaban diagnóstico de DM1 relativamente reciente y el resto conformaron el grupo control sano. Los resultados obtenidos fueron que los niños con DM1 obtienen puntuaciones más bajas que los controles en las funciones ejecutivas y los dominios de CI. Además los niños con DM1 que mantuvieron sus niveles de glucosa estables tuvieron mayor rendimiento en funciones ejecutivas. Los datos sugieren que existe un efecto negativo de la hiperglucemia sobre las funciones ejecutivas. De igual manera los resultados proponen que las dificultades cognitivas pueden surgir en niños pequeños con DM1, aunque la duración de la enfermedad sea corta. A pesar de ello, sospechan que pueden encontrarse con mayor facilidad una correlación entre las alteraciones cognitivas y las glucemias en niños de una edad más avanzada. No

obstante, en los procesos de aprendizaje, memoria y velocidad de procesamiento ambos grupos obtuvieron resultados similares. La relación entre las alteraciones cognitivas y el factor glucémico puede detectarse con facilidad después de una mayor duración de la enfermedad o bien en niños mayores. El análisis de neuroimagen de la población infantil de dicho estudio (Cato et al., 2014), pone de manifiesto que se ha producido una interrupción de la sustancia blanca durante esta etapa temprana de la enfermedad. En ese sentido los daños en el desarrollo y la proliferación de la sustancia blanca dan como resultado déficits neurocognitivos.

En el estudio de caso de Costacamps, Velázquez, Casiano & Torres (2015) con una menor de 11 años con diagnóstico de DM1 a los 2 años 10 meses, se pudo observar que no existen deficiencias en todas las áreas cognitivas. De acuerdo a los resultados la menor se encuentra por encima de lo esperado para su edad en la sub prueba de letras y palabras, así como en ortografía, mientras que se encuentra por debajo de lo esperado para su edad en procesos relacionados a la atención y fluidez en matemáticas; por otro lado se encuentran alteraciones en la habilidad visomotora, la memoria visual a corto plazo, las funciones ejecutivas como la planificación, flexibilidad cognitiva, capacidad de solución de problemas, inhibición de movimientos y control de interferencias. La presencia de alteraciones cognitivas podría relacionarse en gran medida con el hecho de que los niños con DM1 tienen un historial de inasistencia escolar constantemente.

1.2 Planteamiento del problema

En los párrafos anteriores, se ha reflexionado acerca de la relación entre la diabetes y ciertas habilidades cognitivas, especialmente la atención y la memoria, que son de gran importancia para la vida cotidiana. Si bien existen estudios donde se demuestra que la DM1 afecta a nivel cognitivo (Ack et al., 1961; Cato et al., 2014; Northam et al., 2001; Rovet & Alvarez, 1997), al mismo tiempo existen otros autores (López et al., 2010) que difieren con esta investigación, afirmando que no existe ninguna afectación de la diabetes sobre la función cognitiva (Kaufman et al., 1999; McCarthy et al., 2002).

Por lo tanto, el objetivo del presente proyecto consiste en analizar si existe una correlación entre el funcionamiento cognitivo y la DM1, específicamente en los procesos de atención y memoria, con la finalidad de establecer estrategias para realizar intervenciones tempranas.

Por lo antes mencionado la pregunta general para esta investigación es: ¿Qué relación existe entre la DM1 y el funcionamiento cognitivo, específicamente en la atención y memoria en tres niños de 7 y 9 años?

1.3 Preguntas particulares de investigación

El presente estudio pretende responder algunas de las siguientes interrogantes que surgen como consecuencia a esta problemática:

- ¿Los niños con DM1 presentan mayores alteraciones en la atención que los niños sin DM1?
- ¿Los niños con DM1 presentan mayores alteraciones en la memoria que los niños sin DM1?

1.4 Hipótesis

- Los niños con DM1 presentan un menor rendimiento en pruebas neuropsicológicas que miden la atención en comparación con niños sin diabetes que poseen características similares.
- Los niños con DM1 presentan un menor rendimiento en pruebas neuropsicológicas que mide la memoria en comparación con niños sin diabetes que poseen características similares.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Analizar la influencia de DM1 en el funcionamiento de la atención y memoria de los niños de 7 a 9 años.

1.5.2 Objetivos específicos

- Evaluar la atención y la memoria de niños entre 7 a 10 años con Diabetes Mellitus Tipo 1 mediante la aplicación de pruebas neuropsicológicas.
- Comparar el rendimiento obtenido en las pruebas neuropsicológicas de niños con DM1, específicamente la atención y memoria, contra niños sin DM1.

1.6 Justificación

De acuerdo a la OMS la diabetes es una enfermedad crónica y se ha convertido en un problema de salud pública a nivel mundial. Hoy en día, es considerada una de las cuatro enfermedades no transmisibles (ENT) elegida por los dirigentes mundiales para intervenir con carácter prioritario. Sin embargo, los programas prioritarios de las instituciones de salud solo poseen estrategias clínicas, educativas y de orientación, sin tomar en cuenta los aspectos cognoscitivos, afectivos y sociales de los niños con DM1 (Balcázar, Gurrola & Moysén, 2012). Lo que ha generado el interés de investigar esta problemática es, que la diabetes se ha convertido en un problema de salud pública que ha ido incrementando en mayor medida dentro de la población infantil.

Las complicaciones de la enfermedad incluyen hipoglucemias e hiperglucemias, que pueden tener un impacto en el rendimiento de los niños en situaciones de evaluaciones clínicas o en el ámbito educativo (Desrocher & Rovet, 2004). En vista de que no existe cura para la DM1, es de suma importancia poder entender los déficits cognitivos asociados, ya que dicha información tendrá un impacto favorable en la calidad de vida de los niños, principalmente en intervenciones educativas.

Las alteraciones cognitivas son una de las complicaciones menos abordadas y no tan bien reconocida de la diabetes mellitus. Se ha observado que los pacientes con diabetes mellitus tipo 1 y tipo 2 tienen déficits cognitivos que normalmente se le atribuyen a su enfermedad. La hipoglucemia y la hiperglucemia han sido consideradas como las principales causas de disfunción cognitiva (Kodl & Seaquist, 2008).

Algunos estudios demostraron el efecto negativo de la diabetes en niños y adolescentes sobre el funcionamiento cognitivo. Sin embargo, son escasos los

estudios que se han llevado a cabo sobre este campo de investigación, por lo que sería de gran utilidad poder realizar este estudio y concientizar a la población sobre la importancia de la DM1 y las funciones cognitivas.

Con el presente estudio se aspira a aportar evidencia empírica en el saber de la DM1 y su relación con la cognición, esto como parte fundamental en la salud de los niños, por lo que es importante poder transmitir información acerca de las alteraciones de esta enfermedad, así como promover la conciencia sobre los cuidados de esta enfermedad.

Por los motivos antes mencionados el realizar esta investigación permitirá brindar mayor conocimiento dentro de esta área de investigación, así mismo beneficiando a la población sobre los cuidados que requiere la DM1.

1.7 Alcances y limitaciones de estudio

Alcances: El presente estudio explorará la actividad cognitiva de niños con DM1, la investigación abarca únicamente a la población infantil de una clínica privada. Así mismo el estudio abordará las implicaciones de la diabetes sobre la actividad cognitiva. El estudio se proyecta a seguir desarrollando la investigación que brinden mayor información sobre las alteraciones en los procesos cognitivos que enfrentan los niños que padecen esta condición.

Limitaciones: En un primer punto, el entendimiento completo del desarrollo infantil y el impacto de la diabetes sobre las funciones cognitivas requiere un estudio que incluya casos en distintas etapas del desarrollo. Esto permitirá una mirada evolutiva de los efectos de la condición en distintas etapas del desarrollo. Un segundo punto, es la falta de oportunidades para conseguir la muestra, ya que la disposición por parte de las autoridades es muy escasa, así también, como la disposición de los padres de los niños con DM1 para participar en la investigación, de igual manera la inasistencia por parte de los participantes al momento de la aplicación. Otra limitación es la escasa literatura y estadísticas con población latina, específicamente la población mexicana.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Diabetes Mellitus

La diabetes mellitus ha existido desde hace mucho tiempo, sin embargo, no se le daba la suficiente importancia como en estos tiempos, debido a su gran aumento. La transición demográfica y epidemiológica de las poblaciones de los países en mayor desarrollo han traído con ello un gran cambio en los hábitos alimenticios y en la actividad física, esto junto con las modificaciones genéticas y ambientales (Turnes, 2007).

En la antigüedad sólo podía suponerse que se trataba de diabetes por medio de los hallazgos de los restos óseos (Turnes, 2007). Los primeros datos acerca de la diabetes se asentaron en el papiro de Ebers, el cual es uno de los escritos médicos más antiguos redactado en Egipto alrededor del año 1 500 antes de nuestra era, localizado en 1872 en Tebas (hoy Luxor). Las notas hacen alusión a los síntomas que caracterizan a la enfermedad (López Ramón & Ávalos García, 2013).

Según la Organización Mundial de la Salud (2016) la diabetes es una enfermedad crónica que se manifiesta cuando el páncreas no produce la suficiente insulina (hormona que regula el nivel de glucosa en la sangre), o cuando el organismo no puede utilizar de manera adecuada la insulina que produce. Como consecuencia de una diabetes no controlada surgen las hiperglucemias (incremento de azúcar en la sangre) que con el paso del tiempo tiene efectos perjudiciales sobre muchos órganos y sistemas, particularmente los nervios y los vasos sanguíneos, de la misma manera surgen las hipoglucemias (bajos niveles de azúcar en sangre), un episodio de hipoglucemia puede ser asintomático (no presenta síntomas) o manifestarse con episodios de ansiedad, palpitaciones, temblor, sudoración, hambre, parestesias (entumecimiento y hormigueo), y si estas se presentan de forma grave pueden causar daño neurológico, alteraciones conductuales, disfunciones cognitivas, convulsiones, coma o muerte (Alatorre, Castro, Hernández, Balderas & Estévez, 2012).

La diabetes mellitus se divide en: diabetes mellitus tipo 1 (DM1), también denominada insulino dependiente, juvenil o de inicio en la infancia, y se caracteriza por una producción deficiente de insulina, siendo necesario la administración periódica de dicha hormona. Su causa se desconoce actualmente y no es posible prevenirla, sin embargo, debido al gran aumento de niños con DM1, se ha asociado a factores ambientales y/o infecciones virales (International Diabetes Federation, 2015). La DM1 no tiene una edad de aparición, no obstante, se percibe con mayores números en el periodo de los 10 años y la adolescencia (Segura & Valvidia, 1995). Por otro lado, se encuentra la diabetes mellitus tipo 2 (DM2) en la cual el cuerpo no produce suficiente insulina, en ella intervienen varios factores tales como la genética, los factores ambientales (la alimentación, el sedentarismo, la obesidad, etc.), siendo los antecedentes familiares un agente predisponente para la DM2. Con el transcurso del tiempo los niveles altos de azúcar en sangre terminan dañando los nervios y vasos sanguíneos, por lo cual se desarrollan enfermedades cardiovasculares, pérdida de la visión, las extremidades y desarrollan enfermedades renales, entre otras complicaciones (Cabrera, 2008).

Según las estimaciones de la misma OMS (2016), en 1980 había 108 millones de adultos en todo el mundo que tenía diabetes y para el 2014 la cifra ascendió a 422 millones. La prevalencia mundial de la diabetes casi se ha duplicado desde ese año, esto también supone un incremento en los factores de riesgo asociados a esta enfermedad, tales como el sobrepeso o la obesidad. En los últimos tiempos, la prevalencia de la diabetes ha aumentado de formas considerable en los países de ingresos bajos y medianos. En el año 2012 derivado de la diabetes hubo 1.5 millones de muertes, mientras que un deficiente control metabólico causo otros 2,2 millones de muertes.

De acuerdo con la *International Diabetes Federation* (2015) las cifras de prevalencia de la diabetes en el año 2015 son impresionantes. Se aprecia que hoy por hoy en el mundo hay más de medio millón de niños menores de 14 años con DM1. Asimismo, se estima que hay 415 millones de adultos de edades entre 20-79 años con diabetes, y de esos 193 millones desconocen que tienen diabetes. Mientras que 318

millones de habitantes tienen tolerancia a la glucosa y tienen mayor predisposición a desarrollar la enfermedad.

A pesar de que la DM1 es menos común, sigue en gran aumento en torno al 3% cada año. Aproximadamente 86 000 niños desarrollan DM1 cada año y cuando no hay en el sector salud el suficiente abastecimiento de insulina, la esperanza de vida de la población infantil es muy corta. En ciertas partes del mundo, donde la DM1 es menos común, generalmente suelen confundirse los síntomas con otras enfermedades. Es importante que la glucosa en sangre sea medida cuando sea manifiesta uno o más síntomas de diabetes (International Diabetes Federation, 2015).

2.2 Unidades funcionales del cerebro

Luria (1974) concibió a los procesos mentales humanos como sistemas funcionales complejos. Estos sistemas funcionales no tienen una localización exacta, sino que tienen lugar en diferentes estructuras del cerebro, las cuales contribuyen a la organización del sistema funcional. Luria (1974) distinguió tres principales unidades funcionales del cerebro, y cada uno de ellos es de suma importancia para todo tipo de actividad mental.

A. Primera unidad funcional.

La primera unidad funcional es importante para regular el tono cortical y mantener el estado de vigilia. En otras palabras, cumple un papel importante para el correcto funcionamiento de los procesos mentales ya que imposible la regulación de dichos procesos durante el sueño y la actividad mental dirigida. Cualquier actividad dirigida hacia una meta necesita el mantenimiento de un nivel óptimo de tono cortical. Durante el sueño el tono cortical disminuye, por lo que es esencial mantener un nivel óptimo del tono cortical para el correcto curso de la actividad mental.

Existe una formación nerviosa localizada en el tallo cerebral, y realiza la función de regular el estado del córtex cerebral, modificando su tono y conservando su estado de vigilia. Esta formación posee una red neuronal donde los cuerpos de las células nerviosas se intercalan, es decir, se encuentran relacionadas entre sí. La excitación se

amplía sobre la red de esta estructura, la cual se conoce como formación reticular, y la cual es gradual, es decir, modificando su nivel lentamente, cambiando así el estado del sistema nervioso.

La formación reticular tiene dos secciones:

Sistema reticular ascendente: son fibras que suben para terminar en estructuras nerviosas superiores, tales como el tálamo, núcleo caudado, archicórtex y estructuras del neocórtex. Este sistema cumple un rol importante en la activación del córtex y en el regulamiento del estado de su actividad.

Sistema reticular descendente: estas van en dirección contraria al sistema reticular ascendente, empiezan en estructuras nerviosas superiores del neocórtex, archicórtex, núcleo caudado y núcleos talámicos y parten hacia estructuras inferiores en el mesencéfalo, hipotálamo y tallo cerebral. Su función más importante es que subordinan estas estructuras inferiores al control de programas que aparecen en el córtex y que solicitan el cambio y modulación del estado de vigilia para su ejecución.

B. Segunda unidad funcional.

La función principal es la recepción, análisis y almacenamiento de la información, dicha unidad se encuentra en las regiones laterales del neocórtex en las divisiones posteriores de los hemisferios cerebrales, incluyendo las regiones parietales (sensorial general), temporal (auditivo) y occipital (visual). Su estructura consiste en neuronas separadas, que se localizan en las partes del córtex recibiendo impulsos moderados y así mismo reenviándolos a otros grupos de neuronas.

Esta unidad funcional del cerebro consiste en secciones que son de modalidad específica, es decir, que es apropiada para la recepción de información visual, auditiva, vestibular o sensorial general. Asimismo, incorpora los sistemas de recepción olfatoria y gustativa.

La organización de las estructuras que son parte de este sistema es jerárquica, pues se encuentra subdivida en:

Áreas primarias o de proyección: reside principalmente en neuronas de la cuarta capa aferente. Estas áreas reciben la información proveniente de los sistemas sensoriales y se caracterizan por ser de modalidad específica. Es decir, las neuronas de los sistemas visuales responden exclusivamente a los estímulos visuales.

Áreas secundarias (proyección-asociación): se componen de neuronas de las capas II y III del córtex cerebral. Son las encargadas de codificar la información y de la conversión de las proyecciones somatotópicas en organización funcional.

Áreas terciarias (zonas de solapamiento): se compone de células de las capas asociativas II y III del córtex. Estas áreas se localizan en los límites del córtex occipital, temporal, postcentral y mayormente en la región parietal inferior. A diferencia de las regiones primarias y secundarias, estas regiones se caracterizan por ser supramodales, es decir, se encarga de la unificación de los procesos perceptivos de las distintas modalidades sensoriales y la producción de esquemas simbólicos que son base para el conocimiento.

C. Tercera unidad funcional.

El tercer bloque funcional se encarga de programar, regular y verificar la actividad mental. El ser humano establece propósitos, hace planes y programa sus acciones, de la misma manera examina el cumplimiento y modifica su conducta conforme a estos planes y programas ya establecidos, posteriormente comprueba su actividad consciente, contrastando los efectos de sus acciones con las intenciones originales, corrigiendo los errores cometidos.

Las estructuras de la tercera unidad funcional están localizadas en las regiones anteriores de los hemisferios, antepuestas al giro precentral. Esta unidad tiene una organización similar a la segunda unidad, ya que tiene una región primaria o de proyección, la secundaria o de asociación y la terciaria de integración.

El canal de salida para los impulsos motores de esta unidad corresponde al córtex motor (área 4 de Brodmann) cuya capa V tiene las células piramidales gigantes de Betz. Esta área cortical es de proyección, es decir, sus partes superiores son el origen de las fibras que conducen a las extremidades inferiores. La zona secundaria contiene las áreas premotoras de la región frontal.

La parte más importante de la tercera unidad funcional, son las divisiones prefrontales del cerebro, las cuales son conocidas como córtex frontal granular, perteneciente a la zona terciaria, la cual cumplen un papel importante en la creación de intenciones y programas y en la regulación de los estados de actividad base de la conducta humana.

2.3 La Atención

2.3.1 Definición de la atención

A lo largo del tiempo, la atención ha sido uno de los temas que más ha generado interés en el ámbito de la psicología. El concepto de atención adquiere más de un significado dependiendo el contexto donde se emplea, así como la forma en que la describe cada autor, los modelos que se han planteado y los múltiples componentes en que se divide. Es cierto que la atención desempeña un papel importante en la vida diaria, desde atender ante un estímulo, concentrarse en una actividad o tarea, orientar nuestros sentidos (ya sea el movimiento de una parte del cuerpo) hacia una localización o un objetivo en particular.

Las siguientes definiciones de la atención son elaboradas por diversos autores; el primero de ellos en hablar sobre la atención fue William James en 1890 abordando por primera vez el tema sobre la definición de la atención.

James (1890) afirmaba sobre la atención que:

Todo el mundo sabe lo que es la atención. Es tomar posesión de la mente, de una forma clara y vivida, de uno de los que parecen ser diferentes objetos o líneas de pensamiento que suceden de forma simultánea. Su esencia son la

localización y la concentración de la conciencia. Implica dejar de lado algunas cosas para tratar de forma efectiva otras. (p. 403-404)

De acuerdo a Luria (1979) la atención “es un proceso selectivo de la información necesaria, la consolidación de los programas de acción elegibles y el mantenimiento de un control permanente sobre el curso de los mismos” (p.7). Asimismo, este autor, plantea dos tipos de atención: la voluntaria y la involuntaria.

- a) La atención involuntaria es producida por un estímulo intenso, nuevo o relevante para el sujeto y equivale al reflejo de orientación.
- b) En cambio, la atención voluntaria consiste en la selección de unos estímulos independientemente de otros, implica concentración y control, y está relacionada con la voluntad, responde a un plan y es exclusiva del hombre.

Según García (1997) la atención es el mecanismo comprometido claramente en la puesta en marcha de los procesos de selección, distribución y sostén de la función psicológica. Los procesos que participan en la atención pueden ser de tres tipos:

- a) Los procesos selectivos, que entran en funcionamiento al darse únicamente una respuesta a un estímulo o actividad, cuando hay otros estímulos externos presentes.
- b) Los procesos de distribución, se ponen en movimiento cuando el entorno obliga contemplar diversas cosas al mismo tiempo, o centrarse en algo.
- c) Los procesos de mantenimiento o sostenimiento de la atención, se originan cuando se debe concentrarse en una actividad durante un tiempo más extenso.

Para Portellano (2015) la atención es un sistema que favorece el procesamiento de la información, eligiendo los estímulos adecuados para llevar a cabo cierta actividad sensorial, cognitiva o motora. Por lo tanto, la atención consiste en dirigir el interés hacia un determinado estímulo, filtrando y eliminando la información no relevante. El sistema

nervioso es el órgano receptor de una gran cantidad de estímulos, tanto del organismo, como los que provienen del medio. El cerebro cuenta con una capacidad muy limitada para el procesamiento de la información, por lo que se origina un desfase negativo entre los estímulos que acceden y lo que recibe. Para eso es importante la existencia de un sistema que permita priorizar, seleccionar los estímulos, filtrando aquellos que son importantes y eliminando los innecesarios. De esta forma se puede aseverar que la atención es una función de suma importancia para la vida, puesto que, si no existiera un sistema de recepción y selección de estímulos no habría manera de actuar a las demandas del medio.

Para Rodríguez, Toledo, Díaz & Viñas (2006) la atención es una función por la cual un estímulo u elemento se posiciona en el foco de la conciencia, diferenciándose con exactitud de los demás, por desplazamiento, disminución o inhibición de estímulos que carecen de importancia.

La atención habitualmente se describe como una extensa variedad de habilidades, procesos y estados cognitivos, y su funcionamiento tiene gran importancia en todos los sentidos de la vida diaria. La atención se define como un sistema de procesos cognitivos que permite enfocarse hacia un estímulo o actividad ante la presencia de diferentes distractores (Sohlberg y Mateer, 2010, citado por Sears, 2013). La presente investigación manejará la conceptualización de la atención realizada por Sohlberg y Mateer (2001), quienes a partir de la experiencia clínica, desarrollaron su modelo de la atención, el cual se puede dividir en atención centrada, sostenida, selectiva, alternada y dividida. Esta organización de la atención es eficaz para comprender como están organizados los procesos atencionales.

2.3.2 Modelos clínicos y neurocognitivos de la atención

A lo largo de las investigaciones realizadas por diferentes autores sobresalen diversos modelos o teorías de la atención los cuales buscan definir cómo se lleva a cabo el proceso atencional.

En vista de que se ha dado a conocer el objeto de estudio, en este apartado se revisarán las contribuciones de los principales modelos clínicos y neurocognitivos de la atención, que han tenido un mayor alcance en la neuropsicología. Dichos modelos provienen de diversas fuentes, algunas de ellas clínicas, otras experimentales, o psicométricas. Sin embargo, el tema no está unificado, es por eso que el paciente tendrá un diagnóstico de su funcionamiento atencional dependiendo el modelo que establezca el neuropsicólogo que evalué al paciente (Fernández, 2014).

En los siguientes párrafos se describe el modelo de Posner & Petersen (1990), quien plantean la existencia de tres redes atencionales (orientación, vigilancia y ejecutiva), así como el modelo de Sohlberg y Mateer (2001), quienes dividen la atención en cinco componentes (atención focalizada, sostenida, selectiva, alterna y dividida), los cuales se han cimentado a partir de estudios en personas sanas y en pacientes con lesiones cerebrales.

Modelo de las tres redes atencionales de Posner y Petersen

Según Posner y Petersen (1990) el conocimiento sobre la anatomía de la atención es incompleto, ya que se puede identificar algunos principios de organización que permiten que la atención funcione como un sistema unificado para el control del procesamiento mental. De esta manera, el sistema de atención del cerebro está separado anatómicamente y funcionalmente, sin embargo, a pesar de su independencia estas tres redes se relacionan.

El estudio de estas tres redes permitirá revisar lo que actualmente se conoce acerca de los sistemas atencionales del cerebro humano.

a) Red atencional posterior o red de orientación (localización visual)

En un primer plano se encuentra la red de orientación, también conocida como red posterior, la cual se encarga de la selección de información sensorial y sostiene la atención visoespacial. Esta red se encarga de orientar la atención hacia un estímulo significativo. Es decir, esta red de atención se concentra en la capacidad para dar

preferencia a la información sensorial, por medio de la elección de una modalidad o ubicación (Petersen & Posner, 2012).

Para la evaluación práctica de esta red, se utilizan tareas tales como: la búsqueda de cierto estímulo en un contexto con distractores, o con la señalización de una posterior localización espacial a la cual deberá atender, o bien mostrar una señal en la ubicación donde se encuentra previamente un estímulo (Posner & Petersen, 1990).

Las áreas del cerebro que se relacionan con esta actividad son: el lóbulo parietal posterior, el núcleo pulvinar lateral del tálamo postereolateral y el colículo superior. Se ha demostrado que estas partes del cerebro presentan una mayor tasa de descarga cuando un mono atiende la ubicación del estímulo en comparación cuando atiende otras ubicaciones. De igual modo, se han podido observar efectos semejantes en la corteza parietal en humanos (Posner, Petersen, Fox, & Raichle, 1988). Asimismo, se ha observado que los pacientes con deterioro progresivo en el colículo superior o áreas próximas presentan alteraciones en la capacidad para cambiar la atención. Así mismo los pacientes con lesiones del tálamo presentan problemas en la orientación encubierta, es decir la capacidad de atender a otro campo visual, pero sin realizar movimientos oculares. Es así que las lesiones talámicas involucran problemas en la orientación encubierta, provocando que la respuesta sea totalmente selectiva (Posner & Petersen, 1990).

De acuerdo a Petersen, Robinson & Morris (1987) alteraron el rendimiento atencional realizando inyecciones químicas a monos, de tal modo que estos se comportaban como si tuvieran conflictos para dirigir la atención al campo visual contralateral.

Estos descubrimientos, plantean dos hechos importantes, en primer plano se identifican las áreas anatómicas que realizan tareas cognitivas específicas tales como selección de la información sensorial y atención visoespacial. En segundo lugar, se realiza una hipótesis sobre los circuitos que están comprometidos en los cambios de

la atención visual encubierta hacia las ubicaciones espaciales (Posner & Petersen, 1990).

La anatomía general del sistema de atención se encuentra en la vía visual dorsal donde se encuentra su área de proyección cortical primaria en V1 y se amplía hacia el lóbulo parietal. Se cree que el sistema de atención posterior opera sobre la vía ventral durante las tareas que requieren un procesamiento detallado de los objetos (por ejemplo, durante las tareas de búsqueda visual que se analizan en la siguiente sección). Un hecho relevante en el estudio de la atención es percibir como la atención de alguna manera podría influir en las operaciones de los demás sistemas cognitivos, tales como aquellas que estén involucradas en el reconocimiento de patrones visuales. Se considera que el sistema de reconocimiento de patrones visuales, está implicada en una vía ventral que se extiende desde V1 hasta la corteza infratemporal. Anatómicamente hablando, estas dos áreas del cerebro se pueden coordinar a través del tálamo (pulvinar) o a través de otras vías. Prácticamente, la atención posiblemente se involucre en varios niveles de reconocimiento de patrones, desde el registro inicial de las características hasta el almacenamiento de nuevos patrones visuales, a partir del registro inicial de las características hasta el almacenamiento de nuevos patrones visuales (Posner & Petersen, 1990).

b) Red atencional de vigilancia/alerta

En segundo lugar, se encuentra la red de vigilancia también conocida como red de alerta, una función atencional de suma importancia, ya que se encargar de originar y mantener el estado de alerta de los individuos, puesto que debe permanecer en alerta ante la manifestación de un estímulo de alta prioridad. En este tiempo se originan cambios funcionales en el sistema atencional el cual prepara al cerebro para detectar de manera oportuna el objetivo. Anatómicamente hablando, el mecanismo atencional de vigilancia está conformado por neuronas noradrenérgicas localizadas en el locus coeruleus que proyectan especialmente hacia áreas del lóbulo frontal y parietal derecho (Castillo & Paternina, 2006).

Un enfoque que permite mejor estudiar la alerta es emplear una señal de advertencia antes de un evento objetivo para que se realice un cambio fásico en el estado de alerta. Esta señal de cambio implica sustituir la fase de reposo con una nueva fase que conlleva la capacidad para localizar y responder a una señal esperada. Si se necesita una respuesta apresurada para dicho objetivo, el tiempo de reacción progresa conforme a una advertencia. Esto no es gracias al almacenamiento de información exacta sobre el objetivo, que no cambia con la señal de aviso, pero dicha señal si modifica la velocidad de orientación de la atención, por lo que responde a la señal (Petersen & Posner, 2012).

De acuerdo a Posner & Petersen (1990) la mayor parte de las evidencias empírica de esta red, se encuentran la medición de los cambios en el flujo sanguíneo cerebral y los estudios metabólicos en tareas que implican vigilancia. A partir de ello, es posible asociar el dominio del hemisferio derecho con tareas del estado de alerta, ya que las lesiones de dicho hemisferio dificultan la capacidad de alertamiento.

El sistema de noradrenalina también conocida como norepinefrina, se localiza en el locus coeruleus y tiene un papel de suma importancia en el estado de alerta. La vigilancia involucra un subsistema de atención específico de modo que opera sobre el sistema de atención posterior el cual ayuda a la orientación visual y posiblemente influya en otros subsistemas atencionales. La activación de noradrenalina opera a través del sistema de atención posterior para incrementar la velocidad a la que se puede elegir información visual de prominente prioridad para un procesamiento posterior. Dicha elección más elevada habitualmente se lleva a cabo a pesar de información de menor calidad y produce una mayor tasa de error (Posner & Petersen, 1990).

Datos clínicos proponen, que las lesiones frontales derechas afectan la capacidad de los pacientes para conservar de manera voluntaria la atención, mientras que las lesiones parietales derechas repercuten en las funciones de alerta y orientación.

c) La red atencional anterior o ejecutiva

Por último, la red ejecutiva ejerce su papel en tareas de cambio, control inhibitorio, resolución de conflictos, detección de errores y localización de recursos atencionales. Colabora en la planificación, en el procesamiento de estímulos nuevos y en la realización de conductas nuevas. Los estudios de neuroimagen han manifestado la activación de una amplia red de áreas cerebrales entre las que sobresale el cíngulo anterior y el área motora suplementaria, el córtex orbitofrontal, el córtex prefrontal dorsolateral y algunas porciones de los ganglios basales y el tálamo.

Modelo de Sohlberg y Mateer

Sohlberg y Mateer (2001) describen un modelo clínico para la evaluación de la atención, y es el más utilizado dentro de la neuropsicología. Es un modelo jerárquico donde cada nivel requiere una adecuada ejecución, así mismo cada nivel implica un mayor esfuerzo que el anterior, esto se debe a su nivel de complejidad

Es así como ellos proponen seis componentes que se describen a continuación.

1. *Arousal*: Es la habilidad que permite mantenerse despiertos y estar alerta para poder responder al medio. Corresponde a la capacidad de seguir estímulos u órdenes. Por arousal se entiende el nivel general de activación de un organismo.
2. *Atención focal*: Es la capacidad de centrar la atención a un estímulo, los cuales pueden ser visuales, auditivos o táctiles.
3. *Atención sostenida*: Esta se refiere a la habilidad de sostener una respuesta conductual ante un estímulo de forma sólida por un lapso de tiempo determinado. Se divide en dos subcomponentes:
 - a) *Vigilancia*: cuando la tarea es de detección y de concentración, es decir el mantenimiento de la atención a lo largo del tiempo durante la actividad continua.

- b) Control mental o memoria operativa: es la capacidad de mantener y manipular información de manera activa en la mente, en éste se suministran tareas que involucren manipular información y tenerla presente.
4. *Atención selectiva*: Este nivel atencional se refiere a la capacidad de sostener una respuesta conductual ante una distracción, es decir la habilidad para elegir de entre varias opciones, la información sobresaliente que se debe procesar y al mismo tiempo inhibiendo la atención a ciertos estímulos, mientras se atiende a otros. Por lo tanto, integra la noción de libertad de la distracción.
5. *Atención alternante*: Este nivel de atención se refiere a la capacidad que permite cambiar el foco atencional y permite moverse entre otras tareas con requisitos cognitivos diferentes y así mismo controla qué información es procesada en cada momento. También implica los procesos de la memoria de trabajo.
6. *Atención dividida*: Este nivel implica la capacidad para responder simultáneamente a diversas tareas, es decir, realizar la selección de más de un estímulo a la vez o de más de un proceso o esquema de acción de manera simultánea, es así como este proceso permite dividir los medios atencionales en distintas actividades o requisitos de una misma tarea. Es posible que sea necesario cambiar de manera rápida ente tareas o la forma en como ejecuta automáticamente alguna de ellas.

De acuerdo a estas autoras, desde un punto de vista del rehabilitador, utilizará el modelo más adecuado dependiendo las características de la naturaleza de la alteración, y los componentes preservados de la atención.

De acuerdo a lo antes mencionado, el modelo Sohlberg y Mateer (2001) es el que apoya la presente investigación, ya que lejos de ofrecer una explicación del funcionamiento de los procesos atencionales, ha expuesto con claridad los aspectos fenomenológicos de los procesos atencionales. Este modelo se maneja de forma jerárquica y se sostiene de cada nivel de atención, esto implica un nivel de complejidad

más alto que el anterior y de la misma forma cada uno requiere el correcto funcionamiento del nivel anterior (Alisente et al., 2009).

2.3.3 Evaluación neuropsicológica de la atención.

Debido a la gran variedad de los procesos atencionales, y la existencia de problemas conceptuales y funcionales planteados en los apartados anteriores, una evaluación de la atención que se lleve a cabo con profundidad requiere del uso de distintos procedimientos de un marco teórico de referencia (Alisente et al., 2009). Para esto es necesario emplear pruebas estandarizadas que evalúen las tareas atencionales, así mismo que permitan evaluar los subprocesos de la atención

En este apartado se revisarán algunas de las principales pruebas psicométricas que permiten medir la atención, de la misma forma se mencionarán algunas pruebas de evaluación más específicos dirigidos a la evaluación de los subcomponentes de la función atencional a partir de su clasificación (ver Tabla 1).

Tabla 1
Pruebas que evalúan la atención.

Componentes	Pruebas de evaluación
Alerta	Escala de Glasgow (Graham Teasdale y Bryan Jennett, 1974)
Atención sostenida	Tareas de cancelación (como D2 Test de cancelación de letras o números) o Prueba Perceptiva y de Atención (E. Toulouse, H. Piéron) <i>Conners Continuous Performance Test (CPT-II)</i> Test de ejecución continua Conners II (C. Keith Conners, 1994) Escala Magallanes de Atención Visual (EMAV). Retención de Dígitos de la escala de inteligencia para niños (WISC III-IV; (Wechsler, 1997) Test Caras o de Percepción de Diferencias (L.L. Thurstone) El Test o Tarea de Atención sostenida en la Infancia (Children Sustained Attention Task /CSAT; M Servera y J. Llabrés). Test de Trazos (Trail Making Test "TMT") Batería Neuropsicología NEUROPSI Atención y Memoria
Atención selectiva	Test de ejecución continua Conners II (continuous performance test-CPT II) <i>Conners Continuous Performance Test (CPT-II)</i> Test de ejecución continua Conners II (C. Keith Conners, 1994) Test Caras o de Percepción de Diferencias (L.L. Thurstone)

	<p>Test de Stroop ((Stroop Color and Word Test), color y palabra (Golden, 1975)</p> <p>Retención de Dígitos de la escala de inteligencia para niños (WISC III-IV; (Wechsler, 1997)</p> <p>Cubos de Corsi</p> <p>Cubos de Knox (Knox Cube test; Stone y Wright,1980)</p> <p>Los test de tachado como:</p> <p>Búsqueda de Símbolos –Parte A– (WISC III-IV)</p> <p>Test de Atención Visual (NEPSY)</p> <p><i>Test de atención D2 (R. Brickenkamp, 1981)</i></p> <p>Test de Escucha Dicótica.</p> <p>Test de Símbolos y Dígitos (SDMT)</p> <p>Claves (WISCIII-IV)</p> <p>Casita de Animales (WPPSI)</p> <p>Test de los Cinco Dígitos (FDT)</p> <p>Batería Neuropsicología NEUROPSI Atención y Memoria</p>
Atención focalizada	<p>Escalas Magallanes de Atención Visual (EMAV).</p> <p>Test de span atencional (Span de dígitos; lezak,1995)</p> <p>Retención de Dígitos (WISC III-IV)</p> <p>Test de Stroop, puntuación color y puntuación palabra (Golden, 1994)</p> <p>Cubos de Corsi (Corsi, 1972)</p> <p>Cubos de Knox (Knox Cube test; Stone y Wright,1980)</p> <p>Los test de tachado como:</p> <p>Búsqueda de Símbolos –Parte A– (WISC III-IV)</p> <p>Test de Atención Visual (NEPSY)</p> <p>Test de Símbolos y Dígitos (SDMT)</p> <p>Claves (WISCIII-IV)</p> <p>Casita de Animales (WPPSI)</p> <p>Test de los Cinco Dígitos (FDT)</p>
Atención alternante	<p>Test de Trazos (Trail Making Test “TMT”)</p> <p>Test de Clasificación de Cartas de Wisconsin (R. K. Heaton, G. J. Chelune, J. L. Talley, G. G. Kay y G. Curtiss)</p>
Atención dividida	<p>Test Caras o de Percepción de Diferencias (L.L. Thurstone)</p> <p>Test de Doble Tachado (T-2-T) (René Zazzo)</p> <p>Búsqueda de Símbolos –Parte B– (WISC III-IV)</p> <p>Test de Trazos en Color (CCTT)</p> <p>CHIPASAT (Dyche y Johnson,1991)</p>

Fuente: elaboración propia

Evaluar las funciones cognitivas, en condiciones normales y patológicas, es lo que ha despertado el interés de contar con instrumentos de medición confiables y objetivos, ya que, en enfermedades neurológicas, psiquiátricas y de así como en

enfermedades sistémicas tales como la diabetes, hipertensión, trastornos renales, los primeros síntomas observables son las alteraciones en el funcionamiento mental, independientemente de la edad.

Dentro de los trastornos cognitivos que se presentan con mayor frecuencia, luego de una alteración del sistema nervioso central, se pueden encontrar problemas en la atención y la memoria, que también se han observado en niños, adultos y población geriátrica. Ambas funciones cognitivas son de suma importancia para la vida diaria de cualquier persona, y al mismo tiempo son necesarias para el correcto funcionamiento de otros procesos, es por eso que es de vital importancia contar con instrumentos para su correcta evaluación.

De acuerdo al objetivo antes planteado, el NEUROPSI Atención y Memoria de los autores (Ostrosky-Solis et al., 2012) se adapta mejor a lo que se pretende evaluar, debido a que es una prueba neuropsicológica que evalúa una amplia gama de funciones cognoscitivas, las cuales incluyen: orientación, atención selectiva, sostenida, control atencional, memoria de trabajo, memoria verbal y visual, etc. El NEUROPSI. Atención y Memoria cuenta con normas obtenidas en la población mexicana, considerando la edad y la escolaridad.

2.3.4 Disfunciones de la atención causado por la DM1.

El funcionamiento cognitivo en personas con DM1 puede verse comprometido por el efecto de la hiperglucemia crónica. En un estudio realizado por Wessels et al. (2007) evaluaron la relación entre la cognición y los volúmenes cerebrales de materia gris y blanca; dentro de los resultados obtenidos fue notable que los pacientes con DM1 con una complicación microvascular (retinopatía) mostraron una disminución del volumen de la materia blanca en comparación con los controles sanos. Esta reducción en la materia blanca se asoció con un bajo desempeño en la velocidad del procesamiento de la información, la atención y el funcionamiento ejecutivo. El almacenamiento temporal y la manipulación de nueva información podría requerir una rápida comunicación entre las distintas áreas del cerebro por medio de tractos de materia blanca, que podría estar comprometida por la diabetes. Esta manifestación

sugiere que las interrupciones en las conexiones de materia blanca subcortical pueden ser responsables de una lenta velocidad de procesamiento. También Filley (1998) indica que la ralentización cognitiva, las deficiencias en la velocidad del procesamiento de la información y la atención son las características principales de los trastornos clínicos que presentan anomalías en la sustancia blanca.

De acuerdo a los estudios de Ferguson et al. (2005) las anomalías estructurales cerebrales fueron más habituales en las personas que desarrollaron DM1 a edad temprana. Asimismo, los mayores volúmenes ventriculares laterales observados, son consistentes con la hipótesis de que tener un diagnóstico de DM1 de inicio temprano podría ser perjudicial para el desarrollo cerebral.

Sin embargo, existe la posibilidad de que los altos niveles de glucosa en sangre puedan impedir la mielinización y afectar la regulación de los neurotransmisores, un proceso que también podría tener un impacto negativo en los niños pequeños durante una etapa de desarrollo cerebral (Northam et al., 2001). El SNC depende del abastecimiento de glucosa para el correcto funcionamiento neuronal, sin embargo, presentar niveles anormales de glucosa en sangre podría provocar cambios en el correcto funcionamiento del SNC. Estudios en animales han demostrado que los altos niveles de glucosa pueden interrumpir el correcto desarrollo del SNC, al obstruir la formación de mielina y la regulación de los neurotransmisores. Dentro de su seguimiento a una cohorte de niños con DM1 (durante 12 años), por medio de resonancia magnética se encontraron diferencias en el SNC, los niños con DM1 representaba reducción del volumen de la materia gris en los lóbulos temporales y reducción de la materia blanca en los lóbulos frontal y temporal (Lin et al., 2010).

En otros estudios, tales como el de Northam et al. (2009) observaron en sujetos con DM1 una disminución de la materia gris en el tálamo, reducción del volumen de la materia gris en la corteza insular y las regiones frontal, precentral y una reducción en el volumen de la materia blanca en las áreas temporales mesiales.

El Tensor de Difusión es una aplicación de la resonancia magnética utilizada para caracterizar la arquitectura de la sustancia blanca, basada en las capacidades de

difusión de las moléculas de agua en el cerebro. Con esta técnica se establecen parámetros como la anisotropía y la difusividad, las cuales se encuentran alteradas en distintas patologías (enfermedades desmielinizantes, traumatismos, tumores, etc) que afectan principalmente la sustancia blanca. Dentro de los primeros estudios que utilizaron esta técnica para investigar si la DM1 afectaba la estructura de la materia blanca en una muestra grande de niños pequeños encontramos a los autores Barnea-Goraly et al. (2014). Dentro de los resultados obtenidos fue que los valores altos de glucosa en pacientes con DM1 se asocian a una posible lesión de la mielina inducida por hiperglucemia. La reducción de la difusividad axial se asoció con la duración de la DM1, lo que sugiere que una exposición más prolongada a la diabetes empeora la estructura de la sustancia blanca.

Otros estudio sugieren que la mielinización cerebral en los niños se ve afectada por los altos niveles glucosa en lugar de un efecto hipoglucémico acumulativo desde la edad del diagnóstico (Fox et al., 2018). Cuando es necesario describir las alteraciones de la atención, es de gran utilidad hacer énfasis en los modelos teóricos que se derivan de la investigación clínica. En este caso, se basa en el modelo de Sohlberg y Mateer (2013) que muestra una perspectiva funcional de la atención, inspirado en la observación directa de los déficits de los pacientes y de sus quejas subjetivas (Lubrini, Perriñez Morales, & Ríos-Lago, 2009).

2.4 La Memoria

2.4.1 Definición de memoria.

El inicio del estudio científico de la memoria se puede posicionar en el año de 1870, cuando el filósofo alemán Hermann Ebbinghaus comenzó a estudiarla de forma experimental (Ebbinghaus, 1885). Posteriormente, a partir de innumerables experimentos en los que se evaluaba así mismo aprendiendo sílabas sin sentido y sin asociaciones, le permitieron plantear la curva principal de aprendizaje (memorizar), así como la duración del mantenimiento de la información y el proceso de desaparición. Gracias a esto pudo reunir los resultados obtenidos en su obra *Über das gedächtnis*,

la cual fue publicada en 1885 y que puede estimarse la primera monografía que aludía sobre la memoria (Gluck, Mercado & Catherine E, 2009).

De acuerdo a Luria (1979) la memoria es la capacidad de grabar, almacenar y repetir las impresiones del conocimiento previo, esto permite a las personas recolectar conocimientos y permanecer con nuevas experiencias.

La memoria es la capacidad de almacenar información, codificarla y recuperar grandes cantidades de información, esto último de forma voluntaria e involuntaria, y gracias a esto permite al individuo adaptarse a su entorno (Ballesteros, 2010).

Para Rodríguez et al. (2006) la memoria es la capacidad que posee el cerebro para grabar acontecimientos nuevos y evocar los pasados, es decir de integrar, guardar y revivir nuestros recuerdos de una forma más precisa.

Según Portellano (2015) la memoria es la capacidad neurocognitiva que permite llevar los procesos de registro, recopilación, consolidación, conservación, almacenamiento, recobro y recuerdo de la información que ha sido archivada con anterioridad.

Marrón & Rodríguez (2009) definen la memoria como el medio por el cual se recopila, acumula y evoca una información específica o sobre un suceso preciso. Además, es el proceso psicológico que brinda la posibilidad de adquirir nuevos conocimientos.

De acuerdo a Marrón & Rodríguez (2009) son tres las fases del proceso de memoria:

- 1) *Codificación*: es la conversión de los estímulos sensoriales en distintos códigos de acopio, con la finalidad de almacenar la información entrante. Puede darse de forma consciente o inconsciente.

- 2) *Almacenamiento o consolidación*: es el producto de la preparación de la información que antes ha sido recopilada, con la finalidad de establecer un registro provisional o fijo de la información.
- 3) *Recuperación*: es el proceso que permite acceder al recuerdo verbal o procedimental de la información que ha sido almacenada con anterioridad.

2.4.2 Tipos de memoria.

Actualmente se han postulado varios modelos relacionados con la memoria, tanto estructurales como cognitivos; sin embargo, una distinción clásica en el estudio de la memoria es la de Shiffrin & Atkinson (1969), según estos autores, la memoria está constituida por tres almacenes: la memoria sensorial, la memoria a corto plazo y la memoria a largo plazo.

Memoria sensorial

El registro sensorial es un almacén de memoria de corta duración (milisegundos) que recolecta de manera temporal información proveniente de nuestros sentidos y posteriormente se transfiere al almacén de corto plazo (Shiffrin & Atkinson, 1969).

Memoria corto plazo (MCP)

Después que la información que proviene de los sentidos ha sido procesada a un nivel en las memorias sensoriales, poco antes de entrar en el sistema de memoria a largo plazo (MLP), esta información se transfiere al sistema de memoria a corto plazo (MCP); la cual se ha considerado como el sistema de memoria que ejerce la función predominante en el funcionamiento cognitivo. Antiguamente se referían a la MCP como un sistema que se emplea para la retener la información entrante a corto plazo, así también para el procesamiento activo de cualquier información que venga del sistema cognitivo (Ruíz, 1991).

Pero no fue hasta la década de 1960, cuando se empezó a utilizar el término de memoria a corto plazo para referirse a un sistema capaz de retener información proveniente del exterior, por un periodo de tiempo muy breve y bajo una dimensión particular, mientras ésta es transferida a un sistema permanente. La MCP se puede percibir cuando se mide en tiempos cortos de retención o almacenamiento (de 15 a 30 segundos) sin la participación de la MLP (Ruíz, 1991).

Al constituir una clasificación de tipos de memoria, se suele ubicar a la memoria de trabajo como una variación de la memoria a corto plazo, que a su vez se compone de otros elementos (López, 2011).

Memoria de trabajo

En 1974 Baddeley y Hitch utilizaron el término memoria de trabajo o memoria operativa para referirse a un sistema que permite retener y manipular por determinado tiempo la información mientras participa en tareas cognitivas como el aprendizaje, la recuperación, la comprensión y el razonamiento. Es por ello que, la memoria de trabajo puede concebirse como una actividad cognitiva que implica simultáneamente almacenamiento y manipulación mental de información.

El sistema de memoria operativa de Baddeley y Hitch consta de tres subsistemas de almacenamiento temporal: el ejecutivo central, el bucle articulatorio y la agenda visoespacial (Ruíz, 1991)

La *agenda visoespacial* cumple una función semejante a la del bucle articulatorio, ya que es el sistema encargado de conservar y procesar información visual y espacial. Es capaz de recibir información desde la percepción visual (vía registros sensoriales), así como la recuperación de información procedente del almacén a corto plazo en forma de imágenes. Baddeley y Lieberman en 1980 distinguieron entre codificación espacial y visual y confirmaron que la codificación espacial era más importante en una diversidad de tareas. Como resultado se obtuvo que la agenda visoespacial se apoya principalmente en la codificación espacial (Ruíz, 1991).

El *bucle articulatorio* o *bucle fonológico* es otro subsistema de la memoria de trabajo, y es el más desarrollado del modelo de Baddeley y Hitch. Éste se compone de un almacén fonológico que tiene la capacidad para conservar información basada en el lenguaje, y un proceso de control articulatorio basado en el habla interna. En los diversos estudios se hacen evidente que en primer lugar la MCP es un sistema basado en el lenguaje. Desde aquí se sugiere que el bucle articulatorio tiene un rol importante en el aprendizaje fonológico, una tarea fundamental para el aprendizaje de la lengua nativa (Ruíz, 1991).

En 1974, Baddeley y Hitch señalaron que el *ejecutivo central* es la “esencia del sistema de memoria operativa, ya que es un espacio de trabajo que puede dividirse entre las demandas de almacenamiento y las de procesamiento de control” (p.228). Este cumple tanto una función de control, así como una capacidad limitada que puede dedicarse al procesamiento y al almacenamiento a corto plazo de la información (Baddeley y Hitch, 1974, citado en Ruiz, 1991). En 1986, Baddeley publicó un libro denominado *Working memory*, en el que se explica cómo el ejecutivo central, a diferencia del bucle articulatorio y la agenda visoespacial, es considerado como un supervisor que conduce la atención y regula las actividades de los demás componentes (Ruiz, 1991).

Memoria largo plazo (MLP)

La MLP cuenta con una capacidad ilimitada, la cual no se pierde nunca; en otras palabras, se refiere a una memoria infinitamente compleja, la cual es capaz de almacenar toda la información acerca de uno mismo, del mundo y de lo que se conoce.

La MLP es un tipo de almacén o resguardo en donde se localiza toda la información que no se está utilizando, pero que es totalmente recuperable. También ha sido considerada como la base de datos en la cual se introduce la información y que a través del ejecutivo central de la memoria operativa es posible recuperar la información.

Es gracias a la MLP que es posible leer y escribir, entender lo que otros dicen y entablar conversaciones con las personas que los rodean, se puede conducir o caminar, recordar nuestro nombre y domicilio (Ruíz, 1991).

Larry Squire propuso en 1986 una taxonomía de la MLP, en la cual se dividen en dos grandes subsistemas: memoria declarativa (explícita) y la memoria procedimental (implícita) (Squire, 1986).

La *memoria declarativa* es explícita y accesible a la conciencia, contiene los acontecimientos, sucesos, actividades y rutas de la vida cotidiana. Puede ser expresivo, es decir, mostrarse en la mente de manera verbal o como una imagen (Squire, 1986). Está relacionada con el registro de sucesos, antecedentes o fenómenos, los cuales se acceden de manera consciente y son los llamados “saber qué”. Incluye tanto la memoria episódica (eventos específicos de tiempo y lugar) como la memoria semántica (sucesos e información general reunida a lo largo de las experiencias).

En 1985 Endel Tulving, propuso sistemas de memoria que trabajan de forma conjunta: la memoria procedimental, la memoria semántica y la episódica. Propuso que sólo la primera de ellas (procedimental) podría funcionar de forma aislada, siendo esta la manera más elemental y primitiva y que puede estar presente en los organismos más simples (Tulving, 1985).

De acuerdo a Tulving (1985), la *memoria semántica* es un almacén de información sobre los significados de las palabras y la relación que existe entre esos significados. Contiene un tipo de copia o representación del exterior, que no solo son conceptos si no que constituyen relaciones jerárquicas. La memoria semántica consiste en información almacenada sobre las características y atributos que definen conceptos y los procesos que permiten recuperar, actuar y producir de manera eficiente esta información al servicio del pensamiento y el lenguaje (Martin & Chao, 2001). Se identifica por la habilidad de representar de manera interna los estados del mundo que no son perceptibles. Permite al organismo construir representaciones de la realidad externa y pueden ser operables o manipulables (Tulving, 1985). La memoria

episódica permite adquirir y conservar conocimiento sobre sucesos vividos personalmente y su relación temporal. De acuerdo a Tulving, (1985) es un especie de habilidad para viajar en el tiempo.

De acuerdo a Squire, (1986), la *memoria procedimental* es implícita, y es accesible solo a través del ejercicio, a la habituación o al involucrarse en las habilidades u operaciones en la que el conocimiento se encuentra presente. Esta memoria comprende el conocimiento en un “*saber cómo hacer las cosas*”. De acuerdo a Tulving (1985) la memoria procedimental permite a los organismos reservar las conexiones asimiladas entre los estímulos y las respuestas, incluso aquellos más complejos y que necesita responder de forma adaptativa.

2.4.3 Evaluación neuropsicológica de la memoria.

El interés de evaluar la memoria en los niños surge cuando se piensa en la medida de la cantidad de trastornos que existen y afectan a la población joven, y en los cuales es evidente la presencia de la memoria (Soprano, 2003). Los hallazgos indican que la capacidad para almacenar y procesar cierta información durante períodos breves de tiempo puede tener un papel importante en las principales áreas de aprendizaje para la niñez en el inicio de la educación formal (López, 2013).

La evaluación de la memoria es de vital importancia, ya que permite comprender mejor el funcionamiento de los niños con parálisis cerebral, retraso mental, lesiones postencefalíticas, trastornos degenerativos y metabólicos, neoplasias y síndromes posradioterapia craneoencefálica, trastornos por déficit de atención con hiperactividad, trastornos de la alimentación, depresión, etc. (Soprano, 2003).

Es importante antes de la valoración neuropsicológica, realizar de manera profunda un examen de la historia clínica del paciente y revisar los datos de neuroimagen existentes, ya que probablemente ofrecerán información útil sobre el curso de la enfermedad, antecedentes del diagnóstico, evolución, agravamientos y tratamientos recibidos hasta la actualidad. Por otra parte, será primordial realizar una entrevista con el paciente y sus familiares, quienes podrán ofrecer datos valiosos sobre

las demandas y manifestaciones, así como la conciencia de la enfermedad (Marrón & Rodríguez, 2009)

El objetivo fundamental de la evaluación de la memoria es llevar a cabo un estudio y descripción del funcionamiento de cada uno de los sistemas de memoria, así como de la información que posee la persona afectada en relación a los déficits y la forma en cómo se interpone en su funcionamiento diario.

Baterías de memoria para niños: Las baterías de memoria para niños son herramientas que pretenden evaluar, de manera interna diversos aspectos de las funciones de la memoria y que por lo general utilizan las escalas de adultos como modelo. Las baterías más reconocidas son las siguientes (Soprano, 2003):

TOMAL fue desarrollada en 1994 por Reynolds y Bigler, es una batería estandarizada de la memoria consta de 14 pruebas divididas en dos escalas, la verbal y no verbal. Se aplica a sujetos en el rango de edad de los 5 a los 19 años. Provee cuatro índices principales: índice de memoria verbal, índice de memoria no verbal, índice de memoria compuesta, índice de recuerdo demorado y cinco índices complementarios tales como: recuerdo asociativo, de aprendizaje, recuerdo secuencial, recuerdo libre y atención/concentración (Soprano, 2003).

Test de memoria para niños: En comparación a las baterías, los test de memoria son pruebas estandarizadas que permite evaluar aspectos determinados de las funciones de la memoria (ver Tabla 2).

Existen otros instrumentos de valoración que permiten evaluar de manera específica algunos tipos o modalidades de la memoria (ver Tabla 2).

Tabla 2
Pruebas que evalúan la memoria.

Componentes	Pruebas de evaluación
Memoria de trabajo	Subprueba Dígitos (D) en orden inverso de la Escala de inteligencia de Weschler para niños (WISC-IV) (Wechsler, D., 2005)

	<p>Subprueba Letras y Números (LN) de la Escala de inteligencia de Weschler para niños (WISC-IV) (Wechsler, D., 2005)</p> <p>Subprueba Aritmética (A) de la Escala de inteligencia de Weschler para niños (WISC-IV) (Wechsler, D., 2005)</p> <p>Visoespacial: Cubos de Corsi en orden inverso (Corsi, 1972)</p>
Memoria Visual	<p>Memonum (Memonum Computerized Test) es una herramienta computarizada, que evalúa la MT Visual a partir de una tarea de retención de dígitos en progresión (Grupo de Neurociencias y Comportamiento UIS-IPB)</p> <p>Test de Copia y Reproducción de Memoria de Figuras geométricas Complejas de Rey (Rey, 1987).</p> <p><i>Recuerdo selectivo visual (TOMAL; C. Reynolds, E. Bigler, 1994)</i></p>
Memoria a corto plazo	Dígitos directos de la Escala de inteligencia de Weschler para niños (WISC-IV;2005)
Memoria a largo plazo	<p>Episódica: Test de retención visual de Benton (BVRT; Benton, 1988).</p> <p>Episódica: Test de Copia y Reproducción de Memoria de Figuras geométricas Complejas de Rey (Rey, 1987).</p> <p>Semántica: Test de denominación de Boston (Goodglass y Kaplan, 1986),</p>
Memoria procedimental	<p>Torre de Hanoi (Édouard Lucas, 1883)</p> <p>Torre de Londres (Shallice ,1982)</p>
Memoria verbal	<p>Auditory Verbal Learning Test (AVLT); Rey (1964) Schmidt (1996), Spreen y Strauss (1998).</p> <p>Memoria de historias –test de memoria y aprendizaje (TOMAL; C. Reynolds, E. Bigler,1994)</p>

Fuente: elaboración propia

2.4.4 Disfunciones de la memoria causadas por DM1.

Las alteraciones de memoria se muestran en una dificultad para recopilar información nueva o para evocar acontecimientos previamente ocurridos. Dentro de las alteraciones de la memoria se pueden encontrar las amnesias, las cuales se definen como una dificultad para recopilar y registrar información reciente, así también como para recordar eventos pasados. Algunas causas de las alteraciones de la memoria son orgánicas, producidas por un daño cerebral consecuencia de traumatismo craneoencefálico, enfermedades infecciosas, infartos cerebrales, hemorragias, anoxias, enfermedades degenerativas, tumores cerebrales o cualquier enfermedad que afecte al SNC como la DM1 (Alisente et al., 2009).

El hipocampo es una estructura del cerebro ubicado en el lóbulo temporal y es una parte importante del sistema límbico, el cual desempeña un papel primordial en la formación de la memoria. La diabetes tiene un impacto negativo en el hipocampo, ya que es una de las regiones más sensibles del cerebro a los trastornos metabólicos (Sadeghi, Hami, Razavi, Esfandiary, & Hejazi, 2016). Asimismo, la diabetes mellitus está asociada con alteraciones en la función cognitiva en humanos y animales. Los niveles anormales de glucosa en sangre tienen un efecto negativo en el aprendizaje y la memoria.

Bolo et al. (2011) mediante el uso de imágenes de resonancia magnética funcional, evaluaron cómo la diabetes afecta los procesos neuronales en condiciones de hipoglucemia cuando a los sujetos se les presentó tareas de memoria de trabajo. Los resultados obtenidos fue que los pacientes con DM1 muestran un patrón diferente de activación cerebral en respuesta a tareas de memoria de trabajo en relación al grupo control. Durante la hipoglucemia las áreas de activación fueron: el giro parahipocampal derecho y la amígdala, dos áreas que se activan en poblaciones con trastornos de la memoria.

Hershey et al. (2005) exponen que los múltiples episodios de hipoglucemia que comienzan en la DM1 de inicio temprano son dañinos para la función de la memoria espacial. Los niños pequeños son más vulnerables que los niños mayores a los efectos negativos de la hipoglucemia grave y/o convulsiones.

Musen et al. (2006) compararon la densidad de la materia gris en un grupo con DM1 y un grupo control sano. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que la hiperglucemia está asociada con niveles más bajos en la densidad de materia gris en áreas del cerebro que contribuyen a la memoria, como son el hipocampo y el giro parahipocampal.

CAPITULO III. MÉTODO

3.1 Enfoque, diseño y alcance de la investigación

El diseño de la presente investigación fue un estudio de una serie de casos comparados contra un grupo control, de corte cuantitativo y con un alcance correlacional. Los estudios de caso (Sampieri, Collado & Lucio, 2014) se definen como una investigación en la cual se analiza de manera profunda y de forma exhaustiva un caso o una serie de casos por medio de procesos cuantitativos para responder al planteamiento del problema, probar hipótesis y desarrollar teorías. La naturaleza de los datos tuvo un enfoque cuantitativo, se comparó el rendimiento obtenido en las pruebas neuropsicológicas de tres niños con DM1 contra tres niños sin DM1. De acuerdo a Sampieri et al. (2014), el enfoque cuantitativo pretende desarrollar y probar teorías, definir, explicar, demostrar y predecir los fenómenos. Este tipo de investigación ofrece medios para generalizar los resultados, ofrece la posibilidad de repetirlos y comparar estudios similares. El alcance de la investigación fue correlacional ya que tuvo como propósito comparar ambos grupos y permitió analizar el efecto de la diabetes sobre la atención y la memoria.

3.2 Muestra

La muestra del estudio estuvo conformada por tres niños con DM1 (JC, FO, JL) y tres niños sin DM1 (CO, SH, YG) con las mismas características sociodemográficas.

Los niños con DM1 se captaron a través de una clínica privada en la ciudad de México que reciben y atienden a niños con diagnóstico de DM1.

Los criterios de inclusión para la selección de niños con DM1 fueron los siguientes:

1. Tener entre 6 a 12 años.
2. Poseer diagnóstico médico confirmado de DM1 y clínicamente controlado.

Se excluyeron del estudio los casos que presentaban las siguientes características:

1. Presentar ningún tipo de complicación médica derivada de la diabetes como retinopatía o neuropatía.
2. Tener un diagnóstico de TDAH.
3. Padecer alteraciones neurológicas, deficiencia mental o física que pudieran interferir en la realización de las pruebas.

Los criterios de inclusión para el grupo control fueron los mismos que el grupo experimental, a excepción de la presencia de DM1. Asimismo, se excluyeron del estudio aquellos niños con diagnóstico de TDAH.

3.3 Técnicas o instrumentos de investigación

Para la recolección de datos se utilizó la batería neuropsicológica NEUROPSI Atención y Memoria (Ostrosky-Solis et al., 2012) para evaluar la atención y la memoria. Se eligió esta prueba debido a que es un instrumento de evaluación neuropsicológica objetivo y confiable, además que esta prueba ha sido desarrollada y estandarizada en población mexicana. Asimismo, la batería está constituida por 29 subpruebas con reactivos sencillos y cortos. Se incluyen pruebas con alta validez neuropsicológica, y se ha utilizado esta prueba para poder evaluar poblaciones de 6 a 85 años de edad y obtener un diagnóstico temprano y/o predictivo de alteraciones en estas funciones.

Para la aplicación del NEUROPSI Atención y Memoria son necesarios: la libreta de estímulos (láminas), protocolo de aplicación, hojas blancas, cronómetro y un lápiz. La aplicación se lleva de manera individual. El tiempo de administración en poblaciones sin alteraciones cognitivas es de 50 a 60 minutos, mientras que en población con trastornos cognitivos tiene una duración aproximada de 80 a 90 minutos.

Las áreas cognoscitivas que evalúa el presente instrumentos son:

- I. Orientación (nivel de consciencia y estado general de activación).
- II. Atención y concentración:
 - a. Deficiencias en el nivel de conciencia o estado de activación (entrevista).
 - b. Atención selectiva (pruebas de detección visual, retención de dígitos en progresión y cubos en progresión).

- c. Atención sostenida (detección de dígitos y series sucesivas).
 - d. Control atencional (fluidez verbal semántica y fonológica, fluidez no verbal, funciones motoras y la prueba de Stroop).
- III. Memoria (Codificación y evocación de material verbal [palabras aisladas, pares de palabras y párrafos] y de material visual [figura semicompleja, figura compleja de Rey Osterreith y caras], dígitos en regresión y cubos en regresión.
- a. Memoria sensorial
 - b. Memoria a corto plazo
 - c. Memoria a largo plazo
 - d. Memoria de trabajo

3.4 Procedimiento

Primera fase. Selección de los participantes: Se solicitó la participación voluntaria de niños con DM1 de una clínica privada ubicada de la ciudad de México y se les proporcionó información detallada de los propósitos y procedimientos del estudio, así mismo se les hizo entrega de la hoja de consentimiento informado a los padres y/o tutores legales de los niños (ver Anexo A).

Segunda fase. Entrevista con los padres y/o tutores legales de los niños: La evaluación se inició con una historia clínica, con la finalidad de obtener información básica de los participantes, sobre datos generales, observaciones médicas y neurológicas. Posteriormente se aplicó una entrevista semiestructurada para los padres y/o tutores legales de los niños con DM1, con el objetivo de conocer información médica sobre su diagnóstico de DM1 y sus antecedentes médicos.

Tercera fase. Evaluación de las funciones cognitivas: Se procedió a la administración de la batería neuropsicológica NEUROPSI Atención y Memoria, la cual se administró de acuerdo a las normas establecidas en el manual, la aplicación se llevó a cabo de manera individual, en una sesión de aproximadamente 80 minutos, dentro de las instalaciones de una clínica privada.

La calificación de cada subprueba se llevó acabo de acuerdo al protocolo de aplicación. Se calcularon las puntuaciones naturales en cada una de las áreas y posteriormente las puntuaciones normalizadas de atención, memoria y escala total. Así mismo se obtuvo el perfil general de ejecución de cada niño (ver Anexo B).

Cuarta fase. Análisis de datos: Después de obtener los resultados de las subpruebas aplicadas, se comparó el rendimiento obtenido entre ambos grupos (con DM1 y sin DM1) por medio de la *U de Mann-Whitney*. Este análisis se efectuó con el software estadístico SPSS versión 23. Posteriormente se comparó el desempeño individual de cada uno de los niños contra el par del grupo control mediante la prueba *t* modificada para comparar dos casos simples propuesta por *Crawford, Garthwaite & Wood* (2010).

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1 Estadísticos descriptivos

En la Tabla 3 se presentan las puntuaciones normalizadas obtenidas por ambos grupos en cada una de las subpruebas del NEUROPSI Atención y Memoria, así como los totales por subdominio.

Tabla 3
Puntuaciones normalizadas obtenidas en las subpruebas del NEUROPSI.

	Con DM1		Sin DM1	
	Media	Desviación Estándar (DT)	Media	Desviación Estándar (DT)
Orientación	22.00	10.00	24.67	6.42
Orientación en tiempo	7.67	5.8	8.67	4.04
Orientación en espacio	4.33	5.8	6.00	5.00
Orientación en persona	10.00	0.0	10.00	0.00
Atención y concentración	46.33	18.58	49.00	4.00
Retención de dígitos (progresión)	5.00	6.92	12.33	2.08
Cubos progresión	10.33	0.57	9.33	2.08
Detección visual (aciertos)	10.00	4.00	7.67	1.52
Detección de dígitos (total)	9.00	3.46	10.33	2.30
Series sucesivas	12.00	4.58	9.33	3.21
Funciones Ejecutivas	52.67	6.80	72.67	3.05
Formación de categorías	6.00	2.00	8.67	2.08
Fluidez verbal semántica	7.33	0.57	9.67	1.15
Fluidez verbal fonológica	5.33	3.51	13.00	3.60
Fluidez no verbal	4.33	2.30	9.33	1.52
Funciones motoras	10.00	1.73	13.00	1.00
Stroop (tiempo)	8.67	4.61	9.67	2.51
Stroop (aciertos)	11.00	0.00	9.33	4.72
Memoria de Trabajo	16.67	2.30	20.00	2.64
Retención de dígitos (regresión)	8.33	3.05	8.33	3.05
Cubos (regresión)	8.33	1.15	11.67	0.57
Memoria – Codificación	48.33	8.62	49.67	7.57
Curva de memoria	12.33	2.30	6.00	1.000
Pares asociados	9.33	5.50	9.67	2.517
Memoria lógica (codificación)	12.67	3.21	13.67	2.309
Figura semicompleja (codificación)	8.67	2.30	12.67	1.528
Caras	5.33	2.08	7.67	6.110
Memoria – Evocación	73.33	3.21	71.00	4.00

Memoria verbal espontánea	10.00	2.64	7.67	0.57
Memoria verbal claves	10.67	2.08	9.00	1.73
Memoria verbal reconocimiento	12.67	1.52	7.33	6.35
Pares Asociados	10.67	3.51	9.33	2.30
Memoria lógica (evocación)	12.33	3.51	14.00	2.00
Figura semicompleja (evocación)	6.67	6.02	10.67	2.88
Reconocimiento caras	10.33	2.51	13.00	0.0
Total - Atención y Funciones Ejecutivas	79.00	24.55	94.33	1.52
Total – Memoria	98.00	12.28	105.00	4.35
Total - Atención y Memoria	91.00	17.77	101.67	2.51

En la tabla 4 se presentan las puntuaciones totales normalizadas obtenidas por cada uno de los participantes en las áreas de atención, memoria y funciones ejecutivas.

Tabla 4

Puntuaciones normalizadas de los participantes del grupo control y grupo experimental.

Participante		Atención y funciones ejecutivas	Memoria	Total – Atención y memoria
Sin DM1	CO	93	107	102
	SH	96	100	99
	YG	94	108	104
	Media (DT)	94.3 (1.5)	105 (4.4)	101.7 (2.5)
Con DM1	JC	106	112	111
	FO	73	93	85
	JL	58	89	77
	Media (DT)	79 (24.6)	98 (12.3)	91 (17.8)

4.2 Análisis Estadístico Inferencial

La prueba *U de Mann-Whitney* arroja que no existen diferencias significativas entre el grupo con DM1 y el grupo de niños sin DM1 en la puntuación normalizada de los dominios Atención y funciones ejecutivas ($U= 3, p= 0.51$), Memoria ($U= 3, p= 0.51$), así como en el total de Atención y Memoria ($U= 3, p= 0.51$), no obstante, hubo

diferencias significativas entre el grupo experimental y el grupo control en las funciones ejecutivas ($U= 0$, $p= 0.05$) (Ver tabla 5).

Tabla 5

Medianas, valores de la U de Mann-Whitney y niveles de significación entre los participantes del grupo experimental y el grupo control

	Sin DM1	Con DM1	U	p
Orientación	22	22	4	0.82
Atención y concentración	49	41	3	0.51
Memoria de Trabajo	21	18	2	0.27
Memoria - Codificación	53	50	4	0.83
Memoria - Evocación	71	72	2.5	0.38
Funciones Ejecutivas	72	55	0	0.05
Total - Atención y Funciones Ejecutivas	94	73	3	0.51
Total - Memoria	107	93	3	0.51
Total - Atención y Memoria	102	85	3	0.51

Sin embargo, al comparar el desempeño de manera individual de cada uno de los niños con DM1 contra el par del grupo control, los resultados obtenidos mediante la prueba de *Crawford, Garthwaite & Wood (2010)*, se observa que existen diferencias en algunas de las puntuaciones normalizadas de la prueba NEUROPSI, las cuales se describen a continuación. Las puntuaciones obtenidas por JC en atención y funciones ejecutivas son significativamente mayores en comparación con CO del grupo control ($t = -6.12$, $p = 0.01$), no obstante, no hubo diferencias significativas en las puntuaciones obtenidas en las subpruebas de memoria ($t = -0.80$, $p = 0.25$). Al considerar la puntuación total de las subpruebas de atención y memoria, se encontraron diferencias significativas entre JC y CO ($t = -2.54$, $p = 0.06$).

Los puntajes obtenidos por FO en atención y funciones ejecutivas ($t = 10.84$, $p = 0.004$) son significativamente menores en comparación con SH del grupo control, sin embargo, no hubo diferencias significativas en las puntuaciones obtenidas en las subpruebas de memoria ($t = 1.12$, $p = 0.18$). Al tomar en cuenta la puntuación total de las subpruebas de atención y memoria, se encontraron diferencias significativas entre FO y SH ($t = 3.96$, $p = 0.02$).

Los resultados de JL en atención y funciones ejecutivas son significativamente menores en comparación con SH del grupo control ($t = 16.97, p = 0.001$), por lo tanto, no hubo diferencias significativas en las puntuaciones obtenidas en las subpruebas de memoria ($t = 3.05, p = 0.04$). Finalmente, en la puntuación total de atención y memoria se encontraron diferencias significativas entre JL y YG ($t = 7.63, p = 0.008$).

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Este estudio tuvo como objetivo general analizar si existe una relación entre el funcionamiento cognitivo y la DM1 en niños de 7 a 9 años. Se evaluó la atención y memoria mediante la batería NEUROPSI Atención y Memoria (Ostrosky-Solis et al., 2012), posteriormente se comparó el rendimiento obtenido entre los niños con DM1 contra niños sin DM1 empleando la prueba *U de Mann-Whitney* y se comparó el desempeño de manera individual mediante la prueba para comparar dos casos simples de *Crawford, Garthwaite & Wood* (2010).

Con base en los resultados de la prueba *Crawford, Garthwaite & Wood* (2010), se comprobó una de las hipótesis de investigación la cual predecía que los niños con DM1 presentan un menor rendimiento en pruebas neuropsicológicas que miden la atención en comparación con niños sin DM1 con características sociodemográficas similares. Los datos muestran que dos de las niñas que cursan con DM1, clínicamente controlada, presentan déficits en tareas de orientación, concentración, atención selectiva, atención sostenida y control atencional.

Estos resultados concuerdan con lo encontrado por Brands et al. (2005) quienes afirman que existe una correlación entre la disfunción cognitiva y la DM1. Dentro de sus resultados, los participantes con DM1 se caracterizan por un rendimiento menor en la atención sostenida y visual; en los estudios de Ferguson et al. (2005) también se encontraron alteraciones en la atención sostenida; Costacamps et al. (2015) notaron que el rendimiento de los niños con DM1 estuvo por debajo a lo esperado en tareas atencionales; en otros estudios Naguib et al. (2009) observaron un desempeño significativamente menor en la atención sostenida, asociado a los efectos adversos de la diabetes, e infiere que en ámbitos educativos esto influiría de manera negativa y los pondría en desventaja en relación a sus compañeros.

Otros autores relacionan la DM1, la edad de inicio y las hipoglucemias con un bajo rendimiento en pruebas neuropsicológicas: Northam et al. (2001) encontró que los niños con DM1 que fueron diagnosticados antes de los 4 años obtuvieron bajos resultados en procesos cognitivos tales como la atención; igualmente Rovet & Alvarez

(1997) notaron déficits atencionales en niños con DM1, principalmente en la atención sostenida, selectiva, inhibición, capacidad de enfoque, lo cual se asocia a la diabetes de inicio temprano y a las convulsiones como consecuencia de las hipoglucemias; en los estudios prospectivos de Lin et al. (2010) se observó que los jóvenes con DM1 presentaban un bajo rendimiento en la atención sostenida y dividida, lo cual se asocia a un diagnóstico de DM1 a edad temprana; en 1985, Ryan, Vega, & Drash encontraron que los jóvenes con DM1 que desarrollaron la enfermedad antes de los 5 años tenían un menor rendimiento en atención y rendimiento escolar; en este mismo sentido, Ryan (1988) afirma que los niños que están en el aula pueden tener largos períodos de falta de atención, esto debido a los cambios en los niveles de glucosa en sangre.

Los resultados obtenidos en este estudio concuerdan con lo antes mencionado por estos autores, ya que JL presentó un menor rendimiento en tareas atencionales lo cual se explica posiblemente por el diagnóstico a temprana edad de DM1 (a los 3 años) y a que ha presentado episodios de hipoglucemia recurrentes, en una ocasión acompañado de un pre-coma. Se sabe que la glucosa es de suma importancia para el correcto funcionamiento neuronal, por lo que los bajos niveles de glucosa podría provocar cambios en el funcionamiento del SNC (Lin et al., 2010). El cerebro es un órgano vital, particularmente en la infancia y la adolescencia, por lo que es importante el adecuado desarrollo de la sustancia blanca (mielinización) y de la materia gris (poda sináptica) (Giedd & Rapoport, 2010). De acuerdo a Filley (1998), los trastornos clínicos de la atención así como la ralentización cognitiva y las deficiencias en la velocidad del procesamiento, son producto de anomalías en la sustancia blanca. Estudios realizados en pacientes con DM1 ponen de manifiesto que el daño neuronal y de la sustancia blanca pueden afectar la transferencia de señales neuronales y, por lo tanto, la cognición (Barnea-Goraly et al., 2014).

Situación similar ocurre con FO quien a pesar de que recibió un diagnóstico de DM1 hace un año, también mostró un bajo desempeño en tareas atencionales respecto a su par del grupo control. Lo anterior coincide con los estudios realizados por Cato et al. (2014) quienes señalan que los déficits cognitivos pueden estar presentes en niños con DM1, a pesar de tener una duración relativamente corta de la

enfermedad. Estas afirmaciones son congruentes con lo antes mencionado por Ferguson et al. (2005) acerca de los niños con diagnóstico de DM1 quienes son más propensos a presentar menor rendimiento en pruebas cognitivas, independientemente del tiempo de duración de la enfermedad.

De acuerdo a lo antes mencionado por Ryan (1988), la edad al momento del diagnóstico es un factor predisponente para manifestar alteraciones cognitivas, sin embargo, esto no ocurre en la mayoría de los niños, lo cual significa que no todos los niños que poseen un diagnóstico temprano de DM1 manifiesten alteraciones cognitivas. Esto concuerda con los resultados obtenidos por JC quien obtuvo un diagnóstico antes de los 3 años y presentó diferencias significativamente mayores en relación a CO del grupo control.

En este mismo sentido, las alteraciones tempranas en el SNC derivadas de la cetoacidosis diabética o hipoglucemias severas, posiblemente podrían tener un impacto retardado en la cognición, es decir conforme al paso del tiempo (tiempo de evolución), el rendimiento cognitivo podría empeorar. Del mismo modo los niños con menos alteraciones en el SNC, pero con niveles glucémicos anormales podrían tener un efecto acumulativo a lo largo del tiempo o presentar un retraso en el inicio del déficit cognitivo (Cato et al., 2014). De esta forma se puede argumentar que la cetoacidosis, que se vio reflejada principalmente en el momento del diagnóstico de JC a los 2 años y medio, podría tener un impacto retrasado, progresivo y acumulativo de los déficits cognitivos, los cuales podrían hacerse más notables en niños mayores de edad como se revisó en la literatura sobre efectos tardíos. Así mismo otros autores (Northam et al., 2001; Northam et al., 2009; Perantie et al., 2011; Strudwick et al., 2005) observaron que los niños con DM1 recién diagnosticados tenían un rendimiento similares al grupo control, pero las alteraciones cognitivas comienzan a desarrollarse conforme al tiempo de evolución y a la exposición constante a hiperglucemias o hipoglucemias graves.

Tras comparar el desempeño de manera individual de cada uno de los niños del grupo experimental, se infiere que un bajo rendimiento en las tareas atencionales se deba a una falta de maduración de la red ejecutiva del modelo de Posner & Petersen (1990). Con base al modelo tres redes atencionales desarrollado por Posner &

Petersen (1990), la red anterior participa en la planificación, el procesamiento de estímulos nuevos, en la ejecución de nuevas conductas, en la inhibición y la selección de estímulos. Es importante enfatizar que este sistema de atención anterior participa de forma activa durante tareas que muestran alto grado de interferencia, como es el caso de la prueba de Stroop. Esta red atencional ejecutiva se apoya del giro cingulado y la corteza orbitofrontal encargadas del control inhibitorio para suprimir las interferencias y eliminar aquello que es irrelevante.

Asimismo, esta red se activa en situaciones que demandan un control ejecutivo, la resolución de conflictos y la detección de errores, y tiene un papel básico en la atención selectiva. De acuerdo a Sohlberg y Mateer (2001), la atención selectiva es la capacidad que permite mantener una respuesta ante la presencia de distractores, es decir, inhibir la presencia de ciertos estímulos, mientras se atiende a otros. Respecto a las bases neuroanatómicas, este tipo de atención se apoya de la corteza prefrontal dorsolateral encargada de la memoria a corto plazo o memoria de trabajo para la retención provisional de información, mantenimiento, monitorización, inhibición y alternancia (Ustárroz, Molina, Lago & Ardila, 2012).

Por otro lado, no se comprobó la hipótesis de trabajo que predecía que los niños con DM1 presentan un menor rendimiento en pruebas neuropsicológicas que mide la memoria en comparación con niños sin DM1. Los estudios que han encontrado alteraciones en la memoria en niños con DM1 la han asociado con episodios de hipoglucemia severa y convulsiones (Kaufman et al., 1999; Lin et al., 2010; Naguib et al., 2009; Rovet et al., 1987), mientras que otros autores que encontraron alteraciones en la memoria la asocian a la diabetes de inicio temprano (Ryan et al., 1985).

Este estudio pone de manifiesto que, respecto a la memoria, no existen diferencias significativas entre los niños con DM1 y los niños sin DM1. Esto concuerda con los datos observados por López Fernández et al., (2010) donde ponen de manifiesto que no existen alteraciones en la memoria en niños con DM1 que presentan un adecuado control metabólico, así como un período de evolución relativamente corto y ausencia de hipoglucemias graves. En otros estudios Brands et al., (2005) se pone

de manifiesto que el aprendizaje y la memoria se conservan; de la misma forma Cato et al.(2014) expresa que un grupo de niños con DM1 y niños sanos poseen el mismo rendimientos en pruebas de memoria y aprendizaje, en cambio observaron un efecto perjudicial de las hiperglucemias sobre el aprendizaje y la memoria; resultados similares obtuvieron Strudwick et al. (2005) donde no encontraron alteraciones en la memoria y sugieren que las hipoglucemias no afectan el funcionamiento cognitivo, pero las hiperglucemias tiene un efecto perjudicial sobre la función cognitiva; años más tarde (Ly et al., 2011) reexaminaron la función neurocognitiva de una cohorte de adultos jóvenes con DM1, pero tampoco encontraron alteraciones en la memoria.

Al tomar en cuenta las puntuaciones totales de memoria y atención se pudo observar que JC obtuvo un mayor rendimiento respecto a CO del grupo control, sin embargo, hubo diferencias significativamente menores en JL y FO. Estos resultados se relación con lo antes dicho por López Fernández et al., (2010) donde existe una cierta predisposición a un rendimiento cognitivo global disminuido, cuando se ha diagnosticado la enfermedad a edades tempranas. Así mismo otros autores (Lin et al., 2010; J. Rovet & Alvarez, 1997; Ryan et al., 1985) han mencionado la existencia de alteraciones cognitivas en diferentes dominios, atención, memoria, velocidad de procesamiento, funciones ejecutivas, memoria de trabajo, atención sostenida, atención dividida, aprendizaje, coeficiente intelectual verbal, habilidades visoespaciales y habilidades motoras, pero estas manifestaciones son más frecuentes en niños que presentaron un diagnóstico antes de los 5 años y que han presentado episodios severos de hipoglucemia; Ryan, (1988) menciona que una variable que aumenta en mayor medida la posibilidad de presentar alteraciones cognitivas es adquirir DM1 antes de los 5 años y la presencia de hipoglucemias. Lo anterior se relaciona con los resultados obtenidos por JL, quien presenta DM1 desde los 3 años y ha presentado episodios de hipoglucemias severas (pre-coma). Sin embargo, es posible que las diferencias significativas en la puntuación total de atención y memoria se deban más a un deficiente control de la atención, que de la memoria como han constatado otros estudios (López et al., 2010).

Se concluye finalmente que los niños con DM1 presentan un menor rendimiento en pruebas que evalúan la atención, mientras que el rendimiento en tareas de memoria

se mantiene en rangos normales. Estos resultados se deben en mayor medida a los efectos de la hipoglucemia sobre los procesos atencionales, y por otro lado la ausencia de déficit en otros procesos cognitivos tales como la memoria se deben a la ausencia de hipoglucemias graves y al adecuado control metabólico de la enfermedad.

Frente a estos resultados, cabe mencionar que obtener un diagnóstico durante infancia es un factor negativo que incrementa la posibilidad de presentar alteraciones en la atención; esto independientemente de la duración de la enfermedad. Estas dificultades sin duda impactan negativamente en el ámbito educativo, ya que los niños con DM1 están presentando déficits atencionales, lo que repercute en su escolarización y en su calidad de vida.

Recomendaciones

A partir de estos datos, se espera que se puedan realizar evaluaciones tempranas de los niños con DM1, con el fin de detectar precozmente alteraciones cognitivas que padecen específicamente esta población, a fin de llevar a cabo una prevención primaria eficaz, algo que hasta la fecha no es posible en pacientes con DM1.

Uno de los aspectos que resultarían de suma importancia en investigaciones futuras es realizar evaluaciones neuropsicológicas de forma exhaustiva y puntualizada de todas las funciones cognitivas, para que de esta forma se puedan detectar posibles alteraciones en los demás procesos cognitivos y establecer un plan de estimulación. La diabetes se ha convertido en un problema de salud más frecuente en esta población, resulta oportuno que las familiares y el profesional de la salud participen más allá del buen control metabólico de la enfermedad. Es importante darle un peso significativo a la esfera emocional, conductual y cognitiva; en relación a esto se establece una línea base que comprende las variables de cada niño con DM1 que podrían servir como fortalezas frente al tratamiento médico.

Propuesta

En este apartado se pretende proporcionar algunas pautas de actuación, ya que esta enfermedad representa dificultades para el niño que no sabe cómo controlarla,

por lo tanto, es importante que diversos profesionales tanto del área de la salud, como de la psicología y neuropsicólogos trabajen de manera conjunta y determinen un tratamiento terapéutico multimodal el cual comprenda los diferentes ambientes donde se desarrolla el niño, ya sea educativo, social, emocional o cognitivo. En este sentido se recomienda establecer un plan de atención e intervención el cual contemple recomendaciones y sugerencias para el trabajo e interacción en el aula, lo que ayudará a que los niños tengan un ambiente estructurado, con estrategias, recursos y actividades que faciliten mejor su atención.

- De acuerdo a las necesidades de estos niños la meta es apoyar el proceso enseñanza-aprendizaje, buscando estrategias que les permita fortalecer los conocimientos, solicitando el apoyo a padres de familia y organizando una serie de actividades que permitan lograr las competencias y aprendizajes esperados. Dichas actividades se establecerán a corto, mediano y largo plazo.
- Un aspecto importante es realizar evaluaciones psicopedagógicas para detectar las necesidades educativas de cada niño y llevarlas de manera continua para dar seguimiento del desempeño escolar.
- Regularizar académicamente en sesiones de tutoría en las áreas que requieran los alumnos con DM1.
- Fortalecimiento de la autoestima de los alumnos.
- Participación de toda la comunidad educativa.
- Concientización a los padres mediante talleres.

REFERENCIAS

- Ack, M., Miller, I., & Weil, W. B. (1961). Intelligence of children with diabetes mellitus. *Pediatrics*, 28, 764–770.
- Alatorre, C. P. fernandez, Castro, E. M., Hernández, I. D. E., Balderas, J. J., & Estévez, P. S. (2012). Hipoglucemia y muerte encefálica. *Revista Mexicana de Neurociencia*, 13(2), 104–108.
- Alisente, J. L. B., Izagirre, N. G., Rodríguez, B. G., Lubrini, G., Morales, J. A. P., Lago, M. R., ... Cardoso, A. Z. (2009). *Estimulación cognitiva y rehabilitación neuropsicológica*. (Marrón; Elena Muñoz, Ed.), *Estimulación cognitiva y rehabilitación neuropsicológica* (Vol. 1). Barcelona: Editorial UOC. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- American Diabetes Association. (2015). Cetoacidosis. Retrieved from <http://www.diabetes.org/diabetes-basics/symptoms/>
- Baeriswyl, K. (2007). *Salud mental, factores psicológicos y familiares en niños diabéticos tipo 1 entre los 8 y los 12 años que viven en la V región*. Universidad de Chile.
- Balcázar, P. N., Gurrola, G. M. P., & Moysén, A. C. (2012). *Diabetes y psicología de la salud*. México: Miguel Ángel Porrúa.
- Ballesteros, S. (2010). Memoria humana: investigación y teoría. *Psicothema*, 11(4), 705–723.
- Barnea-Goraly, N., Raman, M., Mazaika, P., Marzelli, M., Hershey, T., Weinzimer, S. A., ... Reiss, A. L. (2014). Alterations in white matter structure in young children with type 1 diabetes. *Diabetes Care*, 37(2), 332–340. <https://doi.org/10.2337/dc13-1388>
- Bolo, N. R., Musen, G., Jacobson, A. M., Weinger, K., McCartney, R. L., Flores, V., ... Simonson, D. C. (2011). Brain activation during working memory is altered in

- patients with type 1 diabetes during hypoglycemia. *Diabetes*, 60(12), 3256–3264. <https://doi.org/10.2337/db11-0506>
- Brands, A. M. A., Biessels, G. J., De Haan, E. H. F., Kappelle, L. J., & Kessels, R. P. C. (2005). The effects of type 1 diabetes on cognitive performance: A meta-analysis. *Diabetes Care*, 28(3), 726–735. <https://doi.org/10.2337/diacare.28.3.726>
- Cabrera, F. M. (2008). Diabetes Mellitus Tipo 2 . *Guía de Intervenciones En El Primer Nivel de Atención*, 25, 1–21.
- Castillo, A., & Paternina, A. (2006). Redes atencionales y sistema visual selectivo. *Universitas Psychologica*, 5(2), 305–325.
- Cato, M. A., Mauras, N., Ambrosino, J., Bondurant, A., Conrad, A. L., Kollman, C., ... Hershey, T. (2014). Cognitive Functioning in Young Children with Type 1 Diabetes. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 20(02), 238–247. <https://doi.org/10.1017/S1355617713001434>
- Costacamps, C. L. T., Velázquez, M. I. A., Casiano, K. D. M., & Torres, M. A. M. (2015). Aspectos cognitivos y psicosociales en menores con Diabetes Mellitus Tipo I en Puerto Rico : Un estudio de caso. *Salud y Conducta Humana*, 2(1), 34–48.
- Crawford, J. R., Garthwaite, P. H., & Wood, L. T. (2010). Inferential methods for comparing two single cases. *Cognitive Neuropsychology*, 27(5), 377–400. <https://doi.org/10.1080/02643294.2011.559158>
- Desrocher, M., & Rovet, J. (2004). Neurocognitive Correlates of Type 1 Diabetes Mellitus in Childhood. *Child Neuropsychology (Neuropsychology, Development and Cognition: Section C)*, 10(1), 36–52. <https://doi.org/10.1076/chin.10.1.36.26241>
- Ebbinghaus, H. (1885). Memory: A Contribution to Experimental Psychology (originally published 1885, translated 1913). *Annals of Neurosciences*, 20(4), 155–156. <https://doi.org/10.5214/ans.0972.7531.200408>

- Ferguson, S. C., Blane, A., Wardlaw, J., Frier, B. M., Perros, P., McCrimmon, R. J., & Deary, I. J. (2005). Influence of an Early-Onset Age of Type 1 Diabetes on Cerebral Structure and Cognitive Function. *Diabetes Care*, 28(6), 1431–1437. <https://doi.org/10.2337/diacare.28.6.1431>
- Fernández, A. L. (2014). Neuropsicología de la atención. Conceptos, alteraciones y evaluación. *Revista Argentina de Neuropsicología*, 25(December 2014), 1–28. Retrieved from <http://www.revneuropsi.com.ar>
- Filley, C. M. (1998). The behavioral neurology of white matter. *Neurology*, 1535–1540. <https://doi.org/10.1097/00127893-200303000-00006>
- Fox, L. A., Hershey, T., Mauras, N., Arbeláez, A. M., Tamborlane, W. V., Buckingham, B., ... Mazaika, P. (2018). Persistence of abnormalities in white matter in children with type 1 diabetes. *Diabetologia*, 61(7), 1538–1547. <https://doi.org/10.1007/s00125-018-4610-6>
- García, J. S. (1997). *Psicología de la atención*. Madrid España: Síntesis, S.A.
- Giedd, J. N., & Rapoport, J. L. (2010). Structural MRI of pediatric brain development: What have we learned and where are we going? *Neuron*, 67(5), 728–734. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2010.08.040>
- Gluck, M. A., Mercado, E., & Catherine E, M. (2009). Aprendizaje y memoria. Del cerebro al comportamiento (pp. 16–17). México: Mc Graw Hill.
- Hershey, T., Perantie, D. C., Warren, S. L., Zimmerman, E. C., Sadler, M., & White, N. H. (2005). Frequency and timing of severe hypoglycemia affects spatial memory in children with type 1 diabetes. *Diabetes Care*, 28(10), 2372–2377. <https://doi.org/10.2337/diacare.28.10.2372>
- International Diabetes Federation. (2015). Atlas de la diabetes de la FID. *International Diabetes Federation, Séptima Ed*, 136. <https://doi.org/2-930229-80-2>
- James, W. (1890). The principles of psychology, Vol I. *New York Holt*.

<https://doi.org/10.1037/10538-000>

- Kaufman, F. R., Epport, K., Engilman, R., & Halvorson, M. (1999). Neurocognitive functioning in children diagnosed with diabetes before age 10 years. *J Diabetes Complications*, 13(1), 31–38. [https://doi.org/S1056-8727\(98\)00029-4](https://doi.org/S1056-8727(98)00029-4) [pii]
- Kodl, C. T., & Seaquist, E. R. (2008). Cognitive dysfunction and diabetes mellitus. *Endocrine Reviews*, 29(4), 494–511. <https://doi.org/10.1210/er.2007-0034>
- Lin, A., Northam, E. A., Rankins, D., Werther, G. A., & Cameron, F. J. (2010). Neuropsychological profiles of young people with type 1 diabetes 12 yr after disease onset. *Pediatric Diabetes*, 11(4), 235–243. <https://doi.org/10.1111/j.1399-5448.2009.00588.x>
- López, M. (2011). Memoria de trabajo y aprendizaje: aportes de la neuropsicología. *Cuad. Neuropsicol*, 5, 25–47.
- López, M. (2013). Rendimiento académico: su relación con la memoria de trabajo. *Actualidades Investigativas En Educación*, 13, 19.
- López, M. L. F., Portellano, J. A. P., & Martínez, R. A. (2010). Evaluación neuropsicológica de la diabetes mellitus tipo 1 en la infancia. *Avances en Diabetología*, 26(05), 353–357. Retrieved from <http://www.elsevier.es/es-revista-avances-diabetologia-326-articulo-evaluacion-neuropsicologica-diabetes-mellitus-tipo-90000534>
- López Ramón, C., & Ávalos García, M. I. (2013). Diabetes mellitus hacia una perspectiva social. *Revista Cubana de Salud Pública*, 39(2), 331–345. Retrieved from http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662013000200013&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Lubrini, G., Periañez Morales, J. A., & Ríos-Lago, M. (2009). Estimulación cognitiva y rehabilitación neuropsicológica de la atención. In *Estimulación cognitiva y rehabilitación neuropsicológica* (p. 60). Barcelona: Editorial UOC. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

- Luria, A. R. (1974). *El cerebro en accion*. Barcelona: Fontanella.
- Luria, A. R. (1979). *Atencion y Memoria*. Barcelona: Fontanella.
- Ly, T. T., Anderson, M., McNamara, K. A., Davis, E. A., & Jones, T. W. (2011). Neurocognitive outcomes in young adults with early-onset type 1 diabetes: A prospective follow-up study. *Diabetes Care*, *34*(10), 2192–2197. <https://doi.org/10.2337/dc11-0697>
- Marrón, E. M., & Rodríguez, B. G. (2009). Estimulación cognitiva y rehabilitación neuropsicológica de la memoria. In *Estimulación cognitiva y rehabilitación neuropsicológica* (pp. 5–67). Barcelona: Editorial UOC.
- Martin, A., & Chao, L. L. (2001). Semantic memory and the brain: structure and processes. *Current Opinion in Neurobiology*, *11*(2), 194–201. [https://doi.org/S0959-4388\(00\)00196-3](https://doi.org/S0959-4388(00)00196-3) [pii]
- McCarthy, A. M., Lindgren, S., Mengeling, M. A., Tsalikian, E., & Engvall, J. C. (2002). Effects of Diabetes on Learning in Children. *Pediatrics*, *109*(1), e9–e9. <https://doi.org/10.1542/peds.109.1.e9>
- Muñoz, A. G., Degen, C., Schröder, J., & Toro, P. E. (2016). Diabetes mellitus y su asociación con deterioro cognitivo y demencia. *Revista Médica Clínica Las Condes*, *27*(2), 266–270. <https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2016.04.015>
- Musen, G., Lyoo, I. K., Sparks, C. R., Weinger, K., Hwang, J., Ryan, C. M., ... Jacobson, A. M. (2006). Effects of Type 1 Diabetes on Gray Matter Density as Measured by Voxel-Based Morphometry, *55*(February).
- Naguib, J. M., Kulinskaya, E., Lomax, C. L., & Garralda, M. E. (2009). Neuro-cognitive performance in children with type 1 diabetes - A meta-analysis. *Pediatric Psychology*, *34*(3), 271–282. <https://doi.org/10.1093/jpepsy/jsn074>
- Northam, E. A., Anderson, P. J., Jacobs, R., Hughes, M., Warne, G. L., & Werther, G. A. (2001). Neuropsychological profiles of children with type 1 diabetes 6 years after

disease onset. *Diabetes Care*, 24(9), 1541–1546.
<https://doi.org/10.2337/diacare.24.9.1541>

Northam, E. A., Rankins, D., Lin, A., Wellard, R. M., Pell, G. S., Finch, S. J., ... Cameron, F. J. (2009). Central nervous system function in youth disease onset. *Diabetes Care*, 32(3), 445–450. <https://doi.org/10.2337/dc08-1657>.

Organización Mundial de la Salud. (2016). *Informe mundial sobre la diabetes*. Organización Mundial de la Salud. Retrieved from <https://www.who.int/diabetes/global-report/es/>

Organización Mundial de la Salud. (2017). Diabetes. Retrieved from <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>

Ostrosky-Solis, F., Gomez, E., Matute, E., Rosselli, M., Ardila, A., & Pineda, D. (2012). Bateria Neuropsicológica NEUROPSI. Atención y Memoria (2nd ed.). México: El manual moderno.

Perantie, D. C., Koller, J. M., Weaver, P. M., Lugar, H. M., Black, K. J., White, N. H., & Hershey, T. (2011). Prospectively Determined Impact of Type 1 Diabetes on Brain Volume During Development. *Diabetes*, 60(11), 3006–3014. <https://doi.org/10.2337/db11-0589>

Petersen, S. E., & Posner, M. I. (2012). The Attention System of the Human Brain: 20 Years After. *Annual Review of Neuroscience*, 35, 73–89. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-062111-150525>

Petersen, S. E., Robinson, D. L., & Morris, J. D. (1987). Contributions of the pulvinar to visual spatial attention. *Neuropsychologia*, 25(1 PART 1), 97–105. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(87\)90046-7](https://doi.org/10.1016/0028-3932(87)90046-7)

Portellano, J. A. (2015). *Introducción a la neuropsicología* (Vol. 1). Madrid: McGraw Hill.

Posner, M. I., & Petersen, S. E. (1990). The attention system of the human brain.

Annual Review of Neuroscience, 13, 25–42.
<https://doi.org/10.1146/annurev.ne.13.030190.000325>

Posner, M. I., Petersen, S. E., Fox, P. T., & Raichle, M. E. (1988). Localization of cognitive operations in the human brain. *Science*, 240(4859), 1627–1631.
<https://doi.org/10.1126/science.3289116>

Rodríguez, R. R., Toledo, R., Díaz, P. M., & Viñas, M. M. (2006). Funciones cerebrales superiores : Semiología y clínica. *Revista de La Facultad de Medicina*, 7, 20–27.

Rovet, J., & Alvarez, M. (1997). Attentional functioning in children and adolescents with IDDM. *Diabetes Care*, 20(5), 803–810. <https://doi.org/10.2337/diacare.20.5.803>

Rovet, J. F., Ehrlich, R. M., & Hoppe, M. (1987). Intellectual Deficits Associated With. *Diabetes Care*, 10(4), 510–515.

Ryan, C. M. (1988). Neurobehavioral complications of type I diabetes: examination of possible risk factors. *Diabetes Care*, 11(1), 86–93.

Ryan, C., Vega, A., & Drash, A. (1985). Cognitive deficits in adolescents who developed diabetes early in life. *Pediatrics*, 75(5), 921–927.

Sadeghi, A., Hami, J., Razavi, S., Esfandiary, E., & Hejazi, Z. (2016). The effect of diabetes mellitus on apoptosis in hippocampus: Cellular and molecular aspects. *International Journal of Preventive Medicine*, 2016–March.
<https://doi.org/10.4103/2008-7802.178531>

Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill Education.

Sears, C. (2013). *Evaluation of Attention Process Training III in persons with traumatic brain injury*. University of Washington.

Segura, C., & Valvidia, C. (1995). *Estudio exploratorio-descriptivo-comparativo a través del Test de Rorschach de las características de personalidad en adolescentes*

diabéticosm insulino-dependientes. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Sociales, Santiago, Chile.

Shiffrin, R. M., & Atkinson, R. C. (1969). Storage and Retrieval Processes in Long-Term Memory 1. *Psychological Review*, 76(2), 179–193. <https://doi.org/10.1037/h0027277>

Sohlberg, M. M. y Mateer, C. A. (2001). *Cognitive rehabilitation. An Integrative Neuropsychological Approach*. *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). New York: Guilford Press.

Soprano, A. M. (2003). Técnicas para evaluar la memoria del niño. *Revista de Neurología*, 37(1), 35–43.

Squire, L. R. (1986). Mechanisms of memory. *Science*, 232(1983), 1612–1619.

Strudwick, S. K., Carne, C., Gardiner, J., Foster, J. K., Davis, E. A., & Jones, T. W. (2005). Cognitive Functioning in Children with Early Onset Type 1 Diabetes and Severe Hypoglycemia. *The Journal of Pediatrics*, 147(5), 680–685. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2005.06.010>

Tulving, E. (1985). How many memory systems are there? *American Psychologist*, 40(4), 385–398. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.40.4.385>

Turnes, A. L. (2007). *Introducción a la historia de la diabetes mellitus en la era pre-insulínica*. Montevideo Uruguay.

Ustárroz, J. T., Molina, A. G., Lago, M. R., & Ardila, A. A. (2012). *Neuropsicología de la corteza prefrontal y las funciones ejecutivas*. Barcelona: Viguera.

Viquez, M. V. V. (2011). Retinopatía Diabética. *Rev Costarr Salud Pública*, 20, 71–74.

Wessels, A. M., Rombouts, S. A. R. B., Remijnse, P. L., Boom, Y., Scheltens, P., Barkhof, F., ... Snoek, F. J. (2007). Cognitive performance in type 1 diabetes patients is associated with cerebral white matter volume. *Diabetologia*, 50(8),

1763–1769. <https://doi.org/10.1007/s00125-007-0714-0>



ANEXO A. CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PADRE/MADRE.

UNIVERSIDAD LATINA CAMPUS CUERNAVACA
CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PADRE / MADRE.

“EVALUACIÓN NEUROPSICOLÓGICA DE LA ATENCIÓN Y LA MEMORIA EN NIÑOS CON DIABETES MELLITUS TIPO 1”.

El objetivo de la investigación es evaluar la función cognitiva de niños con Diabetes Mellitus tipo 1, con el fin de conocer si existen alteraciones neuropsicológicas en la atención y la memoria, así mismo conocer el efecto de la Diabetes sobre la función cognitiva en niños. Solicito su autorización para que su hijo(a) participe voluntariamente en este estudio.

El estudio consiste en la aplicación de una prueba, la cual contiene 29 subpruebas con reactivos sencillos y cortos, tiene una duración aproximada de 60 minutos. El proceso será estrictamente confidencial y el nombre no será utilizado.

La participación es voluntaria. Usted y su hijo(a) tienen el derecho de retirar el consentimiento para la participación en cualquier momento.

Una vez que haya comprendido el estudio y si usted desea que su hijo(a) participe, favor de entonces firmar esta hoja de consentimiento.

AUTORIZACIÓN

Yo, _____ he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos. Voluntariamente doy consentimiento para que mi hijo(a) _____, participe en el estudio. Recibiré una copia firmada y fechada de esta forma de consentimiento.

Esta parte debe ser completada por el Investigador (o su representante):

He explicado al Sr(a). _____ la naturaleza y los propósitos de la investigación; le he explicado acerca de los riesgos y beneficios que implica su participación. He contestado a las preguntas en la medida de lo posible y he preguntado si tiene alguna duda. Acepto que he leído y conozco la normatividad correspondiente para realizar investigación con seres humanos y me apegó a ella. Una vez concluida la sesión de preguntas y respuestas, se procedió a firmar el presente documento.

Nombre y firma del participante _____

Fecha _____

Nombre y firma del investigador _____

Fecha _____

NEUROPSI ATENCIÓN Y MEMORIA

PERFIL GENERAL DE EJECUCIÓN

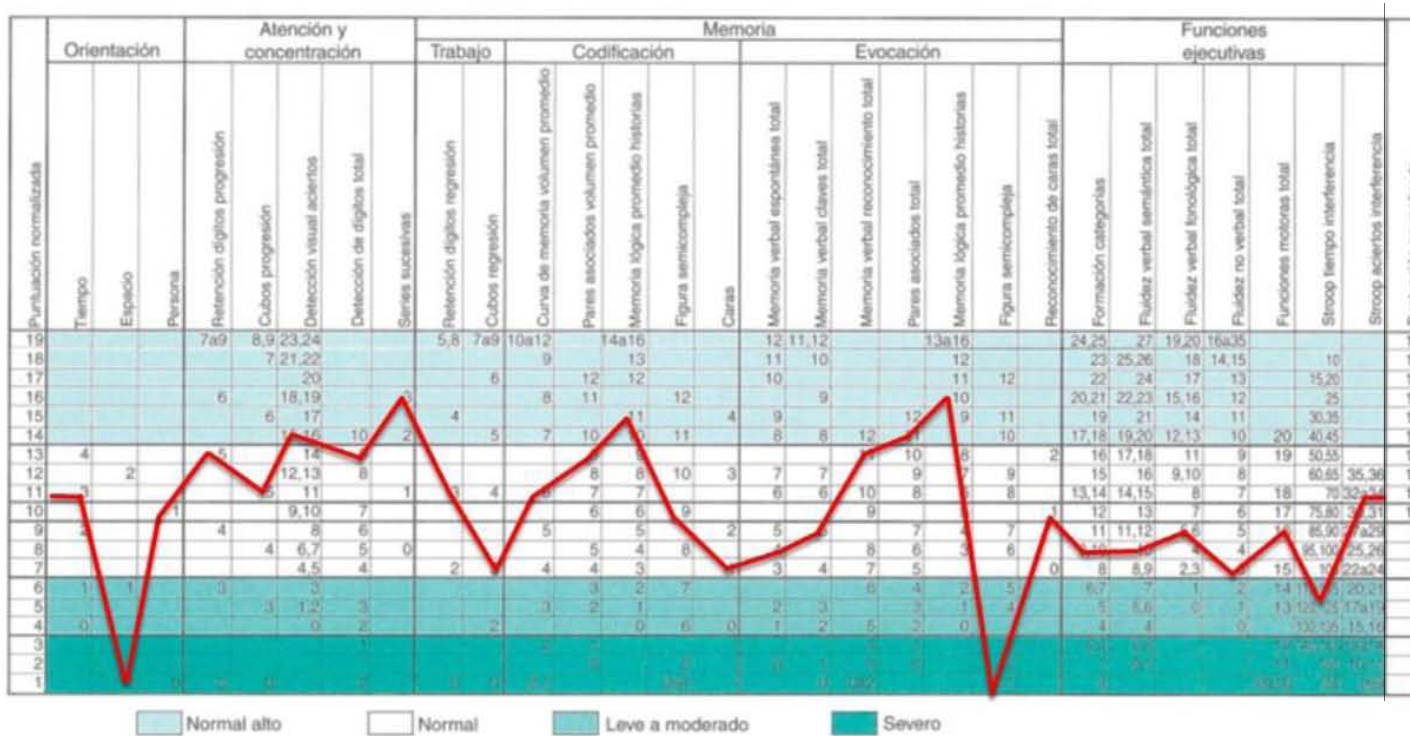
Dra. Feggy Ostrosky, Dra. Ma. Esther Gómez, Dra. Esmeralda Matute, Dra. Mónica Rosselli, Dr. Alfredo Ardila y Dr. David Pineda

Rango de edad: 6 - 7 años

Nombre: JC

Edad: 7 años

Género: M



Nota: Este perfil está impreso en verde. NO LO ACEPTE si no cumple ese requisito.

ANEXO B. PERFILES DE EJECUCIÓN
Perfil de ejecución de JC

Manual Moderno®
D.R. © 2012 por Editorial El Manual Moderno, S.A. de C.V.
Av. Science 206, Col. Hipódromo, 06100, México, D.F.
Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana, Reg. núm. 37

IMP
94-4.1



Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, almacenada en sistema alguno o transmitida por otro medio —electrónico, mecánico, fotocopiado, etcétera— sin permiso por escrito de la Editorial.

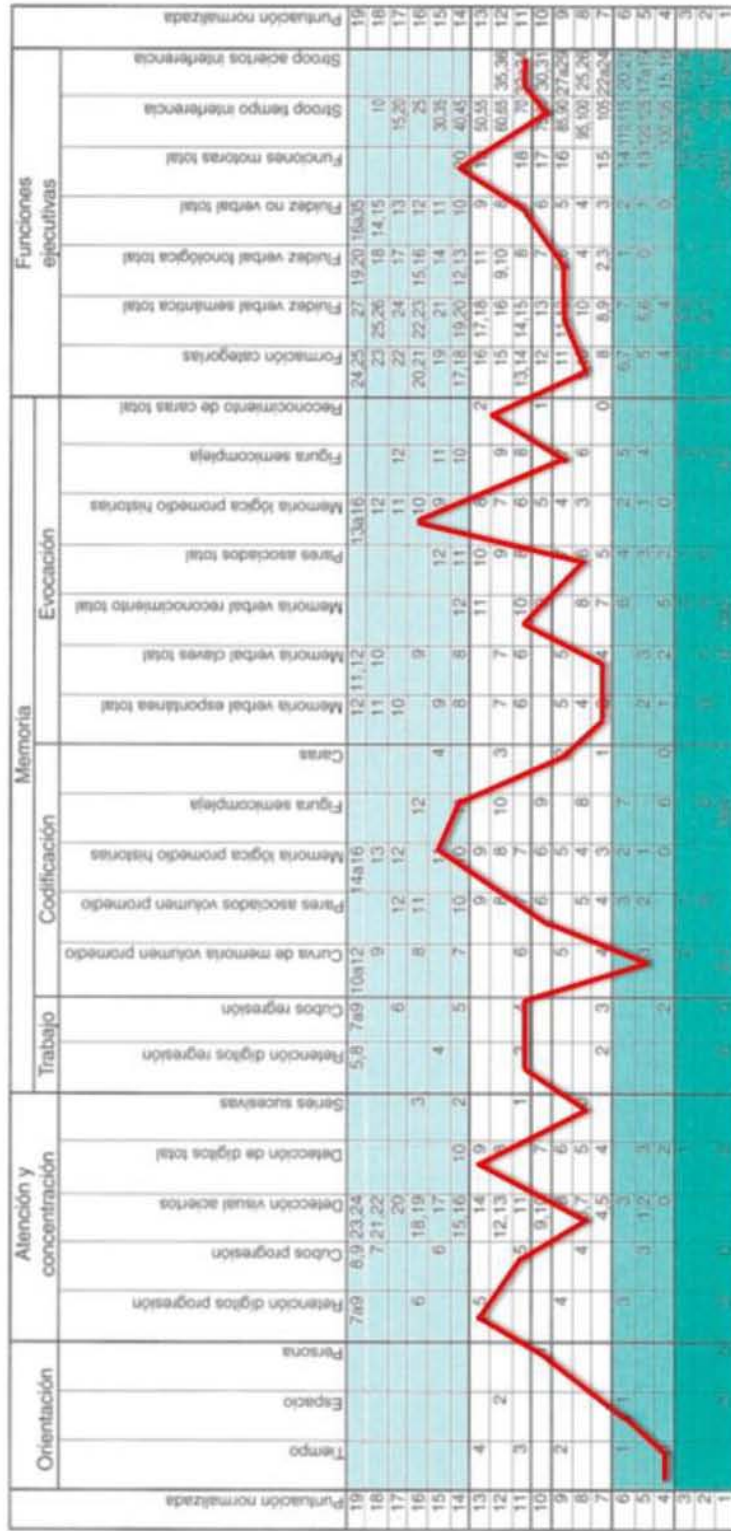
Perfil de ejecución de CO

NEUROPSI ATENCIÓN Y MEMORIA PERFIL GENERAL DE EJECUCIÓN

Dra. Feggy Ostrosky, Dra. Ma. Esther Gómez, Dra. Esmeralda Matute, Dra. Mónica Rosselli, Dr. Alfredo Ardila y Dr. David Pineda

Rango de edad: 6 - 7 años

Nombre: CO Edad: 7 años Género: M



Nota: Este perfil está impreso en verde. NO LO ACEPTE si no cumple ese requisito.

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, almacenada en sistema alguno o transmitida por otro medio —electrónico, mecánico, fotocopiado, etc.— sin permiso por escrito de la Editorial



ITP
94-4.1

manual moderno®
D.R. © 2012 por Editorial El Manual Moderno, S.A. de C.V.
Av. Sonora 206, Col. Hipódromo, 06100, México, D.F.
Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana. Reg. núm. 39

NEUROPSI ATENCIÓN Y MEMORIA

PERFIL GENERAL DE EJECUCIÓN

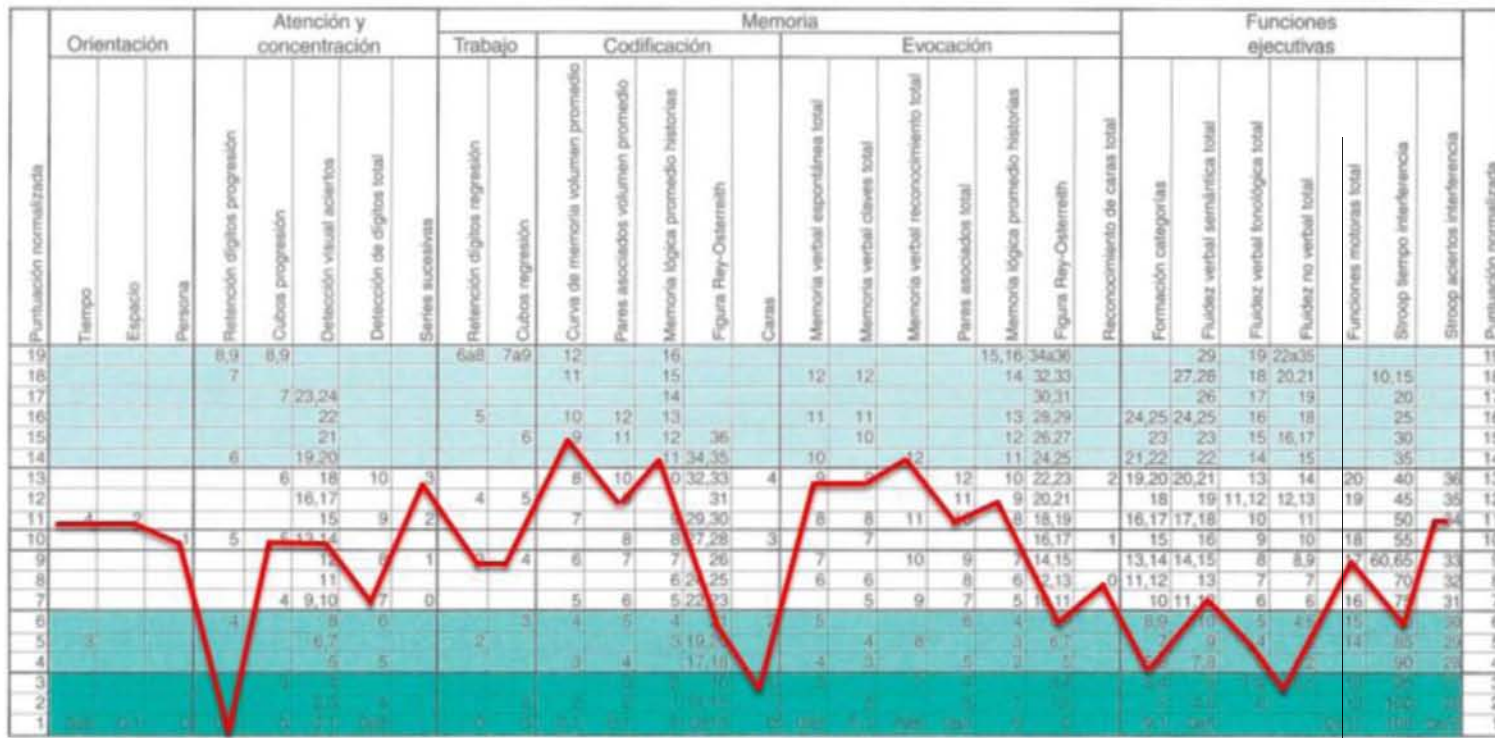
Dra. Feggy Ostrosky, Dra. Ma. Esther Gómez, Dra. Esmeralda Matute, Dra. Mónica Rosselli, Dr. Alfredo Ardila y Dr. David Pineda

Rango de edad: 8 - 9 años

Nombre: FO

Edad: 9 años

Género: F



Normal alto
 Normal
 Leve a moderado
 Severo

Nota: Este perfil está impreso en **verde**. NO LO ACEPTE si no cumple ese requisito.

Perfil de ejecución de FO

Manual Moderno
 D.R. © 2012 por Editorial El Manual Moderno, S.A. de C.V.
 Av. Sonora 256, Cda. Hipódromo, 06100, México, D.F.
 Miembros de la Cámara Nacional de la Industria
 Editorial Mexicana, Reg. núm. 39

94-4.2

4 489009 404020

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, almacenada en sistema alguno o transmitida por otro medio —electrónico, mecánico, fotocopiado, etcétera— sin permiso por escrito de la Editorial.

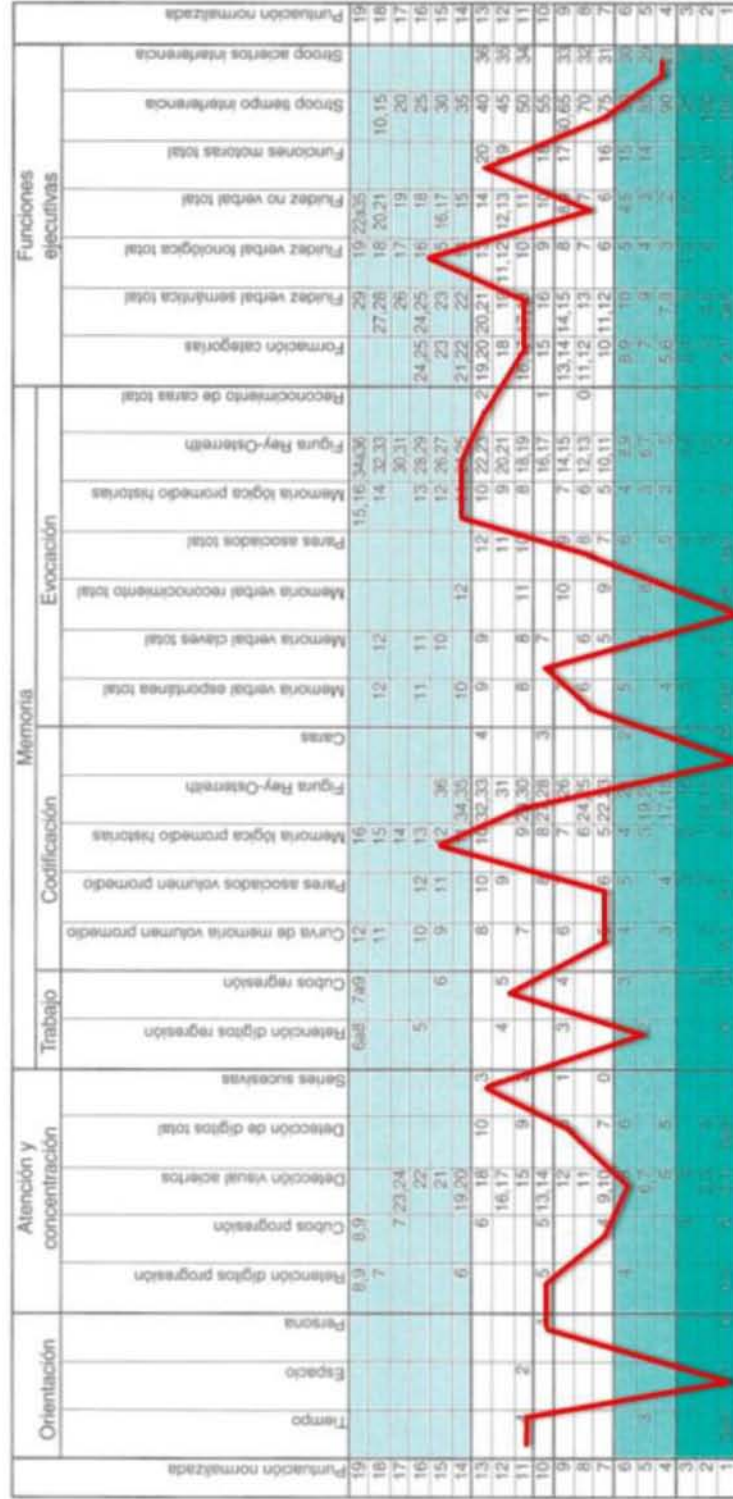
Perfil de ejecución de SH

NEUROPSI ATENCIÓN Y MEMORIA PERFIL GENERAL DE EJECUCIÓN

Dra. Feggy Ostrosky, Dra. Ma. Esther Gómez, Dra. Esmeralda Matute, Dra. Mónica Rosselli, Dr. Alfredo Ardilla y Dr. David Pineda

Rango de edad: 8 - 9 años

Nombre: SH Edad: 9 años Género: F



Nota: Este perfil está impreso en verde. NO LO ACEPTE si no cumple ese requisito.

Normal alto
 Normal
 Leve a moderada
 Severo

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, almacenada en sistema alguno o transmitida por cualquier medio —electrónico, mecánico, fotocopia, grabación— sin permiso por escrito de la Editorial.



ITP
94-4.2

Manual Moderno®
D.R. © 2012 por Editorial El Manual Moderno, S.A. de C.V.
Av. Sonora 206, Col. Hipódromo, 06100, México, D.F.
Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana, Reg. núm. 39

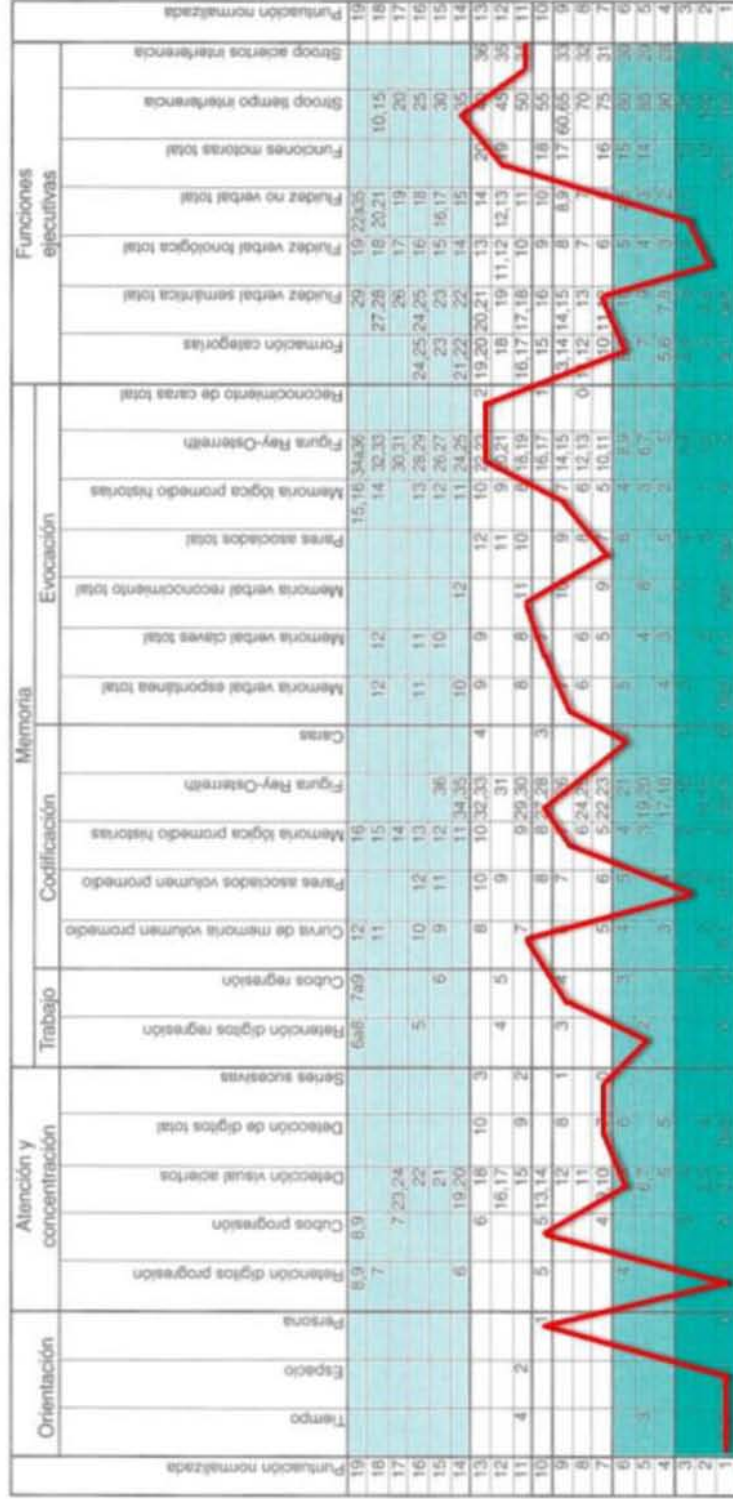
Perfil de ejecución de JL

NEUROPSI ATENCIÓN Y MEMORIA PERFIL GENERAL DE EJECUCIÓN

Dra. Feggy Ostrosky, Dra. Ma. Esther Gómez, Dra. Esmeralda Matute, Dra. Mónica Rosselli, Dr. Alfredo Ardila y Dr. David Pineda

Rango de edad: 8 - 9 años

Nombre: JL Edad: 9 años Género: F



Note: Este perfil está impreso en verde. NO LO ACEPTE si no cumple ese requisito.

Normal alto Normal Leve a moderado Severo

Manual Moderno®
D.B. © 2012 por Editorial El Manual Moderno, S.A. de C.V.
Av. Insurgentes 266, Col. Hipódromo, 06100 México, D.F.
Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana, Reg. núm. 49

GTIP 94-4.2
4 489009 404020

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, almacenada en sistema alguno o transmitida por otro medio —electrónico, mecánico, fotocopiado, etc.— sin el permiso por escrito de la Editorial.

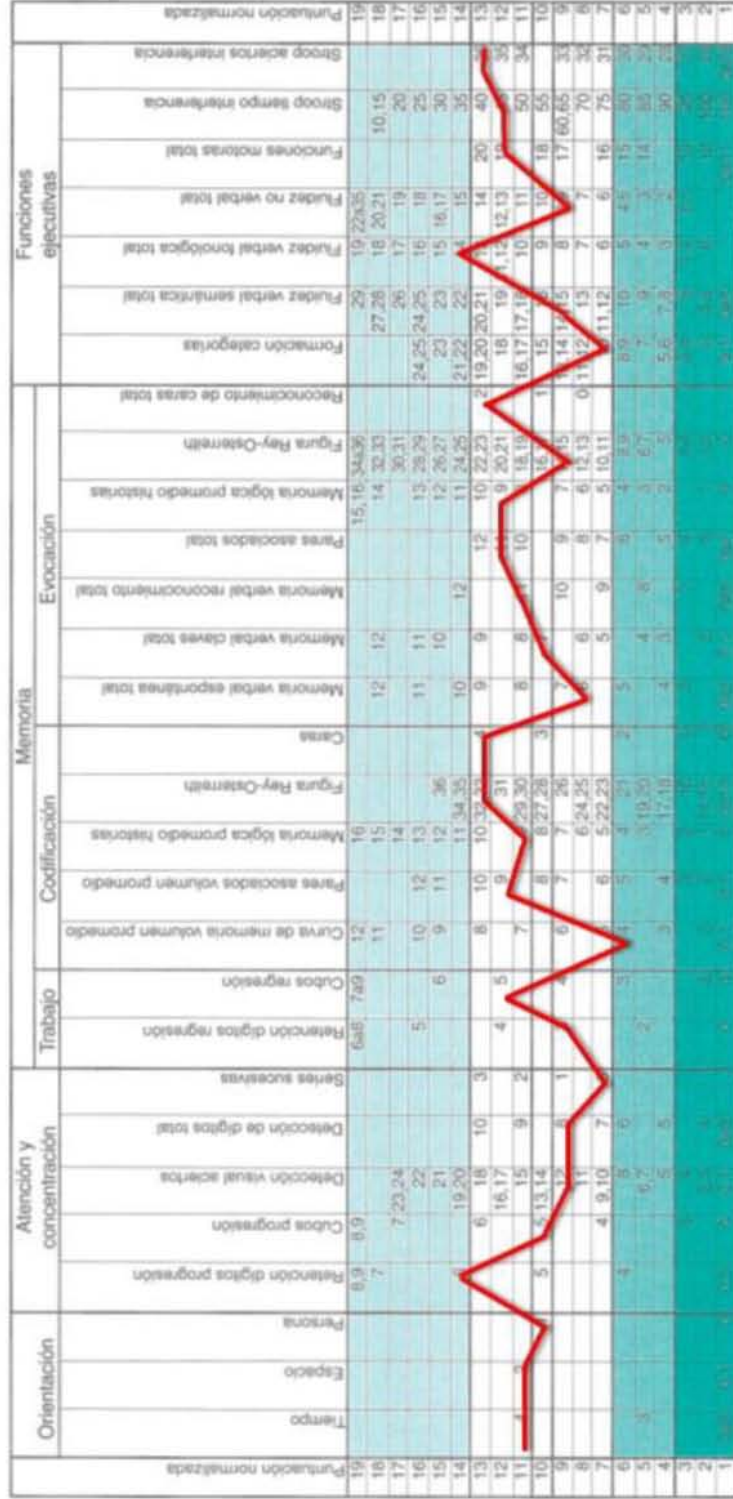
Perfil de ejecución de YG

NEUROPSI ATENCIÓN Y MEMORIA PERFIL GENERAL DE EJECUCIÓN

Dra. Feggy Ostrosky, Dra. Ma. Esther Gómez, Dra. Esmeralda Matute, Dra. Mónica Rosselli, Dr. Alfredo Ardilla y Dr. David Pineda

Rango de edad: 8 - 9 años

Nombre: YG Edad: 9 años Género: F



Note: Este perfil está impreso en verde. NO LO ACEPTE si no cumple ese requisito.

Normal alto Normal Leve a moderado Severo

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, almacenada en sistema alguno o transmitida por otro medio electrónico, mecánico, fotocopiar, grabar, etc. sin el permiso por escrito de la Editorial.



CTP 94-4.2

Manual moderno®
D.R. © 2012 por Editorial El Manual Moderno, S.A. de C.V.
Av. Suroeste 256, Col. Héroles, 06100, México, D.F.
Manufactured by Cerebras Suroeste de la Industria
Editorial Moderna, Bg. 2011 20