



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOANÁLISIS
ESCUELA DE BIOANÁLISIS
LABORATORIO DE HEMATOLOGÍA



RELACIÓN DE LOS PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS, HIERRO SÉRICO Y
ESTADO NUTRICIONAL ANTROPOMÉTRICO, CON LA CAPACIDAD
COGNITIVA Y RENDIMIENTO ACADÉMICO DE ADOLESCENTES EN UN
LICEO PÚBLICO DEL ESTADO MÉRIDA

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al Grado de
Licenciado en Bioanálisis

Autor: Br. Juan P., Zambrano H.

Tutor: Lcda. Rossy K., Ramírez de V.

Mérida, Febrero de 2016.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOANÁLISIS
ESCUELA DE BIOANÁLISIS
LABORATORIO DE HEMATOLOGÍA



RELACIÓN DE LOS PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS, HIERRO SÉRICO Y
ESTADO NUTRICIONAL ANTROPOMÉTRICO, CON LA CAPACIDAD
COGNITIVA Y RENDIMIENTO ACADÉMICO DE ADOLESCENTES EN UN
LICEO PÚBLICO DEL ESTADO MÉRIDA

Autor: Br. Juan P., Zambrano H.
Tutor: Lcda. Rossy K., Ramírez de V.

Mérida, Febrero de 2016.

DEDICATORIA

A mis queridos padres, Dalmiro José y Carmen Aida por ser pilar fundamental de mí vida, por creer en mí, por su constante motivación y por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

Juan Pablo Zambrano Hernández.

www.bdigital.ula.ve

AGRADECIMIENTO

A Dios como ser supremo por acompañarme cada día, darme sabiduría, fortaleza y la serenidad necesaria para el logro de mis objetivos. Enseñándome a ser paciente, demostrando que su tiempo es absolutamente perfecto.

A mi Tutora Académica Lcda. Rossy Ramírez, quien aceptó con entusiasmo llevar a cabo este proyecto, siendo inspiración y ejemplo profesional, hago extensiva mi gratitud por su asesoría y conocimientos compartidos. Así como su presencia y disponibilidad para la culminación de esta etapa.

A la Universidad de los Andes, por la formación académica y profesional brindada a lo largo de la carrera, en especial a la Cátedra de Hematología de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis, a los Profesores y al personal técnico, por recibirme en sus instalaciones y permitir la ejecución experimental de este trabajo.

A mi familia, por estar siempre conmigo, brindado alegrías en cada etapa en mi vida para seguir adelante, gracias a mis hermanos, Julio, Américo, Dalmiro y Marialba, por la confianza y apoyo absoluto.

A todos mis amigos y amigas por las palabras de aliento y de seguir luchando en momentos de felicidad y de abatimiento, el tiempo nos ha enseñado a identificar cuando y como extender nuestra mano solidaria, gracias a Darwin, Majo, Federica, Miros, Analiz y Dianita, por la confianza y el humor que los caracteriza.

Juan Pablo Zambrano Hernández.

ÍNDICE GENERAL

	pp.
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
LISTA DE CUADROS.....	xi
LISTA DE GRÁFICOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii

INTRODUCCIÓN.....	1
-------------------	---

CAPÍTULO I. EL PROBLEMA

Planteamiento del Problema.....	3
Objetivos de la Investigación	
<i>Objetivo General</i>	7
<i>Objetivos Específicos</i>	7
Justificación de la Investigación.....	8

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes de la Investigación.....	9
---------------------------------------	---

Bases Teóricas

<i>Hemoglobina</i>	13
<i>Hematocrito</i>	14
<i>Hierro</i>	15
<i>Requerimientos de hierro</i>	16
<i>Fuentes de hierro</i>	16
<i>Funciones bioquímicas y fisiológicas</i>	17
<i>Metabolismo de hierro</i>	18
<i>Excreción de hierro</i>	21
<i>Manifestaciones clínicas de la carencia de hierro</i>	21
<i>Adolescencia</i>	23
<i>Crecimiento y Desarrollo del Adolescente (cambios más importantes)</i>	23
<i>Cambios o modificaciones en la talla</i>	25
<i>Cambios o modificaciones en el peso</i>	27
<i>Estado Nutricional Antropométrico</i>	27
<i>Índice de Masa Corporal (IMC)</i>	29
<i>Desarrollo Cognitivo Según Piaget en la Adolescencia</i>	30
<i>Operaciones formales (mayor de 12 años)</i>	31
<i>Enfoques Teóricos Acerca del Rendimiento Académico</i>	31
<i>Como Medir el Rendimiento Académico</i>	33
Bases Legales.....	34
Definición de Términos Básicos.....	35

Sistema de Hipótesis.....	36
Sistema de Variables.....	37
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	
Tipo de Investigación.....	39
Diseño de la Investigación.....	39
Población y Muestra	
<i>Población</i>	40
<i>Muestra</i>	41
<i>Criterios de Inclusión</i>	41
<i>Criterios de Exclusión</i>	42
Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	43
Recursos: Materiales, Equipos y Reactivos	
<i>Materiales</i>	43
<i>Equipos</i>	44
<i>Reactivos</i>	45
Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos.....	45
<i>Evaluación Socioeconómica</i>	46
<i>Evaluación del Rendimiento Académico</i>	46
<i>Evaluación de la Capacidad Cognitiva</i>	47
<i>Evaluación del Estado Nutricional Antropométrico</i>	48
<i>Evaluación Sanguínea</i>	49

1) <i>Concentración de Hemoglobina (Hb)</i>	49
2) <i>Hematocrito (Hto)</i>	50
3) <i>Hierro Sérico (FeS)</i>	51
<i>Métodos Estadísticos</i>	55

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis y Discusión de los Resultados.....	56
<i>Características Socio-Demográficas de la Población en Estudio</i>	57
<i>Rendimiento Académico</i>	59
<i>Razonamiento Lógico y Capacidad Intelectual</i>	60
<i>Índice de Masa Corporal (IMC)</i>	61
<i>Parámetros Hematológicos y Concentración de Hierro Sérico</i>	62
<i>Comparación de los Parámetros Hematológicos y Concentración de Hierro Sérico por Rendimiento Académico</i>	65
<i>Comparación de los Parámetros Hematológicos y Concentración de Hierro Sérico por Razonamiento Lógico y Capacidad Intelectual</i>	67
<i>Comparación de los Parámetros Hematológicos y Concentración de Hierro Sérico por IMC</i>	69

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.....	71
Recomendaciones.....	73

LISTA DE REFERENCIAS.....	74
---------------------------	----

ANEXOS

1	Cuestionario Historia Clínico-Epidemiológica.....	83
2	Consentimiento Informado para la recolección de datos del Trabajo de Investigación.....	84
3	Evaluación Socioeconómica, Método de Graffar modificado para Venezuela.....	85
4	Puntaje tabla de Baremo, de acuerdo a edad.....	86
5	IMC para sexo Masculino para edades entre 0-18años.....	87
6	IMC para sexo Femenino para edades entre 0-18años.....	88

www.bdigital.ula.ve

LISTA DE CUADROS

CUADRO	pp.
1 Clasificación de la OMS del Estado Nutricional de acuerdo con el IMC.....	29
2 Operacionalización de las Variables.....	38
3 Técnica del método colorimétrico directo con Ferene®.....	52
4 Valores de Referencia de Parámetros Hematológicos y Hierro Sérico....	53
5 Características Socio-Demográficas de la población en estudio.....	58
6 Parámetros hematológicos y concentración de hierro sérico de la población en estudio.....	63
7 Comparación por sexo de baja concentración de hemoglobina y carencia de hierro sérico de la población en estudio.....	64
8 Comparación de los parámetros hematológicos y concentración de hierro sérico por rendimiento académico de la población en estudio.....	66
9 Comparación de los parámetros hematológicos y concentración de hierro sérico por razonamiento lógico y capacidad intelectual de la población en estudio.....	68
10 Comparación de los parámetros hematológicos y concentración de hierro sérico por IMC de la población en estudio.....	69

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO	pp.
1 Diseño experimental para el procesamiento, y análisis de cada paciente	54
2 Rendimiento Académico de la población en estudio.	59
3 Razonamiento lógico y capacidad intelectual de la población en estudio...	60
4 Índice de Masa Corporal de la población en estudio.....	62

www.bdigital.ula.ve

FACULTAD DE FARMACIA Y BIOANÁLISIS
ESCUELA DE BIOANÁLISIS
LABORATORIO DE HEMATOLOGÍA
MÉRIDA ESTADO MÉRIDA

RELACIÓN DE LOS PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS, HIERRO SÉRICO Y
ESTADO NUTRICIONAL ANTROPOMÉTRICO, CON LA CAPACIDAD
COGNITIVA Y RENDIMIENTO ACADÉMICO DE ADOLESCENTES EN UN
LICEO PÚBLICO DEL ESTADO MÉRIDA

Trabajo de Grado

Autor: Br. Juan P., Zambrano H.
Tutor: Lcda. Rossy K., Ramírez de V.
Fecha: Febrero, 2016.

RESUMEN

La mal nutrición y la deficiencia de hierro, son un trastorno que comprometen la capacidad cognitiva y afectan en mayor número a niños y adolescentes. El objetivo de este trabajo fue evaluar la relación entre los parámetros hematológicos, hierro sérico y estado nutricional antropométrico, con la capacidad cognitiva y rendimiento académico de adolescentes entre 12 y 15 años de edad, en un Liceo Público durante el período escolar 2014-2015 en el Estado Mérida. El estudio es de nivel explicativo, prospectivo y transversal. La muestra estuvo constituida por 90 pacientes. Se estableció el Estrato Socioeconómico (Método de Graffar modificado para Venezuela), Rendimiento Académico (Promedio de Notas Finales), Razonamiento Lógico y Capacidad Intelectual (Prueba de Matrices Progresivas de Raven), y Estado Nutricional Antropométrico (Índice Masa Corporal (IMC)). Además, se determinaron los niveles de Hemoglobina (Hb) (Método Cianometemoglobina), Hematocrito (Hto) (Microhematócrito) y Hierro Sérico (FeS) (Colorimétrico Directo con Ferene). Se empleó estadística descriptiva como frecuencia absolutas y relación porcentual, la técnica estadística fue la comparación de medias a través de ANOVA, con un nivel de significancia de $p < 0,05$. La edad promedio fue de $13,62 \pm 1,03$ años. Según el indicador IMC el 10% de los adolescentes con delgadez/delgadez severa presentaron (sexo masculino) Hb, Hto, FeS por debajo de límite de referencia. La capacidad cognitiva inferior al Término Medio tuvo diferencia estadísticamente significativa respecto a la disminución de FeS. Se encontró que el rendimiento académico va mejorando a medida que la concentración de FeS aumenta. En vista de las asociaciones encontradas, se afirma y comprueba que la relación entre la disminución de Hb, FeS, alteraciones del IMC, bajo Rendimiento Académico y disminución de la Capacidad Cognitiva es positiva, y se puede concluir que dicha alteración viene dada al bajo nivel socioeconómico presente en la población.

Descriptores: Hemoglobina, Hematocrito, Hierro Sérico, Capacidad Cognitiva, Rendimiento Académico, Índice de Masa Corporal, Adolescencia.

INTRODUCCIÓN

El hierro es un oligoelemento imprescindible para el funcionamiento corporal, ya que participa como constituyente básico de diversas moléculas cuyas funciones incluyen el transporte de oxígeno en el organismo, reacciones enzimáticas, inmunidad, regulación de la temperatura corporal, además desempeña un papel importante en la maduración del sistema nervioso, en el desarrollo de habilidades intelectuales y en los patrones de conducta (Sans-Sabrafen, Besses y Vives, 2008). Cuando la ingestión y/o absorción de hierro no cubre las pérdidas, se utilizan las reservas corporales de este micronutriente para cubrir las necesidades. El consumo de las reservas corporales lleva eventualmente a una deficiencia de hierro (Dallman, 1993).

La adolescencia se considera un proceso físico social que comienza entre los diez y quince años de edad, con la aparición de los caracteres sexuales secundarios, y termina alrededor de los veinte años, cuando cesa el crecimiento somático y la maduración psicosocial. Durante este periodo se producen importantes modificaciones en el organismo, pues aumenta su tamaño, y varía tanto su morfología como su composición (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia [UNICEF], 2011). En este sentido la nutrición juega un papel crítico y el consumo de una dieta inadecuada con carencia de hierro puede influir en el desarrollo del adolescente (Calañas y Bellido, 2006).

A nivel nutricional los problemas más frecuentes son las deficiencias de hierro y la anemia ferropénica; la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2014) ubica en el tercer puesto a la anemia ferropénica entre las diez causas principales de muerte en adolescentes y estima que en el mundo existen aproximadamente 2.000 millones de personas anémicas. En Venezuela y en otros países de Latino América el problema afecta principalmente a niños, adolescentes y mujeres en edad fértil, siendo las cifras muy preocupantes (Ortega, Leal, Amaya y Chávez, 2010).

El ciclo de vida ofrece una importante perspectiva para la adopción de medidas de salud pública. Lo que sucede en una etapa de la vida afecta y se ve afectado por lo que sucede en otras. Así, lo que ocurre en los primeros años de vida afecta a la salud y el desarrollo de los adolescentes y, a su vez, la salud y el desarrollo durante la adolescencia repercuten en la salud en la edad adulta e incluso en la salud y el desarrollo de la siguiente generación (OMS, 2014).

Las intervenciones eficaces durante la adolescencia protegen las inversiones de salud pública en la supervivencia infantil y el desarrollo en la primera infancia. Asimismo, la adolescencia ofrece la oportunidad de corregir problemas que hayan podido surgir en los 10 primeros años de vida (Spear, 1996). Entonces se pueden aplicar intervenciones durante la adolescencia que mitiguen los efectos negativos a largo plazo de un desbalance de hierro, sufridos en la infancia y evitar que afecten a la salud en el futuro; entre ellos la disminución del coeficiente intelectual, alteraciones en la memoria, aprendizaje y atención (Colquicocha, 2009).

Existen numerosos métodos, de mayor o menor complejidad, para estudiar diferentes parámetros hematológicos, bioquímicos, antropométricos y cognitivos; no obstante, la sensibilidad diagnóstica de cada técnica analítica es diferente, por lo que no se dispone de un algoritmo de diagnóstico rígido, para evaluar en conjunto las diferentes variables.

En virtud de lo anterior, es importante atender los aspectos relacionados con la sociedad de hoy y del futuro, considerando la importancia clínica y epidemiológica de las consecuencias ante las deficiencias nutricionales, surge el interés de investigar la relación que existe entre los parámetros hematológicos, hierro sérico y estado nutricional antropométrico, con la capacidad cognitiva y rendimiento académico de adolescentes con edades comprendidas entre los 12 y 15 años, inscritos durante el período escolar 2014-2015, en un Liceo Público del Estado Mérida, Venezuela.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento del Problema

En los últimos años se han producidos importantes cambios en el estilo de vida de la población, lo que ha conducido a alteraciones en los hábitos nutritivos de niños y adolescentes, derivados de influencias tanto sociales como culturales, pues es durante la etapa escolar cuando se va desarrollando el gusto por los diferentes alimentos.

El estado nutricional es la condición corporal resultante del balance entre la ingestión de alimentos y su utilización por parte del organismo. Por lo tanto, la buena nutrición es un factor que se constituye en grado vital e insuperable para la salud, y cuando se encuentra equilibradamente nos ayuda a promover un desarrollo físico, psicológico e intelectual adecuado (OMS, 2014).

El término malnutrición se refiere aquella alimentación totalmente inadecuada para la salud de un ser vivo como consecuencia de la falta de equilibrio o variedad que presenta, es decir, es el resultado de una mala alimentación (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] y OMS, 2014).

El hierro es un elemento esencial para el desarrollo y buen funcionamiento del cerebro, y su deficiencia en los primeros años de vida se asocia con alteraciones en el desarrollo mental y motor, ya que afecta el proceso de mielinización, ocasionando alteraciones en los mecanismos de neurotransmisión, lo cual, en etapas posteriores de

la vida, sería capaz de alterar el establecimiento de las bases neuronales de algunos procesos básicos motores, emocionales, sociales y cognitivos (Gilda y Stanco, 2007).

Las deficiencias nutricionales, en especial las de micronutrientes esenciales como el hierro en niños y adolescentes, es un problema de salud pública (Black, 2012), y vienen relacionadas con las parasitosis, alimentación deficiente o inadecuada, junto a condiciones socio-económicas no muy favorables (Soares et al., 2013).

El estado nutricional del adolescente es una inquietud tanto de países desarrollados como subdesarrollados, ya que al encontrarse fuera de los parámetros normales trae como consecuencias deterioro de la salud, impidiendo un pleno desarrollo del potencial físico, intelectual, económico y social. Dicho estado nutricional es evaluado por indicadores como: las medidas antropométricas (peso, talla e índice de masa corporal) y exámenes complementarios, como concentración sanguínea de hemoglobina (Hb), hematocrito (Hto) y hierro sérico (FeS) (Hidalgo y Aranceta, 2007).

En este contexto, la bibliografía señala que mediante pruebas hematológicas, bioquímicas, antropométricas y psicológicas pueden ser consideradas para la valoración de la salud del individuo, y además pueden ser utilizadas como complemento de la historia clínica y exploración física del paciente.

Los procedimientos dietéticos, y antropométricos son insensibles ante los cambios a corto plazo, mientras, que las determinaciones biológicas detectan las deficiencias nutricionales de forma precoz; la evaluación hematológica y bioquímica complementa la información obtenidas por otros procedimiento.

El estado nutricional antropométrico fuera de los parámetros normales caracterizado por: baja talla para la edad, incremento o disminución del índice de masa corporal, baja concentración de hemoglobina y/o hierro sérico; sino son tratados oportunamente trae consecuencias graves que pueden llegar hasta la muerte (Aranceta Serra y Mataix, 2006); Venezuela se encuentra en el puesto número 43 de tasa de mortalidad infantil a nivel mundial, donde la mayoría de estas muertes es por una nutrición deficiente, además, se estima que en América Latina y el Caribe 7,2 millones

de niños menores de cinco años tienen una baja talla para su edad y 22,5 millones sufren de anemia, lo que afecta no sólo su desarrollo físico, sino también su desarrollo intelectual (UNICEF/VE, 2011).

Como referentes se encuentran numerosos estudios, que han mostrado que la anemia por déficit de hierro incrementa la morbilidad y la mortalidad en grupos vulnerables, retrasa el crecimiento de niños y/o adolescentes, dificultando la función cognoscitiva y el desarrollo escolar, afirmando que este tipo de alteraciones constituye un problema de salud pública que afecta en una mayor proporción a la población pediátrica (Landaeta, García y Bosch, 2003).

Martínez, Rodríguez, Agudelo, Vargas y Peña (2014), estudian la anemia como signo de malnutrición en niños de un programa de recuperación nutricional domiciliaria en Colombia, encuentran que el 97% de los niños pertenecen a un estrato socioeconómico medio-bajo, de los cuales 8,6% padecían desnutrición y 23% bajo peso. El valor promedio de Hb hallado fue de 12,3 g/dL y Hto 37,3%; indican que los valores índice de masa corporal (IMC) se relacionan con los valores límites de la Hb y la presencia de anemia microcíticas hipocrómica.

En este orden de ideas Durá, Aguirre, Mauleón, Oteiza, y Díaz (2002), hacen una investigación en Brasil, acerca de la carencia de hierro en 204 adolescentes entre 10 y 14 años, donde 8,6% de varones y un 12,6% de mujeres presentaban una carencia de hierro, concluyen que los adolescentes son un grupo de riesgo de deficiencia de éste mineral, ya que junto a un incremento de los requerimientos, su aporte dietético suele ser deficiente por factores psicosociales.

En diferente regiones de Venezuela se han realizados estudios que demuestran una gran prevalencia en mal nutrición y anemia ferropénica, un ejemplo de ello es el realizado en el Estado Carabobo, donde se evaluó el estado nutricional del hierro en niños de edad preescolar y se encontró que 69,2% presentó valores de ferritina sérica por debajo del valor de referencia, indicativo de deficiencia de hierro, el 16,2% fueron anémicos para ese momento y 11% habían alcanzado la anemia ferropénica. De los 87

niños de edad preescolar evaluados, 67 presentaron deficiencia de hierro y 20 presentaron anemia; datos de gran relevancia ya que de toda la población estudiada tenía carencia de hierro; se atribuyó a la mala nutrición debido al bajo nivel socioeconómico que presentaban las familias (Barón, Solano, Páez, y Pabón, 2007).

Nuñez (2013), realiza una pesquisa de anemia y su relación con el rendimiento académico en el Estado Zulia, donde la mayoría de los niños escolares (54,9%) se encontraron con un nivel socioeconómico muy bajo (Graffar tipo V). El estado nutricional que predominó fue el desnutrido (47,8%). De los escolares evaluados el 61,1% presento anemia. El valor promedio de Hb de los escolares con anemia fue de 9,1 gr/dl, Hto de 30,2% y volumen corpuscular medio de 68,9 fL. En relación al rendimiento académico el 36,3% de los escolares presentaron un rendimiento bueno y el 33,6% un rendimiento regular. Asocian a un mayor número de escolares con anemia con rendimiento escolar regular 28,3% y malo 16,8%, para el momento ninguno de los escolares con anemia tenía un desempeño académico excelente.

Estudios anteriores han demostrado que la mal nutrición, la deficiencia de hierro, y la anemia ferropénica son un trastorno frecuente en la edad pediátrica y adolescente, que comprometen la capacidad cognitiva y afectan en mayor número a poblaciones de bajo nivel socioeconómico. Sin embargo, la revisión bibliográfica no aportó datos actualizados en nuestro país, y ningún estudio ha investigado la relación entre los valores de hemoglobina, hematocrito, hierro sérico, estado nutricional antropométrico, con la capacidad cognitiva y el rendimiento académico en adolescentes. Muchos de los trabajos realizados incluyen la combinación de una o dos variables de las mencionadas y todos han sido realizados en infantes, a la fecha no existe alguna investigación publicada en escolares adolescentes venezolanos. En este contexto, se plantea el siguiente problema de investigación:

¿Cuál es la relación de los parámetros hematológicos, hierro sérico, y estado nutricional antropométrico, con la capacidad cognitiva y rendimiento académico de adolescentes entre 12 y 15 años de edad, en un Liceo Público durante el período escolar 2014-2015 del Estado Mérida?

Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Evaluar la relación entre los parámetros hematológicos, hierro sérico y estado nutricional antropométrico, con la capacidad cognitiva y rendimiento académico de adolescentes entre 12 y 15 años de edad, en un Liceo Público durante el período escolar 2014-2015 en el Estado Mérida.

Objetivos Específicos

- Detectar las características Socio-Demográficas de la población en estudio.
- Identificar y clasificar el Rendimiento Académico de los adolescentes.
- Evaluar el razonamiento lógico y capacidad intelectual de la población mediante el Test de Matrices Progresivas de Raven.
- Evaluar el Estado Nutricional Antropométrico de la población por medio del Índice de Masa Corporal.
- Determinar los parámetros hematológicos: Hemoglobina y Hematocrito de la población.
- Determinar la concentración de Hierro Sérico de la población.
- Establecer la relación entre los parámetros hematológicos, hierro sérico, y estado nutricional antropométrico, obtenidos con la capacidad cognitiva y el rendimiento académico de la población en estudio.

Justificación de la Investigación

La Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de Los Andes, se ha caracterizado por formar profesionales de la salud con capacidad científica y sensibilidad social, que ayuden en la resolución de los principales problemas de salud local, regional y nacional. En las últimas dos décadas se ha tomado gran interés en el estudio de los niveles de los elementos trazas en el humano y su correlación con diversas enfermedades. Aunque, la literatura consultada demuestra que en su mayoría las investigaciones se han centrado sobre los niveles séricos y tisulares de los bioelementos como zinc, cobre, calcio, magnesio y hierro en las diferentes etapas de la vida, las publicaciones sobre las influencias de niveles séricos como el hierro en el estado nutricional y la función cognitiva de adolescentes son muy escasas (Colquicocha, 2009).

Se realizó el presente estudio para describir la realidad hematológica, bioquímica, nutricional antropométrica, y su relación con la función cognitiva y desempeño académico en adolescentes, tomando en cuenta edad, sexo, e índice de masa corporal; ya que en Venezuela existe un limitado conocimiento de la relación entre todas estas variables.

La ejecución de esta investigación fue totalmente factible, porque se contó con la disposición de los pacientes y la institución competente, para proporcionar los datos y la información requerida. Asimismo, el estudio epidemiológico en este grupo de riesgo es necesario; puesto que, permite brindar información actualizada sobre esta problemática en nuestra región con el fin de orientar los programas de prevención y control.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes de la Investigación

En la última década se han producido cambios en el estilo de vida de la población, siendo afectados en gran medida niños y adolescentes, quienes consumen dietas monótonas y desequilibradas, que limitan la ingesta de micronutrientes, provocando repercusiones fisiológicas, que afectan negativamente la capacidad cognitiva y el desarrollo físico.

La preocupación de los países por el hambre se evidencia en diferentes momentos del tiempo, partiendo de la Declaración Universal de Derechos Humanos (1948), la cual reconoce como derecho de la persona, el de vivir libre del hambre y de la malnutrición.

Un informe publicado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en 2015, muestra que 795 millones de personas del mundo están mal alimentadas, y la mayoría de éstas se encuentran en países subdesarrollados como África Subsahariana (23,2%), África (20,0%), Asia Meridional (15,7%), Asia Oriental (9,6%), Asia Sudoriental (9,6%), América Latina y el Caribe (5,5%), quienes registran altos índices de desnutrición y mortalidad infantil, asociada a esta causa; asimismo, estos países son los que presentan mayor retraso económico, cultural y social en el mundo; dato muy relevante, cuando se observa que el estado

nutricional inadecuado y la falta de estímulos genera en la persona retraso físico e intelectual, limitando la explotación de sus capacidades.

Bolaños, Flórez, Bermúdez, Hernández, y Salcedo (2014), evaluaron el estado nutricional del hierro en niños de 5 a 14 años, de dos comunidades indígenas de Colombia, a partir de 62 muestras sanguíneas determinaron hemoglobina, hematocrito, volumen corpuscular medio, ferritina y transferrina; encontrando diferencias estadísticamente significantes en la hemoglobina y hematocrito entre los dos cabildos indígenas. La transferrina fue semejante en toda la población; la ferritina mostró diferencias estadísticamente significantes. La prevalencia de anemia por deficiencia de hierro fue de 2,8%, presentando un riesgo para el buen desarrollo físico-cognitivo para los niños indígenas, consideran la intervención para establecer las causas y tomar medidas correctivas.

Por otra parte Castro, Cairo, Rodríguez, Carneiro, y Ferreira , en el año 2014, realizan una revisión bibliográfica sobre la anemia ferropénica en la adolescencia como problemática de salud pública y sobre los factores de riesgo que contribuyen en las deficiencias nutricionales, la detención del crecimiento y el desarrollo en este grupo de edad y hacen énfasis sobre la fisiopatología y las causas de la anemia, los diferentes abordajes diagnósticos y sus características clínicas, la prevención y el tratamiento. Para este estudio, identificaron y seleccionaron 102 trabajos científicos publicados entre 2000 y 2013 sobre la anemia ferropénica. Los estudios revisados mostraron una prevalencia de anemia ferropénica cercana al 20% en los adolescentes y describen los efectos deletéreos de la anemia en este grupo. Sugieren una acción preventiva con respecto a la anemia ferropénica, además de una concientización de los profesionales sanitarios sobre la necesidad de un diagnóstico, profilaxis y tratamiento precoz.

Otro estudio publicado en el año 2012 por Rivera I., Rivera M. y Rivera R., donde se analizó la relación entre la deficiencia de hierro y la capacidad cognitiva en niños de escuelas públicas de Honduras, siendo un estudio caso control; donde inicialmente realizaron un estudio de prevalencia de anemia por deficiencia de hierro y al mismo tiempo un estudio sobre deficiencia de hierro en niños de primer grado, se

seleccionaron y distribuyeron en dos grupos, aparejados de acuerdo a edad, sexo y el nivel socioeconómico, todos los pacientes tenían niveles de folatos y cobalamina normales conformados así: *Grupo 1*: niños con niveles normales de hemoglobina (mayor de 11,4 gr/dL), y con ferritina menor de 15 µg/L, definidos como “niños casos”. *Grupo 2*: niños con niveles normales de hemoglobina (mayor de 11,4 gr/dL), y ferritina normal, considerados como “niños controles”. Para la determinación de la deficiencia de hierro en los niños, se utilizó ferritina. Se les realizaron pruebas psicológicas para determinar la capacidad cognitiva; se evaluó el coeficiente intelectual, atención, madurez, memoria y aprendizaje, como son Raven, Tomal, Bender, D2-Brickenkamp. Se aplicó estadística descriptiva y para detectar diferencias significativas entre los dos grupos del estudio, la prueba diferencias de promedios. La media de edad en el grupo de los niños casos fue 6,49 años y en los niños control de 6,27 años, no existieron diferencias estadísticamente significativas. Se encontró que fue menor el puntaje en aprendizaje y memoria en niños con ferritina baja que los que tenían ferritina normal ambos grupos sin anemia, y las diferencias fueron estadísticamente significativas y no en los puntajes de atención ya que no se encontraron diferencias significativas entre los grupos. Este estudio al igual que la mayoría de las investigaciones realizadas en escolares con deficiencia de hierro coincide en vislumbrar un deterioro de la función cognitiva haciendo evidente que los escolares con déficit de hierro sin anemia tendrán problemas en el aprendizaje y por ende va a repercutir en el aprovechamiento escolar.

Barón, Pacheco y Solano en el año 2012, en la ciudad de Valencia-Venezuela, en 124 niños con malnutrición por exceso (entre 6 y 11 años de edad) evaluaron el estado de hierro; se determinó la concentración de Ferritina Sérica, receptor soluble de transferrina (RsTf), índice RsTf-FS, hemoglobina y proteína C reactiva (PCR). Además se estableció el estado nutricional mediante el índice de masa corporal (IMC). De los estudiados el 62,1% presento depósitos de hierro bajos, 50,8% eritropoyesis deficiente de hierro, 18,5% anemia, y 52,4% PCR elevada. Además el 17,7% tenían sobrepeso y 29,8% obesidad; y en todas las categorías del IMC se presentaban alteraciones en el estado de hierro (sin diferencias significativas). Los niños con sobrepeso y obesidad

presentaron valores significativamente más altos para PCR comparado con los normopeso. Concluyen que la deficiencia de hierro y la malnutrición por exceso se presentan conjuntamente, lo cual es característico de los países en transición nutricional.

En la ciudad de Caracas, Venezuela, se realizó un estudio transversal y descriptivo para valorar por medio de indicadores bioquímicos, el estado nutricional de un grupo 94 de adolescentes estudiantes de educación media, con edades entre 15 y 18 años, sin historia de patologías. A través de una muestra de sangre se determinó hemoglobina y hematocrito, glucosa, triglicéridos, colesterol total y fraccionado, hierro, ferritina, así como vitaminas A y E. Adicionalmente se registró el peso y la talla para determinar el IMC. Se encontró en los adolescentes un 17% de sobrepeso, 12% de obesidad y un 4% de déficit nutricional. El 5% de los adolescentes presento anemia, mientras que 10% y 17% presentaron valores bajos de hierro y ferritina sérica respectivamente, indicando que una fracción de la población tenía un pobre estado nutricional respecto al hierro. Dicha deficiencia fue mayor en el sexo femenino (28%). El 18% presentó valores bajos de vitamina E, y un 16% valores bajos de colesterol en HDL. En general se detectó un grupo de adolescentes con sobrepeso así como con deficiencias nutricionales. A pesar de ser una población joven, el 33% presentó al menos un factor de riesgo cardiovascular, sugiriendo un riesgo potencial en la edad adulta (Carías, Cioccia, Gutiérrez, Hevia, y Pérez, 2009).

En este contexto de ideas, para la presente investigación, estos antecedentes son de gran utilidad, puesto que, aportan valor a las bases teóricas, los datos señalan una gran asociación entre las diferentes variables. Los autores refieren ante las deficiencias de micronutrientes en el adolescente, la evaluación del estado nutricional, por medio de pruebas de laboratorio tanto hematológicas como bioquímicas acompañadas de una evaluación antropométrica y psicológica. Este tipo de deficiencias son muy comunes durante la adolescencia y por tanto, el diagnóstico precoz y preciso permite la aplicación de un tratamiento adecuado y oportuno, previniendo así las consecuencias subsiguientes.

Bases Teóricas

Hemoglobina

La hemoglobina es una proteína eritrocitaria intracelular altamente especializada, responsable de realizar el transporte de oxígeno (O₂) del aparato respiratorio hacia los tejidos periféricos; y del transporte de dióxido de carbono (CO₂) y protones (H⁺) de los tejidos periféricos hasta los pulmones para ser excretados. Cada gramo de hemoglobina puede llevar 1,34 mL de oxígeno. La hemoglobina ocupa cerca de 33% del volumen del eritrocito, y participa en el 90% del peso seco total de la célula (Mckenzie, 2000).

Una molécula de hemoglobina contiene cuatro cadenas polipeptídicas las cuales forman la globina, estas cuatro cadenas polipeptídicas contienen cada una un grupo prostético o porción no polipeptídica funcional que es el grupo Hem, un tetrapirrol cíclico, insertado dentro de una bolsa hidrofóbica que se forma en cada una de las cadenas polipeptídicas. Cada Hem logra transportar una molécula de oxígeno, por tanto cada molécula de hemoglobina transporta cuatro moléculas de oxígeno. En la estructura de la hemoglobina se encuentra insertado el átomo de hierro el cual se encuentra en estado de oxidación ferroso (+2) y puede formar 5 o 6 enlaces de coordinación dependiendo de la unión del oxígeno a la hemoglobina (oxihemoglobina, desoxihemoglobina) (Brandan, Aguirre, y Giménez, 2008; Mckenzie, 2000).

Se forma diferentes tipos de hemoglobina, de acuerdo a la composición de las cadenas tétradas de globina relacionadas. La composición de estas cadenas de globina es responsable de las distintas propiedades funcionales y físicas de la hemoglobina. En los adultos normales existen cuatro tipos de cadenas de hemoglobina: α , β , δ , y γ . Un par de cadenas α , se combina con un par de cadenas β , δ , o γ para formar tres tipos de

hemoglobina: hemoglobina A, hemoglobina A₂ y hemoglobina F, respectivamente. La cadena α tiene 141 aminoácidos, mientras que las cadenas β , δ , y γ tiene 146 aminoácidos. La hemoglobina A es la principal del adulto y constituye 97% de la hemoglobina total. La hemoglobina A₂ y hemoglobina F son hemoglobinas menores (Mckenzie, 2000).

La medida de la concentración de hemoglobina en la sangre es fundamental para diagnosticar anemias, cuando se encuentra por debajo de los valores de referencia. Para operar como vehículo de intercambio gaseoso, la hemoglobina debe satisfacer ciertos requerimientos básicos como son: ser capaz de transportar grandes cantidades de oxígeno, ser muy soluble, captar y descartar oxígeno a presiones apropiadas, y ser un buen amortiguador (Peñuela, 2005).

Hematocrito

El hematocrito o volumen globular puede definirse como la expresión porcentual de la cantidad de eritrocitos centrifugados que ocupan un volumen determinado de sangre total, la determinación del hematocrito es una sencilla prueba de laboratorio, en la interpretación de esta magnitud, al igual que sucede con la concentración de hemoglobina y con el número de hematíes, hay que tener en cuenta la edad y el sexo; un valor por debajo de lo normal indica anemia, mientras que un valor por encima indica policitemia. El hematocrito da una excelente aproximación del volumen total de eritrocitos, una estimación de la capacidad del oxígeno transportado a los tejidos y de la viscosidad de la sangre (Carrasco, García y Rubio, 2004).

Hierro

El hierro se clasifica químicamente como un metal de transición, su estructura orbital le permite cambiar fácilmente su estado de oxidación mediante la pérdida o ganancia de un electrón, por lo cual se encuentra bajo dos formas iónicas: la ferrosa (Fe^{+2}) y la férrica (Fe^{+3}). Esta característica le confiere excelentes propiedades para participar en procesos biológicos de óxido-reducción importantes en el metabolismo celular. Como el hierro libre es muy tóxico, por su facilidad para originar radicales de oxígeno muy reactivos, en su mayor parte se encuentra unido a diferentes proteínas que tienen una gran afinidad por este metal: transferrina (proteína para su transporte) y ferritina (para su almacenamiento) (Thompson y King, 1961).

El hierro es esencial como componente de la hemoglobina para el transporte de oxígeno a los tejidos y como componente de los citocromos, que son esenciales en los mecanismos oxidativos de todas las células vivas (Laguna, Piña, Martínez, Pardo y Riveros, 2013).

Lo encontramos como componente esencial en todas las formas de vida, desde los organismos unicelulares hasta las formas más complejas. La importancia del metal se refleja en la gran atención que se ha dedicado a su estudio en virtud de lo cual se ha acumulado una enorme masa de conocimientos sobre su función biológica. Las alteraciones en su metabolismo, particularmente su deficiencia, están consideradas entre los trastornos nutricionales más frecuentes en el mundo. La principal consecuencia de una reducida utilización de este metal por el organismo es la anemia por deficiencia de hierro, con sus diversos grados de severidad. Además se producen otras anomalías tales como alteraciones en el crecimiento y desarrollo, retardo en la maduración de las capacidades intelectuales y neurológicas, trastornos en el epitelio gastrointestinal y alteraciones en diversos componentes inmunitarios (Leavell y Thorup, 1971).

En el organismo humano existen aproximadamente unos 3 a 4 g de hierro, 60 mg/Kg de peso. La concentración de hierro en el plasma es de 100 $\mu\text{g/dL}$, con límites de 75 a 175 $\mu\text{g/d}$, según el sexo. En situaciones normales se absorbe 1 mg de hierro por día (Thompson y King, 1999).

Requerimientos de hierro

Considerando que se excretan muy pequeñas cantidades de hierro, la necesidad exógena es correspondientemente baja. Sin embargo, se acepta que los adultos requieren de 5 a 15 mg diarios para satisfacer la necesidad corriente y la inesperada; en las mujeres esta exigencia es mayor 15 a 20 mg, a causa de sus pérdidas, por ejemplo: menstruación, gestación, o lactancia (Bear y Piñero, 1997).

www.bdigital.ula.ve

Fuentes de hierro

Los alimentos son la fuente primaria y natural de este mineral, el hierro se encuentra formando parte de dos grupos diferentes, uno de hierro hémico y otro de hierro no hémico. El hierro tipo hémico, es el que forma parte de la hemoglobina, mioglobina, citocromos y muchas otras hemoproteínas, que se encuentran en los alimentos de origen animal. El grupo hemo presente en estas proteínas está formado por un anillo orgánico complejo, llamado protoporfirina, al que se une un átomo de hierro divalente, formando 6 uniones coordinadas; cuatro de ellas se forman con la protoporfirina y de las restantes, una lo hace con el nitrógeno de la fracción proteica y la otra queda libre como sitio de unión para una molécula de oxígeno (Beard y Piñero, 1997).

El hierro de tipo no hémico corresponde a aquel hierro que no se encuentra unido al grupo hemo; básicamente está formado por sales inorgánicas de este metal y el mismo se encuentra principalmente en los alimentos de origen vegetal, así como también en la mayoría de los preparados farmacéuticos utilizados en la terapia contra la deficiencia de hierro (Murray et al., 2010).

Funciones bioquímicas y fisiológicas

Las principales funciones biológicas que posee el hierro, se basan en sus propiedades oxido-reductoras, ya que los estados de oxidación del hierro van desde -2 a +6, la interconversión entre estos estados de oxidación le confieren a este elemento propiedades fisicoquímicas particulares que le permite participar en la transferencia de electrones como así también la de unirse en forma reversible a diferentes ligandos como ser los átomos de oxígeno, nitrógeno y azufre. Esta característica le otorga a este elemento propiedades biológicas especiales que le permite participar en un gran número de procesos bioquímicos, generalmente a través de su asociación con diversas biomoléculas, especialmente las proteínas, muchas de las cuales poseen actividad enzimática (Beard et al., 1997; Brunton, Lazo y Parker, 2006; Castro, 1995).

Entre las proteínas que se encuentran asociadas con este elemento están aquellas que contienen hierro en su estructura como: la hemoglobina y la mioglobina; enzimas que contienen hierro ligado a azufre; enzimas que contienen hierro bajo la forma de hemo y enzimas que contienen hierro pero no bajo la forma hemo, ni asociada al azufre (Beard et al., 1997; Castro, 1995).

Estas características particulares del hierro, sumadas a la gran variedad y diversidad de estructuras biológicas a las cuales se encuentra asociado, hace que este elemento intervenga en múltiples y vitales procesos bioquímicos y fisiológicos como por ejemplo: el transporte y almacenamiento de oxígeno a través de la hemoglobina; en el metabolismo muscular, al formar parte de la mioglobina que permite el pasaje del

oxígeno desde los eritrocitos a las mitocondrias del músculo. Bajo la forma de hemo forma parte del sitio activo de los citocromos, los que intervienen en múltiples y variadas vías metabólicas como las relacionadas con el metabolismo energético, con el sistema enzimático microsomal P-450, el que participa en la síntesis de diversos esteroides como la aldosterona, corticosterona, pregnenolona, vitamina D, entre otros. Este sistema también interviene en la degradación de distintos metabolitos, drogas, fármacos y diferentes sustancias tóxicas. Por otra parte, el hierro, al formar parte de casi todas las oxidasas de los mamíferos, demuestra la variedad de procesos metabólicos y fisiológicos en los cuales este elemento está involucrado (Brunton et al., 2006; Castro, 1995; Stuehr y Ikeda, 1992; White y Marletta, 1992).

Metabolismo de hierro

La absorción depende en primer lugar del tipo de compuesto de hierro presente en la dieta, en dependencia de lo cual van a existir dos formas diferentes de absorción: la del hierro hemo y la del hierro inorgánico. Además, el proceso de absorción va acompañado de dos etapas: transporte y captación celular.

Absorción de hierro inorgánico. El hierro inorgánico (Fe^{+3}) por acción del ácido clorhídrico del estómago pasa a su forma reducida como hierro ferroso (Fe^{+2}), que es la forma química soluble capaz de atravesar la membrana de la mucosa intestinal. Algunas sustancias como el ácido ascórbico, ciertos aminoácidos y azúcares pueden formar quelatos de hierro de bajo peso molecular que facilitan la absorción intestinal de este metal (Skikne, Lynch y Cook, 1981; Hernández, 1993).

Aunque el hierro puede absorberse a lo largo de todo el intestino, su absorción es más eficiente en el duodeno y la parte alta del yeyuno. La membrana de la mucosa intestinal tiene la facilidad de atrapar el hierro y permitir su paso al interior de la célula,

debido a la existencia de un receptor específico en la membrana del borde en cepillo (Conrad, Umbreit y Moore, 1999). La apotransferrina del citosol contribuye a aumentar la velocidad y eficiencia de la absorción de hierro. En el interior del citosol, la ceruloplasmina (endoxidasa I) oxida el Fe^{+2} a Fe^{+3} para que sea captado por la apotransferrina que se transforma en transferrina. El hierro que excede la capacidad de transporte intracelular es depositado como ferritina, de la cual una parte puede ser posteriormente liberada a la circulación (Sans-Sabrafen et al., 2008).

Absorción de hierro hemo. Este tipo de hierro atraviesa la membrana celular como una metaloporfirina intacta, una vez que las proteasas endoluminales o de la membrana del enterocito hidrolizan la globina. Los productos de esta degradación son importantes para el mantenimiento del hemo en estado soluble, con lo cual garantizan su disponibilidad para la absorción (Beard et al., 1997). En el citosol la hemoxigenasa libera el hierro de la estructura tetrapirrólica y pasa a la sangre como hierro inorgánico, aunque una pequeña parte del hemo puede ser transferido directamente a la sangre portal (Sans-Sabrafen et al., 2008).

Transporte. El hierro es transportado por la transferrina, que es una glicoproteína, sintetizada en el hígado, que posee dos dominios homólogos de unión para el Fe^{+3} . Esta proteína toma el hierro liberado por los macrófagos producto de la destrucción de los glóbulos rojos o el procedente de la mucosa intestinal, se ocupa de transportarlo y hacerlo disponible a todos los tejidos que lo requieren (Sans-Sabrafen et al., 2008).

Se le denomina apotransferrina a la proteína que no contiene hierro, transferrina monoférrica cuando contiene un átomo de hierro y diférrica cuando contiene 2 átomos. Cuando todos los sitios de transporte están ocupados se habla de transferrina saturada y se corresponde con alrededor de 1,41 $\mu g/mg$ de transferrina (Sans-Sabrafen et al., 2008). En condiciones fisiológicas, la concentración de transferrina excede la

capacidad de unión necesaria, por lo que alrededor de dos tercios de los sitios de unión están desocupados. En el caso de que toda la transferrina esté saturada, el hierro que se absorbe no es fijado y se deposita en el hígado. La vida media normal de la molécula de transferrina es de 8 a 10 días, aunque el hierro que transporta tiene un ciclo más rápido, con un recambio de 60 a 90 minutos como promedio (Beard et al., 1997; Uzel y Conrad, 1998).

Del total de hierro transportado por la transferrina, entre el 70 y el 90 % es captado por las células eritropoyéticas y el resto es captado por los tejidos para la síntesis de citocromos, mioglobina, peroxidasas y otras enzimas y proteínas que lo requieren como cofactor (Sans-Sabrafen et al., 2008).

Captación celular. Todos los tejidos y células poseen un receptor específico para la transferrina, a través de cuya expresión en la superficie celular, regulan la captación del hierro de acuerdo con sus necesidades. La concentración de estos receptores es máxima en los eritroblastos (80 % del total de los receptores del cuerpo), donde el hierro es captado por las mitocondrias para ser incluido en las moléculas de protoporfirina durante la síntesis del grupo hemo (Beard et al., 1997).

El receptor de la transferrina es una glicoproteína constituida por dos subunidades, unidas por un puente disulfuro. Cada subunidad posee un sitio de unión para la transferrina. Estos receptores se encuentran anclados en la membrana a través de un dominio transmembrana, que actúa como péptido señal interno, y poseen además un dominio citosólico (Sans-Sabrafen et al., 2008).

El receptor de transferrina desempeña un papel fundamental en el suministro de hierro a la célula, puesto que la afinidad del receptor por el complejo hierro-transferrina al pH ligeramente alcalino de la sangre, depende de la carga de hierro de la proteína. La afinidad máxima se alcanza cuando la transferrina está en su forma diférrica (Beard et al., 1997).

El complejo hierro-transferrina-receptor es internalizado en la célula a través de un proceso de endocitosis. El cambio del pH ligeramente alcalino al pH ácido del endosoma provoca un cambio en la estabilidad del complejo que ocasiona la disociación espontánea de los átomos de hierro; por su parte, la transferrina se mantiene unida al receptor hasta que un nuevo cambio de pH, en sentido contrario, al nivel de la membrana, provoca la ruptura del complejo y la consiguiente liberación de la transferrina que queda nuevamente disponible para la captación y transporte del hierro circulante. La liberación dentro de la célula del hierro unida a la transferrina es secuencial. La primera molécula es liberada por el pH ácido del citosol, mientras la segunda requiere ATP para su liberación (Sans-Sabrafen et al., 2008).

Excreción de hierro

La cantidad de hierro excretada es muy pequeña ya que la utilización de hierro endógeno es de tal orden que se pierden en promedio 0,5-1 mg/día en el varón y de 1-2 mg/día en la mujer. Se eliminan cantidades pequeñas a través de las heces, sudor, pelo y orina. A través del sudor se eliminan menos de 0,5-1 mg, se pierde una pequeña cantidad en el pelo y el resto principalmente por las heces aproximadamente 0,3-0,7 mg (Beard et al., 1997).

Manifestaciones clínicas de la carencia de hierro

Las manifestaciones clínicas encontramos cansancio, lasitud, y sensación generalizada de astenia. Además de síntomas determinados como glositis, estomatitis angular, deformaciones de las uñas, escleróticas azules, síndrome de Plummer-Vinson (definido por disfagia, anemia ferropénica y membrana esofágica alta) y anemia hipocrómica microcíticas (Beard, 2001; Mitma y Frisancho, 2012). Las alteraciones

del comportamiento y de la conducta como la pica, que se caracteriza por el consumo anormal de tierra (geofagia) y/o de hielo (pagofagia) (Early et al., 2000), contracciones musculares afásicas involuntarias que parecen estar relacionadas al movimiento alterado del hierro hacia adentro de los centros cerebrales del control motor y que pueden ser tratadas en la mayoría de los casos con hierro o levodopa. Alteraciones de la función inmune, de los mecanismos de termorregulación y del metabolismo energético, y de la realización de un ejercicio físico o de cualquier trabajo (Beard et al., 1997; Lozoff, Jiménez, Hagen, Mollen y Wolf 2000).

Datos clínicos y experimentales sugieren que existe un riesgo incrementado para la infección (Hershko, 1996). El hierro es esencial para la diferenciación y crecimiento celular. Además, el metal es un componente indispensable para las enzimas productoras de radicales peróxido y de óxido nítrico que son normales para el funcionamiento de las células inmunes (Beard, 2001). En animales adultos y en humanos con un sistema inmune intacto, la inmunidad inespecífica es afectada por la deficiencia del metal. En este caso, la actividad bactericida de los macrófagos disminuye. También se observa una disminución en el número de linfocitos T y en las respuestas blastogénicas y mitogénicas de estas células en respuesta a diversos mitógenos (Spear y Sherman, 1992). Estudios anteriores han demostrado que la actividad de la proteína c quinasa y translocación de las células T esplénicas está alterada en la carencia de hierro (Beard, 2001).

Los efectos adversos de las deficiencias de hierro, sobre la actividad mental en niños, son los más conocidos y estudiados (Pollitt 1999, 1997). Lozoff et al. (2000), señalaron que aquellos niños que habían padecido una carencia crónica severa de hierro en la infancia, al cabo de 10 años después del tratamiento presentan alteraciones en las pruebas de capacidad mental y de funcionamiento motor, tales como: el aprendizaje aritmético, en la escritura y algunos procesos cognoscitivos específicos (por ejemplo la memoria espacial).

Adolescencia

La adolescencia es un período de intenso y rápido crecimiento, de desarrollo físico, psíquico y social que demanda un aumento de los requerimientos nutricionales. Es una de las etapas de la vida que plantea más retos (Spear, 1996). Comienza entre los diez y quince años de edad, y culmina alrededor de los veinte años. El crecimiento más o menos uniforme en la infancia es súbitamente alterado por un aumento en la rapidez del mismo; este cambio brusco crea necesidades nutricionales especiales. La adolescencia se considera muy vulnerable desde el punto de vista nutricional por diversas razones (Meneghello, Fanta, Paris, y Puga, 1997):

- Hay una mayor demanda de nutrientes debido al aumento drástico en el crecimiento físico y en el desarrollo.
- El cambio en el estilo de vida y en los hábitos alimentarios de los adolescentes afecta tanto al consumo como a los requerimientos de nutrimentos.
- Hay necesidades especiales de nutrientes debido a la participación en deportes, embarazo, desarrollo de algún trastorno de la alimentación, sometimiento a dietas excesivas, consumo de alcohol y drogas u otras situaciones comunes a los adolescentes.

Crecimiento y Desarrollo del Adolescente (cambios más importantes)

Los cambios corporales de la pubertad son de tal magnitud que explican las variaciones en la apariencia física de los niños de la misma edad, particularmente en la estatura y en la composición corporal, los cuales son responsables de la gran diferencia de forma y tamaño que se observa en los adultos de diferente sexo. Las posibilidades de variación en este proceso son ilimitadas, ya que cada niño sigue un patrón de

crecimiento propio, determinado por la influencia de factores genéticos, étnicos y ambientales, acentuados por las diferencias en el momento del inicio del “estirón” puberal (Mahan y Escott, 2001).

El crecimiento y el desarrollo de un individuo es un fenómeno continuo que se inicia en el momento de la concepción y culmina al final de la pubertad (Meneghello et al., 1997) abarcando desde los 11 años a los 14 años (primera fase de la adolescencia) y desde los 15 hasta los 18 años (segunda fase de la adolescencia), período durante el cual se alcanza la madurez en sus aspectos: físicos, psicosocial y reproductivo. Esta transformación involucra cambios en el tamaño, organización espacial y diferenciación funcional de los tejidos y órganos. El aumento en el tamaño y en la masa corporal es el resultado de la multiplicación y diferenciación celular, proceso conocido como crecimiento (Dwyer, 1993). El crecimiento es una manifestación vital en el individuo joven y su ritmo y calidad están en relación con el estado nutricional y la salud en general (Ariza, 1998).

Los cambios en la organización y diferenciación funcional de los tejidos, órganos y sistemas son el resultado del proceso de desarrollo o maduración (Amador, 1975). El crecimiento y el desarrollo constituyen un intrincado juego de fuerzas genéticas y ambientales que afectan al individuo joven, y que se pueden evaluar con variables tales como peso, talla, circunferencias y otras pautas antropométricas (Maddaleno et al., 1995). En general, el crecimiento es lento y constante durante los años preescolares y escolares, algunos pequeños pueden tener un período aparente de suspensión del proceso durante varios meses y a continuación tienen un brote de altura y peso. Mientras que la adolescencia, es una etapa de crecimiento acelerado con un aumento muy importante tanto de la talla como de la masa corporal. Además, en relación con el sexo, tiene lugar un cambio en la composición del organismo variando las proporciones de los tejidos libres de grasa, hueso y músculo. De este modo se adquiere el 40-50% del peso definitivo, el 20% de la talla adulta y hasta 50% de la masa esquelética. Los varones experimentan un mayor aumento de la masa magra tanto

en forma absoluta como relativa, y en las mujeres se incrementa, sobre la masa grasa. Estos hechos condicionan un aumento de las deficiencias de nutrientes en esta edad si la ingesta no es adecuada (Dwyer, 1993; National Research Council, 1989; Vidaillet, Rodríguez, Carnot, Pérez, y Duane, 2003).

La alimentación durante este período de crecimiento debe aportar la cantidad de energía, macro y micronutrientes necesarios para el desarrollo, así como para sentar las bases para el establecimiento de los hábitos dietéticos saludables a los largo de la vida, que se experimentan cuando el adolescente aumenta su independencia y responsabilidad en lo que se refiere a su propia dieta, y que persisten hasta la edad adulta, haciendo de este período un momento privilegiado para llevar a cabo medidas preventivas (DiMeglio, 2000).

Cambios o modificaciones en la talla. La talla (estatura), es la altura que tiene un individuo en posición vertical desde el punto más alto de la cabeza hasta los talones en posición de “firmes”, midiéndose en centímetros (cm) (Mahan y Escott, 2001). Esta medida antropométrica es el resultado de la suma de tres componentes: cabeza, tronco, y extremidades inferiores; aunque durante la pubertad, la talla refleja fundamentalmente el incremento en la longitud de las extremidades inferiores y del tronco representando sólo el crecimiento del tejido óseo. Ya que el tronco es el que más crece, y por un tiempo más prolongado en este período, es el factor más importante de la magnitud del crecimiento; el empleo de medidas adicionales, como las de los segmentos corporales permite una mejor apreciación de la armonía corporal (Marshall, 1975).

En el varón durante la pubertad, la velocidad de crecimiento alcanza un promedio de 8,7 cm en el primer año y de 6,5 cm en el segundo. Durante el año de máxima velocidad de crecimiento, que ocurre entre los 13 y 14 años la ganancia es de 7 a 12cm; sin embargo el ritmo es variable en cada niño y guarda relación con el momento de inicio de la pubertad, cuando los varones, debido a que inician su estirón

dos años después que las niñas, ya tiene por lo menos 10 cm más de lo que alcanzaron ellas en ese momento. La talla final suele alcanzarse hasta los cinco años después, y en los tres años de máximo crecimiento algunos agregan unos 23 cm o más a su altura previa (Tanner, Whitehouse y Takaishi, 1978).

En la niña, la velocidad media del crecimiento es de 7,5 cm. en el primer año y de 5,5 cm. en el segundo de la pubertad. Durante el año de máxima aceleración que ocurre en promedio a los 12 años, la ganancia de talla es de 6 a 11 cm, alcanzando la talla final global de unos 20 cm. Las variaciones individuales en el sexo femenino son de mayor magnitud que en el masculino, pero en general la talla aumenta 20 a 25% en relación con los valores anteriores a esta fase (Mahan y Escott, 2001; Tanner et al., 1966).

La causa de estos cambios de crecimiento, en ambos sexos, se debe al efecto de los estrógenos que se producen por la aromatización intracelular de la testosterona, que aumenta la producción hipotalámica de la hormona liberadora de la hormona del crecimiento (GHRH). En las mujeres este efecto se aprecia desde la aparición de las características sexuales secundarias, en tanto que los varones sucede en el desarrollo puberal cuando se aprecia este cambio (Argente et al., 1986).

Como consecuencia de lo anterior, aumentan los niveles basales y los picos secretorios de la hormona del crecimiento (GH), en magnitud y en duración, de tal manera que la secreción integrada es mayor y llega incluso a triplicarse con respecto al patrón previo. La máxima producción de GH tiene lugar entre las etapas III y IV del desarrollo, y se asocia con un aumento lento y progresivo del factor de crecimiento tipo insulina 1 (IGF-1), particularmente en mujeres, alcanzando su máximo un año después de la máxima velocidad de crecimiento. También se modifican las concentraciones de las proteínas transportadoras de IGF-1. Sin embargo, la proteína transportadora GH no se modifica tan intensamente, lo que sugiere que en cierta medida su síntesis es independiente de los niveles de GH, IGF-1 e IGFBP-3, así como de los esteroides sexuales. Esto garantiza que los niveles de GH libre sean mayores, y que por lo tanto

puedan unirse con el receptor (Martha, Rogol, Carlsson, Gesundheit, y Blizzard, 1993; Prader 1990).

Concomitantemente, aumenta la secreción de la hormona estimuladora de la tiroides (TSH), seguida por un aumento en los niveles de tiroxina (T4) y triyodotironina (T3). Se mantiene inicialmente la misma proporción entre estas dos últimas que en las etapas anteriores; posteriormente la deiodinización periférica de la T4 aumenta y la relación de T4/T3 disminuye (Michaud et al., 1991).

Cambios o modificaciones en el peso. El peso es el reflejo de la masa total de un individuo medida en kilogramos (Mahan y Escott, 2001). Durante la etapa puberal, la evolución del peso es casi simultánea con la talla, cuando los varones logran la máxima velocidad de crecimiento y la ganancia ponderal a la misma edad, de 14 años, y las niñas alrededor de los 13 años, es decir unos seis meses después de su crecimiento más acelerado esto significa que las mujeres siguen aumentando aceleradamente de peso, a pesar de que la curva de velocidad de crecimiento estatural se encuentra en declive. Independientemente de la edad, el peso para una misma talla es superior en las mujeres (Barnes, 1975). En condiciones normales, los adolescentes ganan entre 0,7 y 0,8 kg por cada centímetro de talla, 8,3 kg/año para las niñas y 9 kg/año en los varones durante el año de máxima velocidad de crecimiento; el 50% del peso adulto se gana durante esta etapa (Tanner et al., 1966).

Estado Nutricional Antropométrico

Por estado nutricional se entiende la medición del grado en el cual se están cumpliendo las necesidades fisiológicas de nutrientes del individuo. Mientras que la evaluación o valoración nutricional es la ciencia de determinar el estado nutricional

mediante el análisis de antecedentes médicos, alimentarios y sociales de un individuo, al igual que los datos antropométricos, bioquímicos y las interacciones de medicamentos y nutrientes (Mahan y Escott, 2001). La evaluación nutricional también ha sido definida como la interpretación de la información obtenida a partir de estudios dietéticos, bioquímicos, clínicos y antropométricos (Gibson, 2005).

La antropometría es la ciencia que estudia la medición del tamaño, peso y proporciones del cuerpo humano (Mahan y Escott, 2001). Para esto se emplean una serie de indicadores como son: relación peso-talla, relación talla-edad y relación peso edad. La antropometría en definitiva es el estudio de las medidas del cuerpo con el fin de usarlas en la clasificación y comparación antropológicas. En la actualidad, la antropometría tiene varios usos prácticos para evaluar el nivel nutricional y vigilar el crecimiento de los niños. Gibson (2005), ha definido el estado nutricional antropométrico como la medición de las variaciones en las dimensiones físicas y la composición del cuerpo humano en diferentes edades y grados de nutrición.

En la evaluación antropométrica del estado de nutrición se siguen una serie de pasos:

- a) Obtención de las mediciones de las dimensiones antropométricas que se utilizan para construir los índices (Lohman, Roche y Martorell, 1988).
- b) Estimación de un índice antropométrico que es la combinación de dos o más mediciones (por ejemplo: talla y peso). La combinación de estas medidas con las características generales de las personas, como la edad y el sexo, permiten calcular índices que son indicadores del estado nutricional antropométrico y aunque no miden directamente cambios en los tejidos corporales, como el tejido graso, el músculo y el agua corporal mantienen una buena correlación con estos parámetros de la composición corporal (Lohman et al., 1988).

Tradicionalmente, se han usado los métodos antropométricos para predecir la masa corporal, estos indicadores son considerados como un reflejo aproximado del estado nutricional (Sarría et al., 1998). Dos son las mediciones que, dada la calidad de

información que aportan como indicadores y la factibilidad de su levantamiento, pueden ser consideradas como las más adecuadas: el peso y la talla, los cuales, referidos a la edad y el sexo, permiten establecer los índices respecto a la norma de peso para la talla (nutrición actual), talla para la edad (nutrición histórica) peso para la edad (nutrición actual e histórica) (Bueno y Sarría 1995).

Índice de Masa Corporal (IMC)

El IMC, es un indicador simple de medida de asociación entre el peso y la talla de un individuo, se calcula a través de una sencilla fórmula.

$$IMC = \frac{\text{Peso (Kg)}}{\text{Talla}^2 \text{ (metros)}}$$

El valor obtenido no es constante, sino que varía con la edad y el sexo. También depende de otros factores, como las proporciones de tejido muscular y adiposo. En el caso de los adolescentes se ha utilizado como uno de los recursos para evaluar su estado nutricional antropométrico, de acuerdo con los valores propuesto por la Organización Mundial de la salud (OMS, 2004) (ver Cuadro 1).

Cuadro 1.

Clasificación de la OMS del Estado Nutricional de acuerdo con el IMC

Clasificación	IMC (kg/m²)	
	Valores principales	Valores adicionales
<u>Bajo peso</u>	<18,50	<18,50
Delgadez severa	<16,00	<16,00

Cuadro 1 (cont.)

Delgadez moderada	16,00 - 16,99	16,00 - 16,99
Delgadez leve	17,00 - 18,49	17,00 - 18,49
<u>Normal</u>	18,5 - 24,99	18,5 - 22,99
		23,00 - 24,99
<u>Sobrepeso</u>	≥25,00	≥25,00
		25,00 - 27,49
Pre-obeso	25,00 - 29,99	
		27,50 - 29,99
<u>Obesidad</u>	≥30,00	≥30,00
		30,00 - 32,49
Obesidad leve	30,00 - 34,99	32,50 - 34,99
		35,00 - 37,49
Obesidad media	35,00 - 39,99	37,50 - 39,99
Obesidad mórbida	≥40,00	≥40,00

Nota. Datos tomados de “*El estado físico: uso e interpretación de la antropometría*” por OMS, 1995.

Desarrollo Cognitivo Según Piaget en la Adolescencia

Piaget, señala que el desarrollo del conocimiento es entendido como un proceso espontáneo, a diferencia del aprendizaje, que es un proceso provocado por otras personas (docentes, padres) o situaciones externas (Piaget y Vigotsky, 2012).

Por otra parte, este mismo autor, afirma que desde la niñez se trata continuamente de captar el sentido de su mundo y a partir de su experiencia, se desplaza desde las coordinaciones motoras primitivas hacia diversas metas ideales, y divide el desarrollo cognitivo de la siguiente manera: Sensorio motor (0 a 2 años), Pre-operatorio (2 a 7 años), Operaciones concretas (7 a 12 años) y Operaciones formales (mayor de 12 años) (Piaget y Vigotsky, 2012).

Operaciones formales (mayor de 12 años)

A partir de esta edad el niño(a) y/o adolescente tiene un pensamiento lógico en base a sus principios y símbolos; es capaz de formular hipótesis, analizar y criticar, y hasta de proponer cambios. A partir de los 12 años de edad se desarrolla un nuevo conjunto de reglas, llamadas agrupamientos, que poseen cualidades lógicas especiales. Uno de los principales principios que se captan en esta etapa es el de reversibilidad, es decir, la idea de que algunos cambios se pueden anular al invertirse una acción previa. Esta capacidad de reversibilidad del pensamiento presenta, sin embargo, una limitación: el niño(a) y/o adolescente requiere presenciar o ejecutar la acción para poder luego invertirla mentalmente. Esta etapa se relaciona con el desarrollo neurológico y con las experiencias del aprendizaje (García, 2002; Piaget y Vigotsky, 2012).

Enfoques Teóricos Acerca del Rendimiento Académico

En cuanto al rendimiento académico, el artículo 106, 107 y 108 del Reglamento General de la Ley Orgánica de Educación (1999), establece que es el progreso alcanzado por los alumnos en función de los objetivos programados. La calificación

obtenida por el estudiante se expresa mediante un número entero comprendido entre uno (1) y veinte (20), ambos inclusive, siendo la calificación mínima aprobatoria de diez (10) puntos. El rendimiento puede ser cuantitativo y cualitativo, para el desarrollo de los aspectos psico-afectivos, éticos e intelectuales en función de los objetivos previamente establecidos. Se entiende por rendimiento cuantitativo las calificaciones obtenidas por los estudiantes, y por cualitativo los cambios de conducta en términos de acciones, procesos y operaciones en donde el alumno organiza las estructuras mentales que le permitan desarrollar un pensamiento crítico, y así poder resolver problemas y generar soluciones ante situaciones cambiantes.

En este orden de ideas Carpio (1999), define el rendimiento académico “como un proceso técnico pedagógico que juzga los logros de acuerdo con los objetivos de aprendizaje previstos, expresado como el resultado del aprovechamiento académico en función de diferentes objetivos planteados.” (p. 36)

Así mismo, Alves y Acevedo (1998) asumen que el rendimiento académico:

Es el resultado del proceso de aprendizaje, a través del cual el docente en conjunto con el estudiante pueden determinar en qué cantidad y calidad, el aprendizaje facilitado, ha sido interiorizado por éste último. En una situación refleja de un aprendizaje en términos de logros, implica una modificación de la conducta del estudiante, que obedece no sólo al crecimiento, sino a factores internos del individuo (p. 81).

Puche (1999) define el rendimiento académico “...como un proceso multidisciplinario donde intervienen la cuantificación y la cualificación del aprendizaje en el desarrollo cognitivo, afectivo y actitudinal que demuestra el estudiante en la resolución de problemas asociado al logro de los objetivos programáticos propuestos”. (p. 53).

Como Medir el Rendimiento Académico

Cuando se quiere medir el rendimiento escolar o académico, no se puede atribuir al centro educativo toda la responsabilidad, sino que hay que considerar también, los entornos familiares, sociales, culturales y económicos; ya que por ejemplo en los niños de posición socio-económica baja, generalmente se observa una disminución intelectual y un rendimiento escolar deficiente (Majluf, 1993). Tanto niños como adolescentes necesitan de profesores competentes, es decir, capaces de reconocer y valorar las capacidades y condiciones de los alumnos, y que los animen a desarrollarlas y a compartirlas con los demás (García, 2002).

Es posible que el rendimiento evaluado por los profesores no obedezca realmente a los criterios que deberían emplearse para evaluar el rendimiento escolar; es decir, otro tipo de variables pueden estar siendo consideradas para asignar la calificación al estudiante; sin embargo, el indicador más aparente y recurrente del rendimiento académico son las notas, y se les considera como la referencia de los resultados escolares, pues las calificaciones constituyen en sí mismas, el criterio social y legal del rendimiento del alumno. Además las notas cumplen una finalidad informativa a padres y autoridades académicas (García, 2002; Puche, 1999).

Estudios señalan que los cursos de lenguas y matemáticas, son las mejores áreas predictores del rendimiento global; no obstante, algunos autores consideran como indicador fundamental del rendimiento académico, el promedio de calificaciones obtenidas a lo largo del curso (García, 2002).

Bases Legales

Dentro del marco jurídico legal, existen acuerdos internacionales y nacionales, relacionados con el tema en estudio. En Venezuela los derechos de los adolescentes, están garantizados en varios instrumentos legales como son: La Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (CRBV); artículo 78, en el que los niños, niñas y adolescentes son sujetos plenos de derechos, además serán protegidos por la legislación órganos y tribunales especializados, los cuales respetarán, garantizarán y desarrollarán los contenidos. La Ley Orgánica para la Protección de Niños, Niñas y Adolescentes (LOPNNA), la cual otorga a los mencionados, el ejercicio y el disfrute pleno y efectivo de sus derechos y garantías.

En los artículos 41, 43 de la LOPNNA, dictamina que los niños, niñas y adolescentes tiene derecho a gozar del más alto nivel de salud física y mental, derecho a los servicios de salud, y derecho a la información en materia de salud (LOPNNA, 2007).

Definición de Términos Básicos

- **Capacidad Cognitiva:** llamado también como “razonamiento lógico y capacidad intelectual”; es la facultad de un ser vivo para procesar información a partir de la percepción, el conocimiento adquirido (experiencia) y características subjetivas que permiten valorar la información. Consiste en procesos tales como el aprendizaje, el razonamiento, la atención, la memoria, la resolución de problemas, la toma de decisiones y el procesamiento del lenguaje.
- **Condición Socioeconómica:** es la diferenciación y clasificación en la cual un grupo de individuos comparten una característica común que los vincula social o económicamente. Es un medio para representar la desigualdad social de una sociedad en la distribución de los bienes y atributos socialmente valorados.
- **Rendimiento Académico:** es el desempeño a lo largo del plazo académico, demostrado por el promedio de notas final de todas las asignaturas cursadas durante un periodo escolar.

Sistema de Hipótesis

Hipótesis Afirmativa

La disminución de la capacidad cognitiva y el bajo rendimiento estudiantil en adolescentes, se relacionan con la anormalidad de los parámetros hematológicos, hierro sérico y estado nutricional antropométrico que estos presentan.

Hipótesis Nula

La capacidad cognitiva y rendimiento estudiantil en los adolescentes, no se relacionan con la anormalidad de los parámetros hematológicos, hierro sérico y estado nutricional antropométrico que estos presentan.

Sistema de Variables

Variables Independientes

- Hemoglobina
- Hematocrito
- Hierro Sérico
- Edad
- Sexo
- Condición Socioeconómica
- Peso
- Talla

Variables Dependientes

- Puntuación en la Prueba de Matrices Progresivas de Raven
- Rendimiento Académico
- IMC.

Cuadro 2.

Operacionalización de las Variables

Variables	Dimensiones	Indicadores
Estrato Socioeconómico		Estrato Socioeconómico del Método Graffar
Rendimiento Académico		Promedio Final de Calificaciones, período escolar: 2014-2015
Razonamiento lógico y Capacidad Intelectual	Adolescentes entre 12-15 años de edad	Puntuación en el Test de Matrices Progresivas de Raven
Estado Nutricional Antropométrico		IMC
Parámetros Hematológicos		Concentración de Hemoglobina, Hematocrito
Hierro Sérico		Concentración de Hierro en sangre

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Tipo de Investigación

La presente investigación se considera de nivel explicativo, prospectivo y transversal. Será un estudio explicativo, los cuales según Hernández, Fernández y Baptista (2008) están dirigidos a responder a las causas de los eventos físicos o sociales. Del mismo modo, Méndez (2001) considera que la investigación prospectiva, es toda información captada en el futuro registrada en diversos medios, de acuerdo con los fines de la investigación.

Según Tamayo (2001), la investigación transversal mide los criterios de uno o más grupos de unidades en un momento dado, sin pretender evaluar la evolución de esas unidades.

Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación será de campo, que según Tamayo (2001) es aquella investigación en la que se obtiene información directamente de los sujetos investigados, o la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular deliberadamente

las variables, es decir, este tipo de diseño lo que pretende es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para después analizarlos.

Población y Muestra

Población

Para Tamayo (2001), la población es la totalidad del fenómeno a estudiar, en donde la unidad de población posee una característica común, la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación. El universo escogido estará representado por los adolescentes, pertenecientes a un Liceo Público, del Municipio Libertador en Mérida-Venezuela.

Para tales fines, la población se calculará mediante la aplicación de la fórmula de Sierra Bravo (1991), utilizando como población el número de adolescentes entre 12 y 15 años de edad, inscrito durante el periodo escolar 2014-2015. De esta manera se tiene:

$$n = \frac{4 * p * q * N}{e^2 * (N - 1) + 4 * p * q}$$

Donde:

- n = Tamaño de la muestra.
- 4 = Constante.
- p y q = Variables a favor o en contra (50%, por lo que $p=50$ y $q=50$).
- N = Tamaño de la población, que en este caso es de 116 escolares (12-15 años).

- e_2 = Error seleccionado por el investigador (Para este estudio el margen de error será de 5%).

Sustituyendo los valores de la fórmula se tendrá:

$$n = \frac{4*50*50*116}{5^2*(116-1)+4*50*50} = \frac{9280}{103} = 90 \text{ adolescentes}$$

De este modo, la muestra quedará conformada por noventa (90) escolares adolescentes pertenecientes a un Liceo Público, del Estado Mérida.

Muestra

La muestra será probabilística, que según Hernández et al., (2008), corresponde a aquellos procedimientos de selección de la muestra que permite conocer la probabilidad que cada unidad de análisis tiene de ser integrada a la muestra mediante la selección al azar. Los pacientes seleccionados serán aquellos adolescentes, cuyas edades oscilen entre 12 y 15 años.

La muestra será de noventa (90) adolescentes distribuidos en cinco grupos de dieciocho. La distribución de los pacientes de cada grupo se realizara por el método aleatorio estratificado, tomando en cuenta los criterios de inclusión y exclusión, de esta manera, se asegura la comparabilidad de los grupos de estudios y disminuye la posibilidad de intervención de factores externos.

Criterios de Inclusión

- Edad comprendida entre 12 y 15 años de edad, ambos sexos aparentemente sanos.

- Declaren libremente su deseo de participar en esta investigación; con el consentimiento y autorización firmada por los padres y/o representantes legales.
- Ayuno de 12 horas.
- Sin antecedentes de enfermedades neurológicas.
- Sin trastornos del aprendizaje previamente diagnosticados.

Criterios de Exclusión

- Muestras hemolizadas.
- Muestras en cantidad insuficiente para el análisis.
- Mujeres en estado de gestación, o en período de menstruación (bien sea, 2 días pre o post-menstruación).
- Pacientes con diagnóstico de infecciones agudas virales y/o bacterianas.
- Pacientes con diagnóstico de procesos inflamatorio agudo, o enfermedad hematológica.
- Pacientes sometidos a tratamiento anti-anémico durante los últimos 6 meses (Hierro, Folato, Vitamina B12).
- Pacientes con antecedente quirúrgico (últimos 3 meses).
- Pacientes que siendo seleccionados, no continuaron hasta el final de la investigación.

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Hernández et al., (2008), indican que un instrumento de medición adecuado es el utilizado para registrar datos observables representando verdaderamente los conceptos o variables definidos por el investigador. En función a lo anteriormente descrito, la técnica de recolección de datos que se utilizará es la encuesta, y el instrumento el cuestionario para registrar toda la información pertinente al estudio, diseñado por el investigador (ver Anexo 1), al que se le practicó la validez de contenido a través de juicio de expertos y en el que se incluyó: número de historia, Anamnesis (nombre y apellido del paciente, edad, sexo, fecha de última menstruación, antecedentes quirúrgicos, embarazo, diagnóstico de alguna enfermedad, consumo de medicamentos), Condición Socioeconómica (Graffar I, II, III, IV, V), Rendimiento Académico (nota promedio final de asignaturas, rendimiento académico), Estado Nutricional Antropométrico (peso, talla, IMC), , Exámenes de Laboratorio (Hb, Hto, FeS), y Análisis Cuantitativo de Prueba de Matrices Progresivas de Raven (puntaje, percentil, rango)

Recursos: Materiales, Equipos y Reactivos

Materiales

- Tubos estériles tapa Roja. Vacuum Diagnostics, 13 x 100 mL.
- Tubos estériles tapa Morada. EDTA K3. Vacuum Diagnostics, 13 x 75 mm
- Jeringas de plástico desechables. Marca: SERI'S, 10 mL/cc, 22G x 1 1/2.

- Agujas Hipodérmicas desechables. Marca: NIPRO 21G x 1”.
- Pericraneales estériles (0,6 x 19 mm), desechables. Marca: NIPRO 23G x 3/4.
- Guantes de examen Nitrilo, estéril, desechables. Marca: NOVAPLUS.
- Tubos Capilares (75 mm), estériles, sin heparina. Marca: DOLES.
- Banda elástica para torniquetes.
- Alcohol Absoluto.
- Torundas de algodón.
- Gasa estéril.
- Pipeta Automática.
- Pipetas volumétricas de 10 mL.
- Pipetas de Sahli.
- Puntas amarillas, estéril; para pipeta automática.
- Puntas azules, estéril; para pipeta automática.
- Gradillas.

Equipos

- Centrifuga. Clay Adams.
- Centrifuga. Autocrit II. Microhematocrito.
- Espectrofotómetro. Spectronic 20. Bausch & Lomb.
- Espectrofotómetro. Metrolab 1600 DR. Wiener Lab. Rango de longitudes de onda:
340 - 1000 nm.

- Baño María. THELCO.
- Balanza de peso corporal digital. Camry Modelo D-9004.
- Tallímetro. Health O Meter® Profesional.

Reactivos

- Líquido de Drabkin, casa comercial Center Lab. Presentación: Drabkin's (1000 mL). Lote: 8375.
- FERROQUANT, casa comercial GT Laboratorio S.R.L Argentina. Presentación: Hierro (1 x 150 mL), Indicador (1 x 7,5 mL), Estándar (1 x 4 mL).

www.bdigital.ula.ve

Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

Se obtuvo el censo poblacional de los alumnos matriculados en un Liceo Público del Municipio Libertador del Estado Mérida. Se suministró información verbal a los padres y/o representantes junto con sus representados acerca de los objetivos de la investigación, con el propósito de que declararán de forma voluntaria, su deseo de participar en el presente estudio, para finalmente solicitar su consentimiento informado por escrito (ver Anexo 2).

Los procedimientos serán realizados siguiendo los lineamientos establecidos en la Declaración de Helsinki para investigación en seres humanos, reseñada en el Código de Bioética y Bioseguridad del Fondo Nacional para la Ciencia y Tecnología (2008).

En este sentido, se le indico a cada paciente fecha y hora en la cual correspondía estar en la institución de acuerdo a la programación realizada en conjunto con el director, y coordinador de salud escolar. A todos los alumnos incluidos en el estudio se les realizó la anamnesis correspondiente para el llenado de la historia clínico-epidemiológica, además de las siguientes evaluaciones: socioeconómica, rendimiento académico, capacidad cognitiva, estado nutricional antropométrico, exámenes de laboratorio. La recolección de datos, y muestra sanguínea se realizó mediante un instrumento estandarizado realizado por el autor.

Evaluación Socioeconómica

Para la evaluación socioeconómica se utilizó el Método de Graffar modificado para Venezuela (ver Anexo 3), el cual toman en cuenta la ocupación del jefe de la familia, grado de instrucción de la madre, fuentes de ingreso y las condiciones de vivienda. Con el fin de clasificar a las familias en cinco estratos, en base a un puntaje en: Clase alta (Estrato I), Clase media-alta (Estrato II); Clase media-baja (Estrato III); Clase obrera (Estrato IV) y Clase marginal (Estrato V) (Méndez y Méndez, 1994).

Evaluación del Rendimiento Académico

Para evaluar el rendimiento académico, se realizó por medio de los registros académicos de los estudiantes, tomando como nota el promedio final de todas las asignaturas, obteniéndose una puntuación numérica individual de cada uno en una escala del 01 al 20, y clasificando el rendimiento cualitativamente en el espacio correspondiente en el Cuestionario Clínico-Epidemiológica, de la siguiente manera:

aplazado (01-09), regular (10-13), bueno (14-16), muy bueno (17-18), excelente (19-20).

Evaluación de la Capacidad Cognitiva

Para medir la capacidad cognitiva se utilizó el Test de Matrices Progresivas de Raven, el cual mide inteligencia, capacidad intelectual y habilidad mental general. Por medio de la comparación de formas y el razonamiento por analogías independientemente de la cultura, de los conocimientos adquiridos, de la habilidad verbal y manual, y de acuerdo al puntaje total obtenido se estableció el diagnóstico según los percentiles proporcionados por Raven J.C. (1975); clasificando la puntuación de cada paciente de la siguiente manera: Superior (S), Superior al Término Medio (STM), Término Medio (TM), Inferior al Término Medio (ITM), Deficiente (D). Se consideró la aplicación del test un día diferente de la extracción sanguínea (para evitar el ayuno al momento de contestar el test), el tiempo estimado de duración fue de 30 a 45 minutos. Se clasifico de acuerdo a la puntuación obtenida en:

Técnica para la evaluación del Test.

- Se registran las respuestas del paciente
- Se realiza la corrección con la plantilla
- Se suma el total de número de aciertos verticalmente
- Se verifica la consistencia del puntaje y se registra en la caseta correspondiente.
- Se localiza el puntaje en la tabla de baremo correspondiente, de acuerdo a la edad del sujeto (ver Anexo 4).
- Se detecta el percentil correspondiente

- Se localiza la equivalencia diagnóstica y el rango, de acuerdo al percentil obtenido y se registra en la caseta de diagnóstico en la historia clínica epidemiológica, el cual representa el resultado cualitativo.
- Se obtiene la Discrepancia, a través de la siguiente fórmula donde: PS (Puntaje sumatorio “parcial”), PE (Puntaje equivalente, de acuerdo al puntaje obtenido).

$$PS - PE = D$$

- El límite aceptable de tolerancia de la discrepancia es de + 2 a - 2.

Evaluación del Estado Nutricional Antropométrico

Para la evaluación antropométrica, se utilizaron los indicadores de dimensión corporal: peso, talla, e índice de masa corporal.

Se determinó el peso mediante el empleo de la balanza de pie, la cual fue calibrada después de cada pesada. Para pesar al paciente, se realizó cuando este se encontraba en ayunas (para obtener un peso exacto); y con la menor cantidad de ropa posible, para luego pedir que subiera en la balanza en posición firme (evitando el movimiento).

Asimismo, se empleó un tallímetro para la medición de la talla, la cual se realizó de la siguiente manera: el paciente con los pies descalzos permaneció de pie, guardando la posición de atención antropométrica con los talones, glúteos, espalda y región occipital en contacto con el plano vertical del tallímetro, previamente el estudiado hizo una inspiración profunda para compensar el acortamiento de los discos intervertebrales, y el investigador efectuó una leve tracción hacia arriba desde el maxilar inferior, manteniendo la cabeza en el plano de Franckfort, para posteriormente tomar la medida.

Subsiguientemente al pesado y tallado, se calculó el índice de masa corporal (IMC), se ubicó el resultado en las tablas de distribución de IMC publicadas por la OMS según edad y peso (ver Anexos 5 y 6), clasificando cada paciente de la siguiente manera: Delgado (D), Delgadez Severa (DS), Normal (N), Sobrepeso (SP) y Obesidad (OB).

Evaluación Sanguínea

Seguidamente, a todos los pacientes se les tomó una muestra de sangre venosa (6 mL) de la región ante-braquial, en condiciones de ayuno, colocando en dos tubos rotulados con el número de historia del paciente: 3 mL en el tubo tapa morada con anticoagulante (EDTA: ácido etilendiaminotetraacético) y 3 mL en el tubo tapa roja (seco) para determinar los niveles de hemoglobina, hematócrito y hierro sérico respectivamente.

Las muestras sanguíneas se transportaron antes de cumplirse 40 minutos, y fueron procesadas en el Laboratorio de Hematología y el Laboratorio de Bioquímica Clínica de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de los Andes. El procesamiento de la muestra se realizó de acuerdo al siguiente protocolo:

1) Concentración de Hemoglobina (Hb)

La determinación cuantitativa de Hb en sangre, se ejecutó por el método de la Cianomethemoglobina, siendo ideal por su fácil ejecución, bajo costo y confiabilidad (error del 2%).

Fundamento. El método se fundamenta en la conversión de hemoglobina a cianomethemoglobina por acción del cianuro y ferrocianuro de potasio. El color

desarrollado es comparado colorimétricamente con una solución de cianomethemoglobina (Vives, 2006).

Técnica del método de la Cianomethemoglobina.

- Se mezcló por inmersión (20 veces) el tubo tapa morada, que contenía 3 mL de sangre venosa.
- Con una pipeta volumétrica se transfirió 5 cc de la solución de Drabkin a un tubo de ensayo de 100 x 13, limpio y seco.
- Por medio de una pipeta de Sahli se añadió 0,02 mL de sangre exactamente en la solución de Drabkin, limpiando previamente la sangre que pudo haber quedado adherida al exterior de la pipeta y se lavó la pipeta tres veces con la solución.
- Se mezcló la sangre y la solución por inversión del tubo.
- Pasado 10 minutos (formación de la cianomethemoglobina), se trasvaso la mezcla a una cubeta de colorímetro.
- A una longitud de onda de 540 nm., se identificó la lectura colorimétrica de la solución.

2) Hematocrito (Hto)

Para conocer esta expresión porcentual, se recurrió a la técnica del microhematócrito, por la ventaja en su sencillez y rapidez en la ejecución, bajo costo del material, confiabilidad (margen de error 1 o 2 %), y uso de poca sangre para realizarlo.

Técnica del microhematócrito.

- Se mezcló por inmersión (20 veces) el tubo tapa morada, que contiene 3 mL de sangre venosa.

- Se seleccionó un capilar y se introdujo la punta del mismo en el tubo con sangre, y se llenó hasta unos dos tercios de su longitud.
- Inmediatamente se selló con plastilina uno de los extremos del tubo.
- Se colocó el capilar en unos de las ranuras enumeradas del cabezal de la microcentrífuga, con el extremo sellado hacia afuera vigilado el número de la ranura, se centrifugo de 3 a 5 minutos, a una fuerza centrífuga de 16500 a 28000 x gravedad.
- Utilizando una tabla de lectura de microhematócrito, se obtuvo el resultado expresado en porcentaje.

3) *Hierro Sérico (FeS)*

La concentración de hierro sérico, se estudió a partir del tubo tapa roja, del cual el paquete globular y el coágulo se separó previamente por centrifugación dentro los 40 minutos de extraída la muestra. El método empleado es el colorimétrico directo con Ferene® de la casa comercial GT-Lab (2014).

Fundamento. Los cationes hierro, a pH ácido, son liberados de las proteínas de transporte, fundamentalmente transferrina, y reducidos a cationes ferrosos. Estos forman un complejo azul-violáceo con 3-(2-pyridyl)-5,6-bis-2(sulfofuril)-1,2,3-triazina (Ferene®), cuya intensidad de color medida a 570- 640 nm es proporcional a la concentración de hierro de la muestra (GT-Lab, 2014).

Técnica del método colorimétrico directo con Ferene®.

- En 3 tubos marcados BR (Blanco de Reactivo), E (Estándar) y D (Desconocido) agregue:

Cuadro 3.

Técnica del método colorimétrico directo con Ferene®

	BR	E	D
Buffer Hierro	1 mL	1 mL	1 mL
Agua Destilada(*)	200 µL	-	-
Muestra	-	-	200 µL
Estándar	-	200 µL	-
Mezcle. Incube a 37 °C. Lea el desconocido (BD _F) a 600nm (fotocolorímetro a 570-640 nm) contra agua destilada.			
Indicador	50 µL	50 µL	50 µL
Mezcle. Incube 1 minuto a 37 °C. Lea todos los tubos: BR _F , E _F y D _F . El color es estable 60 minutos.			

Nota. Tomado del “Inserto FERROQUANT” por GT Laboratorio S.R.L., 2014, Argentina.

- Cálculos: se corrigieron las lecturas restando los blancos.

$$E_F \text{ corregido} = E_F - BR_F$$

$$D_F \text{ corregido} = D_F - (BD_F + BR_F)$$

- Luego para conocer la concentración de FeS, se efectuó el siguiente calculo:

$$\text{Hierro } (\mu\text{g/dL}) = \frac{D_F \text{ corregido}}{E_F \text{ corregido}} \times 100$$

Nota: Todos los sueros fueron congelados a -20 °C por alrededor de un mes; esto con el fin de reunir la totalidad de las muestras y su analice en un solo lote.

Cuadro 4.**Valores de Referencia de Parámetros Hematológicos y Hierro Sérico**

Parámetro	Mujer	Hombre
Hemoglobina (Método Cianomethemoglobina) ^a	12 - 16 g/dL	14 - 18 g/dL
Hematocrito (Método del Microhematócrito) ^a	37 - 47 %	40 - 54 %
Hierro Sérico (Método colorimétrico directo con Ferene®) ^b	40 - 140 µg/dL	65 - 160 µg/dL

Nota. Datos tomados de ^aMorales, 1990; ^bGT Laboratorio S.R.L., 2014.

www.bdigital.ula.ve

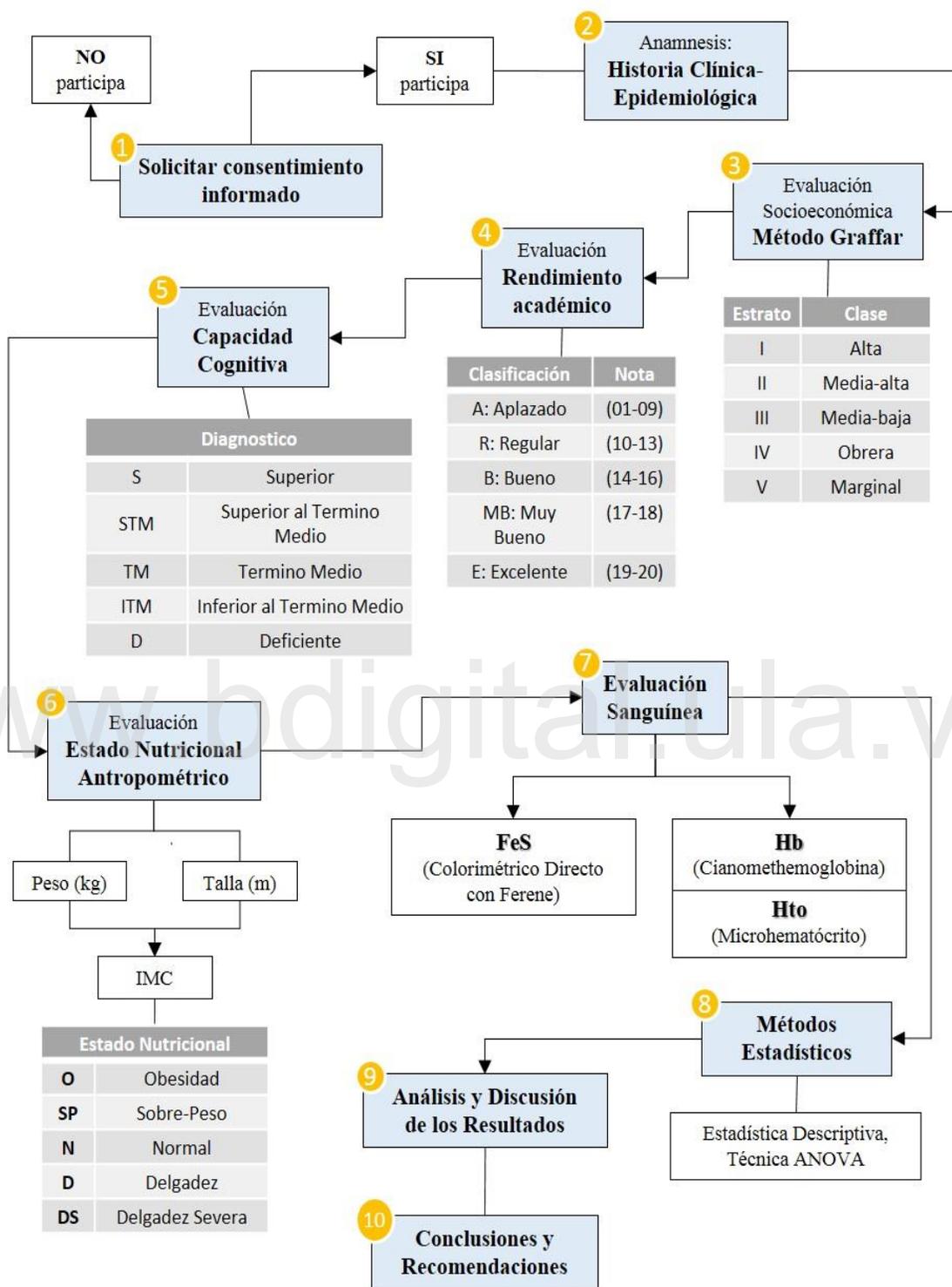


Gráfico 1. Diseño experimental para el procesamiento, y análisis de cada paciente.

Métodos Estadísticos

La información obtenida en la recolección de datos se estructuró, clasificó, y tabuló en una base de datos. Con relación a las técnicas de análisis, éstas fueron seleccionadas de acuerdo con la naturaleza de la investigación.

El análisis de los resultados se llevó a cabo utilizando estadística descriptiva como frecuencia absoluta y relación porcentual de los indicadores: Sociodemográficos (Edad, Sexo, Estrato socioeconómico), Promedio Final de Calificaciones, Puntuación en el Test de matrices progresivas de Raven e IMC. Al respecto, para el procesamiento de los datos correspondientes a los parámetros Hematológicos, Concentración de Hierro Sérico por Rendimiento Académico, Capacidad Cognitiva e IMC, se empleó el Programa Estadístico para Ciencias Sociales (SPSS) versión 15.0., seleccionando como técnica estadística la comparación de medias a través del análisis de la varianza (ANOVA).

De acuerdo con Tapia (2007), la técnica ANOVA, ha jugado un papel crucial en la metodología estadística moderna. Se emplea como respuesta a la necesidad de utilizar una técnica de comparación de las medias de más de dos grupos. Este análisis se utiliza además, para contrastar la hipótesis de que varias medias son iguales y se presenta como una extensión de la prueba t de Student para dos muestras.

En este orden de ideas, esta técnica se fundamenta en comparar las medias aritméticas que se obtendrán para cada uno de los indicadores en los que se estructurarán las dimensiones de la variable con el fin de determinar si son o no iguales y en establecer la significancia estadística de dicha comparación, con un nivel de significancia de $p < 0,05$. Asimismo este nivel de significancia o valor “p” se refiere a que la diferencia observada en los datos no es fruto del azar o la casualidad e indica que los datos se procesarán con un nivel de confianza de un 95% (Hernández et al., 2008).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis y Discusión de los Resultados

Para evaluar la relación entre los parámetros hematológicos, hierro sérico y estado nutricional antropométrico, con la capacidad cognitiva y rendimiento académico de adolescentes la muestra quedó conformada por 90 estudiantes con edades comprendidas entre los 12 y 15 años, inscritos durante el período escolar 2014-2015 en un Liceo Público, ubicado en el Municipio Libertador del Estado Mérida, Venezuela. Seguidamente del análisis de los resultados adquiridos de acuerdo a los objetivos específicos en estudio se contrastan con los señalados por los referentes teóricos que sustentan la investigación.

Uno de los problemas que enfrenta este estudio es el no contar con una historia o datos anteriores de anemia por deficiencia de hierro o deficiencia de hierro en la población, ya que es un corte trasversal, porque, los daños más severos se presenta en las primeras etapas de la vida, sin embargo, es un aporte para la ciencia en cuanto a la relación que existe entre las variables independientes y dependientes.

Características Socio-Demográficas de la Población en Estudio

La edad promedio de los participantes fue de 13,62 años; el 60% (54 pacientes) del sexo masculino y el 40% (36 pacientes) del femenino; en relación al nivel Socioeconómico se tiene que el 45,56% corresponde al estrato IV (clase obrera), 31,11% estrato III (clase media-baja), 20% estrato V (clase marginal) y 3,33% estrato II (clase media-alta) (ver Cuadro 5).

Discusión. Con relación a la edad promedio concuerda con Dura et al. (2002), donde la edad de los adolescentes estaba entre los 10 y 14 años de edad, sin embargo, difiere a la población evaluada por Navia, Rodríguez y Farah (2007) donde el promedio de edad fue de 15,43 años. Respecto al sexo que predominó en esta investigación fue el Masculino, lo cual no coincide con las investigaciones realizadas por Navia et al. (51,5% al Femenino y 48,5% Masculino) y Dura et al. (54,41% Femenino y 45, 58% Masculino), donde el mayor porcentaje de los escolares evaluados correspondió al sexo Femenino.

Al evaluar el nivel socioeconómico según la estratificación social de Graffar modificada por Méndez para la población de Venezuela, las cifras se corresponden con datos obtenidos en el Estado Zulia, en la investigación realizada por Nuñez (2013) donde la mayoría de escolares se encontraron un nivel socioeconómico bajo (54,9% Graffar tipo V; 39,8% Graffar tipo IV). En este mismo sentido, la estratificación social concuerda con la hallada por Carías et al. (2009), donde la mayoría de los adolescentes estudiados pertenecían a la estratificación Graffar IV. De acuerdo a un estudio realizado en Colombia por Martínez et al. (2014), el 97% de los niños pertenecientes a un estrato socioeconómico medio-bajo, fueron más propensos a tener una deficiencia nutricional, Hb baja y/o presencia de anemia microcíticas hipocrómica., al compararlos con aquellos que se ubicaron en los estratos socioeconómicos altos.

El estudio del nivel socioeconómico es importante, pues este repercute con frecuencia en los patrones alimentarios y estilos de vida que pueden influir en el estado

nutricional de una población. Por su parte, en la presente investigación los participantes se ubicaron dentro de los estratos socioeconómicos más bajos, lo cual presume una situación de riesgo nutricional debido al bajo poder adquisitivo de alimentos que suele presentar los núcleos familiares referidos a tales estratos.

Cuadro 5.

Características Socio-Demográficas de la población en estudio

Características Socio-Demográficas	Valores
Edad (media (DE)) años	13,62 (\pm 1,03)
Sexo (pacientes (%))	
Femenino	36 (40,00%)
Masculino	54 (60,00%)
Nivel Socioeconómico (pacientes, (%))	
Estrato II	3 (3,33%)
Estrato III	28 (31,11%)
Estrato IV	41 (45,56%)
Estrato V	18 (20,00%)

Nota. DE= desviación estándar.

Rendimiento Académico

En cuanto al rendimiento académico de los pacientes se tiene que el 52,22% (47 alumnos) presentaron un rendimiento regular, 32,22% (29 alumnos) bueno, 8,89% (8 alumnos) muy bueno, 3,33% (3 alumnos) excelente y 3,33% (3 alumnos) de los adolescentes resultaron con un rendimiento aplazado (ver Gráfico 2).

Discusión. La distribución porcentual del rendimiento académico concuerda con los resultados obtenidos en los adolescentes estudiados por Nuñez (2013), donde 36,3% presentaron un rendimiento bueno, 33,6% un rendimiento regular y 19,5% con rendimiento calificado insuficiente; dicho autor correlaciona positivamente el rendimiento escolar bajo con la presencia de anemia. Esos resultados difieren a los señalamientos de Navia et al. (2007), quienes concluyen en su estudio que la frecuencia de anemia no tuvo asociación significativa con el rendimiento escolar. Asimismo, Flores (2007), obtuvo una prevalencia de anemia de 29,06% en los escolares, y el rendimiento escolar fue alto 73,21%. De los escolares que presentaron anemia el 74,02% alcanzaron rendimiento alto (sobresaliente-muy bueno). Del grupo de estudio que presentó anemia el 77,5% fueron niños y el 70,27 niñas.

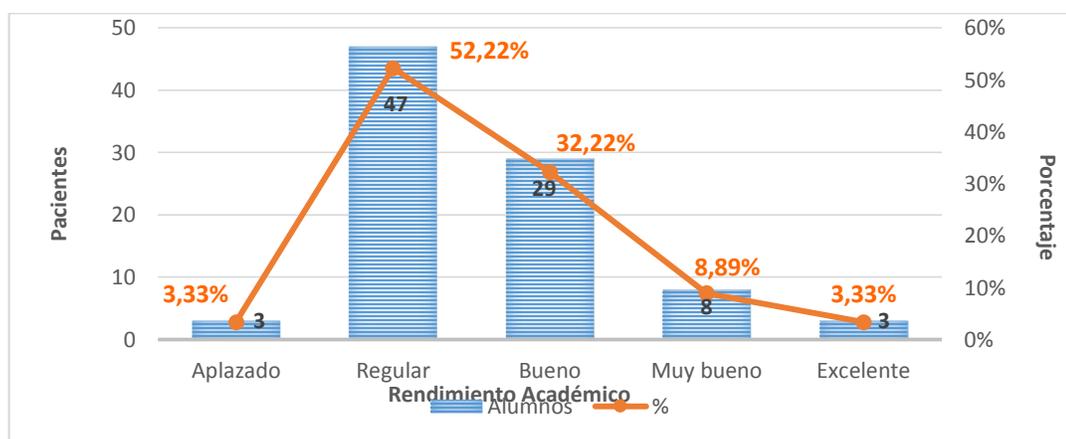


Gráfico 2. Rendimiento Académico de la población en estudio. Elaborado con datos tomados de *Registro de Control de Evaluación* de la Institución, 2015, Mérida; Cálculos del autor.

Razonamiento Lógico y Capacidad Intelectual

Todos los participantes en el estudio fueron evaluados mediante el Test de Matrices Progresivas de Raven, para determinar el razonamiento lógico y capacidad intelectual, los resultados obtenidos muestran que el 41,11% (37 pacientes) presentaron una capacidad cognitiva Inferior al Término Medio (ITM), el 28,89% (26 pacientes) capacidad cognitiva de Término Medio (TM), 27,78% (25 pacientes) capacidad cognitiva Superior al Término Medio (STM), 1% (1 paciente) con capacidad cognitiva Superior (S) y otro 1% (1 paciente) Deficiente (D) (ver Gráfico 3).

Discusión. En relación al diagnóstico de capacidad intelectual medida por el Test de Matrices Progresivas de Raven, Ruíz (2006) realizó una investigación en niños, de los cuales 50,6% se ubicó en el rango STM, el 24,6% se encontró en el rango TM, y el 17,3% tuvo capacidad cognitiva ITM. El 6,2% obtuvo puntajes dentro del rango D, y 1,2% se ubicó en el rango S. Lo cual no concuerda con los puntajes obtenidos en esta investigación, ya que, existe una diferencia entre todos los rangos de clasificación, excepto en el rango de capacidad cognitiva S.

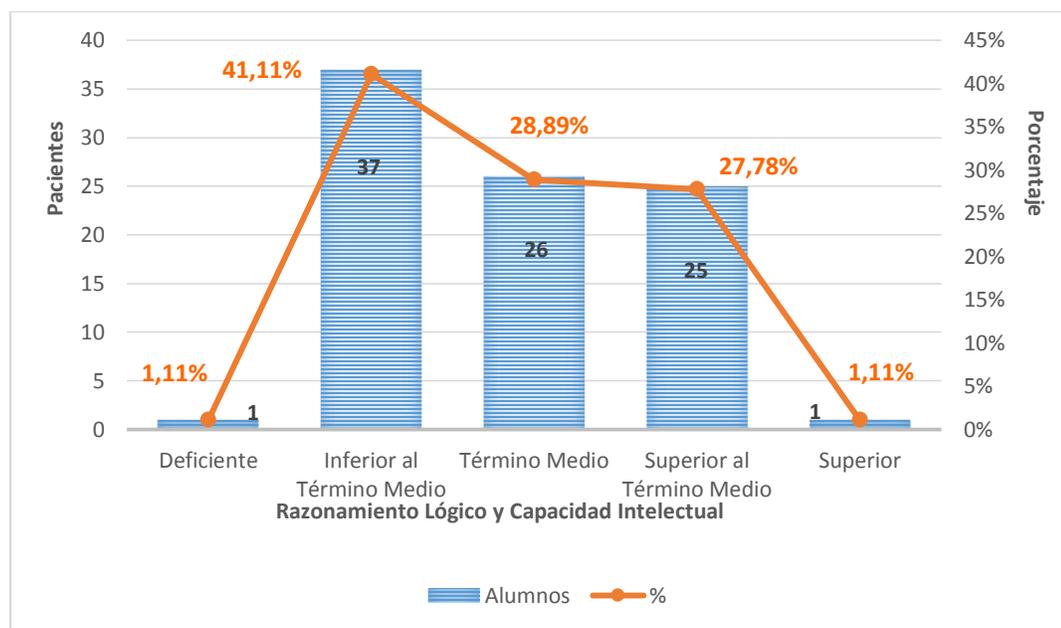


Gráfico 3. Razonamiento lógico y capacidad intelectual de la población en estudio.

Índice de Masa Corporal (IMC)

En cuanto al IMC se tiene que el 70% (63 pacientes) presentaron valores Normales (N), 16,67% (15 pacientes) Sobrepeso (SP), 5,56% (5 pacientes) Delgadez Severa (DS), 4,44% (4 pacientes) Delgadez (D) y 3,33% (3 pacientes) con Obesidad (O) (ver Gráfico 4).

Discusión. Al establecer el estado nutricional en los adolescentes evaluados, se obtuvo, con algunas excepciones en los valores de IMC, mayor prevalencia de SP y O que déficit de peso, sin embargo tomando como problema de nutrición general se tiene un 30% de adolescentes afectados, lo cual coincide con otras investigaciones realizadas en países en vías de desarrollo; en Venezuela la O tiene una prevalencia más elevada entre las clases de menores recursos. Lo anterior pudo estar relacionado con los bajos niveles socioeconómicos de la población estudiada.

Estos resultados coinciden con lo señalado por Nuñez (2013), donde se encontró un gran número (62,9%) de niños con problemas de nutrición con un nivel socioeconómico muy bajo (Graffar tipo V), de los cuales la mayoría mostraron una correspondencia positiva entre el bajo rendimiento escolar y presencia de anemia.

Sin embargo, Albani, Rendón, Maniscalchi y Zarrelli (2010), en un estudio realizado en el Estado Anzoátegui, en el cual los niños que tuvieron un estado nutricional normal de acuerdo a la evaluación antropométrica, presentaron anemia, situación que quizás este relaciona con otros procesos causales de anemia independientes a los nutricionales tales como las parasitosis, muy común de esa región.

Hernández (2003), estudia el estado nutricional de adolescentes en México, e identifica en los estratos socioeconómicos bajos que la O se asocia a episodios de desnutrición en la edad temprana, ya que, este tipo de carencias generan una respuesta de adaptación al escaso aporte, que en posteriores etapas de mejor ingesta de alimentos, dan como resultado un aumento de peso. Dicho autor, afirma que los individuos obesos, se relacionan con sobre ingesta de alimentos, acompañada por deficiencias

nutricionales, los cual viene dado por el consumo de alimentos de elevada densidad energética, pero escaso contenido de nutrientes. Estos sujetos con frecuencia presentan deficiencias de hierro, cinc, vitamina A, yodo y ácido fólico, que en ocasiones se acompaña de manifestaciones clínicas como la anemia.

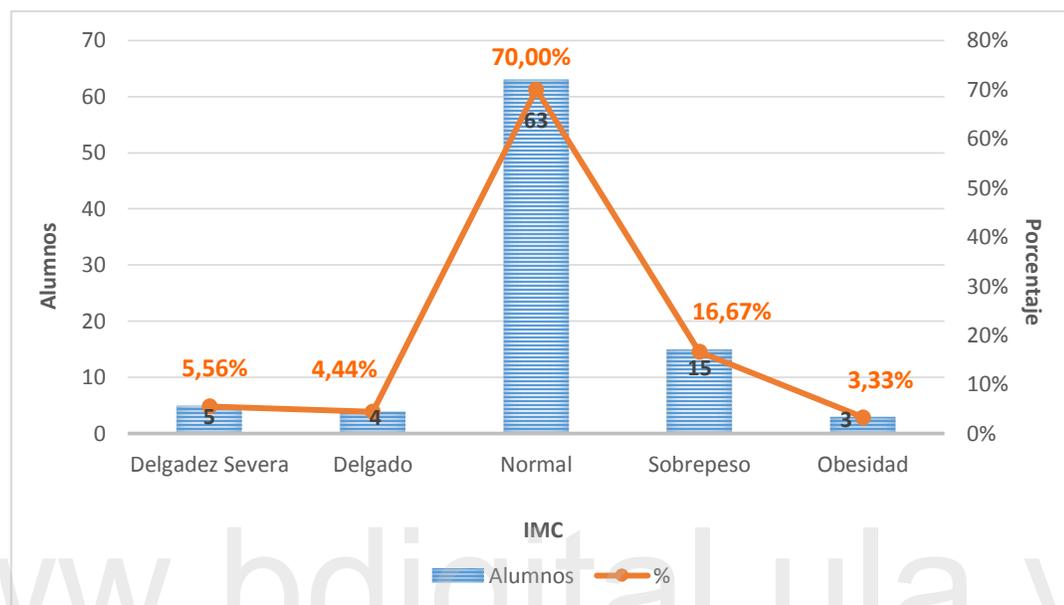


Gráfico 4. Índice de Masa Corporal de la población en estudio.

Parámetros Hematológicos y Concentración de Hierro Sérico

Se evaluaron los parámetros hematológicos y concentración de hierro sérico donde para el sexo femenino el promedio de estos se ubicó para Hb 13,19 g/dL, Hto 41,22% y FeS 79,64 µg/dL; para el masculino los valores fueron para Hb 14,75 g/dL, Hto 45,93% y FeS 115,86 µg/dL (ver Cuadro 6).

Discusión. El estudio mostró que la media de estos parámetros coincide (a pesar de la diferencia de altitud) con las concentraciones halladas por Carías et al. (2009) en adolescentes en Caracas-Venezuela, donde para el sexo femenino la media estuvo para

Hb 14,4 ($\pm 1,26$) g/dL, Hto 43,22 ($\pm 3,58$) % y FeS 85,26 ($\pm 26,22$) $\mu\text{g/dL}$; para el sexo masculino los niveles estuvieron en Hb 15,61 ($\pm 1,28$) g/dL, Hto 49,91 ($\pm 2,97$) % y FeS 97,29 ($\pm 23,99$) $\mu\text{g/dL}$. Se encontró que en promedio, la muestra total de adolescentes estudiados en la presente investigación al igual que en la realizada por Carías, tanto hombres como mujeres, presentaron valores normales de Hb, Hto, FeS en plasma. Sin embargo, el análisis de los datos individuales reveló algunos valores por debajo del rango establecido como normal.

Cuadro 6.

Parámetros hematológicos y concentración de hierro sérico de la población en estudio

Parámetros	Sexo	
	Femenino	Masculino
	Media (DE)	Media (DE)
<i>Hb (g/dL)</i>	13,19 ($\pm 0,96$)	14,75 ($\pm 1,13$)
<i>Hto (%)</i>	41,22 ($\pm 2,91$)	45,93 ($\pm 3,20$)
<i>FeS ($\mu\text{g/dL}$)</i>	79,64 ($\pm 35,39$)	115,86 ($\pm 37,13$)

Nota. DE= Desviación estándar.

Luego de evaluar los parámetros hematológicos y de hierro sérico se comparó por sexo los participantes con baja concentración de Hb y carencia de FeS, donde no se encontró diferencias significativas, el 8,33% de las femeninas y el 12,96% de los masculinos presentaron baja concentración de Hb; mientras que el 11,11% de las pacientes y el 12,96% de los pacientes presentaron carencias de FeS (ver Cuadro 7).

Discusión. En este estudio se pudo observar que no existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$), sin embargo, el sexo masculino superó en número al femenino, posiblemente debido a que había más hombres que mujeres en la investigación. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Rusca, Bautista y Salas (2008) en universitarios, donde el 9% del sexo masculino ($n=44\%$) presentó disminución de parámetros hematológicos (Hb, Hto) y FeS frente al 2% del sexo femenino ($n=56\%$), además de demostrar que el 54% de los hombres tenían un bajo rendimiento académico.

Cuadro 7.

Comparación por sexo de baja concentración de hemoglobina y carencia de hierro sérico de la población en estudio

Parámetros	Sexo		<i>p</i>
	Femenino ^a (%)	Masculino ^b (%)	
<i>Baja Hb</i>	3 (8,33%)	7 (12,96%)	0,734
<i>Carencia de FeS</i>	4 (11,11%)	7 (12,96%)	1,000

Nota. Para Femenino^a $n=36$; Para Masculino^b $n=54$; p = Significancia estadística.

Comparación de los Parámetros Hematológicos y Concentración de Hierro Sérico por Rendimiento Académico

Se realizó la prueba estadística análisis de varianza (ANOVA) para comparar los parámetros hematológicos y la concentración de hierro sérico en los alumnos de acuerdo al rendimiento académico, para lo cual se consideró los alumnos con rendimiento regular, bueno y muy bueno a fin de poder comparar grupos aproximadamente iguales para que los resultados con la técnica estadística fueran apropiados.

Para el sexo femenino se tiene que no existe diferencias significativas en los valores promedios de los parámetros hematológicos y de hierro sérico de acuerdo al rendimiento de las alumnas; para el masculino se tiene el mismo resultado del sexo femenino, no obstante se observó para el FeS el valor de p (0,057) se encuentra cerca del área de rechazo, por lo cual es preciso mencionar que para estos alumnos se observó que los promedios de FeS fue de 109,03 $\mu\text{g/dL}$ para los alumnos con rendimiento regular, 112,74 $\mu\text{g/dL}$ con rendimiento bueno y 142,98 $\mu\text{g/dL}$ rendimiento muy bueno, es decir se tiene que los valores de hierro sérico se van incrementando a medida que el rendimiento académico mejora (ver Cuadro 8).

Discusión. Al relacionar el Rendimiento Académico con los parámetros hematológicos y FeS, se encuentra una relación positiva (Valor p cerca de la región de rechazo) lo cual apoya el concepto que no es necesario que el deterioro del estado del hierro avance hasta su última etapa, como es la anemia, para que el rendimiento académico sea vulnerable y sufra cambios al igual que lo conseguido en el presente estudio. Dicho resultado es similar al logrado por Rivera et al. (2012), donde el menor puntaje en aprendizaje y memoria fue en niños con ferritina baja, comparado con los que tenía ferritina normal, ambos grupos sin anemia, y las diferencias fueron estadísticamente significativas ($p=0,02$).

La revisión realizada por Grantham (2001) señala que la mayoría de los estudios de correlación han demostrado asociación entre la anemia por deficiencia de hierro y el pobre desarrollo cognitivo y rendimiento académico. Los estudios longitudinales indican que los niños que experimentaron anemia durante su vida temprana continúan demostrando bajo rendimiento académico durante sus años escolares, aun después de que la anemia ha sido tratada.

Cuadro 8.

Comparación de los parámetros hematológicos y concentración de hierro sérico por rendimiento académico de la población en estudio

Parámetros	Rendimiento Académico			<i>p</i>
	<i>Regular</i> Media (DE)	<i>Bueno</i> Media (DE)	<i>Muy Bueno</i> Media (DE)	
Femenino				
<i>Hb (g/dL)</i>	13,08 (±0,94)	13,93 (±0,67)	13,07 (±0,95)	0,098
<i>Hto (%)</i>	40,88 (±2,88)	43,29 (±2,50)	41 (±2,83)	0,148
<i>FeS (µg/dL)</i>	74,05 (±36,20)	103,20 (±24,66)	98,03 (±38,14)	0,126
Masculino				
<i>Hb (g/dL)</i>	14,36 (±1,47)	14,98 (±0,89)	15,15 (±0,62)	0,100
<i>Hto (%)</i>	44,77 (±4,17)	46,59 (±2,11)	47,11 (±1,96)	0,082
<i>FeS (µg/dL)</i>	109,03 (±40,41)	112,74 (±33,74)	142,98 (±28,25)	0,057**

Nota. ** Valor *p* cerca de la región de rechazo.

Comparación de los Parámetros Hematológicos y Concentración de Hierro Sérico por Razonamiento Lógico y Capacidad Intelectual

Al comparar los parámetros hematológicos y de hierro sérico por la evaluación realizada a los estudiantes sobre razonamiento lógico y capacidad intelectual; se observó para el sexo femenino que el promedio de los parámetros son iguales para las alumnas categorizadas como ITM, TM y STM; en el sexo masculino se observó diferencias significativas con p (0,003) para el valor promedio de hierro sérico, donde los alumnos con razonamiento lógico y capacidad intelectual STM presentó un promedio de 138,16 $\mu\text{g/dL}$ el cual es superior a los alumnos con valoración ITM cuyo promedio fue de 97,71 $\mu\text{g/dL}$, para los alumnos con calificación TM estos no presentaron diferencias con los dos grupos anteriores (ver Cuadro 9).

Discusión. El puntaje de Raven no difirió según los niveles de Hb, Hto y FeS para el sexo Femenino, aunque se observó una tendencia en el sexo Masculino que los adolescentes con puntaje ITM presentaron (sin estar por debajo del valor de referencia) cifras bajas de FeS. Lo cual coincide con los resultados obtenidos por Ruíz (2006), donde los niveles de Hb, Hto, Hemoglobina Corpuscular Media y FeS estaban por debajo de los valores de referencia en aquellos escolares con puntaje menores en la Prueba de Raven. De igual manera, coincide con los hallazgos realizados por Rivera et al. (2012), donde la relación entre la deficiencia de hierro y la disminución de la capacidad cognitiva es directamente proporcional.

Un estudio realizado en Estados Unidos por Halterman et al. (2003) en escolares, demostró que los promedios de matemáticas que tienen que ver con memoria y repetición de dígitos eran más bajos en niños con deficiencia de hierro, comparados con los que tenían un estado de hierro normal. También una investigación realizada por Ortega et al. (1993), en escolares, hallaron los mismos resultados que nuestro estudio, o sea una afectación de la memoria y concluyó que los procesos de atención alterados se pueden ver en niños con anemia y posiblemente los de memoria estén más asociados

con el déficit de hierro por ser más sensibles a la disminución de este mineral, con lo que se está de acuerdo.

No hay duda de que el déficit corporal del hierro influye sobre la capacidad cognitiva y así lo demostró este estudio. No obstante, muchos factores de índole psicosocial, familiar y otras carencias nutricionales también pueden afectarla. En esta investigación no se exploraron tales factores.

Cuadro 9.

Comparación de los parámetros hematológicos y concentración de hierro sérico por razonamiento lógico y capacidad intelectual de la población en estudio

Parámetros	Razonamiento Lógico y Capacidad Intelectual			p
	<i>Inferior al</i>	<i>Término Medio</i>	<i>Superior al</i>	
	<i>Término Medio</i>	<i>Término Medio</i>	<i>Término Medio</i>	
	Media (DE)	Media (DE)	Media (DE)	
Femenino				
<i>Hb (g/dL)</i>	13,05 (±0,94)	13,37 (±0,86)	13,64 (±0,66)	0,290
<i>Hto (%)</i>	40,61 (±2,87)	41,9 (±2,64)	42,71 (±2,14)	0,183
<i>FeS (µg/dL)</i>	77,7 (±36,91)	87,76 (±39,14)	78,76 (±27,55)	0,769
Masculino				
<i>Hb (g/dL)</i>	14,46 (±1,53)	14,82 (±0,88)	15,02 (±0,81)	0,322
<i>Hto (%)</i>	45,11 (±4,5)	46,31 (±2,39)	46,50 (±2,04)	0,370
<i>FeS (µg/dL)</i>	97,71 (±37,34) ^a	111,76 (±37,44)	138,16 (±25,87) ^b	0,003*

Nota. * Significancia estadística $p < 0,05$; $b > a$.

Comparación de los Parámetros Hematológicos y Concentración de Hierro Sérico por IMC

Para comparar los parámetros hematológicos y la concentración de hierro sérico por IMC, se precedió agrupar la clasificación del IMC para poder realizar el análisis estadístico, los resultados obtenidos muestran para el sexo femenino que no existen diferencias significativas en los valores promedios de los parámetros considerados; para el sexo masculino se observó para la Hb $p(0,000)$, Hto $p(0,000)$ y FeS $p(0,001)$ diferencias significativas de acuerdo a la clasificación de los alumnos por su IMC; donde los alumnos normales o con sobrepeso/obesidad presentaron niveles más altos que los alumnos delgados o con delgadez severa (ver cuadro 10).

Discusión. En la investigación se encontró que los adolescentes con delgadez y delgadez severa, presentaron una concentración de hierro por debajo del límite de referencia (65-160 $\mu\text{g/dL}$), hecho similar a los resultados hallados por Colquicocha (2009), donde 25% de los alumnos presentaron un estado nutricional inadecuado (obesidad, desnutrición crónica) con déficit de hierro y un nivel de hemoglobina por debajo del valor de referencia.

Cuadro 10.

Comparación de los parámetros hematológicos y concentración de hierro sérico por IMC de la población en estudio

Parámetros	IMC			<i>p</i>
	<i>Delgadez/Delgadez Severa</i>	<i>Normal</i>	<i>Sobrepeso/Obesidad</i>	
	Media (\pm DE)	Media (\pm DE)	Media (\pm DE)	

Cuadro 10 (cont.)

Femenino				
<i>Hb (g/dL)</i>	12,6 (±1,22)	13,29 (±0,85)	13,25 (±1,07)	0,343
<i>Hto (%)</i>	40,2 (±3,11)	41,36 (±2,75)	41,44 (±3,4)	0,709
<i>FeS (μg/dL)</i>	48,95 (±11,56)	88,28 (±37,5)	75,58 (±30,17)	0,071
Masculino				
<i>Hb (g/dL)</i>	11,98 (±0,88) ^a	14,98 (±0,82) ^b	14,96 (±0,8) ^c	0,000*
<i>Hto (%)</i>	37,75 (±2,63) ^a	46,56 (±2,27) ^b	46,67 (±1,8) ^c	0,000*
<i>FeS (μg/dL)</i>	51,64 (±7,78) ^a	119,32 (±34,23) ^b	128,65 (±30,72) ^c	0,001*

Nota. * Significancia estadística $p < 0,05$; b y c > a.

www.bdigital.ula.ve

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Luego de analizar y discutir los resultados, se obtienen una serie de conclusiones orientadas a dar respuesta en general a los objetivos planteados. Entre estas se encuentran las siguientes:

- a. La hipótesis Afirmativa se confirma, ya que, si existe relación entre los parámetros hematológicos, hierro sérico, estado nutricional antropométrico con la capacidad cognitiva y el rendimiento académico en adolescentes, lo que indica la importancia de mejorar el estado nutricional, y a su vez lograr, un excelente desarrollo académico, con un razonamiento lógico y capacidad intelectual adecuada para la edad.
- b. El estado nutricional de algunos adolescentes es inadecuado, reflejado a través del índice de masa corporal en delgadez y delgadez severa, además de presentar valores de hemoglobina y hierro sérico por debajo del límite normal, lo que implica la necesidad de incrementar actividades de prevención y promoción de la salud en la nutrición, ya que puede generar complicaciones en el organismo a corto o largo plazo.

- c. El rendimiento académico de los adolescentes en su mayoría es regular, esto significa que no desarrollan al máximo sus potencialidades, limitando el desarrollo de su capacidad cognitiva y rendimiento académico.
- d. En conclusión, esta investigación confirmó que la deficiencia de hierro afecta la función cognitiva de adolescentes en edad escolar, observándose alteraciones en el rendimiento académico y capacidad cognitiva.

www.bdigital.ula.ve

Recomendaciones

A continuación, se plantean una serie de recomendaciones que arrojan aspectos a ser mejorados de los resultados y conclusiones obtenidas:

- a. Se recomienda orientar a los adolescentes, a través de programas de educación continua, la adquisición de hábitos que les permitan desarrollar un estilo de vida saludable, que abarque una alimentación nutricionalmente adecuada y actividad física regular.
- b. En vista de las asociaciones encontradas en este estudio la suplementación de hierro, ácido fólico y vitaminas, independientemente del estado nutricional en escolares, resultaría útil como medio para modificar favorablemente la función cognitiva y con ello el rendimiento académico.
- c. Dar a conocer a los directores, docentes y participantes del Liceo Público los resultados de la investigación, para que pongan en práctica a la brevedad posible estrategias que incentiven a garantizar el éxito académico.
- d. Efectuar estudios similares en otros niveles educativos, para conocer el comportamiento en sujetos de otros grupos vulnerables y hacer las comparaciones pertinentes.
- e. Realizar estudios que establezcan valores de referencias en la población adolescentes, ya que solo se cuenta en el Estado Mérida-Venezuela con rangos de referencias de niños y adultos.

LISTA DE REFERENCIAS

- Albani, M., Rendón, A., Maniscalchi, M. y Zarrelli, F. (2010). Incidencia de anemia en escolares de localidades urbanas y rurales de la zona norte del Estado Anzoátegui. *Acta Científica Estudiantil*, 8 (3), 67-71.
- Alves, E. y Acevedo, R. (1999). *La evaluación cuantitativa* (1a. ed.). Valencia: Cerimed.
- Amador, M. (1975). Influencia de la nutrición en el crecimiento somático. *Revista Cubana de Pediatría*, 47 (4-5), 535.
- Aranceta, L., Serra, L. y Mataix, J. (2006). Evaluación del estado nutricional (2a. ed.). En Serra Majem, L., Aranceta Bartrina, J. (Eds.). *Nutrición y Salud Pública: métodos, bases científicas y aplicaciones* (p.p.114-135). Barcelona: Masson.
- Argente, J., Evain, D., Muñoz, A., Garnier, P., Hernández, M. y Donnadieu, M. (1986). Relationship of plasma growth hormone-releasing hormone levels to pubertal changes. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 63 (3), 680-682.
- Ariza, J. (1998). Nutrición y calidad de vida. Un binomio inseparable. *Arch Latinoam Nutr*, 38 (1), 209-218.
- Baker, E. y Lindley, P. (1992). New perspectives on the structure and function of transferrins. *J Inorg Biochem*, 47 (3-4), 147-160.
- Barnes, H. (1975). Physical growth and development during puberty. *Med Clin North Am*, 59 (6), 1305-1307.
- Barón, M., Pacheco, Z. y Solano, L. (2012). Estado de hierro en niños de 6 a 11 años de edad con sobrepeso y obesidad. *Revista Salus Online*, 16 (1), 64-72.
- Barón, M., Solano, L., Páez, M. y Pabón, M. (2007). Estado nutricional de hierro y parasitosis intestinal en niños de Valencia, estado Carabobo, Venezuela. *Revista Anales Venezolanos de Nutrición*, 20 (1), 5-11.
- Beard J. (2001). Iron biology in immune function, muscle metabolism and neuronal functioning. *J Nutr*, 131 (2S-2), 568S-580S.
- Beard, J. y Piñero, D. (1997). Metabolismos del hierro. Deficiencia de Hierro. *CESNI*, 13-47.
- Black, M. (2012). Integrated strategies needed to prevent iron deficiency and to promote early child development. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 26 (2-3), 120-123.

- Bolaños, M., Flórez, O., Bermúdez, A., Hernández, L. y Salcedo, M. (2014). Estado nutricional del hierro en niños de comunidades indígenas de Cali, Colombia. *Revista Médica Risaralda*, 20 (2), 101-106.
- Brandan, N., Aguirre, M. y Giménez, C. (2008). Hemoglobina [Página web en Línea]. Disponible: http://www.docs.moodle.org/all/es/images_es/5/5b/Hemoglobina.pdf [Consulta: 2015, Septiembre 22]
- Brunton, L., Lazo, J. y Parker, K. (2006). Goodman & Gilman. *Las bases farmacológicas de la terapéutica* (11a. ed.). Nueva York, USA: McGraw-Hill.
- Bueno, M. y Sarría, A. (1995). Exploración general de la nutrición. En Galdó Villegas, A., Cruz Hernández, M. (Eds.). *Tratado de exploración clínica en pediatría*. Barcelona: Masson. 587-613.
- Bulletin of the World Health Organization. (1986). Use and interpretation of anthropometric indicators of nutritional status. *WHO Working Group*, 64 (4), 929-941.
- Calañas, A. y Bellido, D. (2006). Bases científicas de una alimentación saludable. *Revista Médica de la Universidad de Navarra*, 50 (4), 7-14.
- Carías, D., Cioccia, A., Gutiérrez, M., Hevia, P. y Pérez, A. (2009). Indicadores bioquímicos del estado nutricional en adolescentes pre-universitarios de Caracas. *Revista Anales Venezolanos de Nutrición*, 22 (1), 12-19.
- Carpio, M. (1999). Factores asociados al Rendimiento académico en la educación primaria. [Página web en línea]. Disponible: <http://www.rie.es/inicio/investigaciones/jornadas/c17.html> [Consulta: 2015, Septiembre 15]
- Carrasco, M., García, B. y Rubio, F. (2004). *Fundamentos y técnicas de análisis hematológicos y citológicos*. Madrid: Paraninfo S.A.
- Castro, P. S. (1995). *Metabolismo del hierro normal y patológico* (2a. ed.). Barcelona, España: Masson.
- Castro, R., Cairo, M., Rodríguez, L., Carneiro, N. y Ferreira, C. (2014). Iron deficiency anemia in adolescents; a literatura review. *Revista Nutrición Hospitalaria*, 29 (6), 1240-1249.
- Colquicocha, J. (2009). *Relación entre el estado nutricional y rendimiento escolar en niños de 6 a 12 años de edad de la I.E. Huáscar N°0096, 2008*. Trabajo de grado de Licenciatura no publicado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.
- Comité de Expertos de la OMS sobre el estado físico. (1995). *El estado físico: uso e interpretación de la antropometría* (Informe Técnico, 854). Ginebra: Organización Mundial de la Salud.

- Comité de Expertos de la OMS sobre la obesidad. (2000). *Obesity: preventing and managing the global epidemic* (Technical Report, 894). Ginebra: Organización Mundial de la Salud.
- Conrad, M., Umbreit, J. y Moore, E. (1999). Iron absorption and transport. *Am J Med Sci*, 318 (4), 213-229.
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. (1999, Diciembre 30). *Gaceta Oficial*, 36.860 (Extraordinario), Diciembre 30, 1999.
- Dallman, P. (1993). *Iron deficiency and related nutritional anemias. Hematology of infancy and childhood* (4a. ed.). Philadelphia: WB Saunders.
- Declaración Universal de Derechos Humanos. (1948, Diciembre 10). *Asamblea General de la Organización de la Naciones Unidas, Resolución 217 A (III)*, Diciembre 10, 1948.
- DiMeglio, G. (2000). Nutrition in adolescence. *Pediatr Rev* [Revista en línea], 21 (1), 32-33. Disponible: <http://www.who.int/topics/nutrition/es/> [Consulta: 2015, Octubre 1]
- Durá, T., Aguirre, P., Mauleón, C., Oteiza, M. S. y Díaz, L. (2002). Carencia de hierro en adolescentes (10-14 años). *Revista Atención Primaria*, 29 (2), 72-78.
- Dwyer, J. (1993). Nutrition and adolescent. In: Suskind RM, Leslie Lewinter-Suskind (Eds.). *Textbook of Pediatric Nutrition* (2a. ed.). New York: Raven Press.
- Early, C., Connor, J., Beard, J., Malecki, W., Epstein, D. y Allen, R. (2000). Abnormalities in CSF concentrations of ferritin and transferrin in restless legs síndrome. *Neurology*, 54 (8), 1698-1700.
- Flores P., Enma, J (2007). *Prevalencia de anemia en niños y niñas de la escuela José Miguel Burneo de la ciudad de Loja, y su relación con el rendimiento escolar, durante el período escolar 2005 – 2006*. Trabajo especial de grado de Licenciatura no publicado, Universidad de Nacional de Loja, Quito.
- Fondo de las Naciones Unidas para la infancia [UNICEF]. (2011). *Desarrollo adolescente y derecho humanos* (1a. ed.). Caracas, Venezuela: Ignaka.
- Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia-Venezuela [UNICEF/VE]. (2011). *Información del país: Situación de los derechos de la niñez*. [Página web en línea]. Disponible en: http://www.unicef.org/venezuela/spanish/overview_13275.htm [Consulta: 2015, Agosto 21]
- Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2008). *Código de Bioética y Bioseguridad* (3a. ed.). Caracas: Autor.
- García, F. (2002). *La Estimulación de la inteligencia: Programa de Filosofía para Niños*. Madrid: Ediciones de la Torre.

- Gibson, R. (2005). *Principles of Nutritional Assessment* (2a. ed.). New York: Oxford University Press.
- Gilda, G. y Stanco, M. (2007). Funcionamiento intelectual y rendimiento escolar en niños con anemia y deficiencia de hierro. *Revista Colombia Médica*, 38 (1), 24-33.
- Grantham-McGregor, S. y Ani, C. (2001). A review of studies on the effect of iron deficiency on cognitive development in children. *J Nutr*, 131, 649S-658S.
- GT Laboratorio S.R.L. (2014). *Inserto FERROQUANT*. Argentina: Autor.
- Halterman, JS., Kaczorowski, JM., Aligne, CA., Auinger, P. y Szilagyi, PG. (2001). Iron deficiency and cognitive achievement among school-aged children and adolescent in the United States. *Pediatrics*, 107, 1381-1386.
- Hernández, M. (1993). Anemia ferropénica. *Medicine*, 10 (1), 545-554.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2008). *Metodología de la investigación* (4a. ed.). México: McGraw-Hill.
- Hershko, C. (1996). Iron and infection. *Iron Nutr Health Dis*, 22 (2), 231-238.
- Hidalgo, I. y Aranceta, J. (2007). *Alimentación en la adolescencia. En Manual práctico de nutrición en pediatría* (p.p.107-112). Madrid: Medica Panamericana.
- Laguna, J., Piña, E., Martínez, F., Pardo, J. y Riveros, H. (2013). *Bioquímica de Laguna* (6a. ed.). México, D.F.: El Manual Moderno, S.A. de C.V.
- Landaeta, M., García, M. y Bosch, V. (2003). Principales deficiencias de micronutrientes en Venezuela. *Revista Española de Nutrición Comunitaria*, 9 (3), 117-127.
- Leavell, B. y Thorup, O. (1971). *Fundamentals of Clinical Hematology* (2a. ed.). Philadelphia: Saunders.
- Ley Orgánica para la Protección del Niños, Niñas y Adolescentes (2007, Diciembre 10). *Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela*, 5.859 (Extraordinario), Diciembre 10, 2007.
- Liceo Bolivariano Antonio Nicolás Rangel. (2015). Registro de control de Evaluación de los estudiantes, período escolar: 2014-2015 [Boletín]. Mérida: Autor.
- Lohman, T., Roche, A. y Martorell, R. (1988). *Anthropometric standardization referencie manual* (3a. ed.). London: Human Kinetics Books.
- Lozoff, B., Jiménez, E., Hagen, J., Mollen, E. y Wolf, A. (2000). Poorer behavioral and developmental outcome more than 10 year after treatment for iron deficiency in infancy. *Pediatrics*, 105 (4), 5161.

- Maddaleno, M., Munist, M., Serrano, V., Silber, J., Suárez, E. y Gennes, J. (1995). Crecimiento físico y endocrinológico en la pubertad. En: *La salud del adolescente y el joven*. Washington. DC: OPS. (Publicación Científica No. 552).
- Mahan, L. y Escott, S. (2001). *Nutrición y Dietoterapia de Krause* (10a. ed.). México: McGraw-Hill.
- Majluf, A. (1993). *Marginalidad inteligencia y rendimiento escolar* (1a. ed.). Perú: Brandon Enterprise. p.28.
- Marshall, W. (1975). Growth and sexual maturation in normal puberty. *Clin Endocrinol Metab*, 4 (1), 3-25.
- Martha, P., Rogol, A., Carlsson, L., Gesundheit, N. y Blizzard, R. (1993). A longitudinal assessment of hormonal and physical alterations during normal puberty in boys. I. Serum growth hormone-binding protein. *J Clin Endocrinol Metab*, 77 (2), 452-457.
- Martínez, L., Rodríguez, M., Agudelo, C., Vargas, N. y Peña, G. (2014). La anemia como signo de malnutrición en niños de un programa de recuperación domiciliaria en Antioquia, Colombia. *Revista Universidad y Salud*, 16 (1), 105-113.
- Mckenzie, S. (2000). *Hematología clínica* (2ª ed.). México: El manual moderno, S.A.
- Méndez, C. (2001). *Metodología: diseño y desarrollo del proceso de investigación* (3a. ed.). Bogotá: McGraw-Hill.
- Méndez, C., y Méndez, M. (1994). *Sociedad y Estratificación. Método Graffar-Méndez Castellano*. Caracas: Fundacredesa.
- Meneghello, R., Fanta, E., Paris, E. y Puga, T. (1997). *Aspectos Biológicos del Desarrollo. Pediatría Meneghello* (5a. ed.). Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Michaud, P., Foradori, A., Rodríguez, J., Arteaga, E., López, J. y Tellez, R. (1991). A prepubertal surge of tryptropin precedes an increase in thyroxine and 3,5,3'-triiodothyronine in normal children. *J. Clin Endocrinol Metab*, 72 (1), 976-981.
- Mitma, A. y Frisancho, O. (2012). Síndrome de Plummer-Vinson: reporte de caso y revisión de la literatura. *Rev. Gastroenterol*, 32 (2), 197-202.
- Morales, M. (1990). *Guía de Técnicas Básicas Hematológicas*. Trabajo de Ascenso no publicado, Universidad de Los Andes, Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Mérida, Venezuela.
- Murray, R., Bender, D., Botham, K., Kennelly, P., Rodwell, V. y Weil, P. (2010). *Harper bioquímica ilustrada* (28a. ed.). México, D.F.: McGraw-Hill.
- National Research Council. (1989). *Recommended Dietary Allowance. Food and Nutrition Board* (10a. ed.). Washington DC: National Academy Press.

- Navia, M., Rodríguez, P. y Farah, J. (2007). Pesquisa de anemia y su relación con el rendimiento escolar. *Cuad-Hosp Clín*, 52 (2), 19-21.
- Núñez, D. (2013). *Pesquisa de anemia y su relación con el rendimiento escolar*. Trabajo especial de grado de especialidad no publicado, Universidad del Zulia, Maracaibo.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, y Organización Mundial de la Salud. (2014). *Informe: Declaración de Roma sobre la Nutrición*. Roma: Autor.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2015). *Informe: El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo*. Roma: Autor.
- Organización Mundial de la Salud (Comité de Expertos sobre el estado físico). (1995). *El estado físico: uso e interpretación de la antropometría* (Informe Técnico, 854). Ginebra: Organización Mundial de la Salud.
- Organización Mundial de la Salud. (2004). *Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies*. Ginebra: Autor.
- Organización Mundial de la Salud. (2014). *Informe: Salud para los adolescentes del mundo*. Ginebra: Servicio de producción de documentos de la OMS.
- Ortega, P., Leal, J., Amaya, D. y Chávez, C. (2010). Evaluación nutricional, deficiencia de micronutrientes y anemia en adolescentes femeninas de una zona urbana y una rural del estado Zulia, Venezuela. *Investigación Clínica*, 51 (1), 37-52.
- Peñuela, O. (2005). Hemoglobina: una molécula modelo para el investigador. *Revista Colombia Médica*, 36 (3), 205-223.
- Piaget, J. y Vigotsky, L. (2012). *Teorías del aprendizaje* (2a. ed.). Uruguay: IFD-Tacuarembó.
- Pollit, E. (1997). Iron deficiency and educational deficiency. *Nutr. Rev*, 55 (4), 133-140.
- Pollit, E. (1999). Early iron deficiency anemia and later mental retardation. *Am J Clin Nutr*, 69 (1), 4-5.
- Prader, A. (1990). Hormonal regulation of growth and the adolescent growth spurt. In: Grumbach M, Sizonenko, P., Aubert, M. (eds). *Control of the onset of puberty*. Baltimore: Williams and Wilkins. 534-550.
- Puche, I. (1999). *La cara oculta del rendimiento estudiantil*. Buenos Aires: Siglo Veinte.

- Raven, J. C. (1975) *Test de Matrices Progresivas, Escala General*. Manual. Buenos Aires: Paidós.
- Reglamento General de la Ley Orgánica de Educación (Decreto No. 313). (1999, Septiembre 15). *Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela*, 36.787 (Reforma), Noviembre 16, 1999.
- Richardson, D. (1999). Role of ceruloplasmin and ascorbate in cellular iron release. *J Lab Clin Med*, 134 (5), 454-465.
- Rivera, I., Rivera, M. y Rivera, R. (2012). Deficiencia de hierro y su relación con la función cognitiva en escolares. *Revista Ciencia y Tecnología*, 10 (1), 69-80.
- Ruíz, N. (2006). Deficiencia de hierro en niños escolares y su relación con la función cognitiva. *Salus*, 10 (2), 10-16.
- Rusca, V., Bautista, A. y Salas R. (2008). Correlación de hemoglobina y hematocrito, con el rendimiento académico de estudiantes de medicina. *Revista de la escuela de Medicina "Dr. José Sierra Flores"*, 22 (2), 18-23.
- Sans-Sabrafen, J., Besses Raebel, C. y Vives Corrons, J.L. (2008). *Hematología Clínica* (5a. ed.). España: ELSEVIER, S.A.
- Sarría, A., García, L., Moreno, L., Fleta, J., Morellón, M. y Bueno, M. (1998). Skinfold thickness measurements are better predictors of body fat percentage than body mass index in male Spanish children and adolescents. *Eur J Clin Nutr*, 52 (8), 573-576.
- Sierra Bravo, R. (1991 a). *Diccionario práctico de estadística*. Madrid: Paraninfo.
- Sierra Bravo, R. (1991 b). *Técnicas de investigación social* (7a. ed.). Madrid: Paraninfo.
- Skikne, B., Lynch, S. y Cook, J. (1981). Role of gastric acid in food iron absorption. *Gastroenterology*, 81 (6), 1068-1071.
- Soares, R., Langa, A., Mário, J., Sousa, J., Clements, A. y Vaz, S. (2013). Role of malnutrition and parasite infections in the spatial variation in children's anemia risk in northern Angola. *Journal Geospatial Health*, 7 (2), 341-354.
- Spear, A. y Sherman, A. (1992). Iron deficiency alters DMBA-induced tumor burden and natural killer cell cytotoxicity rats. *J Nutr*. 122 (1), 46-55.
- Spear, B. A. (1996). Adolescent growth and development. In: Rickert VI (Ed) *Adolescent Nutrition: Assessment and Management* (3-24). New York: Chapman and Hall.
- Stevenazzi, M. (2010). Metabolismo de hierro. *Arch Med Interna*, XXXII (2), S02-S24.

- Stuehr, D. e Ikeda, M. (1992). Spectral characterization of brain and macrophage nitric oxide synthases. Cytochrome P-450-like hemoproteins that contain a flavin semiquinone radical. *J Biol Chem*, 267 (22), 20547-20550.
- Tamayo, M. (2001). El proceso de investigación científica (4a ed.). México: Limusa.
- Tanner, J., Whitehouse, R. y Takaishi, M. (1966). Standars from birth to maturity for height, weight, height velocity, and weight velocity for British children. Parts I y II. *Arch Dis Child*, 41 (220), 613-635.
- Tapia, J. (2007). *Introducción al análisis de datos con SPSS para Windows*. Barinas, Venezuela: Fondo Editorial Unellez, Universidad Ezequiel Zamora.
- Thompson, R. y King, E. (1999). *Trastornos Bioquímicos en la Clínica Humana*. Madrid: Editorial Aguilar.
- Uzel, C. y Conrad, M. (1998). Absorption of heme iron. *Sem Hematol*, 35 (1), 27-34.
- Vidaillet, E., Rodríguez, G., Carnot, J., Pérez, A. y Duane, O. (2003). Indicadores antropométricos en la evaluación nutricional en adolescentes del sexo masculino. *Rev Cubana Pediatr*, 75 (2), 1561-3119.
- Vives, J. (2006). *Manual de técnicas de laboratorio en hematología*. Barcelona: Masson, S. A.
- White, K. y Marletta, M. (1992). Nitric oxide synthase is a cytochrome P-450 type heme protein. *Biochemistry*, 31 (29), 6627-6631.

www.bdigital.ula.ve

ANEXOS

Anexo 1. Cuestionario Historia Clínico-Epidemiológica.



“RELACIÓN DE LOS PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS, HIERRO SÉRICO Y ESTADO NUTRICIONAL ANTROPOMÉTRICO, CON LA CAPACIDAD COGNITIVA Y RENDIMIENTO ACADÉMICO DE ADOLESCENTES EN UN LICEO PÚBLICO DEL ESTADO MÉRIDA”



HISTORIA CLÍNICO-EPIDEMIOLÓGICA

Historia N°: _____

Anamnesis

Nombre y Apellidos:		C.I.:
Edad (años):	Sexo: M () F ()	Fecha ultima menstruación:
Antecedentes quirúrgicos (últimos 3 meses): SI () NO ()		Embarazo: SI () NO ()
Ha sido diagnosticado(a) con alguna enfermedad, indique cual: Inflamatoria () Infecciosa () Viral () Bacteriana () Hematológica () Neurológica () Trastorno del aprendizaje ()		
Consumo de Medicamentos: SI () NO (), indique:		

Condición Socioeconómica, Método Graffar

Indique el Nivel Socioeconómico, según corresponda: Graffar I () Graffar II () Graffar III () Graffar IV () Graffar V ()
--

Rendimiento Académico

Nota Promedio Final de Asignaturas:
Aplazado () Regular () Bueno () Muy Bueno () Excelente ()

Capacidad Cognitiva, Análisis Cuantitativo de Prueba de Matrices Progresivas de Raven

Fecha:	Percentil:	Puntaje:	Rango:
--------	------------	----------	--------

Estado Nutricional Antropométrico

Peso (Kg):	Talla (cm):
IMC: Delgado () Delgadez Severa () Normal () Sobrepeso () Obesidad ()	

Evaluación Sanguínea, exámenes de laboratorio

Fecha:	
Parámetro	Resultado
Hb (g/dL)	
Hto (%)	
FeS (µg/dL)	

Investigador: Juan, P. Zambrano, H. C.I.: V19048412

Anexo 2. Consentimiento Informado para la recolección de datos del Trabajo de Investigación.



“RELACIÓN DE LOS PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS, HIERRO SÉRICO Y ESTADO NUTRICIONAL ANTROPOMÉTRICO, CON LA CAPACIDAD COGNITIVA Y RENDIMIENTO ACADÉMICO DE ADOLESCENTES EN UN LICEO PÚBLICO DEL ESTADO MÉRIDA”



CONSENTIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Historia N°: _____

Mérida, _____ de _____ del 2015.

Investigador principal: Br. Zambrano H, Juan P.

Sede donde se realizará el estudio: Liceo Bolivariano Antonio Nicolás Rangel.

Yo, _____ C.I. N°: _____

en mi carácter de Padre y/o representante legal he sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos.

Convengo en que mí representado, _____

C.I. N°: _____ puede participar anónimamente en este trabajo de investigación.

Firma del Participante
CI:

Firma del Padre y/o
Representante Legal del
Participante
CI:

Investigador: Juan, P. Zambrano, H.
C.I.: V19048412

Anexo 3. Evaluación Socioeconómica, Método de Graffar modificado para Venezuela.



“RELACIÓN DE LOS PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS, HIERRO SÉRICO Y ESTADO NUTRICIONAL ANTROPOMÉTRICO, CON LA CAPACIDAD COGNITIVA Y RENDIMIENTO ACADÉMICO DE ADOLESCENTES EN UN LICEO PÚBLICO DEL ESTADO MÉRIDA”



Nivel Socioeconómico, Método de Graffar modificado para Venezuela

Historia N°: _____

Instrucciones: complete los datos personales, seleccione solo una opción marcando en la fila “Puntuación” el número correspondiente a la opción escogida.

Nombre y Apellido:	C.I.:	Puntuación
I. Profesión del Jefe de Familia		
(1) Universitario	(4) Obrero especializado	
(2) Técnico	(5) Obrero no especializado	
(3) Empleado o pequeño comerciante		
II. Instrucción de la madre		
(1) Universitaria o equivalente	(4) Educación primaria o alfabeto superior	
(2) Secundaria completa o Técnico superior	(5) Analfabeta	
(3) Secundaria incompleta o Técnico inferior		
III. Fuente de Ingreso		
(1) Rentas	(4) Salario (semanal-diario por tareas)	
(2) Ganancias-beneficios-honorarios	(5) Donaciones-trabajos ocasionales	
(3) Sueldo (mensual)		
IV. Alojamiento		
(1) Óptimo con lujo	(4) Algunas deficiencias sanitarias (c/s espacios reducidos)	
(2) Óptimo sin lujo	(5) Condiciones inadecuadas (rancho)	
(3) Buenas condiciones sanitarias (espacios reducidos)		
PUNTAJE TOTAL		
CLASIFICACIÓN GRAFFAR:		

Clasificación:
I. Clase alta (0-6 pts), II. Media-alta (7-9 pts), III. Media baja (10-12 pts), IV. Obrera (13-15 pts), V. Marginal (16-20 pts)

Investigador: Zambrano H, Juan P. C.I.: V19048412.

Anexo 4. Puntaje tabla de Baremo, de acuerdo a edad.

TEST DE RAVEN
TABLA VII- BAREMO DE MONTEVIDEO
ADOLESCENTES Y ADULTOS

PERCENTILES	EDAD CRONOLÓGICA EN AÑOS							
	12	13-14	15-16	17	18	19	20-21	22-65
99	53	54	55	56	57	57	58	59
90	47	49	50	52	53	54	54	55
75	43	45	46	49	50	51	51	52
50	39	40	41	45	46	47	47	48
25	33	34	35	39	42	42	43	44
10	24	27	29	35	36	37	37	38
1	14	17	19	28	29	30	30	31

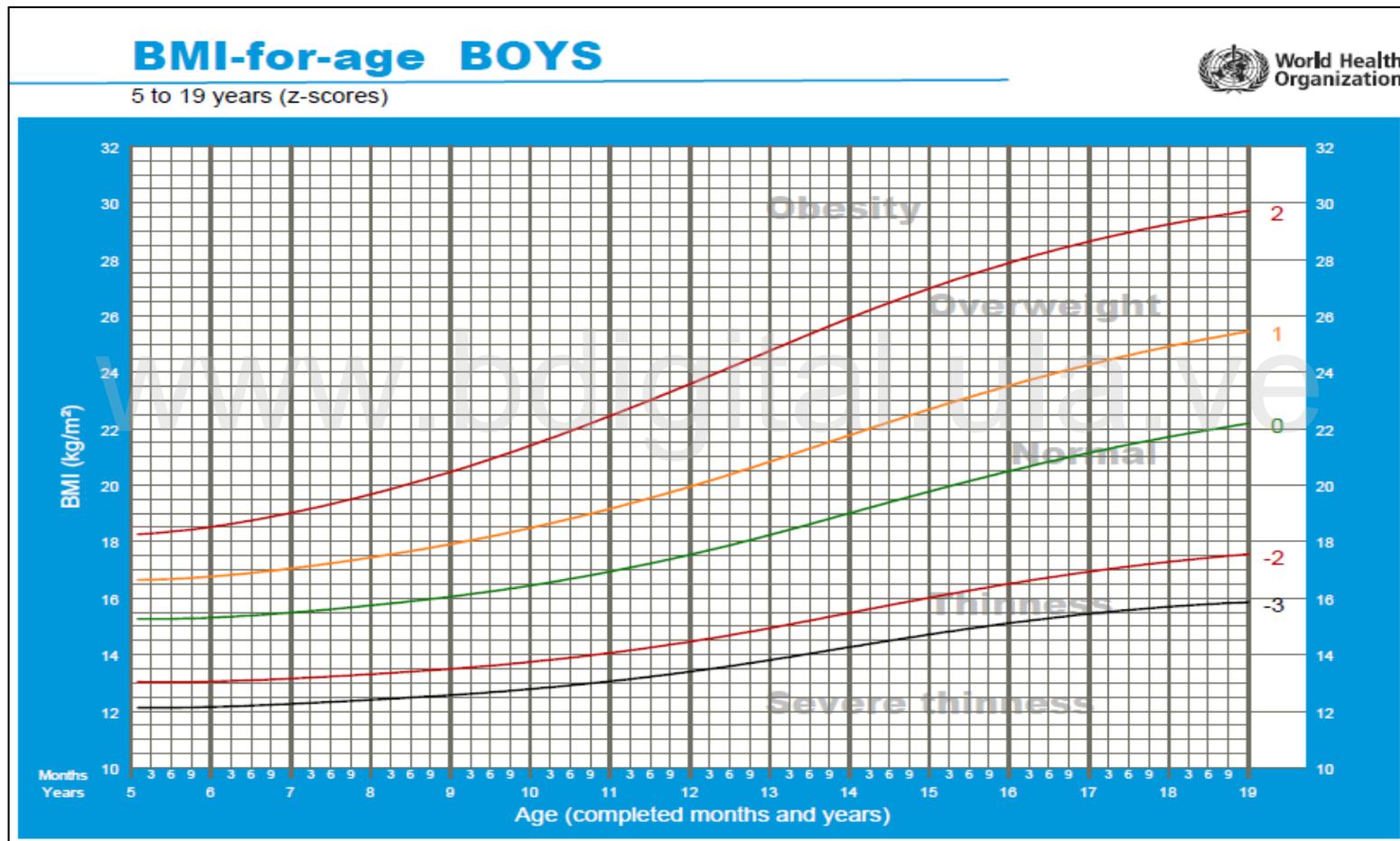
En la columna correspondiente a las edades de 22-65 años se alcanza el Percentil 95 con un puntaje de 58. El puntaje de 59 se debe a la presencia en dicho grupo de edad, de un núcleo de sujetos de excepcional aptitud intelectual.

TABLA DE DIAGNOSTICO DE CAPACIDAD INTELECTUAL

PUNTAJE	NORMA	CORRESPONDE		
		PERCENTIL	RANGO	DIAGNOSTICO DE CAPACIDAD
Igual o Superior a	P95	95	I	SUPERIOR
	P90	90	II +	SUPERIOR AL TERMINO MEDIO
	P75	75	II	SUPERIOR AL TERMINO MEDIO
Superior a	P50	50	III +	TERMINO MEDIO
Igual a	P50	50	III	TERMINO MEDIO
Inferior a	P50	50	III -	TERMINO MEDIO
Igual o menor a	P25	25	IV +	INFERIOR AL TERMINO MEDIO
	P10	10	IV	INFERIOR AL TERMINO MEDIO
	P5	5	V	DEFICIENTE

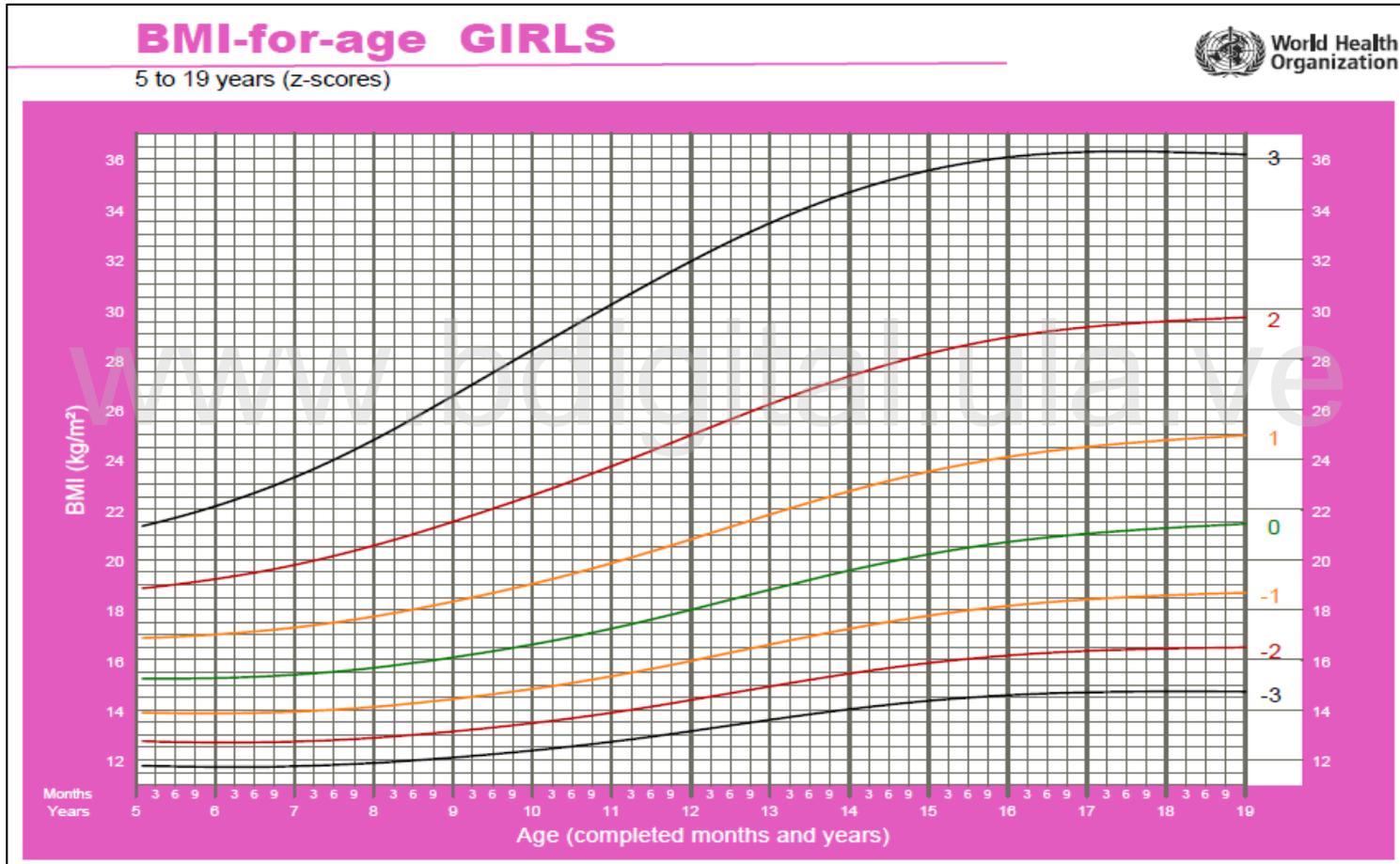
Nota. Tomado de “*Test de Matrices Progresivas, Escala General. Manual*” por Raven, 1975.

Anexo 5. IMC para sexo Masculino para edades entre 0-18 años.



Nota. Datos tomados de “El estado físico: uso e interpretación de la antropometría” por OMS, 1995.

Anexo 6. IMC para sexo Femenino para edades entre 0-18años.



Nota. Datos tomados de “El estado físico: uso e interpretación de la antropometría” por OMS, 1995.