

REVISIÓN SISTEMÁTICA DE ESTUDIOS SOBRE EL EFECTO DE LA ANEMIA FERROPÉNICA EN EL DESARROLLO COGNITIVO EN NIÑOS

SYSTEMATIC REVIEW OF STUDIES ON THE EFFECT OF IRON DEFICIENCY ANEMIA ON COGNITIVE DEVELOPMENT IN CHILDREN

Balvino Alfonso Barreto Nieto¹

Cesar Augusto Bautista Hernández²

Jairo Enrique Mateus Sánchez³

Uniminuto, Bucaramanga

RESUMEN

Deficiencias en la alimentación tienen un efecto

¹ *Psicólogo Social y Comunitario, Docente Universitario, Escritor, Especialista en Dificultades de Aprendizaje y Magíster en Recursos Digitales Aplicados a la Educación. Docente investigador Uniminuto. <https://orcid.org/0000-0002-1969-9320>, bbarreto@uniminuto.edu*

² *Psicólogo, Magíster en Neuropsicología y Educación. Experiencia docente en cursos de Investigación en pregrado (UAN) y postgrados (UDES Maestría de Psicología Jurídica). Coordinador del programa de psicología de la UAN. <https://orcid.org/0000-0002-0271-4926?lang=es>, bautistacolombia@hotmail.com*

³ *Bacteriólogo y Laboratorista Clínico, Docente Universitario con Maestría en Ciencias Básicas Biomédicas. <https://orcid.org/0000-0001-6438-2165>, jairo.mateus.s@uniminuto.edu*

negativo en el aprendizaje en niños en edad escolar. Uno de los nutrientes esenciales en el desarrollo cognitivo es el hierro, dado que tiene diversas funciones en la construcción de estructuras y conexiones cerebrales. Se estima que, en el mundo, persisten las deficiencias dietarias de hierro. Estas deficiencias generan déficits de aprendizaje, evidenciados en los resultados académicos de los niños, especialmente en áreas como matemáticas, aprendizaje verbal, atención y memoria. Se hace necesario estudiar la relación entre la

anemia ferropénica y los resultados en los test de desarrollo cognitivo.

PALABRAS CLAVE: Anemia, Deficiencia de Hierro, Cognición.

ABSTRACT

Deficiencies in nutrition have a negative effect in learning in children in scholar age. One of these nutrients is iron, since it has several functions in the construction of brain structures and connections. It is estimated that the iron dietary deficiencies are persistent around the world. These deficiencies generate learning deficits, evidenced in the academic results of children, principally in areas like mathematics, verbal learning, attention and memory. It is needed to study the relationship between ferropenic anemia and the results in the cognitive development tests.

KEYWORDS: Anemia, Iron Deficiency, Cognition

INTRODUCCIÓN

Deficiencias en la alimentación y en el estado de salud tienen un efecto negativo en el aprendizaje en niños en edad escolar (Glewwe, 2005). Muchos niños en los países en vías de desarrollo tienen retardos en el crecimiento y son propensos a sufrir enfermedades tropicales, lo que reduce los años de escolaridad al compararse con niños en países desarrollados (Glewwe, 2008). Más allá de esto, se ha demostrado que el estado de salud de los estudiantes puede llegar a predecir un nivel educacional bajo, inequidades sociales, económicas y problemas del comportamiento en la adultez (Case, 2005). En Colombia, Rivera calculó las inequidades en las oportunidades en salud y sugiere que dichas inequidades explican entre el 30 y el 40% de la desigualdad total (Rivera, 2017). Por otra parte, Parada encontró que entre los factores que afectan el rendimiento escolar se encuentran una condición socioeconómica baja, estado nutricional de riesgo, ausencia de afiliación al

sistema de salud y ausentismo a controles de crecimiento y desarrollo (Parada, 2017).

Una de las consecuencias de la mala alimentación es la anemia (Ortega, 2018). Según la OMS, la anemia afecta 1620 millones de personas, con una prevalencia máxima en niños de edad preescolar (OMS, 2018). En Colombia, según la ENSIN 2010, la prevalencia de anemia es de 8% en niños de 5 a 12 años, mientras que la deficiencia de hierro es del 3,5% (Minprotección, 2014). En Santander, los indicadores de salud muestran una prevalencia de anemia en niños de 5 a 12 años del 6,6% (Secretaría de Salud de Santander, 2011).

ANEMIA FERROPÉNICA

La evidencia científica ha mostrado que cuando la anemia ferropénica ocurre durante los dos primeros años de edad, se asocia con retardo en el desarrollo psicomotor y por cambios en el comportamiento. Estudios en Chile (196 niños de 12, 12,5 y 15 meses de edad) y Costa Rica (195 niños entre 12 y 23 meses de edad), mostraron que una disminución en el valor de la hemoglobina por debajo de los valores de referencia se asocia con afectaciones en los puntajes obtenidos en los test que evalúan el desarrollo psicomotor y mental (Walter, 2003). De esta manera, se puede connotar que la anemia ferropénica es un factor predeterminante de déficit en crecimiento y desarrollo, por ende, del desarrollo cognitivo y sus consecuencias en el desempeño académico de los niños, en la memoria y la regulación de la conducta (Donato, et al. 2009).

La deficiencia de hierro es la causa más común de años vividos con discapacidad en grupos de edad de niños jóvenes, mayores y adolescentes, con 619 millones de casos prevalentes en 2013 (Kyu, 2016). Rivera et al encontró en un grupo de 45 niños de escuelas públicas de Tegucigalpa, que, al evaluar madurez psicomotora, concentración y variabilidad, no

se observaron diferencias significativas entre aquellos niños con baja ferritina y los que tenían valores normales.

Sin embargo, parámetros como memoria y aprendizaje, recuerdo de objetos y recuerdo demorado, los niños del grupo con baja ferritina mostraron peor desempeño que los niños con ferritina normal (Rivera, 2012). De igual forma, More et al analizó el efecto de la deficiencia de hierro en las funciones cognitivas de niñas de escuelas de áreas rurales en India. En este estudio, las participantes con deficiencia de hierro (con y sin anemia), obtuvieron peores resultados en matemáticas, aprendizaje verbal, atención, memoria, balance mental y retención verbal (More, 2013).

El mismo fenómeno fue descrito en estudiantes de tercer grado en Irán. Se halló que existe correlación entre variables hematológicas como la hemoglobina, el hematocrito, volumen corpuscular medio, hemoglobina corpuscular media, hierro sérico y ferritina en el desempeño académico (Soleiman, 2011).

En Colombia, Gaviria y Hoyos (2011) realizaron un estudio cuyo objetivo fue correlacionar la anemia con el progreso escolar mediante el análisis de tres variables: asistencia al colegio, brecha académica (en años) y edad. Encontraron existe asociación entre la anemia y el rezago escolar, a diferencia de factores como el bajo peso y la desnutrición crónica, que no tuvieron incidencia en el fenómeno (Gaviria, 2011).

De igual manera, la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca en Bogotá (Alfonso, Arango, Argoty, Ramírez, & Rodríguez, 2017), llevo a cabo una investigación teórica de artículos científicos entre los años 2011 y 2017, sobre la anemia ferropénica en la población escolar de Colombia como un problema de salud pública con consecuencias en la salud de los niños y el desarrollo social y económico del país; sus principales análisis llevan a concluir que

en Colombia existen pocos registros sobre la incidencia de anemias en la población escolar, por lo tanto dificulta el análisis de los datos informáticos para el estudio; que lo hallado demuestra que la deficiencia de hierro es el trastorno nutricional más frecuente en los niños, tanto en países industrializados como en aquellos en vía de desarrollo, factores sociodemográficos y de pobreza contribuyen a la deficiencia de ferritina y posterior anemia ferropénica, finalmente, que este trastorno se relaciona con las deficiencias cognitivas en la primera infancia.

En los últimos 10 años, países de ingresos medios y bajos han implementado programas que incluyen la fortificación casera con micronutrientes. Se han identificado al menos 34 intervenciones con micronutrientes en polvo en 22 países, con acompañamiento de las naciones unidas. En Colombia, se han diseñado intervenciones con micronutrientes, cuya implementación exitosa se ha visto limitada por la falta de adherencia y los posibles efectos secundarios relacionados con la dosis. Se han planteado también programas de proyectos productivos para el autoconsumo, como huertas familiares, escolares y comunitarias que puedan mejorar el aporte de micronutrientes (Minsalud, 2019).

DESARROLLO COGNITIVO

La pregunta sobre cómo ocurre el aprendizaje o cómo se da el desarrollo cognitivo no es del todo resoluble, e igualmente las teorías y los teóricos sugieren procesos importantes, implicados en el hecho de aprender o sobre la misma evolución de los procesos mentales. Las explicaciones precisan aspectos neurobiológicos, cognitivos, sociales, conductuales e incluso individuales.

Parece haber cierta conjunción entre el interés y la motivación que debe producirse en el sujeto para que se acerque a su objeto de estudio o experiencia de aprendizaje. Los teóricos

privilegian la iniciativa o motivación intrínseca del sujeto: el deseo de aprender.

De otra parte, está el dinamismo o didáctica que el docente pueda ejercer como mediador de dichos aprendizajes; en este sentido, motivación y didáctica se conjugan en pro del acto educativo, en el aprendizaje en sí.

Para Ausubel, por ejemplo, el aprendizaje es un proceso significativo, que facilita la relación y construcción de nuevos conocimientos.

A nivel neurobiológico hoy se privilegia la acción y plasticidad del cerebro para mediatizar los aprendizajes, con las potencialidades anidadas en las habilidades y destrezas del individuo; por eso, en las últimas décadas se ha venido hablando de especialización hemisférica, y como cada persona puede sacar provecho de las posibilidades y funciones cerebrales.

De otra parte, la variable nutrición también se ha tornado importante, ligada al desarrollo sano del niño y su posible influencia en el desarrollo cognitivo y los procesos mentales del sujeto.

Al respecto es importante tener en cuenta que el aprendizaje requiere siempre un esfuerzo por parte del aprendiz (Ledesma, 2003), por lo menos el aprendizaje efectivo que implica la apropiación del conocimiento, el proceso o la habilidad; y que muchas veces trata de obviarse o minusvalorarse mediante pedagogías de tipo populistas que hacen creer que aprender es lo más fácil que existe. No siempre ocurre así. Como también se torna importante la estimulación del niño y el adolescente durante su ciclo vital mediante su adscripción al ámbito educativo.

Como explica Tarpy (2000, p. 16):

El conocimiento no siempre se adquiere sólo por el mero hecho de conocer. Muchos conocimientos tienen ventajas prácticas. Sin duda es así en el caso del aprendizaje. Desde un punto de

vista práctico, los teóricos del aprendizaje han diseñado un repertorio de técnicas para ayudar a los estudiantes a defenderse en sus estudios.

Autores como Piaget (1896 - 1980) han considerado el aprendizaje sobre la base del desarrollo de estructuras y esquemas mentales en el individuo, desarrollo que se inicia desde el nacimiento mismo, y estimulado por la interacción del niño con los diversos objetos. El desarrollo intelectual (que teóricamente atravesaría varios estadios según Piaget: sensorio motor, pre-operacional, operacional concreto y operacional formal), favorece el desarrollo de las competencias del individuo que le permiten apropiarse de los conocimientos de su entorno. Los mecanismos subyacentes que predisponen la maduración de cara al aprendizaje son: asimilación, acomodación, adaptación. Entre muchos constructos que esta perspectiva teorizó.

También se ha aceptado a Lev Vigotsky (1896 – 1934) como un referente dentro del papel de lo cognitivo estimulado por lo sociocultural como determinantes en el desarrollo del individuo y su aprendizaje en la vida. Para Vigotsky la internalización, la interacción social, los signos e instrumentos, los significados, el lenguaje, la conciencia, la zona de desarrollo próximo, el andamiaje, son constructos valiosos dentro de su explicación teórica. El proceso de aprendizaje y enseñanza en el individuo está mediatizado y orientado por lo social y lo cultural, donde el mismo sujeto se ve inscrito.

ESTUDIOS E INVESTIGACIONES

A continuación, como producto de la revisión sistemática priorizada entre el 2012 y el 2022, precisando criterios de inclusión directamente relacionados en lo posible con las dos variables: anemia ferropénica y desarrollo cognitivo (comprendiéndose éste como algún proceso mental, proceso psicológico básico o proceso psicológico complejo), se refieren algunos

trabajos significativos, que, no agotan el ámbito de investigación científica desarrollado. Así:

Baumgartner (2012), realizó en Sudáfrica un estudio con 321 niños entre 6-11 años, tomando como variables la Hemoglobina Ferritina Sérica Receptor de Transferrina. Asimismo, para el desarrollo cognitivo se aplicaron: 4 sub-sets de la batería de pruebas Kauffman para niños entre 3 y 18 años (KABC-II). Como resultados se concluyó que: hubo diferencias significativas en los resultados en la línea de base en la prueba de Hopkins para el aprendizaje verbal (HVLTL recuerdos 2) entre niños con anemia por deficiencia de hierro y niños sin anemia. Los resultados en la prueba HVLTL recuerdos 2 fueron significativamente más altos en los niños anémicos tratados con hierro que en niños no tratados ($p=0,07$).

Fuglestad (2013), efectuó trabajos en USA con 57 niños entre los 9 - 46 meses. Como variables se estimó en nivel de Hemoglobina Ferritina Sérica Saturación de la Transferrina Volumen Corpuscular Medio. Para medición de algunos aspectos cognitivos se aplicó la Escala de Aprendizaje Temprano de Mullen. La investigación concluyó: La deficiencia de hierro en la línea de base no se asoció con las mediciones en la escala de Mullen o de comportamiento, sin embargo, hubo una tendencia entre aquellos con deficiencia de hierro a ser más temerosos en cuestionario de evaluación del comportamiento del niño pequeño (TBAQ-R) ($p=0,0066$); durante el seguimiento, aquellos con deficiencia de hierro tuvieron puntajes más bajos en la subescala de lenguaje expresivo y en el compuesto de la escala de aprendizaje de Mullen ($p=0,001$) Se observó una tendencia a mayor temerosidad, actividad e impulsividad en aquellos con deficiencia de hierro durante el seguimiento.

Por su parte, Tran (2013), realizó investigaciones en Vietnam con 378 mujeres, así: Fase 1: mujeres con 16,6 semanas de gestación Fase

2: mujeres con 33,1 semanas de gestación Fase 3: Infantes de 8,1 semanas de nacidos Fase 4: Infantes de 6,6 meses de nacidos. Como variables se midió: Hemoglobina Materna Ferritina Materna Yodo en Orina Materna. La medición cognitiva se realizó mediante el BSID (Escala de Bayley de desarrollo infantil). Como resultados la investigación concluyó: Niños de madres que tuvieron anemia por deficiencia de hierro persistente durante el embarazo tuvieron puntajes en el BSID un 77,5% de una desviación estándar por debajo de otros niños (-11,62 puntos; 95% IC: -23,01 a -0,22).

Perignon (2014), en Camboya, efectuó investigaciones con 2443 niños de los 6 a 16 años ($9,6\pm 2,3$). Allí las variables medidas fueron: Hemoglobina Ferritina Receptor Soluble de Transferrina. En cuanto a la medición de las variables cognitivas se aplicó la RCPM (Matriz coloreada progresiva de Raven) y el WISC II (Escala de inteligencia de Wechsler para niños). Algunas de las conclusiones fueron: Niños con anemia por deficiencia de hierro tuvieron puntajes significativamente más bajos en RCPM ($-1,46$; $p<0,05$) Niños con estatus de hierro normal tuvieron puntajes más altos en la prueba de finalización de dibujos que niños deficiencia de hierro con anemia ($-0,81$; $p=0,067$) y sin anemia ($-0,49$; $p=0,064$).

También, Sanoja (2015), realizó investigaciones en Venezuela, en una muestra de 60 niños entre los 2-6 años. Allí las variables medidas fueron: Hemoglobina Hematocrito Volumen Corpuscular Medio, Hemoglobina Corpuscular Media Ancho de Distribución Eritrocitaria Hierro Sérico. Por su parte, la medición cognitiva se derivó del EDID II (examen de desarrollo infantil de la población de Denver) modificado. A su vez, algunas conclusiones fueron: preescolares con anemia ferropénica presentaron desarrollo psicomotor anormal. En el área de motricidad fina, el 43,3% presentaron resultados anormales y en el área del lenguaje, 63,3% de los niños presentaron

puntajes anormales. El 60% de los niños con valores de hemoglobina entre 9 y 10,9 g/dl tuvieron resultados anormales en el test de Denver (Pearson $r=0,358$).

Por su parte, Sorensen (2015), efectuó investigaciones en Dinamarca con 726 niños entre los 8-11 años. La variable de control fue: Hemoglobina Ferritina Sérica. En el aspecto cognitivo se aplicó el Test d2 de atención y pruebas estándar danesas. Lo que refiere a resultados se concluyó: En las asociaciones realizadas en la línea de base, niveles bajos de hierro se asociaron con peor desempeño académico y peores resultados en lectura individual en niñas, pero no en niños. Niñas con menores depósitos de hierro tuvieron menor velocidad de lectura y número correcto. El estado de la ferritina mostró mejor desempeño en comprensión de lectura en los niños con menores niveles. Depósitos disminuidos de hierro se relacionaron con mayor error en d2.

Kuriyan (2016), en la India, realizó trabajos con 227 niños entre los 7-10 años. La variable tenida en cuenta fue: Hemoglobina Ferritina Sérica Receptor de transferrina Soluble. Como prueba cognitiva se utilizó el Test de Cancelación de Color (CCT), el Test de Rastro de Color (CCT), Test de Orden de Palabras, el Test del Laberinto de Porteus y la Escala Análoga Visual (VAS). En estos resultados: No se observaron diferencias significativas entre los grupos.

De otra parte, Mireku (2016), realizó investigaciones en Benín con 828 madres mediante seguimiento desde la etapa prenatal hasta 1 año de edad. La variable médica analizada fue la Hemoglobina Ferritina Sérica. A su vez, el ámbito cognitivo fue evaluado mediante la Escala de aprendizaje temprano de Mullen. Como resultados se concluyó que: No hubo diferencias estadísticamente significativas en los puntajes para el Compuesto de aprendizaje temprano (ELC) o la Motricidad gruesa (GM) entre los niños cuyas madres

tuvieron deficiencia de hierro o anemia por deficiencia de hierro y aquellos cuyas madres no las presentaron.

Así, Gashu (2016) investigó en Etiopía a 541 niños entre los 54-60 meses. La medición biológica tuvo en cuenta los niveles de Hemoglobina Ferritina Sérica Receptor Soluble de Transferrina. La variable cognitiva evaluada se hizo mediante el WPPSI- III (Escala de inteligencia de Wechsler para preescolar y primaria). Los resultados permiten inferir que: Comparados con los niños no anémicos, los niños anémicos tuvieron puntajes significativamente más bajos en las pruebas de (9.5 ± 1.7 vs 8.9 ± 2.2 ; $p = 0.02$); Ninguno de los biomarcadores de hierro en suero tuvieron asociaciones significativas con los puntajes cognitivos ($p > 0,05$); Para los test de similitud, la hemoglobina fue la variable más importante que afectó el desempeño de los niños en la prueba ($\beta = 0.32$, $p = 0.001$).

En China, Ji (2017) realizó estudios con 428 niños de 12 años ($\pm 0,4$), midiendo los niveles de Hemoglobina Hierro sérico. El dominio cognitivo fue evaluado mediante La Batería Neurocognitiva Computarizada de Penn y la Escala de Inteligencia de Wechsler. Las conclusiones son: Adolescentes con niveles altos de hierro mostraron mayor precisión en los puntajes del test de orientación lineal corto de Penn (SPLOT) ($p = 0,03$). Deficiencia de hierro y niveles elevados de hierro se asociaron significativamente con desempeño disminuido en las pruebas neurocognitivas. Los tiempos de reacción fueron 107 ms más largos en la prueba corta de exclusión condicional de Penn (SPCET) en adolescentes con deficiencia de hierro ($p = 0,03$) y 917 ms más largos para SPLOT.

En España, Berglund (2017) efectuó estudios con 331 niños mediante seguimiento desde etapa prenatal hasta los 18 meses. La variable biológica medida fue: Hemoglobina Volumen Corpuscular Medio Ferritina Transferrina. En cuanto al ámbito cognitivo se aplicó la Escala

de Bayley para el desarrollo infantil (BSID-III). Entre las conclusiones sobresalen: Los niños de madres con deficiencia de hierro a las 34 semanas de embarazo tuvieron menores puntajes en el compuesto motor. La deficiencia de hierro al momento del parto se asoció con menores puntajes en el lenguaje receptivo, expresivo y compuesto, así como menores puntajes cognitivos a los 18 meses.

Scott (2018), realizó en la India un estudio con 140 adolescentes entre los 12-16 años. La variable biológica analizada fue la Hemoglobina Ferritina Sérica Receptor de Transferrina Sérico (TfR). De otra parte, el dominio cognitivo fue evaluado a través del Test computarizado de cognición (Software DMDX). Como resultados explicó que: El desempeño cognitivo mejoró a lo largo del ensayo. La intervención con perlas de hierro tuvo efectos significativos sobre las tareas de atención (Tiempo de reacción, Tiempo de reacción simple y Go/No Go) y en la tarea de red de atención (ANT).

Otro estudio de Mireku (2018), en Benín con 552 niños, midiendo la Hemoglobina Ferritina Sérica y aplicando la Escala de Mullen para Aprendizaje Temprano (MSEL), arrojó los siguientes resultados: Los niños cuyas madres practicaron geofagia durante el embarazo tenían mayor probabilidad de ser geófagos al año de edad ($p < 0,05$) y tenían menor función de motricidad gruesa que los niños cuyas madres no practicaron geofagia.

Islam (2018), hizo investigaciones en la India con 73 jóvenes hasta 19 años ($11,0 \pm 3,7$). Se midió la Hemoglobina Hierro Sérica Ferritina Sérica Capacidad de Unión Total de Hierro (CUTH), la Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media (CHCM), Volumen Corpuscular Medio (VCM). En el dominio cognitivo se aplicó la Escala de Conner. Como resultados: Los niveles de CUTH fueron significativamente más altos en los participantes con trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) que

en los controles. Se observó un estado relativo de deficiencia de hierro en los pacientes con TDAH (22%) comparados con los controles (7%) ($\chi^2 = 9,44$ $p < 0,01$) TDAH está significativa y negativamente relacionado con la hemoglobina ($\rho = -0,86$), ferritina sérica ($\rho = -0,83$), hierro sérico ($\rho = -0,80$), CHCM ($\rho = -0,17$) y VCM ($\rho = -0,74$).

Asimismo, Mervat (2019) realizó investigaciones en Egipto con 226 niños de 4 a 6 años. La variable biológica medida fue la Hemoglobina Ferritina Sérica Hierro Sérico Capacidad Total de Unión al Hierro. El ámbito cognitivo fue evaluado mediante la traducción al árabe de la Escala Stanford Binet de Inteligencia y el Test árabe de lenguaje. Como resultados: No hubo diferencias significativas en el cociente intelectual (IQ) y edad mental entre niños anémicos y no anémicos. De los 34 niños con retrasos en el desarrollo del lenguaje, 13 no tenían anemia y 21 eran anémicos, No se observaron diferencias significativas entre los dos grupos respecto a los cocientes de lenguaje receptivo, expresivo y total.

También Gahagan (2019), en Chile, realizó investigaciones con 405 niños mediante seguimiento desde la etapa pre-natal hasta los 16 años. La variable biológica medida fue la Hemoglobina Ferritina Sérica Volumen Corpuscular Medio. La cognición fue evaluada mediante la Escala de Inteligencia de Wechsler, el Test de Rey-Osterrieth de figuras complejas, la Prueba de Logros de Amplia Gama revisada (WRAT-R) Prueba de Desarrollo de Integración Motor Visual Beery-Buktenica (VMI). Como resultados se reporta: Los adolescentes en el grupo de hierro fortificado mostraron resultados significativamente menores en los test de Rey-Osterrieth para memoria visual y WRAT-R de logros aritméticos y logros en comprensión de lectura. Así, hubo una interacción estadísticamente significativa entre la hemoglobina a los 6 meses de edad y el

resultado en VMI ($p= 0,02$). El grupo de hierro fortificado tuvo mejor desempeño que el grupo bajo en hierro cuando la hemoglobina a los 6 meses era baja. Sin embargo, el grupo de hierro fortificado presentó puntajes cognitivos más bajos que el grupo bajo en hierro cuando la hemoglobina a los 6 meses era alta.

Finalmente, Barreto, Bautista y Mateus (2021) realizaron un estudio en Bucaramanga, Colombia, con 27 niños entre los 6 y los 11 años, tomando como variables el nivel de Ferritina, en el aspecto biológico, y la aplicación de subpruebas cognoscitivas de la Bateria Neuropsicológica ENI 2, en el dominio cognitivo. A manera de ejemplo, dada la extensión de la prueba, las correlaciones entre el nivel de Ferritina y Memoria (Copia Figura Compleja: $-0,26$; Lista de Palabras: $-0,25$; Recuerdo de una Historia: $-0,29$ y Lista de Figuras: $-0,11$) fueron negativas, y que, al no ser tan fuertes, indican que no hay una relación marcada entre ambas variables; así, niños con adecuado nivel de ferritina pueden tener un bajo desempeño en las pruebas cognitivas de memoria y lo contrario también puede ocurrir: niños con buen rendimiento en una prueba de memoria pueden necesitar suplementos para la anemia ferropénica. En las demás subpruebas los resultados fueron semejantes. La correlación fue significativa en el nivel $0,01$ (bilateral).

CONCLUSIONES

El componente nutricional siempre es importante en el desarrollo humano o ciclo vital. Desde el mismo vientre una adecuada nutrición puede prevenir algunas insuficiencias integrales en los dominios del desarrollo.

La anemia, como variable de estudio, ha sido un elemento importante en el equilibrio nutricional del individuo a cualquier edad. Los niños precisan dicho mineral, no siendo el único, para un mejor desarrollo, y cuyas deficiencias pueden tener implicaciones biológicas y cognitivas.

Las investigaciones revisadas no concluyen de manera absoluta o confirmatoria, que, efectivamente, tener algunas deficiencias en los niveles de hierro redunden necesariamente en dificultades cognitivas. No siempre ocurre de esa manera. Existen diversas variables que deben ser tenidas en cuenta: el sistema y dinámica familiar; una didáctica pedagógica favorable; el papel de la cultura en la educación; la estimulación de los procesos psicológicos básicos y complejos, la calidad de vida, entre otros aspectos, pudieran también incidir en la madurez y operatividad cognitiva de un individuo.

Los resultados en las investigaciones que asocian las dos variables son modestos y no fáciles de generalizar, si se tiene en cuenta que no todas las investigaciones concluyen lo mismo, y a su vez, las pruebas cognitivas empleadas (aunque muy loables) no presuponen una medición exacta del constructo planteado; la prudencia hacer tener en cuenta que las pruebas miden lo que afirman medir, y no dejan de ser un recurso valioso más en la valoración de algún dominio en el individuo. Los niños y las personas ofrecen o están ante un amplio repertorio de conductas y operaciones mentales que a veces nos son captados por las pruebas psicológicas.

Por supuesto, no pueden tomarse a la ligera las deficiencias de la Ferritina, dada su incidencia en diversas afectaciones del individuo, que las investigaciones si avalan como una fuente nutricional importante dentro de la dieta del individuo, en este caso de los niños y niñas.

Por lo demás, el desarrollo humano al ser un proceso integral, no reduccionista, implica que diversos factores o variables pueden estar en la causa de distintas problemáticas. Habrá situaciones particulares que permitan justificar el desarrollo cognitivo deficiente sobre la carencia de algunos nutrientes. En otros casos operarán diversos factores.

Por supuesto, las investigaciones deben seguir abordando el tema, probando diversos diseños de investigación y control de variables que favorezcan la inferencia y generalización de los resultados en pro del desarrollo integral de la infancia y la adolescencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfonso, L., Arango, D., Argoty, D., Ramírez, L., & Rodríguez, J. (2017). Anemia ferropénica en la población escolar de Colombia. Una revisión de la literatura. *BIOCIENCIAS*, 3.
- Bolaños, M., Flórez, O., Bermúdez, A., Hernández, L., & Salcedo, M. (2014). Estado nutricional del hierro en niños de comunidades indígenas de Cali, Colombia. *Revista médica Risaralda*, 20(2), 101-106.
- Case, A., Fertig, A., & Paxson, C. (2005). The lasting impact of childhood health and circumstance. *Journal of Health Economics*, 24(2), 365-389. doi: 10.1016/j.jhealeco.2004.09.008
- Coy, L., Castillo, M., Mora, A., Oliveros, A., & Velez, Z. (2005). Estrategias diagnósticas utilizadas para detectar deficiencias de hierro subclínicas y asociadas a enfermedades crónicas. *Revista Nova*, 3(4), 58-68.
- Diagnóstico de salud de Santander. (2018). Retrieved from <https://www.minsalud.gov.co/plandecenal/Paginas/mapa/Analisis-de-Situacion-Salud-Santander-2011.pdf>
- Donato, H., Cedola, A., Rapetti, M., Buys, M., Gutierrez, M., Parias, R., et al. (2009). Anemia ferropénica: Guía de diagnóstico y tratamiento. *Archivos argentinos de pediatría*, 107(4), 353-361. Recuperado en 19 de noviembre de 2018, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-00752009000400014&lng=es&tlng=es.
- Gaviria, A., & Hoyos, A. (2011). Anemia and Child Education: The Case of Colombia. *Revista Desarrollo Y Sociedad*, (68), 47-77. doi: 10.13043/dys.68.2
- Glewwe, P. (2005). The Impact of Child Health and Nutrition on Education in Developing Countries: Theory, Econometric Issues, and Recent Empirical Evidence. *Food and Nutrition Bulletin*, 26(2_suppl2), S235-S250. <https://doi.org/10.1177/15648265050262S215>
- Glewwe, P., & Miguel, E. (2007). Chapter 56 The Impact of Child Health and Nutrition on Education in Less Developed Countries. *Handbook Of Development Economics*, 3561-3606. doi: 10.1016/s1573-4471(07)04056-9
- Gonzales, E., Huamán, L., Gutiérrez, C., & Aparco, J. (2015). Characterization of anemia in children under five years of age from urban areas of Huancavelica and Ucayali, Peru. *Rev. peru. med.*, 25(3), 431-439.
- Jáuregui - Lobera, I. (2014). Iron deficiency and cognitive functions. *Neuropsychiatric Disease And Treatment*, 2087. doi:10.2147/ndt.s72491
- Kyu, H., Pinho, C., Wagner, J., Brown, J., Bertozzi-Villa, A., & Charlson, F. et al. (2016). Global and National Burden of Diseases and Injuries Among Children and Adolescents Between 1990 and 2013. *JAMA Pediatrics*, 170(3), 267. doi: 10.1001/jamapediatrics.2015.4276

- Larson, L., Phiri, K., & Pasricha, S. (2017). Iron and Cognitive Development: What Is the Evidence? *Annals of Nutrition And Metabolism*, 71(3), 25-38. doi:10.1159/000480742
- Ministerio de Salud Pública - Cuba. (2010). *Carpeta metodológica de atención primaria de salud y medicina familiar*. La Habana: MINSAP.
- MinSalud. (2014). Encuesta nacional de la situación nutricional en Colombia 2010 Retrieved from <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VSE/DGCFI/Base%20de%20datos%20ENSIN%20-%20Protocolo%20Ensin%202010.pdf>
- Minsalud. (2019). Ministerio de salud y protección social. Recuperado el 30 de enero de 2019, de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/PES/Informe-resultados-evaluacion-reduccion-anemia-ninos.pdf>
- More, S., Shivkumar, V., Gangane, N., & Shende, S. (2013). Effects of Iron Deficiency on Cognitive Function in School Going Adolescent Females in Rural Area of Central India. *Anemia*, 2013, 1-5. doi: 10.1155/2013/819136
- OMS | Prevalencia mundial de la anemia y número de personas afectadas. (2018). Retrieved from http://www.who.int/vmnis/database/anaemia/anaemia_data_status_t2/es/
- Ortega, D., Lozada, E., Barraza, U., Rivera, M., Reynoso, J., Ramírez, F., et al. (2018). Estado nutricional y factores de riesgo para anemia en estudiantes de medicina. *Journal of Negative & No Positive Results*. 3 (5), 328-336.
- Parada Rico, D., & Olivares, R. (2017). Determinantes sociales y logro académico de escolares del municipio de Cúcuta. *Avances En Enfermería*, 35(1). doi: 10.15446/av.enferm.v35n1.58898
- Rivera, I., Félix Rivera, M., & Rivera, R. (2013). Deficiencia de hierro y su relación con la función cognitiva en escolares. *Revista Ciencia Y Tecnología*, 0(10), 69-80. doi: <http://dx.doi.org/10.5377/rct.v0i10.1063>
- Rivera, Felipe. (2017). Health opportunities in Colombia. *Lecturas de Economía*, (87), 125-164. <https://dx.doi.org/10.17533/udea.le.n87a05>
- Rodríguez, E. y Larios de Rodríguez, B. (2011). *Teorías del aprendizaje*. Editorial magisterio. Colombia.
- Tarpy, R. (2000). *Teoría e investigación contemporáneas*. Editorial McGraw Hill. España.
- Thompson, R., & Nelson, C. (2001). Developmental science and the media. Early brain development. *Am Psychol*, 56, 5-15.
- Walter, T. (2003). Effect of Iron-Deficiency Anemia on Cognitive Skills and Neuromaturation in Infancy and Childhood. *Food And Nutrition Bulletin*, 24(4_suppl2), S104-S110. doi: 10.1177/15648265030244s207