

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE ENFERMERIA**

**SUBDIRECCION DE POSGRADO E INVESTIGACION**



**DESEMPEÑO COGNITIVO Y BIOMARCADORES BIOQUIMICOS  
DE ANEMIA POR DEFICIENCIA DE HIERRO EN  
ESTUDIANTES DE SECUNDARIA**

**Por**

**LIC. ERIKA LIZZETH GALVAN VAZQUEZ**

**Como requisito parcial para obtener el grado de  
MAESTRIA EN CIENCIAS DE ENFERMERIA  
Con Enfoque en Salud Comunitaria**

**ENERO, 2007**



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE ENFERMERIA

SUBDIRECCION DE POSGRADO E INVESTIGACION



DESEMPEÑO COGNITIVO Y BIOMARCADORES BIOQUIMICOS  
DE ANEMIA POR DEFICIENCIA DE HIERRO EN  
ESTUDIANTES DE SECUNDARIA

Por

LIC. ERIKA LIZZETH GALVAN VAZQUEZ

Como requisito parcial para obtener el grado de  
MAESTRIA EN CIENCIAS DE ENFERMERIA  
Con Enfoque en Salud Comunitaria

ENERO, 2007

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE ENFERMERÍA  
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



DESEMPEÑO COGNITIVO Y BIOMARCADORES BIOQUÍMICOS DE ANEMIA  
POR DEFICIENCIA DE HIERRO EN ESTUDIANTES DE SECUNDARIA

Por

LIC. ERIKA LIZZETH GALVÁN VÁZQUEZ

Como requisito parcial para obtener el grado de  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE ENFERMERÍA  
Con Énfasis en Salud Comunitaria

ENERO, 2007

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE ENFERMERÍA  
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



DESEMPEÑO COGNITIVO Y BIOMARCADORES BIOQUÍMICOS DE ANEMIA  
POR DEFICIENCIA DE HIERRO EN ESTUDIANTES DE SECUNDARIA

Por

LIC. ERIKA LIZZETH GALVÁN VÁZQUEZ

Director de Tesis

DRA. YOLANDA FLORES PEÑA

Como requisito parcial para obtener el grado de  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE ENFERMERÍA  
Con Énfasis en Salud Comunitaria

ENERO, 2007



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE ENFERMERÍA  
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



DESEMPEÑO COGNITIVO Y BIOMARCADORES BIOQUÍMICOS DE ANEMIA  
POR DEFICIENCIA DE HIERRO EN ESTUDIANTES DE SECUNDARIA

Por

LIC. ERIKA LIZZETH GALVÁN VÁZQUEZ

Co-Director de Tesis

RICARDO M. CERDA FLORES, PhD

Como requisito parcial para obtener el grado de  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE ENFERMERÍA  
Con Énfasis en Salud Comunitaria

ENERO, 2007

DESEMPEÑO COGNITIVO Y BIOMARCADORES BIOQUÍMICOS DE ANEMIA  
POR DEFICIENCIA DE HIERRO EN ESTUDIANTES DE SECUNDARIA

Aprobación de Tesis



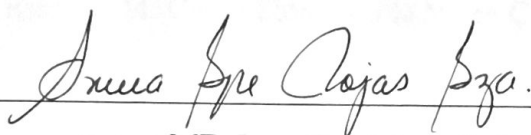
Dra. Yolanda Flores Peña

Director de Tesis



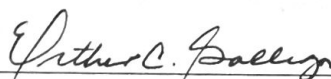
Dra. Yolanda Flores Peña

Presidente



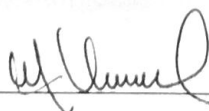
ME. Irma Guadalupe Rojas Garza

Secretario



Esther C. Gallegos Cabriales, PhD

Vocal



MSP. María Magdalena Alonso Castillo

Subdirector de Posgrado e Investigación



## Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología (CONACYT), por el otorgarme la beca para realizar la Maestría en Ciencias de Enfermería en la Facultad de Enfermería de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

A la MSP. María Magdalena Alonso Castillo, Subdirectora de Posgrado e Investigación, por darme la oportunidad de realizar la maestría.

A la MCE. Esther Soto Briones, Directora de la Escuela de Enfermería del Instituto Mexicano del Seguro Social, por confiar en mí y brindarme la oportunidad de seguir superándome profesionalmente.

A la Dra. Yolanda Flores Peña por guiarme y ayudarme en la culminación de mi tesis.

A la ME. Guadalupe Moreno por todo su apoyo, por ayudarme a aclarar dudas y brindarme su tiempo cada que lo necesite.

Al Dr. Ricardo M. Cerda Flores y a la M. en C. Estela González Sáenz por sus asesorías.

Al personal de Laboratorio Clínico de la Unidad de Medicina Familiar N° 5 del Instituto Mexicano del Seguro Social en especial al Q.C.B. Armando Reyes Escobedo, a la Q.B.P. Elia Guadalupe Bañuelos Ríos y a la Q.F.B. Lenililia Martínez Lozano, por su apoyo en el procesamiento de las muestras sanguíneas.

Al Prof. José Guadalupe Quintanilla, Director de la Secundaria Técnica N° 37, por permitirme realizar mi tesis en la secundaria a su cargo. Así mismo, agradezco a la Lic. Silvia Gallegos por las facilidades otorgadas en la colecta de los datos.

A los padres de familia que autorizaron la participación de sus hijos, así como a los participantes en el estudio.

A mis compañeras y amigas que en todo momento estuvieron conmigo: Cristina, Fátima, Gricelda, Mirtha y Saraí.

## Dedicatoria

Esta tesis esta principalmente dedicada a mi fuente de vida, Dios, por llevarme siempre de la mano durante todo el proceso y no dejarme caer ante las adversidades y contratiempos y darme la fortaleza para seguir adelante... MIL GRACIAS!!

A mis padres, por darme su apoyo en todo momento y motivarme a superarme día con día.

A mis hermanos Josué, David e Iván que siempre se preocuparon por mi.

A mi tía Marina, que siempre me ha ayudado con sus experiencias y me ha motivado para superarme profesionalmente.

A mi amiga Fátima, que siempre estuvo conmigo para escucharme y me dio su apoyo en todo momento.



## Tabla de Contenido

Contenido	Página
Capítulo I	
Introducción	1
Marco de Referencia	3
Estudios Relacionados	8
Definición de Términos	12
Capítulo II	
Metodología	14
Diseño del Estudio	14
Población, Muestreo y Muestra	14
Mediciones e Instrumentos	15
Mediciones de Lápiz y Papel.	15
Mediciones Bioquímicas.	17
Mediciones Antropométricas.	18
Procedimiento para la Recolección de la Información	18
Consideraciones Éticas	19
Estrategias para el Análisis de los Resultados	21
Capítulo III	
Resultados	22
Variables Sociodemográficas de los Participantes	22
Variables Biomarcadores Bioquímicos e IMC de los Participantes	24
Variables Cognitivas, Logro Académico, Atención y Memoria	28
Correlación de Variables de Estudio	31

## Capítulo IV

Discusión	34
Conclusiones	36
Recomendaciones	37
Referencias	38
Apéndices	
A. Consentimiento Informado	42
B. Cédula de Datos	45
C. Subprueba III - Recuerdo Selectivo de Palabras (RSP)	46
D. Subprueba VI - Memoria Visual Abstracta (MVA)	48
E. Subprueba VII - Dígitos en Orden Consecutivo (DOC)	50
F. Subprueba XI - Imitación Manual (IM)	52
G. Subprueba XII - Letras en Orden Consecutivo (LOC)	54
H. Subprueba XIII - Dígitos en Orden Inverso (DOI)	56
I. Subprueba XIV - Letras en Orden Inverso (LOI)	58
J. Hoja de Resultados TOMAL	60
K. Método para la Determinación de la Biometría Hemática	61
L. Cédula de Salud y Biomarcadores Bioquímicos	62
M. Técnica de Peso y Talla	63



## Lista de Tablas

Tabla	Página
1. Frecuencias de participantes de acuerdo a grado escolar, edad, sexo y calificación	15
2. Rangos utilizados en las distribuciones de puntuaciones estándar y cocientes del TOMAL	16
3. Estadísticas descriptivas y prueba de Kolmogorov - Smirnov de variables sociodemográficas	23
4. Estadísticas descriptivas de las variables de salud y prueba de Kolmogorov - Smirnov	24
5. Frecuencias y porcentajes de biomarcadores bioquímicos de ADH	25
6. Frecuencias y porcentajes del biomarcador bioquímico RDW de acuerdo a sexo y logro académico en la materia de español	26
7. Frecuencias y porcentajes del biomarcador bioquímico RDW de acuerdo a sexo y logro académico en la materia de español	27
8. Estadísticas descriptivas de logro académico en las materias de español y matemáticas y prueba de Kolmogorov - Smirnov	28
9. Estadísticas descriptivas de atención y memoria de la prueba TOMAL y prueba de Kolmogorov - Smirnov	29
10. Frecuencias y porcentajes de los rangos de atención y memoria del TOMAL	30
11. Correlación de biomarcadores bioquímicos, IMC y logro académico	31
12. Correlación de variables sociodemográficas y logro académico	32
13. Correlación de biomarcadores bioquímicos, puntuaciones de atención y memoria de la prueba TOMAL	33

## RESUMEN

Erika Lizzeth Galván Vázquez  
Universidad Autónoma de Nuevo León  
Facultad de Enfermería

Fecha de Graduación: Enero, 2007

Título del Estudio: DESEMPEÑO COGNITIVO Y BIOMARCADORES  
BIOQUÍMICOS DE ANEMIA POR DEFICIENCIA DE HIERRO  
EN ESTUDIANTES DE SECUNDARIA

Número de Páginas: 63

Candidato para obtener el grado de  
Maestría en Ciencias de Enfermería  
con Énfasis en Salud Comunitaria

Área de Estudio: Salud Comunitaria

**Propósito y Método de Estudio:** El objetivo general fue identificar la asociación del desempeño cognitivo con la anemia por deficiencia de hierro (ADH) en una muestra de estudiantes de secundaria y el objetivo específico identificar asociación de variables sociodemográficas e índice de masa corporal (IMC) con el logro académico. Estudio descriptivo correlacional. Participaron 62 estudiantes seleccionados de acuerdo al promedio general del período escolar 2005-2006. Se emplearon como biomarcadores bioquímicos: hemoglobina (Hb), hematocrito (Hto), volumen corpuscular medio (VCM) y amplitud de la distribución eritrocitaria (RDW). El desempeño cognitivo fue valorado mediante el logro académico del bimestre septiembre – octubre de 2006 en español y matemáticas y se evaluó atención y memoria a 38 de los participantes con la prueba Test of Memory and Learning (TOMAL). Las variables sociodemográficas fueron edad y escolaridad de ambos padres. Se aplicó estadística descriptiva, prueba de Kolmogorov-Smirnov y coeficiente de correlación  $r$  de Pearson ó  $r_s$  de Spearman.

**Contribución y Conclusiones:** La media de edad de los participantes fue  $12.77 \pm .8$  años. 40.3 % pertenecían al sexo masculino y el 59.7% al femenino. Los biomarcadaores: Hb, Hto y VCM se encontraron en parámetros normales en la mayoría de los participantes y el RDW se encontró anormal en el 80.6% de los casos ( $n = 50$ ). Porcentajes mayores del parámetro RDW alterado se presentaron cuando el logro académico se ubicó en las calificaciones de 5 a 8 y cuando el participante fue mujer. El RDW mostró asociación con el logro académico en la materia de español ( $r = .286$ ,  $p < .05$ ) y se encontró correlación significativa entre Hb, Hto y RDW con las subpruebas de atención: letras en orden consecutivo y dígitos en orden inverso ( $p < .05$ ). El RDW se asoció con la atención general ( $r = .324$ ,  $p < .05$ ). La escolaridad de ambos padres, mostró asociación con el logro académico en español, escolaridad de la madre ( $r_s = .292$ ,  $p < .05$ ) y escolaridad del padre ( $r_s = .433$ ,  $p < .05$ ). Se concluye que el logro académico en español y matemáticas y la atención general se asocian con ADH y que el logro académico se relaciona a la escolaridad de ambos padres.

FIRMA DEL DIRECTOR DE TESIS





## Capítulo I

### Introducción

Diversos estudios han encontrado relación entre salud con ingesta dietética deficiente y desempeño cognitivo, reflejándose en pobre atención en clase, daño en diversas funciones cognitivas y por consiguiente en la capacidad de aprendizaje (Abalkhail & Shawky, 2002; Halterman, Kaczorowski, Aligne & Szilagyi, 2001; Sigfúsdóttir, Kristjánsson & Allegrante, 2007; Vega-Franco & Iñarritu, 2000; Walker, Grantham-McGregor, Himes, Williams & Duff, 1998).

El yodo, hierro y folatos son los nutrimentos más importantes para el desarrollo del cerebro y de las funciones cognitivas emergentes. La deficiencia de hierro (DH) y específicamente la anemia por deficiencia de hierro (ADH) permanecen como las más severas e importantes deficiencias nutricionales en el mundo, las cuales se presentan en todos los grupos de edad (World Health Organization [WHO], 2001).

La DH se presenta cuando la cantidad de hierro disponible es insuficiente para satisfacer las necesidades individuales presentándose en etapas progresivas. Primero hay depleción de hierro que se caracteriza porque se agotan los depósitos (deficiencia latente) por una disminución de la ferritina sérica (FS), si continúa el aporte insuficiente se compromete el aporte de hierro tisular (eritropoyesis deficiente de hierro) que se caracteriza precozmente por un aumento de los receptores de transferrina séricos (RTf) y más tarde por una disminución de la saturación de la transferrina (ST) y aumento de la protoporfirina libre eritrocitaria (PEL). Finalmente al persistir el balance negativo se llega a la etapa más severa, caracterizada por una anemia microcítica hipocromica, con reducción de la síntesis de hemoglobina (Olivares & Walter, 2003; Ruíz, Picó, Rosich & Morales, 2002; Vásquez, 2003).

En los países en desarrollo se calcula que 36% de la población sufre de anemia nutricional y se estima que su prevalencia en escolares y adolescentes (5-14 años) es de

21.8%. Los adolescentes son un grupo de riesgo de padecer DH, puesto que sus requerimientos son superiores a los de cualquier otro grupo dados los cambios fisiológicos que se suceden (estirón puberal y pérdidas menstruales, entre otros), además el aporte dietético suele ser deficiente relacionado a factores psicosociales como actividad física, comida rápida y temor a la obesidad, entre otros (Agudelo et al., 2003; Durá, Aguirre & Días, 2000).

La anemia en niños escolares y adolescentes conduce a alteraciones en el rendimiento escolar. El aprendizaje no es un proceso aislado, se encuentra relacionado con la atención y la memoria. El proceso de atención se ve implicado en la mayoría de los procesos cognoscitivos ya que uno de los requisitos para el aprendizaje de cualquier material es la selección del mismo; de este modo, se realiza el registro o entrada de la información. Si no existe esta selección, no es posible una entrada del material por aprender y, por tanto, el aprendizaje no se logra (Téllez, Mendoza, Butcher, Pacheco & Tirado, 2002).

Por otro lado, la memoria también es un proceso indispensable para todo aprendizaje. La literatura señala que no es posible encontrar una frontera clara entre la memoria y el aprendizaje. El aprendizaje tiende a cubrir la parte de lo que se ha llamado proceso de almacenamiento (o sea, poner la información dentro del almacén de la memoria), mientras que la memoria tiende a estar relacionada con la retención y la recuperación (Téllez et al., 2002).

La escuela es uno de los agentes de socialización más poderoso al que están expuestas las personas que ejerce una influencia benéfica sobre el desarrollo psicosocial, la adquisición y utilización del conocimiento y el progreso de los individuos y los países. Uno de los indicadores más objetivos del logro académico es la calificación en alguna materia en particular o como promedio general, ya sea mensual, bimestral o de forma anual (Agudelo et al., 2003; Hughes & Bryan, 2003; Ruíz et al., 2002; WHO, 2001).

El logro académico se ve afectado por factores socioeconómicos como educación

de los padres, ingresos de la familia y cuidados que rodean al niño entre otros; además de factores nutricionales como la anemia, siendo éste uno de los trastornos de salud más frecuente que afecta la capacidad general y específica para el aprendizaje, principalmente después de la infancia que es cuando se presenta un desarrollo acelerado y continúa el desarrollo del cerebro en especial en las funciones ejecutivas (Beard, 2003), por tanto explorar la presencia de la ADH y su asociación al desempeño cognitivo podría fundamentar y beneficiar futuras intervenciones de enfermería orientadas a la promoción de la salud y reducción del daño. Dado lo anterior se desarrolló el presente estudio con el objetivo general de identificar la asociación del desempeño cognitivo con la ADH en una muestra de estudiantes de una escuela secundaria pública y con el objetivo específico de identificar asociación de variables sociodemográficas, índice de masa corporal (IMC) y el logro académico en estudiantes de secundaria.

### *Marco de Referencia*

Los conceptos de anemia y desempeño cognitivo guiaron el presente estudio. La anemia es un trastorno que se caracteriza por una reducción en el número de eritrocitos por unidad de volumen sanguíneo, o una disminución en el contenido de hemoglobina (Hb) de la sangre por debajo del nivel de las necesidades fisiológicas. Por convencionalismo, se define la anemia como una concentración de Hb por debajo del 95° percentil para las poblaciones de referencia sanas de varones, mujeres o niños por grupos de edad.

Las deficiencias nutricionales son las causas principales de disminución en la producción de Hb y eritrocitos. La clasificación descriptiva inicial de la anemia se deriva del valor de hematocrito (Hto) o de la biometría hemática completa y cálculos relacionados. Las anemias que se manifiestan por un volumen eritrocitario medio de menos de 80 fl (femtolitro) se denominan microcíticas, en tanto que aquellas con valores



de 80 a 99 fl se designan como normocíticas, y las que conllevan valores de más de 100 fl son macrocíticas (Romero, Carbia, Ceballo & Díaz, 1999).

La anemia microcítica muy a menudo se relaciona con la DH. Las desviaciones negativas del estado férrico normal se han resumido de la manera siguiente: equilibrio de hierro negativo en etapas I y II (es decir, depleción de hierro): en estas etapas, las reservas de hierro son bajas y no hay disfunción. En el equilibrio de hierro negativo de etapa I, la menor absorción de este elemento produce una depleción moderada en las reservas férricas. El equilibrio de hierro negativo en etapa II se caracteriza por una depleción grave de las reservas. Más de 50% de todos los casos de equilibrio de hierro negativo encajan en estas dos etapas. Cuando las personas en cualquiera de estas dos etapas se tratan con hierro, nunca desarrollan disfunción o enfermedad (Herbert, 1992 op cit Romero et al., 1999).

Equilibrio de hierro negativo en etapas III y IV (es decir, deficiencia de hierro): la deficiencia de hierro se caracteriza por hierro corporal inadecuado que ocasiona disfunción y enfermedad. En el equilibrio de hierro negativo en etapa III, la disfunción no se acompaña de anemia; sin embargo, ésta sí se presenta en el equilibrio negativo de hierro en etapa IV.

Las etapas progresivas de la DH se valoran mediante cuatro diferentes mediciones. Etapa I: el nivel de ferritina en plasma proporciona una medida de las reservas de hierro. Etapa II: se puede utilizar la ST como un indicador del aporte de hierro a los tejidos. Se calcula dividiendo el hierro en suero entre la capacidad de fijación de hierro (TIBC); los niveles menores a 16% se consideran inadecuados para la eritropoyesis.

Etapa III: Tanto la medición de Hb como la de hematocrito (Hto) pueden detectar anemia. La mayoría de los pacientes desarrolla síntomas de esta enfermedad cuando el nivel de hemoglobina es de 8 a 11 g/dl, aproximadamente. Etapa IV: la razón protoporfirina de zinc (ZnPP; protoporfirina eritrocitaria/hem) es un indicador sensible

del aporte de hierro a los eritrocitos en desarrollo. Cuando el hierro de sustrato es insuficiente para incorporarse a la porfirina, entonces lo sustituye el zinc. Aunque puede combinarse con la globina y pasar a la circulación sanguínea, esta molécula que contiene zinc no puede fijar oxígeno.

Para un diagnóstico definitivo de anemia ferropénica es necesario más de un método de valoración del hierro y de preferencia las primeras tres de las mediciones antes mencionadas. La evaluación incluirá también un análisis de la morfología celular. Las concentraciones de ferritina en suero o plasma son la variable más sensible del equilibrio negativo de hierro, ya que disminuye sólo cuando realmente existe una verdadera DH, al igual que con la ST; sin embargo, las pruebas anteriores no se realizan de modo rutinario dado el costo, por lo que con el advenimiento de los contadores hematológicos se introdujo un nuevo parámetro complementario el RDW amplitud de la distribución eritrocitaria (del inglés, red cell distribution width).

Esta es una prueba de detección sensible para la DH, se deriva de los resultados de la biometría hemática completa, este índice mide anomalías en el tamaño y la forma del eritrocito, representa un porcentaje relacionado con el coeficiente de variación de los volúmenes eritrocitarios, y aumenta conforme se incrementa la variación en el rango de los volúmenes eritrocitarios. Los valores de 14% o más en las cifras de RDW son indicativos de DH. En individuos con DH simple la RDW es de utilidad y es un procedimiento poco costoso adicional al informe de la biometría hemática completa que en la mayoría de los casos es útil para detectar estados tempranos de deficiencia de hierro. Aún y cuando otros parámetros hematológicos se encuentren en cifras normales, un incremento aislado en el RDW es sugestivo de una deficiencia nutricional precoz con respecto al hierro.

El hierro afecta la mielinización de las neuronas y es un cofactor para un número de enzimas involucradas en la síntesis de neurotransmisores, incluyendo la serotonina, la norepinefrina y dopamina. Las funciones de regulación mental, cognición, emoción y

conducta ocurren en las áreas del cerebro, ejemplo la corteza frontal (Beard, 2003).

El desarrollo de las diferentes partes del cerebro supone el desarrollo de habilidades cognitivas asociadas, las cuales son resultados observables de la función cerebral. La medición de resultados cognitivos siempre que sea posible debe realizarse con medidas estandarizadas para un país y una cultura (Huges & Bryan, 2003).

La valoración de habilidades cognitivas específicas permite comprender el impacto de factores nutricionales sobre las diferentes partes del cerebro. La atención es una habilidad cognitiva que constituye el primer paso fundamental para el desarrollo y expresión de otras habilidades cognitivas tales como la memoria y el aprendizaje, las cuales en combinación producen resultados funcionales como el logro académico.

La atención es un proceso básico con el que inicia el procesamiento de la información; ocurre simultáneamente con otros procesos, como la percepción y la memoria a corto y largo plazo (López, 2002; Téllez et al., 2002).

La atención es un sistema de procesamiento de capacidad limitada que actúa como un filtro para evitar una sobrecarga de estimulación. Ocurre en conjunción con la percepción, y consiste en la integración de la estimulación sensorial con el esquema anticipatorio del perceptor que implica la concentración de la conciencia de un modo sostenido sobre una determinada actividad u objeto, lo cual permite o garantiza un claro reflejo del mismo; es decir, es un proceso que organiza y regula todas las demás formas del reflejo psíquico (Téllez et al., 2002).

La información atendida y percibida es mantenida en la memoria a corto plazo. La atención implica la selección de información relevante, y para determinar qué es lo relevante, se requiere la participación de la memoria a largo plazo. Generalmente se estudia y se analiza la memoria junto con el aprendizaje, puesto que es difícil separarlos. Uno debe aprender algo para poder olvidarlo (López, 2002; Téllez et al., 2002).

Se ha definido la memoria como la “impresión (grabado), retención y reproducción de las huellas de la experiencia anterior que le permite al hombre acumular



información (Téllez et al., 2002).

La memoria es una habilidad, producto de la evolución del cerebro humano, es indispensable para todo aprendizaje. Esta habilidad ha influido en la acumulación de mayor experiencia y en el desarrollo de tipos de aprendizaje más complejos. La memoria y el aprendizaje están estrechamente relacionados: la memoria implica la adquisición previa de información (aprendizaje) y el aprendizaje requiere la retención de esta información (memoria) (Téllez et al., 2002).

El logro académico es la capacidad de aprendizaje en la escuela, resultado observable del desarrollo y funcionamiento intelectual de los niños, se define como el nivel de logro que puede alcanzar un estudiante en el ambiente escolar en general o en una asignatura en particular (Hughes & Bryan, 2003).

Generalmente las calificaciones que se plasman en las boletas, conllevan la aplicación de una prueba de rendimiento que se diseña para medir los conocimientos y capacidades desarrolladas durante un periodo de tiempo dentro de un grado escolar, que en éste caso sería bimestral o anual, en éstas notas se encuentran considerados generalmente los esfuerzos realizados por los alumnos en el cumplimiento de tareas, la participación en clase, el trabajo en equipo, la limpieza de trabajos, entre otros, productos de la motivación, ya sea intrínseca (superación personal) o extrínseca (amenaza de una calificación baja) según sea el caso (Camacho & Uribe, 2002).

Al evaluar el logro académico por calificaciones obtenidas se consideran las materias de español y matemáticas. El lenguaje es un eje central en el proceso educativo, objeto de conocimiento e instrumento de aprendizaje. El propósito de la enseñanza del español es que los estudiantes se apropien de diversas prácticas sociales del lenguaje y participen de manera eficaz en la vida escolar y extraescolar, para lo cual es preciso que aprendan a utilizar el lenguaje para organizar su pensamiento y su discurso, analizar y resolver problemas, y acceder a las diferentes expresiones culturales del presente y el pasado (Secretaría de Educación Pública [SEP], 2006).

Respecto a la materia de matemáticas es posible señalar que esta ligada con las necesidades de la vida cotidiana y con el desarrollo habilidades cognitivas y de la ciencia en general y permite la construcción de conocimientos y el desarrollo de habilidades como la capacidad de interpretar y comunicar información matemática, así como de resolver problemas matemáticos, formular argumentos y utilizar técnicas y tecnologías apropiadas a las situaciones que se les presenten (SEP, 2006).

### *Estudios Relacionados*

La asociación de la ADH con puntuaciones más bajas en pruebas de habilidad cognitiva y motora en la primera infancia fue revisada por Grantham-McGergor y Ani (2001). Los autores refieren que los estudios correlacionales consistentemente indican asociación entre la ADH y la pobre cognición, desarrollo motor y problemas de comportamiento y que los estudios se han realizado en su mayoría en menores de 2 años.

Respecto al desempeño cognitivo en niños en edad escolar y adolescentes con ADH y DH, existen pocos estudios publicados y por consiguiente la relación entre el estado del hierro y la función cognitiva en niños mayores es menos clara y aún cuestionable. Se localizaron dos estudios realizados en niños mexicanos de edad escolar que han abordado la relación de la DH y el desempeño cognitivo, un estudio realizado en los Estados Unidos, uno en Jamaica y uno en Tailandia, los cuales se describen a continuación.

En la Ciudad de México, Vega, Robles y Mejía (1994) valoraron el efecto de la DH sobre la capacidad para mantener la atención en un grupo de 169 niños escolares entre los 6 y 11 años de edad. La atención se valoró mediante la prueba de cancelación de signos (Prueba psicológica de Pierón), laberintos (Walter), prueba para atención simultánea (Bourdon) y claves (Weschler). Se realizaron las siguientes pruebas hematológicas: determinación de Hb, VCM, hierro sérico y ST.

Los niños fueron clasificados con ADH cuando la Hb fue menor de 12.5% g/dl

en los niños de 6 y 7 años y menor de 13.0 g/dl en los mayores de 8 años de edad y el VCM era menor de 70 fl, se consideró que el hierro sérico y la ST fuesen menores de 50 mg/dl y de 15%, respectivamente. Se catalogaron como deficientes en hierro sin anemia: los niños que tuvieron una concentración normal de Hb, un porcentaje de ST menor de 15% y además una de las otras dos determinaciones hematológicas (VCM y hierro sérico) anormales.

A los niños con deficiencia de hierro con y sin anemia se les suplementó con comprimidos de sulfato ferroso a razón de 4 a 5 mg de hierro elemental por kilo de peso. Los niños normales también recibieron sulfato ferroso a dosis de 10 mg diarios para cubrir las necesidades cotidianas de éste elemento. La ADH se encontró en 29 niños (17.1%), 25 (14.7%) presentaron DH sin anemia y 115 (68.2%) presentaron valores normales en las pruebas hematológicas. Los resultados mostraron que posterior a la suplementación con hierro los escolares con ADH y DH mejoraron significativamente la puntuación y el tiempo requerido para realizar la prueba de laberintos. En cuanto a la prueba de Claves particularmente los niños con anemia mostraron cambio favorable al ser tratados de su anemia. El cambio en los puntajes de los niños escolares con DH después de ser tratados y el hecho de que en los niños con pruebas hematológicas normales este cambio no haya sido significativo permitió a los autores inferir que el factor de la carencia de hierro era el factor que limitaba la respuesta a las pruebas de atención.

Otero, Aguirre, Porcayo & Fernández (1999) en la ciudad de Toluca en México, en una muestra de 100 niños escolares de 6 a 12 años seleccionados al azar, valoraron de forma inicial concentraciones séricas de Hb (13-16 g/dl), hierro (60-150 ug/dl) y ST (2.3-4.3 g/dl). 33 niños (16 niños y 17 niñas) mostraron niveles bajos de hierro < 60 ug/dl, y fueron clasificados como el grupo con DH y 33 niños con hierro normal similares en edad, género y nivel sociocultural fueron seleccionados como grupo control. Para la medición cognitiva se aplicó la prueba WISC-R (Prueba de Inteligencia Revisada

para Niños) y la prueba DEL (Evaluación Dinámica del Aprendizaje), así como pruebas de electroencefalograma. Los resultados mostraron que el desempeño en la prueba WISC-R fue significativamente más bajo en los niños con DH comparado con el grupo control. Los resultados en la prueba DEL mostraron una relación muy estrecha entre las capacidades de aprendizaje y el hierro almacenado. Los niños con DH mostraron diferencias principalmente en sus capacidades de aprendizaje. Los resultados apoyan la idea de que los problemas intelectuales probablemente no están relacionados a la anemia en sí misma, sino a la disminución del hierro en el sistema nervioso central.

Halterman et al. (2001) realizaron un estudio en los Estados Unidos para investigar la relación entre la DH y el desempeño cognitivo en una muestra de 5398 niños en edad escolar y adolescentes. Se considero como diagnóstico confirmatorio de DH tener al menos dos valores alterados en tres de las pruebas sanguíneas realizadas (ST, FS y PEL).

La medición cognitiva se basó en los datos disponibles de la Encuesta Nacional de Nutrición de 1994 donde se aplicó la prueba WISC-R y la prueba revisada Wide Range Achievement Test (WRAT).

Los niños con ADH tuvieron puntuaciones más bajas en matemáticas que los niños con estado de hierro normal (86.4 vs 93.7;  $p < .05$ ). Otra prueba significativamente diferente en éstos grupos fue la de diseño con cubos en los niños con ADH comparados con los niños con estado de hierro normal (8.0 vs 9.5;  $p < .05$ ), sin embargo se observó una tendencia de puntuaciones bajas en los niños con estado de hierro disminuido en las otras pruebas estandarizadas que se midieron.

Walker et al. (1998) realizaron un estudio en un grupo de 452 adolescentes de sexo femenino con el objetivo de evaluar el desempeño escolar y su asociación a variables de salud (ADH y omisión de desayuno o sensación de hambre). El desempeño escolar fue medido con la prueba WRAT, la cual consiste en tres secciones: deletreo, lectura y matemáticas.



Se consideraron como anémicas las adolescentes con Hb < 115 g/l. Aplicaron un cuestionario para obtener información sobre el estado socioeconómico, la estructura familiar y disponibilidad de material educativo en el hogar y de la escuela. El nivel de aprovechamiento escolar logrado por las adolescentes fue generalmente pobre. Mediante la prueba de regresión múltiple, se encontró asociación de la ADH con bajos niveles de aprovechamiento en lectura ( $\beta = 1.20$ ,  $SE = 0.45$ ,  $p < .01$ ) y deletreo ( $\beta = 0.71$ ,  $SE = 0.23$ ,  $p < .01$ ).

Sungthong, Mo-suwan & Chongsuvivatwong (2002) estudiaron los efectos de la Hb y FS en la función cognitiva en 427 niños de escuelas primarias. La determinación del estado del hierro se realizó mediante FS y Hb. La evaluación de la función cognitiva de cada sujeto fue medida usando la Prueba de Inteligencia No Verbal (TONI II) y el desempeño académico incluyó evaluaciones del lenguaje Tailandés y las calificaciones de matemáticas de los últimos dos años escolares, las pruebas se realizaron sin conocer previamente el estado del hierro de los niños. El 12.5% de la muestra (54 niños) tuvieron  $FS \leq 20 \mu\text{g/l}$  y 22% fueron clasificados como anémicos (Hb < 11.5 g/dl para 5 – 11 años de edad; Hb < 12.0 g/dl para 12 – 13 años de edad). La prevalencia de ADH en éstos sujetos fue de 4.2% de todos los niños y 19.4% entre los niños anémicos.

Las puntuaciones de IQ, lengua Tailandesa y matemáticas aumentaron con el incremento de Hb en el grupo con FS baja con una relación significativa dosis-respuesta, mientras que estas puntuaciones de la función cognitiva tuvieron poco cambio con concentraciones de Hb y grupo de FS normal.

Abalkhail y Shawky (2002) determinaron la ADH entre estudiantes escolares en Arabia. La muestra fue de 42 niños y 42 niñas de 9 a 21 años de edad. Los datos fueron recolectados mediante entrevista se obtuvieron factores sociodemográficos, hábitos nutricionales, talla y peso. La Hb fue medida en estudiantes seleccionados al azar para ambos géneros y diferentes grupos de edad. El grado escolar fue clasificado de acuerdo a la clasificación nacional de grados escolares; reprobado (< 60% de marcas totales); pase

(> 60% a < 70%); bueno (> 70% a 80%); muy bueno (> 80 % a < 90 %) y excelente (> 90%).

La ADH fue detectada en el 20.5% (IC 95% 17.7 - 23.3) de los estudiantes, fue significativamente alta entre los grupos de mayor edad 20.6% (12-14 años, IC 95% 16.1-25.1 y 15-21 fue de 24.6% IC 95% 20.1 – 29.1) comparada con los estudiantes mas jóvenes 9-11 años de edad quienes presentaron una prevalencia de 10.3% IC 95% 5.4 – 15.2. También la ADH parecía estar asociada con un impacto negativo en el logro escolar, mientras que la proporción de anemia tenía una tendencia a declinar con mejores resultados escolares, tuvo prevalencia significativa del 33.8% entre los estudiantes con deficientes resultados escolares en comparación a aquellos que tuvieron muy buenos y excelentes resultados.

En los estudios mencionados anteriormente se han utilizado Hb, ST, VCM, hierro sérico, FS y PEL como biomarcadores bioquímicos para determinar la DH y ADH y diferentes pruebas cognitivas como prueba de cancelación de signos (Pierón), laberintos (Walter), atención simultánea (Bourdon), claves de Weschler, DEL, WRAT, TONI y logro académico en lenguaje y matemáticas, los hallazgos muestran asociación entre la DH y la ADH con el desempeño cognitivo.

### *Definición de Términos*

ADH: Es una alteración en los parámetros hematológicos seleccionados de la biometría hemática de acuerdo a los criterios de la WHO (2001).

Hb:	Hombres	13.5 – 18.0 g/dl
	Mujeres	12.0 – 16.0 g/dl
Hto:	Hombres	40.0 – 54 .0 %
	Mujeres	38.0 – 47.0 %
VCM:		80 – 96 $\mu^3$
RDW:		< 14 %

Desempeño cognitivo: Son las puntuaciones estándar obtenidas en las pruebas de atención y memoria del TOMAL (Test of memory and learning), se clasifica en: muy superior, superior, arriba del promedio, promedio, abajo del promedio, deficiente y muy deficiente. El logro académico medido por las calificaciones del bimestre (septiembre-octubre del 2006) en las materias de español y matemáticas.

Variables sociodemográficas: Escolaridad en años de ambos padres e ingreso económico mensual referido por los padres.

Índice de masa corporal (IMC): Es la puntuación obtenida al dividir el peso en kilogramos entre la talla en metros al cuadrado.

## Capítulo II

### Metodología

En este capítulo se describe el diseño del presente estudio, la población, muestreo y muestra, así como los criterios de inclusión. Se describen los instrumentos a utilizar, el procedimiento para la recolección de la información, consideraciones éticas y las estrategias para el análisis de los datos.

#### *Diseño del Estudio*

Se realizó un estudio descriptivo correlacional. Se considera descriptivo porque describió y documentó aspectos de una situación que ocurre de manera natural, en este caso el estado del hierro, así mismo se analizó la asociación entre biomarcadores bioquímicos (Hb, Hto, VCM, RDW) que indican la posibilidad de ADH y el desempeño cognitivo (Polit & Hungler, 1999).

#### *Población, Muestreo y Muestra*

La población de estudio se conformó por 673 estudiantes que cursan educación media básica en una escuela secundaria del municipio de Escobedo, N. L. La determinación del tamaño de muestra se efectuó considerando que la hipótesis más importante de la correlación es igual a cero, con un nivel de confianza de 95% y una potencia de 0.8 (80%) y una hipótesis alterna unilateral, obteniéndose como tamaño de muestra 98.

La selección de los participantes se realizó de acuerdo al promedio de calificaciones obtenido durante el ciclo escolar 2005 - 2006, conformando dos grupos con calificaciones de 6 - 7 y con calificaciones de 9 - 10.

Dado a que algunos de los padres no firmaron el consentimiento por escrito (Apéndice A) o a que los propios alumnos no estuvieron de acuerdo en participar, a 62



alumnos se les determinaron los indicadores bioquímicos de ADH y se solicitó a la trabajadora social de la institución el promedio de calificaciones en las materias de español y matemáticas obtenido durante el semestre Septiembre - Octubre de 2006 y a 38 de éstos participantes se les aplicaron las mediciones de atención y memoria. La distribución de los participantes de acuerdo a las calificaciones obtenidas en el año escolar 2005 – 2006, se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1

*Frecuencias de participantes de acuerdo a grado escolar, edad, sexo y calificación*

Grado	Edad	Escuela Pública			
		Calificación 6-7		Calificación 9-10	
		H	M	H	M
Primero	12	6	8	6	8
Segundo	13	4	6	3	8
Tercero	14	1	6	2	4
Total:		11	20	11	20

### *Mediciones e Instrumentos*

Se realizaron mediciones de lápiz y papel, antropométricas y de tipo bioquímico.

#### *Mediciones de lápiz y papel.*

Se aplicó una cédula de datos de identificación a los padres mediante la cual se recolectó información como edad y escolaridad en años, ingreso económico mensual de la familia, estado civil de los padres, servicios intradomiciliarios con los que cuenta el hogar y edad en años del escolar (Apéndice B).

Respecto al desempeño cognitivo, se midió atención y memoria con la prueba

TOMAL (Test of Memory and Learning) de Reynolds y Bigler (1994). Para evaluar la memoria se aplicaron las siguientes pruebas: Recuerdo selectivo de palabras (RSP) (Apéndice C) y Memoria visual abstracta (MVA) (Apéndice D) y para evaluar la atención se aplicaron las subpruebas: Dígitos en orden consecutivo (DOC) (Apéndice E), Imitación manual (IM) (Apéndice F), Letras en orden consecutivo (LOC) (Apéndice G), Dígitos en orden inverso (DOI) (Apéndice H) y Letras en orden inverso (LOI) (Apéndice I).

EL TOMAL es una prueba que fue estandarizada en una muestra de 1,342 individuos en una población de EE.UU. de entre 5 años 0 meses a 19 años 11 meses, 30 días. Las características demográficas consideradas incluyeron edad, sexo, cultura, nivel socioeconómico, región geográfica y residencia (urbana y rural). A mayor puntuación obtenida en las pruebas del TOMAL mejor atención y memoria, las puntuaciones se clasifican en rangos como se muestra en la Tabla 2 de acuerdo a la puntuación estándar y cociente de cada subprueba (Apéndice J).

Tabla 2  
*Rangos utilizados en las distribuciones de puntuaciones estándar y cocientes del TOMAL*

Puntuaciones estándar	Cociente	Rango
17 – 20	131 – 165	Muy Superior
15 – 16	121 - 130	Superior
13 – 14	111 - 120	Arriba del Promedio
8 – 12	90 - 110	Promedio
6 – 7	80 - 89	Abajo del Promedio
4 – 5	70 - 79	Deficiente
1 – 3	35 - 69	Muy Deficiente

Ambas pruebas fueron aplicadas en una sola sesión en un tiempo promedio de 30 a 40 minutos en un área de la misma institución asignada para tal propósito procurando no tener distracciones para el participante. Las pruebas se realizaron durante el horario de clase previa autorización del maestro responsable de la materia que se impartía en ese horario. Las pruebas del TOMAL fueron aplicadas por tres estudiantes de la Maestría en Ciencias de Enfermería quienes recibieron capacitación previa por personal experto.

#### *Mediciones bioquímicas.*

La anemia se evaluó mediante la determinación de indicadores bioquímicos derivados de la biometría hemática. Las muestras sanguíneas fueron procesadas en el laboratorio de análisis clínicos de la Unidad de Medicina Familiar No. 5 del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) con el sistema CELL-DYN 3700 el cual es un analizador hematológico automático de parámetros múltiples, diseñado para utilizarse en el diagnóstico "in Vitro" en laboratorios clínicos. Para estas muestras se utilizó la versión CELL-DYN 3700 CS con cargador de muestras manual de tubo cerrado el cual está provisto de un módulo cerrado de aspiración manual de muestras incorporado, denominado aspirador cerrado de muestras, que aspira sangre desde un tubo de recolección cerrado, colocado por el operador en el módulo de muestreo.

El sistema CELL-DYN 3700 efectúa las mediciones hematológicas siguientes en sangre total anticoagulada con EDTA tripotásico (k3 EDTA): WBC (Recuento de glóbulo blancos o leucocitos), NEU (Recuento absoluto de neutrofilos), LYM (Recuento absoluto de linfocitos), MONO (recuento absoluto de monocitos), EOS (Recuento absoluto de eosinófilos), BASO (Recuento absoluto de basófilos), RBC (Recuento de glóbulos rojos o eritrocitos), Hb (Concentración de hemoglobina), Hto (Hematocrito), MCV (Volumen corpuscular medio), MCH (Hemoglobina corpuscular media), MCHC (Concentración de hemoglobina corpuscular media), RDW (Amplitud de la distribución de tamaño de los glóbulos rojos), PLT (Recuento de plaquetas o trombocitos), MPV

(Volumen plaquetario medio), PDW (Amplitud de la distribución de plaquetas) y PCT (Plaquetocrito).

Para la obtención de la muestra se solicitó un período de ayuno mínimo de 8 horas (Apéndice K). Las muestras se tomaron en las instalaciones escolares y se trasladaron posteriormente al laboratorio de análisis clínicos de la Unidad de Medicina Familiar #5 del IMSS para su proceso. Posteriormente los parámetros que se evaluaron en éste estudio se registraron en la cédula de indicadores de salud y biomarcadores bioquímicos (Apéndice L).

#### *Mediciones antropométricas.*

Se realizaron mediciones de peso y talla, se calculó el IMC, el cual posteriormente de acuerdo a edad y sexo se clasificó en percentiles según lo sugerido por el CDC (2000) para obtener el estado nutricional los datos se registraron en la cédula de indicadores de salud y biomarcadores bioquímicos (Apéndice K). La técnica para la toma de peso y talla se muestra en el Apéndice M (Aranceta, 2001).

#### *Procedimiento para la Recolección de la Información*

El proyecto fue revisado y aprobado por el Comité de Ética e Investigación de la Facultad de Enfermería de la Universidad Autónoma de Nuevo León, posteriormente se solicitó al Director de la institución seleccionada su autorización para realizar el estudio y se solicitaron los promedios de calificaciones obtenidos por los alumnos en el año escolar inmediato anterior (2005-2006).

Se programó una reunión con los padres de familia de los estudiantes seleccionados donde se expuso el objetivo del estudio y los procedimientos a realizar en los estudiantes, así como el tiempo que se requiere para la recolección de datos.

Los padres que autorizaron la participación de sus hijos llenaron el consentimiento informado (Apéndice A) y la cédula de datos (Apéndice B). Se



programó una cita para la toma de la muestra sanguínea, solicitando al alumno 8 horas como mínimo de ayuno.

Se solicitó al director de la secundaria un área específica para la recolección de la información y se realizó una llamada telefónica el día previo a la fecha programada para la toma de muestra con el objetivo de confirmar la asistencia del participante.

El día de la toma de la muestra sanguínea se expuso a los estudiantes el objetivo del estudio y los procedimientos a realizar, se verificó si traían el consentimiento por escrito firmado por sus padres y a los estudiantes se les solicitó el asentamiento, cuando ambos fueron afirmativos se procedió a verificar la situación de ayuno y se procedió a la toma de la muestra sanguínea.

Posteriormente se realizaron las mediciones antropométricas y al concluir los procedimientos se les ofreció un desayuno que consistió en un sandwich de jamón y queso, una manzana y un jugo. La aplicación de las pruebas de atención y memoria (TOMAL) se realizó durante los 7 días posteriores a la toma de la muestra sanguínea.

Durante el mes de Noviembre del 2006 se estableció contacto con la trabajadora social del plantel educativo y se le solicitaron las calificaciones obtenidas en las materias de español y matemáticas por los participantes previamente seleccionados

### *Consideraciones Éticas*

El presente trabajo de investigación se apegó a lo dispuesto en la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud (Secretaría de Salud, 1987). A lo dispuesto al Título Segundo el cual se refiere a los aspectos éticos de la investigación en seres humanos, capítulo I, Artículo 13 prevalecieron los criterios de respeto y dignidad para todos los participantes, se respetaron sus derechos de participar o no en el estudio y se protegieron de todo posible riesgo.

De acuerdo al Artículo 14, fracción I, IV, V, VII, VIII, se les dio una explicación clara sobre los procedimientos del estudio, así como los beneficios que se obtendrían del

mismo, se les solicitó por escrito el consentimiento informado a los padres de todos los participantes. El proyecto fue sometido al Comité de Investigación y Ética para su aprobación, y se llevó a cabo posterior a la aprobación de las instituciones participantes. Según lo establecido en el Artículo 16, se protegió la privacidad de todo participante, asegurando la publicación de los resultados en forma grupal sin dar a conocer el nombre de los participantes. De acuerdo al Artículo 17, fracción II, este estudio se consideró investigación con riesgo mínimo puesto que implicó mediciones antropométricas y la toma de una muestra sanguínea.

De acuerdo al Artículo 18, todo sujeto participante podía retirarse del estudio en el momento si así lo decida. Acorde al Artículo 20 y 21, fracción I, II, IV, VI, VII, VIII, XI, se otorgó el consentimiento informado por escrito a los padres de los participantes y el asentamiento verbal a los participantes, se les dió una explicación clara sobre el objetivo y justificación del estudio, así como los procedimientos que se realizar y beneficios q se obtendrían, se dió respuesta a todas las dudas que surgieron acerca de la participación de los sujetos y estos podían retirarse en el momento en que lo desearán y que la información proporcionada solo se daría a conocer en forma grupal protegiendo la identidad de los sujetos. Se informó que el estudio no implicaba costo para los participantes.

De acuerdo al Artículo 22, fracción I, II, III, IV, el consentimiento informado fue formulado por el investigador principal, indicando toda la información necesaria, dicho consentimiento fue previamente aprobado por el Comité de Ética de la Facultad de Enfermería, se requirió de la firma de dos testigos y del sujeto de investigación o de un representante legal.

El presente estudio fue realizado en menores de edad, por lo que de acuerdo a lo estipulado al capítulo III, Artículo 36, se obtuvo el consentimiento informado por los padres o tutores del menor para la participación en el proyecto. Según el Artículo 38, el beneficio que recibió el menor fue tener conocimiento sobre su estado de salud, para que

en caso de identificar deficiencias nutricias se tomaran las medidas necesarias para la corrección de las mismas.

### *Estrategias para el Análisis de los Resultados*

La captura y análisis de los datos se realizó a través del paquete estadístico SPSS versión 11.0 (siglas en inglés del Statistical Package for the Social Sciences, 2000). Se obtuvieron estadísticas descriptivas de las variables biomarcadores bioquímicos, desempeño cognitivo (logro académico en las materias de español y matemáticas del bimestre septiembre-octubre de 2006, puntuaciones de atención y memoria), variables sociodemográficas e IMC y la prueba de normalidad (KS).

Para verificar el objetivo general se aplicó la prueba de correlación de  $r$  de Pearson a las variables biomarcadores bioquímicos y logro académico en matemáticas y puntuaciones de atención y memoria ya que presentaron distribución normal y se aplicó la prueba de  $r_s$  de Spearman a las variables biomarcadores bioquímicos y el logro académico en español ya que ésta variable no mostró normalidad.

Para identificar la asociación entre las variables sociodemográficas edad y escolaridad de ambos padres y el logro académico en matemáticas se aplicó la prueba  $r$  de Pearson ya que presentaron distribución normal y para identificar la asociación de edad y escolaridad de ambos padres con el logro académico en español se aplicó la prueba  $r_s$  de Spearman ya que el logro académico en español no mostró distribución normal.

Para la variable ingreso económico y el logro académico en matemáticas se aplicó  $r$  de Pearson ya que ambas variables mostraron distribución normal y se aplicó  $r_s$  de Spearman para identificar la asociación del IMC con la variable logro en español.

### Capítulo III

#### Resultados

En el presente capítulo se presentan los resultados del estudio de asociación del desempeño cognitivo medido por el promedio de calificaciones en las materias español, matemáticas y promedio general del bimestre septiembre-octubre de 2006, puntuaciones de atención y memoria, biomarcadores bioquímicos de ADH, variables sociodemográficas e IMC con el rendimiento académico.

#### *Variables Sociodemográficas de los Participantes*

La muestra se conformo por 62 estudiantes de una secundaria pública con una edad promedio de 12.77 años ( $DE = .80$ ). El 45.2% (28) pertenecía a primer grado, un 33.9% (21) a segundo grado y el 21.0% (13) a tercer grado. Un 40.3% (25) pertenecían al sexo masculino y el 59.7% (37) al femenino. De las adolescentes que participaron en el estudio el 89.18% (33) ya habían presentado la menarquia.

El peso corporal promedio de los estudiantes fue de 52.60 kg. ( $DE = 13.45$ ), el promedio de estatura 1.57 m ( $DE = 8.98E-02$ ) e IMC 21.07 ( $DE = 4.34$ ). Al clasificar el IMC en percentiles de acuerdo a edad y sexo se obtuvo el estado nutricio y se encontró bajo peso en el 1.6% (1), peso normal en el 62.9% (39), riesgo de sobrepeso 19.4% (12) en y sobrepeso 16.1% (10).

Respecto a las características sociodemográficas de la familia, se encontró que la mayoría de los padres estaban casados 83.9% (52), un 3.2% (2) vivían en unión libre, el 1.6% (1) estaban divorciados, el 9.7% (6) separados y el 1.6% (1) eran viudos. La principal ocupación de las madres fue ama de casa con 66.1% (41), el 11.3% (7) eran profesionistas, el 6.5% (4) trabajaban como obreras, otro 6.5% (4) eran empleadas, y el 9.7% (6) se dedicaban a otros trabajos. La ocupación predominante del padre fue empleado con el 30.6% (19), el 16.1% (10) profesionistas, el 11.3% (7) obreros, el 8.1%



(5) comerciantes, el 6.5% (4) mecánicos, el 3.2% (2) taxistas, el 1.6 % (1) técnico y el 22.6% (14) se dedican a otros empleos. El 100% de los domicilios de los estudiantes contaban con agua, luz y drenaje; el 87.1% (53) con teléfono y un 25.8% (15) contaban con servicio de Internet.

En la Tabla 3, se observan los datos descriptivos y la prueba Kolmogorov de las variables sociodemográficas. La edad del estudiante y el ingreso económico no mostraron una distribución normal.

Tabla 3

*Estadísticas descriptivas y prueba de Kolmogorov de variables sociodemográficas*

	$\bar{X}$	Mdn	DE	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor K-S	Valor de p
Edad del estudiante	12.77	13	.80	12	14	2.25	.01
Edad de la madre	38.85	37.50	5.66	29	53	1.01	.26
Escolaridad materna	11	11	3.68	3	20	1.19	.12
Edad del padre	41.31	40	6.80	30	67	1.26	.09
Escolaridad del padre	11.66	12	2.70	6	16	1.14	.15
Ingreso económico mensual	7,972	6,350	4,767	2,000	25,000	1.52	.02

Fuente: Cédula de datos

$n = 62$

*VARIABLES BIOMARCADORES BIOQUÍMICOS E IMC DE LOS PARTICIPANTES*

Las estadísticas descriptivas de los biomarcadores bioquímicos de ADH, peso, talla e IMC se muestran en la Tabla 4. Estas variables presentaron una distribución normal. Las cifras de hemoglobina (Hb) y hematocrito (Hto) se encontraron en parámetros normales y el valor máximo de RDW se encontró en 20.10.

Tabla 4

*Estadísticas descriptivas de las variables de salud y prueba de Kolmogorov - Smirnov*

	$\bar{X}$	Mdn	DE	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor K-S	Valor de p
Hb	14.02	14	1.01	12.10	17.20	.73	.68
Hto	40.57	40.45	2.91	32.70	49.60	.72	.67
VCM	83.84	84.05	3.81	72.20	91.10	.62	.84
RDW	14.75	14.55	1.11	12.90	20.10	1.27	.08
Peso	52.60	49	13.45	33	102.00	1.14	.15
Talla	1.57	1.56	8.98E02	1.39	1.79	.56	.91
IMC	21.07	20.04	4.34	14.42	34.48	1.164	.13

Fuente: Cédula de indicadores de salud y biomarcadores bioquímicos

$n = 62$

En la Tabla 5 se observa que tres de los biomarcadores bioquímicos se encontraron normales en la mayoría de los participantes, solo el parámetro RDW se encontró alterado en la mayoría de ellos (80.3%,  $n = 49$ ).

Tabla 5

*Frecuencias y porcentajes de biomarcadores bioquímicos de ADH*

Biomarcador bioquímico	Clasificación	$f$	%
Hb	Normal	60	96.8
	Anormal	2	3.2
Hto	Normal	49	79
	Anormal	13	21
VCM	Normal	52	83.9
	Anormal	10	16.1
RDW	Normal	12	19.4
	Anormal	50	80.6

Fuente: Cédula de indicadores de salud y biomarcadores bioquímicos  $n = 62$

En las Tablas 6 y 7 se muestra el logro obtenido en las materias de español y matemáticas respectivamente, dado el tamaño de muestra reducido se decidió conformar tres grupos: a) con calificación de 5, b) calificación de 6 - 8 y c) con calificaciones de 9 y 10 y se encontraron porcentajes mayores del parámetro RDW alterado en los participantes con calificaciones de 5 a 8 y cuando el participante fue mujer.

Tabla 6

*Frecuencias y porcentajes del biomarcador bioquímico RDW de acuerdo a sexo y logro académico en la materia español*

Biomarcador Bioquímico		RDW			
		Normal		Anormal	
Parámetro		<i>f</i>	%	<i>f</i>	%
		Calificación de 5	Masculino	2	3.22
Femenino	2		3.22	3	4.83
Sub-total	4		6.44	8	12.90
Calificación 6 - 8	Masculino	2	3.22	6	9.67
	Femenino	3	4.83	13	20.96
	Sub-total	5	8.07	19	30.64
Calificación de 9 - 10	Masculino	0	0	10	16.12
	Femenino	3	4.83	13	20.96
	Sub-total	3	4.83	23	37.09
Total	Masculino	4	6.45	21	33.87
	Femenino	8	12.90	29	46.77

Fuente: Cédula de salud y biomarcadores bioquímicos

$n = 62$

Tabla 7

*Frecuencias y porcentajes del biomarcador bioquímico RDW de acuerdo a sexo y logro académico en la materia matemáticas*

Biomarcador Bioquímico		RDW			
		Normal		Anormal	
		<i>f</i>	%	<i>f</i>	%
Calificación de 5	Masculino	1	1.61	3	4.84
	Femenino	1	1.61	4	6.45
	Sub-total	2	3.22	7	11.29
Calificación 6 - 8	Masculino	2	3.22	11	17.74
	Femenino	5	8.06	15	24.19
	Sub-total	7	11.29	26	41.93
Calificación de 9 – 10	Masculino	1	1.61	10	16.12
	Femenino	2	3.22	7	11.29
	Sub-total	3	4.84	23	37.09
Total	Masculino	4	6.45	24	38.70
	Femenino	8	12.90	26	41.93

Fuente: Cédula de salud y biomarcadores bioquímicos

*n* = 62



*Variables Cognitivas, Logro Académico, Atención y Memoria*

En la Tabla 8 se presentan las estadísticas descriptivas del logro académico en español y matemáticas y prueba de normalidad. El logro académico en matemáticas mostró una distribución normal.

Tabla 8

*Estadísticas descriptivas de logro académico en las materias de español y matemáticas y prueba de Kolmogorov - Smirnov*

	<i>Media</i>	<i>Mediana</i>	<i>DE</i>	<i>Valor</i> <i>Mínimo</i>	<i>Valor</i> <i>Máximo</i>	<i>Valor</i> <i>K-S</i>	<i>Valor</i> <i>de p</i>
Español	7.61	8.00	1.82	5	10	1.54	.017
Matemáticas	7.45	7.00	1.71	5	10	1.23	.097

Fuente: Listado de Calificaciones del bimestre sep-oct 2006

$n = 62$

En la Tabla 9 se presentan las estadísticas descriptivas de las puntuaciones de atención y memoria de la prueba TOMAL y prueba de normalidad. Las puntuaciones de atención y memoria presentaron una distribución normal.

Tabla 9

*Estadísticas descriptivas de atención y memoria de la prueba TOMAL y prueba de Kolmogorov - Smirnov*

	<i>Media</i>	<i>Mediana</i>	<i>DE</i>	<i>Valor</i>	<i>Valor</i>	<i>Valor</i>	<i>Valor</i>
				<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>K-S</i>	<i>de p</i>
RSP	8.89	9.00	2.48	2	15	1.04	.223
MVA	11.31	11.50	2.68	6	16	1.00	.261
DOC	9.00	9.00	3.10	3	18	.833	.491
IM	11.31	12.00	2.13	5	15	1.10	.178
LOC	9.36	9.00	1.97	6	15	1.10	.174
DOI	9.05	9.00	1.99	5	14	1.03	.231
LOI	9.78	10.00	2.55	3	15	.689	.730
ATENCIÓN	97.81	96.00	11.70	66	126	.820	.512
GENERAL							

Fuente: TOMAL

$n = 38$

En la Tabla 10 se muestran las frecuencias y porcentajes de los rangos de atención y memoria donde se observa que la mayoría de los participantes se encontraron en el rango promedio.

Tabla 10

*Frecuencias y porcentajes de los rangos de atención y memoria del TOMAL*

	Rangos	<i>f</i>	%
Atención general	Superior	1	2.6
	Arriba del promedio	6	15.8
	Promedio	24	63.2
	Abajo del promedio	6	15.8
	Muy deficiente	1	2.6
Memoria verbal	Superior	5	13.2
RSP	Arriba del promedio	7	18.4
	Promedio	22	57.9
	Abajo del promedio	4	10.5
Memoria visual abstracta	Superior	1	2.6
	Arriba del promedio	1	2.6
	Promedio	28	73.7
	Abajo del promedio	6	15.8
	Muy deficiente	2	5.3

Fuente: TOMAL

*n* = 38

### Correlación de Variables de Estudio

La correlación de los biomarcadores bioquímicos de ADH y el IMC con el logro académico se muestra en la Tabla 11. Se encontró asociación de las cifras de RDW con el logro académico en la materia de español en el bimestre septiembre–octubre de 2006, el IMC no mostró asociación.

Tabla 11

#### Correlación de biomarcadores bioquímicos, IMC y logro académico

		Español	Matemáticas
Hb		.006	.135
	❖	.965	.297
Hto		.003	.062
	❖	.983	.551
VCM		- .148	- .034
	❖	.252	.794
RDW		.286	.189
	❖	.024 *	.141
IMC		.042	- .072
	❖	.746	.578

Fuente: Cédula de indicadores de salud y biomarcadores bioquímicos

$n = 62$

❖ Valor de  $p$

La correlación entre las variables sociodemográficas y el logro académico se muestra en la Tabla 12. Se encontró correlación significativa entre la escolaridad de ambos padres y el logro académico en español y matemáticas.

Tabla 12

*Correlación de variables sociodemográficas y logro académico*

	Español	Matemáticas
Escolaridad materna	.292	.247
❖	.021*	.050*
Escolaridad paterna	.433	.399
❖	.001**	.001**
Ingreso económico	.206	.236
❖	.108	.065

Fuente: Cédula de datos, Listado de Calificaciones del bimestre sep-oct 2007  $n = 62$

❖ Valor de  $p$



Al correlacionar los biomarcadores bioquímicos de ADH con las puntuaciones de atención y memoria de 38 de los participantes, se encontró correlación significativa entre las cifras de Hb, Hto y RDW con la atención en general. No se identificó correlación entre los biomarcadores bioquímicos y las pruebas que valoran la memoria, lo anterior se observa en la Tabla 13.

Tabla 13

*Correlación de biomarcadores bioquímicos, puntuaciones de atención y memoria de la prueba TOMAL*

Desempeño Cognitivo	Memoria		Atención				Atención general	
	RSP	MVA	DOC	IM	LOC	DOI		LOI
Hb	.200	.036	-.154	-.088	-.368	-.364	-.093	-.278
❖	.228	.830	.357	.600	.023*	.025*	.581	.091
Hto	.067	-.091	-.230	-.162	-.504	-.447	-.153	-.393
❖	.689	.586	.165	.332	.001**	.005*	.359	.015**
VCM	.312	.222	.029	.309	-.034	-.103	-.103	.055
❖	.057	.181	.864	.059	.841	.539	.940	.742
RDW	.022	.192	.325	-.106	.397	.447	.137	.324
❖	.895	.248	.047	.527	.013*	.005*	.412	.048*

Fuente: Pruebas de atención y memoria TOMAL

$n = 38$

❖ Valor de  $p$

## Capítulo IV

### Discusión

Los estudios realizados en adolescentes señalan la relación entre biomarcadores de ADH, variables de salud como el IMC y habilidades cognitivas como atención, memoria y el logro académico. Entre los biomarcadores que se han utilizado se encuentran Bh, hierro sérico, FS, ST y PEL y el desempeño cognitivo ha sido evaluado mediante la aplicación de diferentes pruebas estandarizadas de atención y memoria de las pruebas WRAT, WISC-R y DEL y se ha considerado el logro académico como las puntuaciones de calificaciones obtenidas en materias de español y matemáticas (Abalkhail & Shawky, 2002; Halterman et al., 2001; Vega-Franco & Iñarritu, 2000; Walker et al., 1998).

Uno de los biomarcadores bioquímicos confirmatorios de ADH es la FS el cual no se realiza de forma rutinaria dado su alto costo, incluso estudios publicados solo han considerado las cifras de Hb como biomarcador confirmatorio de ADH (Abalkhail & Shawky, 2002). En el presente estudio se realizó solamente la prueba hematológica de biometría hemática completa y se consideraron como biomarcadores de ADH las cifras de Hb, Hto, VCM y RDW.

En la actualidad es posible mencionar que el diagnóstico de las diferentes anemias ha mejorado debido a los autoanalizadores en hematología que proporcionan resultados seguros y nuevos parámetros hematológicos como el RDW que de acuerdo a la evidencia es útil en la mayoría de los casos para detectar estados tempranos de DH (Romero et al., 1999).

En el presente estudio se encontraron tres de los biomarcadores bioquímicos (Hb, Hto y VCM) en rangos considerados como aceptables en la mayoría de los participantes, solo el biomarcador bioquímico RDW se encontró anormal en la mayoría de los jóvenes estudiantes que tenían más bajas calificaciones y se presentó mayormente alterado en las

mujeres, lo que posiblemente está relacionado a pérdidas menstruales (Walker et al., 1998).

En el presente estudio se encontró correlación entre las cifras del biomarcador bioquímico RDW y el logro académico en la materia de español, pero no en matemáticas lo cual coincide con lo reportado por Walker et al. (1998). Otro estudio encontró asociación entre las cifras de Hb y FS y el logro académico en lenguaje Thai (Sungthong). No se encontró asociación entre los biomarcadores bioquímicos de ADH y el logro en matemáticas lo cual difiere de lo reportado por Halterman et al., (2001) quienes identificaron asociación entre ADH considerando como biomarcadores la Hb, FS y PEL y el logro académico en matemáticas en adolescentes de EE.UU. donde se identificó que los participantes con ADH tuvieron puntuaciones más bajas que aquellos niños con estatus de hierro normal y no se encontraron diferencias en puntuaciones de lectura de acuerdo al estatus de hierro.

Así mismo el logro académico se ha encontrado asociado a múltiples factores entre los cuales se encuentran: características de la escuela, características del maestro y disponibilidad de materiales educativos y factores del medio ambiente familiar como la escolaridad de los padres (Walker et al., 1998). Lo que coincide con los hallazgos del presente estudio al encontrar relación entre el logro académico en las materias de español y matemáticas del bimestre septiembre-octubre de 2006 y la escolaridad de ambos padres, lo que coincide con los estudios que señalan que el ambiente educacional está fuertemente asociado al cuidado a la salud de los hijos y al bienestar de la familia más específicamente cuando la escolaridad es equivalente a preparatoria que fue el caso del presente estudio (CEPAL, UNICEF, SECIB, 2001).

Respecto a otras variables del estado de salud la literatura señala que el IMC, la dieta y la actividad física explican casi un cuarta parte de la variación en el desempeño académico posterior a controlar por género, educación de los padres, estructura familiar y ausentismo, se ha identificado que los estudiantes que presentan un IMC en el

percentil 85 o superior tienen un logro académico más bajo, lo anterior en estudiantes adolescentes del 7° al 9° grado, mientras que tal asociación no se ha encontrado en niños del 3° al 6° grado (Mo-swan, Lebel, Puetpaiboon & Junjana, 1999; Sigfúsdóttir et al., 2006). En el presente estudio no se encontró asociación del IMC con el logro académico, sin embargo los resultados no mostraron relación con el rendimiento académico, probablemente porque la mayoría de los participantes se encontraban en peso normal y el tamaño reducido de la muestra no permitió realizar comparaciones por grupo de acuerdo al logro académico.

especto a la evaluación de atención y memoria con la prueba TOMAL la mayoría de los participantes examinados se ubico en el rango considerado como promedio y se identificaron correlaciones significativas entre las cifras de Hb, Hto y RDW con las puntuaciones en las pruebas de LOC, DOC y DOI y con la puntuación global de atención de la prueba TOMAL. Lo cual coincide con los resultados de un estudio realizado en México en población escolar de 6 a 11 años donde se encontró que los participantes con mayores cifras de HB presentan mejores puntuaciones de atención (Vega et al., 1994).

Otros estudios también han identificado asociación de biomarcadores bioquímicos de ADH y pruebas psicometricas que evalúan atención, memoria e inteligencia donde se han encontrado puntuaciones más bajas en atención y memoria en los participantes con ADH (Halterman et al., 2001; Otero et al. 1999, Sunghong et al. 2002).

### *Conclusiones*

- Los biomarcadores bioquímicos Hb, Hto y RDW se encontraron asociados a la atención.
- El biomarcador bioquímico RDW se encontró anormal en la mayoría de los participantes y asociado al logro académico en español del bimestre septiembre –

octubre de 2006.

- La escolaridad de ambos padres se encontró asociada al logro académico en español y matemáticas del bimestre septiembre-octubre de 2006.
- Los biomarcadores bioquímicos Hb, Hto y VCM se encontraron normales en la mayoría de los participantes.

#### *Recomendaciones*

- Realizar exámenes bioquímicos confirmatorios de ADH principalmente en los participantes que presentaron dos o más valores alterados en la biometría hemática.
- Replicar el presente estudio en una muestra mayor.
- Explorar biomarcadores bioquímicos confirmatorios de anemia en los alumnos con calificaciones entre 5 - 8.



## Referencias

- Abalkhail, B. & Shawky, S. (2002). Prevalence of daily breakfast intake, iron deficiency anaemia and awareness of being anaemic among Saudi school student. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 53, 519-528.
- Agudelo, G., Cardona, O., Posada, M., Montoya, M., Ocampo, N. & Marín, C. (2003). Prevalencia de anemia ferropénica en escolares y adolescentes, Medellín, Colombia, 1999. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 13(6), 376-386.
- Aranceta, J. (2001). *Nutrición comunitaria* (2a. ed.). Barcelona, España: Masson, S. A.
- Beard, J. (2003). Iron deficiency alters brain development and functioning. *Journal of Nutrition*, 133(5), 1468-1472.
- Camacho, I. & Uribe J. (2002). *Relación entre autoconcepto y concepto del maestro en alumnos/as con rendimiento académico bajo y alto que cursan el sexto grado de educación primaria en el estado de Colima*. Tesis de maestría no publicada, Universidad de Colima, México.
- Center for Disease Control and Prevention (2000). *Nutrition & Physical Activity. Defining Overweight and Obesity*. Recuperado en: <http://www.cdc.gov/nccdphp/dnpa/obesity/defining.htm>.
- CEPAL, UNICEF, SECIB. (2001). Construir equidad desde la infancia y la adolescencia. *Chile*, p.194.
- Durá, T., Aguirre, P. & Días, J. (2000). Prevalencia de ferropenia y anemia ferropénica en adolescentes (10-15 años). *Boletín Pediatrico*, 34(2), 97-99.
- Grantham-McGregor, S. & Ani, C. (2001). A review of studies on the effect of iron deficiency on cognitive development in children. *Journal of Nutrition*, 131 (Suppl. 2), 649-666.
- Halterman, J., Kaczorowski, J., Aligne, A. & Szilagyi, P. (2001) Iron deficiency and cognitive achievement among school-aged children and adolescents in the United

- States. *Pediatrics*, 107(6), 1381-1386.
- Huges, D. & Bryan, J. (2003). The Assessment of cognitive performance in children: Considerations for detecting nutritional influences. *Nutritional of Review*, 61(12), 413-422.
- López, E. (2002). *El enfoque cognitivo de la memoria humana* (1a. ed.). México, D.F.: Trillas.
- Mo-suwan, L., Lebel, L., Puetpaiboon, A. & Junjana, C. School performance and weight status of children and young adolescents in transitional society in Thailand. *International Journal Obesity Related Metabolic Disorders*, 23, 272-277.
- Olivares, M. & Walter, T. (2003). Causas y consecuencias de la deficiencia de hierro. *Revista Chilena de Nutrición*, 30(3), 5-13.
- Otero, G., Aguirre, D., Porcayo, R. & Fernández, T. (1999). Psychological and electroencephalographic study in school children with iron deficiency. *International Journal of Neurosciences*, 99, 113-121.
- Polit, D. F. & Hungler, B. P. (1999). *Investigación en Ciencias de la Salud* (6a. ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.
- Reynolds, C. R. & Bigler, E. D. (1994). *Test of Memory and Learning. Examiners Manual*. Austin Texas, EE.UU.: Proed An International Publisher.
- Romero, J., Carbia, C., Ceballo, M. & Díaz, N. (1999). Índice de distribución de glóbulos rojos (RDW): su aplicación en la caracterización de anemias microcíticas e hipocrómicas. *Medicina* 59(1), 17-22.
- Ruíz, M., Picó, M., Rosich, L. & Morales, L. (2002). El factor alimentario en la presencia de la deficiencia de hierro. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 18(1), 46-52.
- Secretaría de Educación Pública. (2006). *Reforma de la educación secundaria. fundamentación curricular*. Recuperado de:  
<http://www.reformasecundaria.sep.gob.mx/doc/FUNDAMENTACIONES/>

- Secretaría de Salud. (1987). *Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud*. (7a. ed.) México D. F.: Editorial Porrúa.
- Sigfúsdóttir, I., Kristjánsson, A. & Allegrante, J. (2007). Health behaviour and academic achievement in icelandic school children. *Health Education Research*, 22(1), 70-80.
- Sunghong, R., Mo-suwan, L. & Chongsuvivatwong, V. (2002). Effects of hemoglobin and serum ferritin on cognitive function in school children. *Asia Pacific Journal Clinical Nutrition*, 11(2), 117-122.
- Téllez, H., Mendoza, M., Butcher, E., Pacheco, C. & Tirado, H. (2002). *Atención, aprendizaje y memoria. Aspectos psicobiológicos* (2a. ed.). México, D. F.: Trillas.
- Vásquez, E. (2003). La anemia en la infancia. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 13(6), 349-351.
- Vega-Franco, L. & Iñarritu, M. (2000). Importancia del desayuno en la nutrición y el rendimiento del niño escolar. *Boletín Médico del Hospital Infantil de México*, 57(12), 714-721.
- Vega, L., Robles, B. & Mejía, A. (1994). Efecto de la deficiencia de hierro sobre la capacidad de atención de niños escolares. *Gaceta Médica de México*, 130(2), 67-71.
- Walker, S., Grantham-McGregor, S., Himes, J., Williams, S. & Duff, E. (1998). School performance in adolescent Jamaican girls: Associations with health, social and behavioural characteristics, and risk factors for dropout. *Journal of Adolescence*, 21, 109-122.
- World Health Organization. (2001). Iron deficiency anaemia. Assessment, prevention, and control. A guide for programmer managers. Recuperado de [http://www.who.int/nutrition/publications/en/ida\\_assessment\\_prevention\\_control.pdf](http://www.who.int/nutrition/publications/en/ida_assessment_prevention_control.pdf)

Apéndices

... y ...

... y ...

... y ...

Apéndices

... y ...

... y ...

... y ...

... y ...

## Apéndice A

### *Consentimiento Informado*

Desempeño cognitivo y biomarcadores bioquímicos de anemia por deficiencia de hierro en estudiantes de secundaria.

### Introducción y Propósito

La Lic. en Enfermería Erika Lizzeth Galván Vázquez, me ha solicitado autorización para que mi hijo participe en su proyecto de investigación, me ha informado que los datos que se le proporcionen serán utilizados con fines científicos. Me ha explicado que el objetivo del proyecto es determinar la Asociación del Rendimiento Académico con la Anemia. Se me ha informado que los datos que se le proporcione serán utilizados con fines científicos. Me ha explicado que se me solicitará información como datos generales de la familia y de mi hijo.

A mi hijo se le tomarán mediciones de estatura y peso, se le extraerá una muestra de sangre para determinar los niveles de hemoglobina. Se me ha informado que este estudio no me generará ningún gasto y que la información obtenida permitirá que la Lic. Galván obtenga su grado de Maestría en Ciencias de Enfermería.

### Procedimientos

La selección de los participantes será de manera aleatoria (al azar) de la lista de asistencia siendo un total de 120 alumnos. Los procedimientos a realizar serán llenado de una cédula de datos, mediciones antropométricas, toma de examen de laboratorio.

### Riesgos

El estudio consta de una punción venosa, en caso de que la muestra no pueda ser extraída de la primera ocasión, tendrá que hacerse una segunda punción.

### Beneficios

Los beneficios que se obtendrán de este estudio será conocer el estado de salud



de los estudiantes y si este se asocia a su desempeño académico, de esta manera se podrían implementar intervenciones necesarias para corregir estos problemas de salud en esta población.

#### Tratamiento

En caso de que mi hijo requiera algún tratamiento me será notificado, y sé que el investigador no se hará cargo de dicho tratamiento.

#### Participación Voluntaria / Abandono

Se me ha informado que la participación es voluntaria y que mi hijo podrá retirarse del estudio en el momento en que así lo decida.

#### Preguntas

En caso de dudas o comentarios acerca de la investigación, estos deberán ser notificados al investigador principal para su aclaración. Si existe alguna queja relacionada con el proyecto el participante podrá notificarlo a la Facultad de Enfermería de la Universidad Autónoma de Nuevo León con la Dra. Yolanda Flores Peña, director de tesis del proyecto de investigación.

#### Confidencialidad

La información proporcionada será confidencial y solo se publicarán resultados de forma grupal.

## Consentimiento para participar en el estudio de investigación

La Lic. Erika Lizzeth Galván Vázquez me ha explicado y dado a conocer en que consiste el estudio incluyendo los posibles riesgos y beneficios de la participación de mi hijo así como de que puedo optar libremente por dejar de participar en cualquier momento que lo desee.

---

Firma del padre o tutor del participante

Fecha

---

Firma y nombre del investigador

Fecha

---

Firma y nombre del primer testigo

Fecha

---

Firma y nombre del segundo testigo

Fecha

## Apéndice B

*Cédula de Datos*

Fecha: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Día Mes Año

Instrucción: Complete la siguiente información respecto a su hijo

Datos generales de su hijo

Nombre: \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_

Sexo: Hombre \_\_\_\_ Mujer \_\_\_\_

Si se trata de mujer conteste lo siguiente:

Presentó ya su primera menstruación: Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

Instrucción: Complete la siguiente información, independientemente de que viva o no con su pareja

*Datos de la Madre*

Edad en años: \_\_\_\_

Años de estudio: \_\_\_\_

Ocupación: \_\_\_\_\_

Datos del Padre:

Edad en años: \_\_\_\_

Años de estudio: \_\_\_\_

Ocupación: \_\_\_\_\_

Estado civil de los padres: \_\_\_\_\_

Ingreso económico mensual de la familia: \_\_\_\_

Servicios intradomiciliarios, marque con una "X" si cuenta con éste servicio en su domicilio

Agua: \_\_\_\_\_ Luz: \_\_\_\_\_ Drenaje: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_

Internet: \_\_\_\_\_

## Apéndice C

*Subprueba III - Recuerdo Selectivo de Palabras (RSP)*

Instrucciones: Se le dijo al examinado “Voy a decirte algunas palabras y cuando termine, quiero que me las repitas sin importar el orden en que te acuerdes de ellas”. Después de leer la lista de palabras al examinado, se espero para que respondiera y se le dijo “Olvidaste algunas palabras, éstas son \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, ... Ahora me puedes decir TODAS las palabras de nuevo”. Cuando el examinado repitió todas las palabras se le pidió que las repitiera todas una vez más. Se discontinuó la evaluación cuando el examinado repitió correctamente todas las palabras en el segundo ensayo consecutivo y el resto de los ensayos se consideraron como correctos.

Para cada palabra recordada correctamente se dio un punto. Se considero como puntaje bruto la sumatoria total de palabras recordadas y ésta cantidad fue registrada en el formato de resultados para obtener porcentaje y rango de puntuación.

Ensayos							
1 Manzana	manzana	manzana	manzana	manzana	manzana	manzana	Manzana
2 Víbora	víbora	víbora	víbora	víbora	víbora	víbora	víbora
3 Plato	plato	plato	plato	plato	plato	plato	plato
4 Puerta	puerta	puerta	puerta	puerta	puerta	puerta	puerta
5 Pan	pan	pan	pan	pan	pan	pan	pan
6 Chango	chango	chango	chango	chango	chango	chango	chango
7 Lápiz	lápiz	lápiz	lápiz	lápiz	lápiz	lápiz	lápiz
8 Cuchara	cuchara	cuchara	cuchara	cuchara	cuchara	cuchara	cuchara
9 Naranja	naranja	naranja	naranja	naranja	naranja	naranja	naranja
10 Cuchillo	cuchillo	cuchillo	cuchillo	cuchillo	cuchillo	cuchillo	cuchillo
11 Perro	perro	perro	perro	perro	perro	perro	perro
12 Borrador	borrador	borrador	borrador	borrador	borrador	borrador	borrador
Total							
Total de los ensayo							



## Apéndice D

*Subprueba VI - Memoria Visual Abstracta (MVA)*

Instrucciones: En ésta prueba se le mostró al examinado el primer símbolo-estímulo por 5 segundos, se le señaló el símbolo y se le dijo "Observa este dibujo"; se le dio vuelta a la página y se le dijo "Encuentra el dibujo igual al que te mostré". Las respuestas correctas recibieron un punto, se discontinuó la prueba cuando se encontraron 3 errores en 5. El puntaje bruto fue la sumatoria de los reactivos correctos y fue registrado en el formato de resultados.

De 1 a 10	Clave	Calificado	De 11 a 20	Clave	Calificado
1	1		11	1	
2	2		12	2	
3	3		13	3	
4	4		14	4	
5	5		15	5	
6	6		16	6	
7	7		17	7	
8	8		18	8	
9	9		19	9	
10	10		20	10	
11	1		21	1	
12	2		22	2	
13	3		23	3	
14	4		24	4	
15	5		25	5	
16	6		26	6	
17	7		27	7	
18	8		28	8	
19	9		29	9	
20	10		30	10	
21	1		31	1	
22	2		32	2	
23	3		33	3	
24	4		34	4	
25	5		35	5	
26	6		36	6	
27	7		37	7	
28	8		38	8	
29	9		39	9	
30	10		40	10	
31	1		41	1	
32	2		42	2	
33	3		43	3	
34	4		44	4	
35	5		45	5	
36	6		46	6	
37	7		47	7	
38	8		48	8	
39	9		49	9	
40	10		50	10	

De 5 a 8 años	Clave	Calificación	De 9a 19 años	Clave	calificación
1	5		11	4	
2	6		12	2	
3	4		13	4	
4	5		14	1	
5	1		15	2	
6	5		16	3	
7	2		17	6	
8	1		18	3	
9	2		19	2	
10	2		20	6	

De 9 a 19 años	Clave	Calificación	De 9 a 19 años	Clave	Calificación
21	1		31	3	
22	4		32	6	
23	6		33	1	
24	3		34	5	
25	2		35	3	
26	2		36	6	
27	5		37	6	
28	3		38	5	
29	2		39	2	
30	3		40	5	
Máximo = 40 Total					

## Apéndice E

*Subprueba VII - Dígitos en Orden Consecutivo (DOC)*

Instrucciones: Se le dijo al examinado "Voy a decirte algunos números. Escucha con atención porque cuando termine quiero que los digas exactamente como los escuchaste". Los números se le leyeron a un rango de un número por segundo y no se repitieron en ningún caso. Las respuestas se registraron en la hoja de registro; se le dio un punto por cada dígito recordado en la posición correcta, el puntaje bruto fue anotado en el formato de resultados para obtener la puntuación estándar y posteriormente el rango.

Reactivo	Clave	Calificación
1	8 - 5	
2	3 - 10	
3	6 - 8 - 3	
4	2 - 1 - 5	
5	4 - 6 - 1 - 9	
6	3 - 2 - 4 - 10	
7	6 - 9 - 1 - 3 - 5	
8	10 - 6 - 8 - 5 - 9	
9	6 - 4 - 9 - 2 - 1 - 8	
10	4 - 3 - 5 - 1 - 6 - 4	
11	1 - 3 - 9 - 6 - 8 - 3 - 10	
12	6 - 5 - 10 - 1 - 8 - 3 - 1	
13	4 - 2 - 1 - 3 - 9 - 8 - 3 - 9	
14	9 - 4 - 10 - 1 - 2 - 8 - 10 - 3	
15	1 - 4 - 9 - 2 - 8 - 10 - 2 - 9 - 3	
16	9 - 1 - 3 - 10 - 5 - 2 - 8 - 4 - 6	
17	8 - 5 - 6 - 10 - 4 - 1 - 3 - 9 - 2 - 5	
18	2 - 1 - 5 - 3 - 8 - 4 - 9 - 2 - 6 - 10	
Máximo = 108 Total		

## Apéndice F

*Subprueba XI - Imitación Manual (IM)*

Instrucciones: Se les demostró los reactivos utilizando siempre la mano derecha. Se les administro los reactivos del 1 al 6 a todos los examinados, posteriormente se discontinuó la evaluación si el examinado calificó con menos de cuatro puntos en cada uno de dos reactivos consecutivos. Antes de administrar el primer reactivo se le pidió al examinado que imitara uno a uno cada movimiento. Los reactivos se administraron a un rango de un movimiento de mano por segundo.

Los patrones de movimiento de mano fueron:

B, representa un movimiento de “palma hacia abajo”.

A, representa un movimiento de “palma hacia arriba”.

P, representa un movimiento de “puño”.

L, representa un movimiento de “lado”.

Se inicio diciendo “Observa mi mano”, se realizaron los movimientos por parte del examinador y después se le dijo al examinado “Ahora hazlo tú”.

Se califico un punto por cada movimiento reproducido en la secuencia correcta. Se obtuvo el puntaje bruto y fue registrado en el formato de resultados para obtener el puntaje estándar y el rango.





Abajo (B)



Puño (P)



Palma (A)



Lateral (L)

Reactivo	Clave	Calificación
1	P P	
2	P L	
3	P L P	
4	A P L	
5	L B P	
6	B L P	
7	L P L P	
8	B A B L	
9	B P P P B	
10	B B P L P	
11	P L L B B P	
12	B L P P L B	
13	L L P P L P L	
14	L P L P A B A	
15	B L P A B L P A	
16	L A B P L B A L	
Máximo = 76 Total		

## Apéndice G

*Subprueba XII - Letras en Orden Consecutivo (LOC)*

Instrucciones: Se le dijo al examinado "Voy a decirte algunas letras. Escucha con atención porque cuando termine quiero que las repitas exactamente como yo las dije".

Se leyó la lista de letras a un rango de una letra por segundo y no se repitieron los reactivos. Se administraron a todos los examinados los reactivos del 1 al 4 y se discontinuó cuando calificó con menos de cuatro puntos en cada uno de dos reactivos consecutivos. Se calificó con un punto por cada letra recordada en la secuencia correcta. El puntaje bruto fue registrado en el formato de resultados para obtener la puntuación estándar y el rango.

Reactivo	Clave	Calificación
1	B - F	
2	D - B	
3	B - D - C	
4	F - D - H	
5	B - H - E - A	
6	C - G - H - F	
7	A - C - F - D - G	
8	C - G - D - A - E	
9	B - H - D - A - C - F	
10	D - C - A - F - H - E	
11	E - A - C - F - B - G - D	
12	D - B - E - A - G - B - C	
13	A - E - C - H - D - B - G - C	
14	B - H - E - G - C - A - H - F	
15	E - D - B - C - A - H - D - G - B	
16	B - E - H - G - C - A - D - F - E	
17	C - G - B - E - F - D - A - C - H - B	
18	E - H - F - A - C - G - A - E - F - H	
Máximo = 108 Total		

## Apéndice H

*Subprueba XIII - Dígitos en Orden Inverso (DOI)*

Instrucciones: Se le dijo al examinado "Voy a decirte algunos números, cuando termina quiero que me los repitas en el orden inverso. Por ejemplo, si yo digo 1 - 2, ¿Tú que dirías?" (2 - 1). Los dígitos se leyeron a un ritmo de un dígito por segundo. Se calificó un punto por cada dígito recordado en la posición correcta de la secuencia inversa. Se registró el puntaje bruto, se obtuvo la puntuación estándar y posteriormente el rango.





## Apéndice I

*Subprueba XIV - Letras en Orden Inverso (LOI)*

Instrucciones: Se dijo al examinado "Voy a decirte algunas letras, cuando termine quiero que me las repitas en el orden inverso. Por ejemplo, si yo digo A - B, ¿Tú que dirías?" (B - A).

Se califico con un punto por cada letra recordada en la posición correcta de la secuencia inversa. El puntaje bruto fue registrado para obtener la puntuación estándar y rango.

Reactivo	Estímulo	Clave	Calif.
1	U-O	O-U	
2	I-U	U-I	
3	E-B-I	I-B-E	
4	U-E-A	A-E-U	
5	I-E-U-A	A-U-E-I	
6	O-C-E-U	U-E-C-O	
7	U-A-D-O-F	F-O-D-A-U	
8	I-A-O-B-U	U-B-O-A-I	
9	G-O-A-O-I-A	A-I-O-A-O-G	
10	A-U-H-F-A-I	I-A-F-H-U-A	
11	O-A-B-U-E-C-U	U-C-E-U-B-A-O	
12	E-O-A-O-I-U-F	F-U-I-O-A-O-E	
13	H-U-F-A-G-E-O-I	I-O-E-G-A-F-U-H	
14	E-O-I-D-A-O-U-F	F-U-O-A-D-I-O-E	
15	D-A-U-E-G-O-E-B-O	O-B-E-O-G-E-U-A-D	
16	U-C-G-I-U-A-O-E-H	H-E-O-A-U-I-G-C-U	
Máximo = 88 Total			

## Apéndice J

## Hoja de Resultados TOMAL

Nombre: \_\_\_\_\_ Folio: \_\_\_\_\_

Subprueba	Puntuación Bruta	Percentil	Puntuación Estándar
Recuerdo selectivo de Palabras (RSP)	_____	_____	_____
Dígitos en Orden Consecutivo (DOC)	_____	_____	_____
Letras en Orden Consecutivo (LOC)	_____	_____	_____
Dígitos en Orden Inverso (DOI)	_____	_____	_____
Letras en Orden Inverso(LOI)	_____	_____	_____
Suma de Puntuaciones Escaladas			_____

Subprueba	Puntuación Bruta	Percentil	Puntuación Estándar
Memoria Visual Abstracta (MVA)	_____	_____	_____
Imitación Manual (IM)	_____	_____	_____

Sub-prueba	Puntuaciones estándar	Cociente	Rango
RSP	_____	_____	_____
DOC	_____	_____	_____
LOC	_____	_____	_____
DOI	_____	_____	_____
LOI	_____	_____	_____
MVA	_____	_____	_____
IM	_____	_____	_____
Atención / Concentración	_____	_____	_____

## Apéndice K

*Método para la Determinación de la Biometría Hemática*

- Se verificó que el participante tuviera ayuno de por lo menos 8 horas.
- Se obtuvo la muestra de sangre del participante.
- Se colocó en el tubo de ensayo con anticoagulante
- Después se tomó la muestra y se colocó el tubo en la gradilla dentro de una hielera.
- Al término de la toma de muestras programadas, todas se trasladaron al laboratorio clínico para su proceso.

Las muestras fueron procesadas con el sistema CELL-DYN 3700, es un analizador hematológico automático de parámetros múltiples, diseñado para utilizarse en el diagnóstico "in Vitro" en laboratorios clínicos. Para estas muestras se utilizó la versión CELL-DYN 3700 CS con cargador de muestras manual de tubo cerrado está provisto de un módulo cerrado de aspiración manual de muestras incorporado, denominado aspirador cerrado de muestras, que aspira sangre desde un tubo de recolección cerrado, colocado por el operador en el módulo de muestreo.

## Apéndice L

*Cédula de Salud y Biomarcadores Bioquímicos*

Nombre: \_\_\_\_\_  
Fecha: \_\_\_\_\_ Folio: \_\_\_\_\_

## Medidas antropométricas:

Peso: \_\_\_\_\_ Kg

Estatura: \_\_\_\_\_ Mts

IMC: \_\_\_\_\_

Percentiles \_\_\_\_\_ %

IMC z \_\_\_\_\_

Edo. Nutricional \_\_\_\_\_

## Resultados de laboratorio

Hemoglobina: \_\_\_\_\_ VCM \_\_\_\_\_

Hematocrito: \_\_\_\_\_ RDW \_\_\_\_\_

Criterios de la OMS, 2001.



## Apéndice M

*Técnica de Peso y Talla*

El peso será determinado en kilogramos, el estudiante estará en ropa ligera y descalzo. Se utilizará una báscula, corroborando previa calibración.

La talla será medida en centímetros, para la determinación se utilizará un estadimétero. La técnica requerirá que se coloque al estudiante de pie, erguido y descalzo, con los pies unidos por los talones formando un ángulo de 45° y la cabeza situada en el plano de Frankfurt –línea imaginaria que une el borde inferior de la órbita con el conducto auditivo externo- en posición horizontal (Aranceta, 2001).

## RESUMEN AUTOBIOGRAFICO

Lic. Erika Lizzeth Galván Vázquez  
Candidato para obtener el Grado de Maestría en Ciencias de Enfermería  
con Énfasis en Salud Comunitaria

**Tesis:** DESEMPEÑO COGNITIVO Y BIOMARCADORES BIOQUÍMICOS  
DE ANEMIA POR DEFICIENCIA DE HIERRO EN ESTUDIANTES  
DE SECUNDARIA

**Área de estudio:** Salud Comunitaria.

**Biografía:** Nacida en San Nicolás de los Garza, Nuevo León el 27 de Mayo de 1981, hija del Sr. Regino Galván Morales y Sra. Teresa Vázquez Cázares.

**Educación:** Egresada de la Escuela de Enfermería del Instituto Mexicano del Seguro Social como Licenciada en Enfermería generación 1999 - 2003.

**Experiencia profesional:** Enfermera General en la Unidad de Medicina Familiar No. 5 del Instituto Mexicano del Seguro Social desde Junio 2006 a la fecha. Durante 2004 – 2005 como Auxiliar de Enfermería en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Christus Muguerza y en 2002 - 2003 se desempeño como Enfermera en el Centro de Cuidados Especiales Providentia.

E-mail: lizzeth\_81@hotmail.com