



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE PSICOLOGÍA**

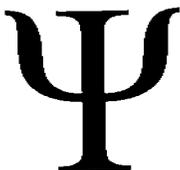
---

**RAZONAMIENTO ANALÓGICO Y DEFICIENCIA  
DE HIERRO EN NIÑOS ESCOLARES DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
LICENCIADA EN PSICOLOGÍA  
P R E S E N T A N:  
MARIANA FLORES LOT  
GRISSEL KARINA CONCHA ANAYA**

**DIRECTORA : LIC. MIRIAM CAMACHO VALLADARES**



**MÉXICO, D.F.**

**MAYO DE 2006**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

Entrego a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Araceli Karina Concha Araya

FECHA: 02-junio-2006

FIRMA: Araceli Karina Concha Araya

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Psicología

**RAZONAMIENTO ANALÓGICO Y DEFICIENCIA DE HIERRO EN NIÑOS  
ESCOLARES DE LA CIUDAD DE MÉXICO**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
LICENCIADA EN PSICOLOGÍA  
P R E S E N T A N:  
MARIANA FLORES LOT Y  
GRISSEL KARINA CONCHA ANAYA

**COMITÉ DE TESIS:**

**Lic. Rosario Muñoz Cebada  
Lic. Blanca Rosa Girón Hidalgo  
Mtra. Angelina Guerrero Luna  
Lic. Miriam Camacho Valladares  
Lic. Jorge Valenzuela Vallejo.**

México, D.F., Mayo del 2006

## **Agradecimientos**

A mis padres, por todo el amor y apoyo que siempre me han dado, gracias por la paciencia y cariño a lo largo de mi vida.

A mi otra familia, mis grandes amigas y amigos, son de lo mejor que he tenido a lo largo de mi vida.

A mis hermanos, por el apoyo moral y cariño sincero.

A Mariana, por ser amiga y compañera de muchos años, gracias por ayudarme a lograr este trabajo.

A **Miriam Camacho Valladares** por tenernos confianza y un comentario acertado para no claudicar y terminar este trabajo.

Grissel Karina Concha Anaya

## **Agradecimientos**

A Miriam por compartir su saber y su tiempo con nosotras para que finalizáramos este trabajo.

## **Dedicatoria**

A mi primera compañera de juegos, sueños e ilusiones  
Compañera de obstáculos y soluciones  
Compañera de toda la vida  
A mi hermana, Carla

A mis padres, José Carlos y Celia, quienes me han impulsado a hacer realidad mis sueños.

## **Agradecimientos**

A Gris, por su compañía en los últimos años.

A Claudia, Ingrid, Ely y Luis; por ser mis hermanos de viajes y sueños.

A Mary y Lety, por su amistad incondicional.

A Alejandro Zalce y Elizabeth Méndez, porque me mostraron el camino a seguir dentro de la psicología.

A CETDAH y Guadalupe Obregón, por dame el espacio para crecer.

A Geo y la danza, por mantenerme viva y abierta a recibir lo que se me da.

A los niños, que para ellos es....

Mariana Flores Lot

## INDICE

### Introducción

#### CAPITULO 1. DESARROLLO EN LA EDAD ESCOLAR

1.1 Crecimiento Físico y desarrollo Psicológico.	9
1.1.2 Cambios Neurofisiológicos durante la niñez.	11
1.2 Desarrollo cognoscitivo e inteligencia.	11
1.2.1 El Desarrollo de la Inteligencia según Piaget.	11
1.2.2 Definición de Inteligencia.	16
1.2.3 Razonamiento analógico.	18
1.2.4 Pruebas de Inteligencia	22
1.2.4 Test de Matrices Progresivas de Raven.	24
1.2.5 Factores que inciden sobre la Inteligencia.	24

#### CAPITULO 2. EFECTOS DE LA DEFICIENCIA DE HIERRO

2.1 Hierro (Características Generales).	26
2.2 Funciones.	26
2.3 Absorción y almacenamiento.	28
2.3.1 Eficiencia de la Absorción.	29
2.3.2 Factores que afectan la absorción.	29
2.3.3 Almacenamiento.	29
2.4 Fuente e Ingesta.	30
2.5 Anemia y Deficiencia de Hierro.	30
2.5.1 Anemia.	31
2.5.2 Deficiencia de Hierro	34
2.5.3 Cuadro Clínico.	34
2.5.4 Morbilidad.	34
2.5.5 Tratamiento.	36

#### CAPITULO 3. EFECTOS DEL HIERRO SOBRE LAS FUNCIONES COGNOSCITIVAS Y CONDUCTA

3.1 Implicaciones de la deficiencia de hierro en el Sistema Nervioso Central	37
3.1.1 Estudios realizados en animales.	38
3.1.2 Estudios realizados en humanos.	38
3.2 Deficiencia de Hierro y Conducta.	39
3.3 Deficiencia de Hierro y Funciones Cognoscitivas.	40
3.3.1 Efectos que la deficiencia de Hierro tiene sobre las Funciones Cognoscitivas medidos através de Pruebas de Desarrollo Psicológico y Psicomotor.	41
3.3.2 Decremento de las funciones cognoscitivas.	42

#### CAPITULO 4. METODOLOGIA

43

#### CAPITULO 5. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

49

#### REFERENCIAS

53

## RESUMEN

*La deficiencia de hierro es una enfermedad que registra una de las mayores tasas de prevalencia en el mundo, en México diversos programas gubernamentales y de la industria alimentaria han efectuado diversos esfuerzos para el control de esta sin embargo, han sido insuficientes. Al relacionarse dicha enfermedad con alteraciones del metabolismo cerebral, problemas de conducta y decremento de las funciones cognoscitivas, la importancia de su detección, tratamiento y control es importante para los programas de Salud Pública en el país.*

*El presente trabajo se orientó al estudio de la relación entre el razonamiento analógico ( factor general de Inteligencia, medido por la prueba de Raven) y la deficiencia de hierro (medida a través de una muestra de sangre venosa) en niños escolares de la Ciudad de México. La muestra final estuvo compuesta por 99 sujetos 33 hombres y 66 mujeres con edades entre los 6 y 13 años. Los resultados obtenidos mostraron que no había una relación estadísticamente significativa entre el razonamiento analógico y la deficiencia de hierro. Por lo anterior se concluye que los efectos de la deficiencia de hierro sobre las funciones cognoscitivas de los niños no siempre son observables a corto plazo y se sugiere el uso de estudios longitudinales para continuar investigado la relación entre estos dos factores.*

## **INTRODUCCION**

La deficiencia de hierro con o sin anemia es uno de los problemas nutricionales de mayor magnitud en el mundo. A pesar de conocer su etiología y tener a disposición el conocimiento de cómo enfrentarla, es un problema vigente que no se ha podido superar.

La Organización Mundial para la Salud (OMS) estimó en 1985 que aproximadamente 390 millones de niños menores de 12 años padecía anemia por deficiencia de hierro en los países con escaso desarrollo tecnológico, mientras que en las naciones industrializadas había 20 millones de niños afectados. Para el año 2000 se estimaba que el 15% de la población mundial sufría anemia por deficiencia de hierro y el 30% poseía deficiencia de hierro sin anemia. Desde 1992 la Organización Panamericana de la Salud (OPS) en conjunto con la OMS, adoptó como prioritario el compromiso de combatir esta deficiencia en todo el continente americano. En México, la disparidad en los criterios y procedimientos diagnósticos de la deficiencia de hierro ha dado lugar a estadísticas diferentes de tasas de prevalencia. Balam y Chávez encontraron una frecuencia de anemia por deficiencia de hierro del 6% en niños escolares del medio rural del altiplano mexicano y del 7% en niños de las regiones costeñas, mientras que Rivera y Ruíz en Durango reportaron una prevalencia de 16%. Otro estudio realizado en Yucatán informó una prevalencia del 9% en los niños.

La deficiencia de hierro se presenta cuando la cantidad disponible de este mineral es insuficiente para satisfacer las necesidades individuales y la exposición a una deficiencia prolongada conduce a la anemia. La anemia en niños e infantes está asociada con retardo en el crecimiento y en el desarrollo cognoscitivo, así como una disminuida resistencia a las infecciones. En los adultos, la anemia produce fatiga y disminuye la capacidad de trabajo físico. En las embarazadas se asocia con el bajo peso del bebé al nacer, y un incremento en la mortalidad perinatal. La deficiencia de hierro afecta el desarrollo cognoscitivo en todos los grupos de edad y genera una

disminución en las capacidades intelectuales de los individuos especialmente si se presenta durante los dos primeros años de vida.

En México, los estudios realizados con infantes anémicos por deficiencia de hierro o sólo deficientes de hierro han sido en su mayoría en niños menores de 6 años. Es necesario ampliar y complementar esta información llevando a cabo estudios longitudinales y transversales en otras edades con el fin de aportar información sobre las repercusiones de la deficiencia en las capacidades cognitivas en niños de diferentes etapas de desarrollo. Considerando los pocos estudios que expliquen la relación entre deficiencia de hierro y funciones cognitivas en niños de edad escolar, en el presente trabajo se busca encontrar la relación entre el razonamiento analógico y la deficiencia de hierro en niños escolares de la Ciudad de México.

## CAPÍTULO 1. DESARROLLO EN LA EDAD ESCOLAR

### ***1.1 Crecimiento Físico y desarrollo psicológico***

Todo el mundo sabe que los niños crecen; y cuesta trabajo comprender que un cambio en la estatura o en el peso pueda afectar al desarrollo intelectual, a los atributos de la personalidad, o a la eficacia social del niño. Todos los aspectos del desarrollo del niño están relacionados entre sí, tanto el físico como el intelectual, el emocional y el social. (Fitzgerald, 1982)

Los atributos físicos de los niños suelen influir en su desarrollo psicológico, tanto directa como indirectamente. Ciertas aptitudes y tal vez también ciertas experiencias emocionales, son imposibles si no se han alcanzado ciertos niveles de madurez física y neurológica. (Fitzgerald, 1982)

Las señales más visibles del crecimiento son los cambios que se advierten en la estatura y en el peso. A los 6 años, el niño promedio mide un poco más de 107 cm. y pesa aproximadamente 19 kg. A los 12 años, la estatura promedio del niño es de unos 152 cm. de estatura y pesa cerca de 33 kg. (son normas mexicanas o internacionales?) Las proporciones del cuerpo cambian algún tanto durante el periodo que abarca entre los 8 y 12 años, aunque no tan marcadamente como cambiaron durante los primeros cinco años, ni tan rápidamente como cambiarán durante la adolescencia. (Fitzgerald, 1982)

Los patrones de crecimiento de la estatura y peso difieren de los seguidos por otros tipos de tejido como son: el tejido reproductivo que crece muy poco antes y durante la niñez media, por el contrario, el tejido linfoide crece muy rápidamente durante la niñez temprana y la media, superando en realidad los niveles adultos durante la niñez media y disminuyendo durante la adolescencia. Finalmente, los tejidos del cerebro y de la cabeza se van acercando a sus niveles adultos durante la niñez media, a consecuencia de su crecimiento tan rápido durante los primeros años de vida. Al llegar a los cinco años, el cerebro ya ha alcanzado 90% de su peso adulto; la mayor parte de lo que le falta por crecer lo logra durante la niñez media. (Fitzgerald, 1982)

El crecimiento físico sigue patrones generales en todos los niños, a no ser que se vea impedido por factores tales como una excesiva desnutrición, alguna disfunción endocrina o por alguna grave enfermedad crónica. Más aún, si la desnutrición o la enfermedad crónica seden, se curan o se dan por liquidadas durante los años de crecimiento, suele seguir típicamente un periodo de crecimiento muy rápido, durante el cual el niño recupera buena parte de lo que había perdido. A esto se le llama el fenómeno "de la compensación". (Fitzgerald, 1982)

Aún cuando todos los niños siguen estos patrones generales, los ritmos de crecimiento de cada niño en particular varían considerablemente. Reflejando así, diferencias en la estructura corporal y en el hecho de que algunos crecen rápidamente mientras que otros lo hacen más lentamente. (Fitzgerald, 1982)

El determinante principal de estas diferencias es la herencia. Sin embargo existen otros factores que también influyen en el crecimiento en combinaciones bastante complejas. Estos factores incluyen nutrición, cantidad de descanso, la calidad del hogar y lo adecuado del cuidado infantil, el clima, la presencia o ausencia de enfermedades. Las perturbaciones psicológicas muy graves también pueden interferir con el crecimiento normal. Por consiguiente, la relación entre desarrollo físico y psicológico funciona en ambos sentidos; es decir, los efectos de una variable dependen de lo que suceda en la otra. (Fitzgerald, 1982)

Durante la preadolescencia, el peso promedio del peso del cuerpo se duplica, y el juego de los niños demanda una mayor cantidad de energía. Para mantener el crecimiento continuo y el ejercicio constante, los niños necesitan cantidades superiores de alimento. Por lo general, durante esta etapa, los niños tienen buen apetito y, a menudo, comen rápidamente. En promedio, necesitan 2.400 calorías y 34 gramos de proteína diarias (son normas mexicanas o internacionales?) de origen animal, así como altos niveles de carbohidratos complejos, tales como los que se encuentran en las papas, en los granos de cereal, etc. (Papalia, 1992)

La mala alimentación es causa del crecimiento lento; se necesitan algo de energía y proteína sólo para estar vivo y algo más para crecer. Cuando las comidas no pueden

mantener de manera adecuada estos dos procesos, el crecimiento debe sacrificarse para mantener el cuerpo. (Papalia, 1992)

### ***1.1.2 Cambios neurofisiológicos durante la niñez media***

El cambio de peso en los tejidos cerebrales, mencionado anteriormente, indica cambios en el desarrollo de las dendritas, de neuroglia y de vainas de mielina. Hasta que no hayan avanzado suficientemente los cambios de este tipo, muchas aptitudes y acciones están fuera de la competencia del niño. Tienen que darse primero ciertas interconexiones entre las células nerviosas apropiadas antes de que se puedan desarrollar muchas conductas. Aunque cierto tipo de comportamiento no puede darse antes de que se haya desarrollado la estructura neurofisiológica correlacionada con él, la maduración estructural por sí sola no garantiza que los comportamientos que esta hace posible aparezcan efectivamente. Factores como experiencia, motivación y práctica son los que determinan cuándo y cómo se manifestarán las funciones conductuales. Sin embargo, la maduración de las estructuras neurofisiológicas ciertamente hace posible el desarrollo de las funciones conductuales. (Fitzgerald, 1982)

## ***1.2 Desarrollo cognoscitivo e inteligencia***

### ***1.2.1 El desarrollo de la inteligencia según Piaget***

Los procesos cognoscitivos de los niños de edad escolar cambian muy substancialmente. La teoría de la diferenciación sostiene que estos cambios no connotan un aprendizaje de nuevas respuestas sino una sensibilidad cada vez mayor a las propiedades de los estímulos, propiedades que los niños aprenden a diferenciar con la experiencia (Gibson, 1969; citado por Fitzgerald). El aprendizaje perceptual se refiere a los cambios que se dan en el rendimiento de los niños, en las tareas de percepción, como fruto de la experiencia. Estas tareas se relacionan con cómo usan las aptitudes sensoriales que poseen: a qué atienden, cómo exploran los objetos, cómo aplican lo que perciben a la tarea que tienen entre manos. Por lo tanto, los cambios de

rendimiento en el aprendizaje perceptual se deben a los cambios en la selectividad y en la dirección que se le da a la percepción. (Fitzgerald, 1982)

En el caso de los niños normales, la infancia termina con los comienzos del lenguaje real. En la teoría de Piaget el primer periodo del desarrollo cognoscitivo, el *Sensoriomotor*, se ha completado cuando los niños comienzan a utilizar imágenes y símbolos, incluyendo el lenguaje en su pensamiento (alrededor de los 24 meses de vida). (Mussen, 1983). Entre las edades de los 2 y 7 años entran en la etapa *Preoperacional*, en donde los niños dependen de sus percepciones de la realidad, a menudo pueden resolver problemas manejando objetos concretos, aunque se les presentan dificultades con versiones abstractas de los mismos problemas. El logro culminante de esta fase es la capacidad para pensar con respecto al ambiente por medio de la manipulación de símbolos (incluyendo palabras) que lo representan. También empiezan a comprender el concepto de clasificación y su pensamiento se caracteriza como egocéntrico o centrado en sí mismo. (Davidoff, 1989)

Cuando adultos, utilizamos el lenguaje en la mayor parte de nuestras funciones cognoscitivas: el pensamiento, la abstracción, la formación de conceptos, la planificación, el razonamiento, el recuerdo, el juicio y la resolución de problemas. Sin embargo, esto no necesariamente quiere decir que el lenguaje se requiera para las funciones cognoscitivas, aunque algunos teóricos han argumentado que éste es el caso. Pero para Piaget el lenguaje desempeña sólo un papel limitado, aunque importante, en la formación del pensamiento del niño. No niega que el lenguaje interno en ocasiones controla al comportamiento, pero afirma que el lenguaje no conforma al pensamiento; el pensamiento supone algo más que el lenguaje. Aunque en forma sensoriomotora, la inteligencia comienza a desarrollarse antes que el lenguaje. Además, los niños sordos sólo padecen una ligera deficiencia en muchas tareas intelectuales y cognoscitivas, incluyendo pruebas de razonamiento, aunque estos niños sean considerablemente retardados en lo que concierne a la capacidad verbal. (Mussen, 1983)

Sin embargo, una vez adquirido, el lenguaje se convierte en el más importante de nuestros sistemas simbólicos e indudablemente facilita el pensamiento, el razonamiento, la formación de conceptos, el aprendizaje y el recuerdo. Poco tiempo

después de que han adquirido el lenguaje, los niños muy pequeños utilizan palabras al tratar de resolver problemas, a menudo hablándose a sí mismos, pensando en voz alta y guiando sus acciones con su lenguaje. (Mussen, 1983)

Según Piaget, la inteligencia es una característica biológica de todo ser humano, hay dos atributos fundamentales y universales que se encuentran en toda realidad biológica y que se aplican con el mismo derecho a la inteligencia. Uno de estos atributos universales es la **organización** o estructura. En el caso concreto de la inteligencia, la estructura se manifiesta en secuencias o sucesiones de comportamiento que se repiten constantemente y que se pueden identificar. En los niños de edad escolar, el sumar y multiplicar son ejemplos de estas estructuras, que él llama operaciones. Éstas son estructuras intelectuales que versan sobre las relaciones entre los objetos, sucesos o ideas. Un objeto puede ser equivalente a, más que, o menos que otro objeto; los objetos y los acontecimientos pueden suponer otros objetos o sucesos, pueden estar incluidos en ellos, etc. (Fitzgerald, 1982)

El segundo atributo universal de la inteligencia, como de cualquier otro fenómeno biológico, es la **adaptación**. Es precisamente mediante la adaptación a nuevas y diferentes circunstancias como se verifican los cambios en las estructuras intelectuales. La adaptación consta de dos procesos simultáneos: acomodación y asimilación. La primera se refiere a la nueva configuración que hay que dar a las estructuras intelectuales para que puedan manejar ahora una nueva información o un nuevo suceso, mientras que la segunda se refiere a la incorporación que se hace del acontecimiento o de la información a la estructura intelectual. (Fitzgerald, 1982)

Aproximadamente entre los 5 y los 7 años de edad comienza el periodo amplio del desarrollo cognoscitivo nombrado por Piaget como *Operaciones concretas*, cuando pueden pensar lógicamente acerca del aquí y del ahora pero todavía no sobre abstracciones (Papalia, 1992). Este periodo continúa hasta que los niños tienen de 11 a 15 años. Con la aparición de este periodo, los niños son capaces de realizar ciertos tipos de razonamiento que los adultos calificarán de lógicos. (Fitzgerald, 1982)

Durante éste, los niños adquieren el concepto de *conservación*, o lo que Piaget denomina el *principio de invariancia* (Mussen, 1983) o *conservación* (Fitzgerald, 1982).

Si se le plantean los problemas acerca de la cantidad de arcilla que hay en la pelota o en la salchicha, o acerca de la cantidad de líquido en los vasos, comprenden que las cantidades no cambian tan sólo porque cambia la forma. Probablemente razonarán que "si se convierte de nuevo a la salchicha en pelota, nuevamente se verá que no se ha agregado ni tampoco se le ha quitado nada", o al hablar del líquido pueden decir que "lo que se ha ganado en altura se ha perdido en anchura" (Mussen, 1983). Ésta es una habilidad importante que se desarrolla durante este estadio, ya que se reconocen que dos cantidades iguales de materia permanecen iguales- en sustancia, peso o volumen- hasta que nada sea añadido o quitado. Los niños desarrollan diferentes tipos de conservación en distintas épocas. A la edad de 6 o 7 años son capaces de conservar la sustancia; a los 9 o 10, el peso; y a los 11 o 12 el volumen. Piaget hizo énfasis en que los niños desarrollan la habilidad de la conservación cuando disponen de suficiente madurez neurológica. (Papalia, 1992)

Los niños en este tercer estadio de Piaget son capaces del pensamiento operacional, pueden usar símbolos para llevar a cabo operaciones o actividades mentales, en contraste con las actividades físicas que fueron la base para la mayoría de sus primeros pensamientos. Por primera vez, entonces, la verdadera lógica llega a ser posible. Son mucho más expertos en clasificar, manipular números, tratar conceptos de tiempo y espacio, y distinguir la realidad de la fantasía. (Papalia, 1992)

Puesto que son considerablemente menos egocéntricos, los niños en este estadio, pueden *descentrarse*- pueden tener en cuenta todos los aspectos de una situación cuando sacan conclusiones, más que enfocarse en un solo aspecto, como lo hicieron en el estadio preoperacional. (Papalia, 1992) Pueden comprender la relación que los cambios aparentes tienen entre sí, y pueden comprender que los cambios se compensan unos a otros, de suerte que aunque la disposición transformada aparezca diferente, el atributo en cuestión se conserva el mismo (Fitzgerald, 1982)

Además, adquieren el concepto de *reversibilidad*, la idea de que, en el pensamiento, los pasos dados pueden desandarse, las acciones pueden cancelarse y que puede restaurarse la situación original. Así, al hacer una salchicha con una pelota de arcilla, la disminución en la altura de la pelota se compensa con el aumento de su longitud, de manera que se conserva la misma cantidad de barro. (Mussen, 1983). Se dan cuenta

de que la mayoría de las operaciones físicas son *reversibles* (Papalia, 1992), llegan a ser capaces de realizar operaciones y transformaciones mentalmente; pueden volver mentalmente sobre los diversos pasos de un problema (Fitzgerald, 1982). Su habilidad cada vez mayor de entender los otros puntos de vista de las personas los capacita para comunicarse más efectivamente y ser más flexibles en su pensamiento moral. (Papalia, 1992)

Otra serie muy importante de cambios se verifica en la *clasificación* que hacen los niños de los objetos (Fitzgerald, 1982). Los niños operacionales tienen nociones más avanzadas de las clases en sentido abstracto y pueden clasificar objetos sobre la base de características tales como forma, color y tamaño (Mussen, 1983). Para que haya una aptitud plenamente desarrollada para clasificar se necesita que se conozcan los atributos que definen a los diferentes objetos, así como las relaciones que hay entre las clases subordinadas y las superiores. Entienden bien la relación que hay entre las diversas partes de un sistema y pueden reconocer fácilmente la función de cada una de las partes de éste. (Fitzgerald, 1982)

También comprenden las *relaciones*; por ejemplo reconocen que un objeto puede pertenecer tanto a clases como a subclases simultáneamente. Si bien los niños preoperacionales piensan en términos absolutos – luminoso u oscuro, grande o pequeño – y parece que no comprenden los términos relacionales, los niños que están en las operaciones concretas piensan en términos de más largo, más alto, más ancho. Se dan cuenta de que un hermano debe ser el hermano de alguien más, de que un objeto puede ser más grande o más pequeño – o estar a la izquierda o a la derecha – en comparación con alguna otra cosa. Cuando se le da un conjunto de varitas, el niño operacional puede ordenarlas fácilmente por tamaños. El plan o la estrategia general del niño al clasificar y seriar muestra una comprensión de las relaciones entre las cosas observadas. Así mismo, son capaces de realizar procesos lógicos elementales, razonar en forma deductiva, de la premisa a la conclusión, en forma lógica. (Mussen, 1983)

El análisis de las investigaciones de Piaget se concentra en las descripciones cualitativas de los cambios que tienen lugar a medida que maduran las capacidades cognitivas del niño. En este enfoque, el desarrollo mental se considera como una

serie de etapas, una sucesión de nuevas organizaciones o estructuras mentales que son los cimientos de la aparición de nuevas capacidades mentales. (Mussen, 1983)

Muchos psicólogos han asumido un enfoque más cuantitativo del problema del desarrollo mental. Se trata del método psicométrico que recalca las diferencias individuales de inteligencia y los factores que subyacen a dichas diferencias. (Mussen, 1983) La postura de la inteligencia como producto (Fitzgerald, 1982)

### **1.2.2 Definición de Inteligencia**

Se han propuesto diferentes definiciones de inteligencia, cada una de las cuales subraya diferentes aptitudes como, por ejemplo, la comprensión, la invención, la dirección y la censura psíquica; la capacidad para planear, resolver nuevos problemas o beneficiarse de la experiencia, y la facilidad con que se aprenden nuevas conductas. La dificultad con que se tropieza al querer definirla, está en que la inteligencia no se puede ver ni medir directamente. La inteligencia es una **estructuración mental**- una conceptualización abstracta que se basa o que se deduce del modo de obrar de la gente. (Fitzgerald, 1982)

La inteligencia se define en términos de puntuaciones obtenidas en una prueba, y el desarrollo intelectual se mide por la creciente capacidad del niño de aprobar más ítems – y reactivos más difíciles- en una prueba de inteligencia a medida que crece. Se concede poca importancia a los procesos o a los componentes de la capacidad mental que sustentan los cambios en la capacidad general. (Mussen, 1983)

Al definir la inteligencia, tanto evaluadores como psicólogos que elaboran las pruebas, recalcan la capacidad de pensar en términos abstractos y de razonar, junto con la capacidad de utilizar estas funciones con propósitos adaptativos. Piaget considera a la inteligencia como un caso específico de comportamiento adaptativo, de hacer frente al medio ambiente y de organizar (y reorganizar) el pensamiento y la acción. Todas las pruebas de inteligencia contienen reactivos que canalizan las clases de funciones con las cuales trata Piaget: resolución de problemas, razonamiento y pensamiento abstracto. (Mussen, 1983)

Las pruebas de inteligencia no producen medidas "puras" de capacidad innatas o del potencial intelectual; miden y evalúan la ejecución en tareas específicas; principal, aunque no totalmente, de clase verbal. Esta clase de ejecución puede ser influida por muchos factores; de hecho, por prácticamente todos los factores que ayudan a conformar el desarrollo psicológico. Tanto los factores hereditarios (genéticos) como los factores ambientales afectan al rendimiento individual. (Mussen, 1983)

C. Spearman sostiene que todos los tipos de rendimiento intelectual dependen de un solo factor general (factor g) de inteligencia. También sostiene que hay factores específicos (factores s) que son exclusivos de los diferentes tipos de tareas intelectuales, de suerte que el rendimiento de la persona en cualquier tarea determinada, depende tanto del factor g como de los factores s. (Fitzgerald, 1982)

Por otro lado, existen teorías que sostienen que hay muchos tipos diferentes de inteligencia, entre éstas se encuentra el modelo de inteligencia de J.P. Guilford (1959), el cual indica que cualquier actividad intelectual se puede describir por tres atributos: por el proceso cognoscitivo (conocimiento, memoria, producción divergente, producción convergente o evaluación); por el contexto al que se aplica la operación (figuras, símbolos, semántica o comportamiento), y por el producto de la operación que actúa sobre el contexto (unidades, clases, relaciones, sistemas, transformaciones o implicaciones); en total este modelo predice que existen 120 tipos diferentes de inteligencia. (Fitzgerald, 1982)

Cuando los investigadores han sometido a un análisis factorial el rendimiento en diferentes tareas de niños de diferentes edades, han encontrado que la estructura de la inteligencia cambia con la edad. En el caso de los niños que empiezan la escuela, hay un factor general que es principalmente verbal. Sin embargo, los factores generales que se encuentran en la niñez son reemplazados por factores múltiples en la adolescencia y adultez. Como hay factores múltiples ya claramente evidentes en la adolescencia temprana, aparece claro que los años escolares son el periodo de la vida en el que se lleva a cabo la diferenciación de las aptitudes intelectuales. (Fitzgerald, 1982)

### **1.2.3 Razonamiento Analógico**

Para poder definir al pensamiento, se habla en términos de "actividad global del sistema cognitivo" (de Vega, 1985), lo que significa que en el pensamiento, como actividad mental que no sigue rutinas y que requiere esfuerzo, intervienen los mecanismos de atención, memoria, sensopercepción, imaginación y procesos como los de comprensión etc.; pero no puede reducirse a estos. Hablamos entonces de un proceso mental superior sustentado en procesos de carácter más básico, que incluye otros elementos funcionales como reglas, heurísticos, o estrategias. (Rodríguez-Mena, 2001)

Carretero y Madruga (1984) nos ofrecen una definición general de razonamiento "...el proceso sistemático de pensamiento que le permite al sujeto extraer conclusiones a partir de premisas o acontecimientos dados previamente". Investigaciones en esta área señalan que el razonamiento deductivo e inductivo constituyen las tareas básicas del pensamiento (Mayer, 1986). Se afirma que la deducción y la inducción constituyen los fundamentos de toda cognición humana.

Al revisar diferentes autores, no es posible encontrar una definición acerca de lo que es el razonamiento analógico. Sin embargo, cuando se utilice el término será para referir aquel proceso del pensamiento que, sobre la base de analogías, permite la comprensión, representación, explicación de algún objeto, fenómeno o suceso. Como importante componente del pensamiento, el razonamiento analógico está estrechamente relacionado con la inteligencia, el aprendizaje, el proceso de formación de conceptos y la resolución de problemas. (Rodríguez-Mena, 2001)

El razonamiento analógico ha sido el objeto directo o indirecto de muchas investigaciones, casi siempre vinculadas al razonamiento inductivo. La revisión de la bibliografía disponible permite discernir la presencia de tres tendencias predominantes en la conceptualización teórica del razonamiento analógico en cuanto a su relación con el razonamiento inductivo. (Rodríguez-Mena, 2001) Ellas son:

- a) La que ubica a ambas formas de razonamiento (inductivo y analógico) en el mismo tipo de procesos intelectuales, pero distinguiendo uno del otro. (Polya, 1957; Bartlett, 1958; Bruner, 1962; Guilford, 1963; De Bono, 1968; Nickerson, 1990; citados por Rodríguez-Mena, 2001). Algunos estudios sobre pensamiento han planteado la idea de la existencia de dos tipos de procesos intelectuales en el hombre: por un lado están los procesos referidos al razonamiento lógico riguroso, y por otro los procesos que apuntan hacia un tanteo experimental y exploratorio, en busca de intuiciones (insights). Los procesos inductivos y analógicos se incluyen en el segundo tipo, de modo tal que, según este criterio, razonamos analógicamente cuando tratamos de generar hipótesis y no de probarlas (función reservada a los procesos deductivos y analíticos) (Nickerson, 1990). Tales "pensamientos" se caracterizan por ser sintéticos, inductivos, expansivos, libres, informales, difusos, divergentes y creativos, rasgos todos atribuibles al razonamiento analógico.
- b) La que sostiene que el razonamiento analógico se guía por la inducción. (de Vega, 1985; Mayer, 1986; Pellegrino, 1986; Sternberg, 1987; Brown, 1989; Lipman, 1989; citados por Rodríguez-Mena, 2001). Tal tipo de explicación recobró fuerza con los estudios de Sternberg (1986, 1987) encaminados a la búsqueda de los procesos subyacentes en la solución de tareas de analogías; pues estas se habían utilizado ya, en diversos formatos y contenidos, en un gran número de tests por la relación que guardan con la inteligencia y el aprendizaje de conceptos. Fueron muchos los que emplearon las analogías en sus tests para medir procesos complejos, bajo la tesis que aseguraba que el razonamiento analógico es un aspecto principal de la inteligencia. Así se destacan las propuestas de Spearman (1923) y las de Raven (1960).
1. Spearman consideró las tareas de analogías como mediciones de la inteligencia general o factor g. Basó su teoría de la cognición en tres componentes: la "aprehensión de la experiencia", la "educación de relaciones" y la "educación de correlaciones".

2. Raven, al definir la inteligencia habló en términos de capacidad para razonar analógicamente, lo que se logra partiendo del conocimiento de las relaciones entre caracteres experimentados. Su test de matrices progresivas lo diseñó, según sus palabras "para probar (...) la capacidad que tiene una persona para formar comparaciones, razonar analógicamente y para desarrollar un método lógico de razonamiento" (citado en Pellegrino, 1986).
- c) La que argumenta que el razonamiento analógico y el razonamiento inductivo participan de procesos diferentes durante el procesamiento de la información. (Johnson-Laird, 1986; VerLee, 1986; Vosniadou, 1989; Karmiloff-Smith, 1994; Corral, 1995; citados por Rodríguez-Mena, 2001).

Klix (1983; citado por Rodríguez-Mena, 2001) psicólogo alemán que en la década de los 80, junto a un importante grupo de investigadores (Hofman, Van der Meyer) de la Universidad de Humboldt, Berlín (antigua RDA), se dedicó a estudiar la representación del conocimiento en la memoria humana, propone el principio de la simplificación como modelo de inteligencia. Según él, la pre-elaboración de la información es el mecanismo que permite reducir al mínimo indispensable el volumen de información que un hombre necesita para tomar una decisión. El resultado de esta reducción de la complejidad es una simplificación de la representación de la información en la memoria, de manera que lo que antes resultaba complicado ahora se logra representar de un modo más sencillo, haciendo más fácil su manipulación. Entender la naturaleza de estos procesos supone considerar, en primer lugar, que la recepción de un problema se inicia con la percepción y está regulado por la memoria. Klix estipula tres pasos en el proceso de recepción de un problema, de los que se infieren los componentes característicos del proceso de simplificación (procesos de pre-elaboración). Ellos son:

1. La formación de la estructura de la percepción (patrones) a través de la supresión o relevancia de elementos.
2. El reconocimiento de relaciones sobre la base de procesos de comparación entre elementos, y
3. El reconocimiento de analogías a partir de la transferencia de relaciones.

Por lo tanto, Klax considera el razonamiento analógico como proceso principal en la pre-elaboración de la información. Solo si el sujeto es capaz de, una vez reconocido los patrones básicos de la información, establecer vínculos entre ellos y transferirlos a nuevos sistemas de relaciones, es decir, reconocer analogías, se puede afirmar que está apto para simplificar tal información al punto de que le resulte posible comprenderla. (algo un tanto similar a lo planteado por Spearman 60 años atrás). (Rodríguez-Mena, 2001)

En el campo del aprendizaje el razonamiento analógico resulta un componente importante. Holyoak y Nisbett (1988), consideran que el aprendizaje transcurre a través de un continuo que va desde la instrucción directa (nivel menos autónomo) hasta la total autonomía, desde el aprendizaje guiado hasta el aprendizaje por experiencia y observación en ausencia de guía.

El razonamiento analógico es autónomo, está guiado por la inferencia, y en algún grado se ve involucrado en casi todas las raíces de la instrucción. (Rodríguez-Mena, 2001)

Jhonson-Laird (1986) señala que niños de edades bastante más pequeña de las exigidas por la teoría psicogenética pueden razonar correctamente. Lipman (1989), es uno de los autores más convencido de que los niños poseen razonamiento analógico, incluso afirma que esto sucede con niños muy pequeños (3 años). Para él, en los niños pequeños hay un sentido muy vivo de las semejanzas, son capaces de percibir el mundo por sus rasgos externos a partir de la analogía entre las características de los objetos y las características humanas, (Lipman, 1989). Investigaciones realizadas en Cuba con niños en edades comprendidas entre los 6 y los 11 años de edad (Rodríguez-Mena, 1993; Inguanzo y de la Uz, 1996), han permitido constatar que la posibilidad de resolver tareas de razonamiento analógico está presente en todas estas edades. Si bien en estos grupos de edades se encontraron niños que no pudieron resolver exitosamente algunas tareas, sobre todo las que empleaban formatos más elaborados o que involucraban complejas relaciones, otros (incluso con 6 años) si lo hicieron, lo que indica que las diferencias individuales pueden estar influidas más por factores de índole cultural, como aprendizaje e instrucción, que por contingencias propiamente madurativas.

#### **1.2.4 Pruebas de inteligencia**

Cualquier desempeño depende, en algún grado, de las experiencias de la vida, y no sólo de las experiencias escolares. Cualquier prueba verbal requiere que la persona deba haber aprendido a hablar el idioma, cualquier prueba gráfica requiere un conocimiento de los objetos que se retratan, cualquier prueba de todo tipo requiere que la persona haya aprendido a poner el suficiente esfuerzo y tratar de desempeñarse lo mejor en las situaciones de la prueba. Por lo mismo, cualquier desempeño depende, en alguna medida, del potencial genético de la persona, es decir, de su potencial genético como ser humano y de sus genes específicos como individuo.... Estas pruebas no se pueden considerar medidas puras de potencial innato para el aprendizaje. (Thorndike, 1998)

Las pruebas diseñadas para evaluar el nivel general de funcionamiento cognoscitivo se han llamado pruebas de inteligencia en la bibliografía psicológica, o pruebas de C.I. en las discusiones populares; sin embargo, hasta la fecha, los psicólogos no han podido ponerse de acuerdo en una definición precisa de inteligencia...En años recientes ha habido una tendencia a subestimar el término inteligencia, y en su lugar se habla de habilidades cognoscitivas generales o de aptitudes escolares. Este último término conlleva específicamente la función que tienen estas pruebas como predictores del desempeño escolar. (Thorndike, 1998)

Las pruebas de inteligencia sencillamente nos proporcionan una base más sistemática y más estandarizada para hacer dicha inferencia o para formular ese juicio. Lo único que observamos realmente es el número de preguntas de diferentes tipos y dentro de un conjunto establecido, a las que el individuo responde correctamente. Lo que se mide con las pruebas es el rendimiento y no la inteligencia en sí. (Fitzgerald, 1982)

Independientemente de la designación, hay mucha evidencia que indica que una amplia variedad de tareas que dependen del almacenaje de ideas propias y de la facilidad de trabajar con relaciones entre grupos de ideas se unen para formar una habilidad generalizada en el funcionamiento cognoscitivo. Esta habilidad influye en el desempeño en un amplio rango de tareas de prueba y tiene implicaciones en el

funcionamiento escolar y en las tareas más amplias de la vida misma. (Thorndike, 1998)

La comprobación de que los tests de inteligencia reciben una considerable influencia de los factores económico-sociales en especial y de los culturales en general, promovió la construcción de nuevas pruebas de inteligencia destinadas a neutralizar la acción de las condiciones ajenas a la función intelectual propiamente dicha. (Szekely, 1966)

Las escalas o pruebas no verbales ofrecen la ventaja de presentar un material más manejable que los símbolos verbales y no exigir respuestas que las incluyan; es decir, que facilitan, por una parte, la comprensión de la tarea; por otra, expresar la solución de un problema que no requiere ser formulado verbalmente. (Szekely, 1966)

Las pruebas de realización, por lo tanto, examinan un tipo de inteligencia que opera mejor con relaciones abstractas o concretas (provenientes de materiales no verbales, concretos, manejables) y expresadas por medio de alguna clase de tarea. La inteligencia verbal y no verbal serían, entonces, modos operativos diferentes de las aptitudes que caracterizan la función intelectual. (Szekely, 1966)

Indudablemente, resulta problemática la posibilidad de eliminar los factores culturales, ya que la actividad intelectual no puede sustraerse, de modo absoluto, de las relaciones culturales que determinan su operatividad. Estos tests pueden, y de manera relativa, disminuir la influencia de las condiciones económicosociales sobre el nivel intelectual. (Szekely, 1966)

La mayoría de las pruebas de la habilidad cognoscitiva generalmente usadas dependen, hasta cierto grado, del lenguaje e incluyen tareas presentadas en términos verbales, también presuponen un conocimiento previo de los objetos y las actividades de una cultura particular. Probablemente es eficaz evaluar el funcionamiento cognoscitivo de la mayoría de las personas dentro de una cultura común de esta manera, sin embargo, para algunos grupos o para algunas situaciones esto no es así, como cuando se habla otro idioma, la diferencia cultural o incapacidades verbales. Debido a esto los constructores de pruebas han intentado producir pruebas que abarquen estas funciones cognoscitivas importantes, sin depender del lenguaje o de un

antecedente cultural específico. Como por ejemplo, las pruebas de habilidad cognoscitiva diseñadas por Thorndike, Hagen y Lorge; las pruebas de inteligencia de Stanford-Binet, la escala no verbal de Weschler, el test de matrices progresivas Raven y el test de la Figura Humana. (Thorndike, 1998)

### ***1.2.5 Test de Matrices Progresivas de Raven***

Es una prueba no verbal, administrada en forma individual o grupal y evalúa la habilidad de razonamiento basada en materiales de figuras. Mide la habilidad para hacer comparaciones, razonar por analogía y organizar percepciones espaciales dentro de un todo relacionado sistemáticamente. Matrices Progresivas se presenta en tres series diferentes: Matrices Progresivas Estándar (Raven, 1938), Matrices en Color (Raven, 1947) y Series I y II de Matrices Progresivas (Raven, 1947). En cada forma, al niño se le presenta un conjunto de figuras con símbolos similares a la matriz que deben completar a la misma mediante la selección en un grupo del símbolo faltante apropiado. Para administrarla se necesitan de 15 a 30 minutos. Los puntajes crudos se convierten en percentiles. (Sattler, 1988)

### ***1.2.6 Factores que inciden sobre la inteligencia***

Hay indicios muy fuertes de que la inteligencia depende de ambas cosas, la herencia y el ambiente. Una fuente muy rica de argumentos en pro de la herencia proviene de los estudios que se han hecho sobre pares de individuos cuya relación genética varía. Se dan correlaciones muy elevadas entre los CIs de los gemelos monocigóticos (idénticos), correlaciones moderadas entre los CIs de hermanos y de gemelos dicigóticos (fratemos) y una correlación baja o nula entre los CIs de individuos que no tienen ninguna relación entre sí, es decir, que no tienen ninguna trayectoria genética común. También se dan correlaciones moderadas entre los CIs de padres e hijos, las cuales aparecen con toda claridad alrededor del tiempo en que los niños entran a la escuela por primera vez. (Fitzgerald, 1982)

Por lo que toca al influjo ambiental, si el ambiente no tuviera ninguna influencia, no debería advertirse ninguna diferencia cuando los gemelos o los hermanos se crían

juntos o separados; sin embargo, las correlaciones aparecen constantemente más bajas en el caso de individuos que se crían por separado. Otro grupo de argumentos proviene de los estudios hechos sobre niños adoptados cuyos padres adoptivos tenían CIs promedios más elevados que las madres biológicas de esos niños. Por lo general, los resultados promedios de un grupo de niños son prácticamente iguales a los resultados de sus padres (que se encargan de su educación y desarrollo). (Fitzgerald, 1982)

El término ambiente es un término global que abarca muchos factores diferentes y más específicos, que suelen influir en el desarrollo de los niños. Entre ellos podemos encontrar factores como:

a) Influencia del hogar y de la familia

La relación más general y constante que se observa entre los patrones de interacción familiar y el rendimiento intelectual de los niños, es que los niños de hogares cariñosos y de apoyo mutuo suelen tener mejor rendimiento, y que los niños de padres hostiles y rechazantes suelen tener un rendimiento muy pobre.

b) Nutrición

Tanto el desarrollo físico como el mental dependen de que los niños tengan una dieta adecuada. Una grave deficiencia de proteínas puede producir enfermedades como la kwashiorkor, o desnutrición húmeda y marasmo, las cuales van siempre acompañadas de retraso mental. Sin embargo, inclusive las deficiencias más moderadas de proteínas suelen producir indisposiciones que no se manifiestan abiertamente al exterior, pero que no obstante pueden producir un retraso físico y mental (Bengoa, 1970). El cerebro todavía se está desarrollando, aunque menos rápidamente, durante la niñez media, al mismo tiempo que algunas conexiones neurales se están formando durante estos años; entonces la desnutrición durante los años escolares también puede producir el retraso mental. Lo menos que se puede decir es que la dieta influye sobre el rendimiento de pruebas de los niños de edad escolar por el impacto que tiene en la viveza, la atención y la salud en general.

## CAPÍTULO 2. EFECTOS DE LA DEFICIENCIA DE HIERRO

### **2.1 Hierro (*Características generales*)**

El hierro, es el primer nutriente esencial que fue reconocido para los animales en 1860. La información de este oligomineral es muy abundante, sin embargo, aún quedan muchas preguntas y respuestas sin contestar. El cuerpo humano del adulto contiene de 3 a 5 mg de hierro, aproximadamente de 2,000 mg como hemoglobina y 8 mg como enzimas. El hierro se conserva bien en el cuerpo; aproximadamente el 90% se recupera y se reutiliza en forma extensa (Mahan, 1996).

Las funciones del hierro se basan en sus propiedades físicas y químicas, principalmente en su capacidad para participar en las reacciones de oxidación y reducción. Químicamente, es un elemento muy reactivo que puede interactuar con el oxígeno para formar intermediarios capaces de dañar las membranas celulares o degenerar el DNA, para evitar estos efectos, debe unirse con las proteínas. Participa en el transporte respiratorio de oxígeno y dióxido de carbono y es parte activa de enzimas que actúan en el proceso de respiración celular (Gyton, 2000)

### **2.2 Funciones**

Las funciones del hierro resultan de sus propiedades físicas y químicas, principalmente su capacidad para participar en las reacciones de oxidación y reducción. Desde un punto de vista químico, el hierro es un elemento muy reactivo que puede interactuar con el oxígeno para formar intermediarios capaces de dañar las membranas celulares o degradar el DNA. El hierro debe unirse fuertemente a las proteínas para evitar los efectos destructores. (Mahan, 1996)

El hierro participa en el transporte respiratorio de oxígeno y dióxido de carbono y es parte activa de enzimas que actúan en el proceso de respiración celular. También parece participar en la función inmunológica y en la función cognitiva. Aunque estas

relaciones no se han identificado en forma clara, refuerzan la obligatoriedad de prevenir la anemia por deficiencia de hierro en la población mundial. (Mahan, 1996)

La hemoglobina está presente en los eritrocitos. La proteína heme, que contiene hierro, se combina con el oxígeno en los pulmones y con el dióxido de carbono en los tejidos. La mioglobina, también una proteína heme, sirve como un reservorio de oxígeno dentro del músculo. (Mahan, 1996)

La producción oxidativa de ATP dentro de la mitocondria utiliza muchas enzimas que contienen hierro, tanto heme como no heme. Los citocromos, presentes en las células, actúan en la cadena respiratoria en la transferencia de electrones y el depósito de energía a través de alternar la oxidación y la reducción del hierro. Aunque estas enzimas vitales representan sólo una pequeña parte del hierro total, una caída en su concentración celular puede tener un efecto muy variable. (Mahan, 1996)

De acuerdo con Gyton (2000) sus componentes y sus respectivas funciones son:

- a) La hemoglobina: presente en los eritrocitos. La proteína heme (que contiene hierro) se combina con el oxígeno en los pulmones y con el dióxido de carbono en los tejidos.
- b) La mioglobina: también una proteína heme, sirve como un reservorio de oxígeno dentro del músculo.
- c) La producción oxidativa de ATP dentro de la mitocondria utiliza muchas enzimas que contienen hierro, tanto heme como no heme. Los citocromos presentes en las células, actúan en la cadena respiratoria en la transferencia de electrones y el depósito de energía a través de alternar la oxidación y reducción del hierro.
- d) Algunos fármacos no hidrosolubles y materiales endógenos se transforman por el sistema citocromo P- 450 a compuestos hidrosolubles que pueden excretarse. Aunque estas enzimas vitales representan sólo una pequeña parte del hierro total, una caída en su concentración celular puede tener un efecto muy variable.
- e) La ingesta adecuada de hierro es esencial para el funcionamiento normal del sistema inmunológico. Tanto la sobrecarga de hierro como su deficiencia resulta en cambios en la respuesta inmunológica. Las bacterias requieren hierro y por lo

tanto, la sobrecarga de hierro (en especial cuando es en vía intravenosa) puede producir mayor riesgo de infección.

- f) La deficiencia de hierro afecta la inmunidad humoral y celular. Las concentraciones de linfocitos T circulantes se reducen en personas con deficiencia de hierro y se altera la respuesta mitogénica. La actividad de las células NK (Natural Killer) también se reduce aparentemente.
- g) La reductasa ribonucleótida (enzima con limitación en velocidad para la síntesis de DNA) también contiene hierro.
- h) Se ha mostrado que la producción de interleucina 1 (IL-1) se reduce en animales, mientras que se ha informado de disminución de la producción de IL-2 en humanos y animales (Casanueva, 1995).
- i) Dos proteínas que se unen al hierro, transferrina y lactoferrina, parecen proteger contra infecciones al evitar que el hierro se una a microorganismos que lo necesitan para su proliferación.
- j) El hierro es indispensable para la función cerebral normal en todas las edades, participa en la función y síntesis de neurotransmisores y probablemente de mielina (Roncagliolo, 1998)
- k) Los efectos a largo plazo de la anemia por deficiencia de hierro temprana en niños persiste por años. En ciertos estados mórbidos, ocurren cambios en el metabolismo del hierro, la distribución del hierro en el cerebro cambia durante el envejecimiento normal (Tucker, 1990).

### **2.3 Absorción y almacenamiento**

El hierro de la dieta existe como hierro heme, que se encuentra en la hemoglobina, y como hierro no heme. El hierro heme se absorbe hacia las células de la mucosa en la forma de un complejo intacto de profirina. La absorción se afecta sólo mínimamente por la composición de la comida y las secreciones gastrointestinales. El hierro heme representa sólo del 5 al 10% de hierro de la dieta, pero la absorción puede ser del 25% en comparación con el 5% del hierro no heme.

### **2.3.1 Eficiencia de la absorción**

Varios factores influyen en la biodisponibilidad del hierro de los alimentos. La tasa de absorción depende de la ferremia del individuo, como se refleja en el nivel de las reservas del mineral. Cuanto más bajas sean las reservas, mayor será la velocidad de absorción de hierro. Los sujetos con anemia ferropénica absorben 20 a 30% del hierro de los alimentos, en comparación con la absorción de cinco a 10% en el individuo sin tal deficiencia. (Mahan, 1996)

La eficacia de la absorción del hierro se determina hasta cierto grado por los alimentos en los cuales ocurre. Estos alimentos pueden contener sustancias favorecedoras, como ácido ascórbico y el factor de la carne, el pescado y las aves (MFP). (Mahan, 1996)

### **2.3.2 Factores que afectan la absorción**

La absorción de hierro puede inhibirse en diversos grados por factores que quelan hierro, como son carbonatos, oxalatos, fosfatos y fitatos (pan sin levadura, cereales no refinados y soya). Los factores en la fibra vegetal pueden inhibir la absorción del hierro no hem (Herbert, 1987; Monsen y Balintfy, 1982). El té junto con los alimentos puede aminorar la absorción de hierro en un 50%, por la formación de compuestos insolubles del mineral con tanino (Rossander y col., 1979). (Mahan, 1996)

### **2.3.3 Almacenamiento**

Cerca de 200 a 1500 mg de hierro se almacena en el cuerpo como ferritina y hemosiderina; el 30% está en el hígado, el 30% se presenta en la médula ósea, y el resto se encuentra en el bazo y en los músculos. (Mahan, 1996)

Cuando el hierro se absorbe del intestino delgado, se combina en el plasma sanguíneo con una globulina beta para formar la transferrina que después se transporta en el plasma. El exceso de hierro se deposita en todas las células del organismo pero

especialmente en los hepatocitos y menos en las células reticuloendoteliales de la médula ósea. En el citoplasma se combina con una proteína (apoferritina) para formar ferritina (Ziegler, 1997).

## **2.4 Fuente e ingesta**

El hierro hemínico (el contenido en la hemoglobina) está sólo presente en las carnes, el hígado, la moronga, peces y aves de corral, y se caracteriza porque se absorbe de manera más o menos constante, cerca de un 10%, sin que existan factores que ayuden o impidan que esto suceda. Además favorece las demás fuentes dietarias de hierro.

El hierro que proviene de los demás alimentos, contenido en la leche, el huevo, granos, cereales, verduras, leguminosas y frutas (no hemínico) va a estar sujeto a factores que facilitan o impiden su absorción (Mahan, 1996; Casanueva, 1995).

## **2.5 Anemia y Deficiencia de hierro**

### **2.5.1 Anemia**

La anemia es un cuadro en que la deficiencia en el tamaño o el número de eritrocitos o la cantidad de hemoglobina que contienen limita el intercambio de oxígeno y dióxido de carbono entre la sangre y las células de los tejidos. La clasificación de esta anomalía se basa en el tamaño o diámetro de los eritrocitos: anemia macrocítica (eritrocitos grandes), normocítica (eritrocitos normales) y microcítica (eritrocitos pequeños); y también en su contenido de hemoglobina: hipocrómica (eritrocitos pálidos) y normocrómica (eritrocitos de color normal). Casi todas las anemias son causadas por la falta de nutrientes necesarios para la síntesis normal de eritrocitos, y en particular hierro, vitamina B12 y ácido fólico. Otros cuadros son consecuencia de diversos trastornos como hemorragia, anomalías genéticas, enfermedades crónicas o toxicidad de fármacos. (Mahan, 1996)

Reciben el nombre de anemias nutricionales las que resultan de la ingestión inadecuada de hierro, proteínas, algunas vitaminas (B12, ácido fólico, piridoxina y ácido ascórbico), cobre y otros metales pesados. (Mahan, 1996)

### **2.5.2 Deficiencia de hierro**

El hierro juega un papel importante en nuestro cuerpo, ya que es pieza vital para la formación adecuada de la hemoglobina, en los glóbulos rojos. Estos son los encargados de llevar el oxígeno y los nutrientes, o sea, los alimentos, a todo el cuerpo. Por eso, cuando un niño tiene baja la hemoglobina, o sea, anemia, se siente a veces cansado, con mareos y débil. ([www.mihijo.com](http://www.mihijo.com)) La principal deficiencia de hierro produce anemia ferropénica, la cual se caracteriza por la generación de eritrocitos pequeños y un menor nivel de hemoglobina circundante, en realidad es la etapa final de la deficiencia de hierro (ferropenia) que representa el punto final de un largo periodo de privación de este mineral (Mahan, 1996).

Las principales causas son (Mahan, 1996; Gyton, 2000; [www.mihijo.com](http://www.mihijo.com)):

- Ingesta inadecuada de hierro en la dieta, principalmente deficiente de hierro hem (vegetariana); inclusive en niños que solo toman leche de vaca, o quizás, que comenzaron a tomarla antes del año de edad.
- Absorción inadecuada por diarrea, aclorhidria, enfermedad gastrointestinal, interferencia por fármacos como antiácidos, por cirugía del intestino, entre otras.
- Utilización inadecuada por perturbaciones gastrointestinales crónicas.
- Mayores necesidades de hierro para incrementar el volumen sanguíneo, ya sea en la lactancia, adolescencia o embarazo.
- Liberación deficiente de hierro al plasma o utilización inadecuada.
- Por pérdida de sangre (franca y/u oculta, la menstruación).
- Infección (algo posiblemente transitorio), o aumento del plomo.

Los lactantes mayores de 6 meses y los niños pequeños son muy vulnerables a la deficiencia de hierro debido a la depleción de los depósitos del metal, causado por el rápido crecimiento, al bajo contenido de hierro de la mayoría de la dieta de los lactantes y a la alimentación precoz con leche de vaca, que puede provocar un aumento de las pérdidas gastrointestinales de sangre. La combinación de un crecimiento rápido, una depleción de los depósitos y un bajo contenido de hierro en la dieta se traduce en un

periodo de máxima deficiencia de hierro que abarca de los 9 a los 18 meses de edad (Dobbing, 1972; citado por Morgane, 1993). Las principales consecuencias de la deficiencia de hierro son la anemia, el bajo rendimiento en el trabajo, pobre comportamiento y rendimiento intelectual; también favorece la absorción de plomo en el organismo. En el embarazo se asocia a nacimientos prematuros, bajo peso al nacer y muerte fetal (Mahan, 1996; Ziegler, 1997).

El niño típico con malnutrición proteico – energética (MPE) tiene una anemia moderada, con una hemoglobina de, quizás, 8-10 g/dl; los glóbulos rojos son de tamaño normal o algo reducido; en la médula ósea puede haber una eritropoyesis normal o encontrarse cambios hipoplásicos, con mayor proporción de grasa. Vilter (1975) ha denominado a este cuadro "médula ósea perezosa". (Waterlow, 1996)

Según la OMS, alrededor del 50% de los niños de 6 meses a cinco años que viven en los países menos desarrollados tienen anemia (Hb 11 g/dl) (De Maeyer y Adiels-Tegman, 1985) y se considera que la causa principal de la anemia es la deficiencia de hierro, complicada por la pérdida de sangre provocada por el paludismo y los parásitos intestinales. Sería lógico suponer que estos mismos factores son los responsables de la anemia en la MPE. (Waterlow, 1996).

Los estudios más completos realizados sobre la anemia en la MPE son los de Fondu y sus colaboradores en Zaire (1978), de los hallazgos de este grupo emergen varios factores causales: factores dietéticos distintos del Fe capaces de limitar la hematopoyesis, adaptación a la reducción de la demanda de oxígeno, aumento de los eritrocitos e infección crónica. (Waterlow, 1996)

Dentro de los factores que limitan la hematopoyesis encontramos los siguientes (Waterlow, 1996):

- *Proteínas.* Waterlow (1948) sugirió que la deficiencia de proteínas podría limitar la producción de hemoglobina en la MPE grave, de manera que el Fe, aunque disponible, no podría ser utilizado. Sin embargo, Finch (1975) llamó la atención sobre los estudios experimentales en los que se ha demostrado que en los animales en estado de depleción, la formación de hemoglobina adquiere una

gran prioridad y los aminoácidos necesarios para la síntesis de hemoglobina pueden ser sustraídos de otros tejidos. Tal vez sea prematuro descartar la posibilidad de deficiencias de aminoácidos específicos como la histidina (Laidlaw y Kopple, 1987) o la glicina (Jackson, 1989), muy abundantes en la hemoglobina.

- *Vitaminas.* Se ha considerado que las deficiencias de ácido ascórbico y riboflavina también podrían actuar como factores limitantes, aunque existen pocos datos que respalden esta teoría. La deficiencia de ácido fólico pertenece a otra categoría y a veces se superpone a la anemia típica de la MPE. Cuando la anemia es muy intensa, con concentraciones de hemoglobina de 5g/dl, siempre ha de sospecharse la posibilidad de una deficiencia de ácido fólico. Por otra parte, nunca se ha observado que la vitamina B12 sea un factor limitante.
- *Cobre.* Se han descrito casos de MPE en el Perú en los que la anemia no respondía a los aportes suplementarios de hierro, pero sí a los de cobre (Cordano et al., 1964; Graham y Cordano, 1976). Mc Laren et al. (1968) sugirieron que la deficiencia de cobre podría ser un factor limitante de la utilización de hierro, pues observaron bajas concentraciones de cobre en el hígado.

La deficiencia de hierro es importante dentro del contexto más extenso de las MPE leves o moderadas. El contenido de Fe de la leche materna es bajo y los lactantes pequeños dependen en gran medida de los depósitos de Fe que han acumulado durante la vida intrauterina. Cuando llega el momento del destete, la absorción del Fe existente en los alimentos habituales basados en los cereales es escasa. El tema de la absorción de Fe ha sido ampliamente estudiado (por ejemplo, Layrisse et al., 1969; Narasinga Rao, 1981), pero lo ha sido sobre todo en adultos, más que en niños pequeños. El Fe del anillo hem de los productos de origen animal se absorbe mucho mejor que el hierro inorgánico de los alimentos vegetales, en los que la interferencia creada por factores antinutricionales como el ácido fítico puede reducir aún más la disponibilidad de dicho elemento. Ashworth et al. (1973) observaron que los lactantes en fase de recuperación de una malnutrición sólo absorbían alrededor del 5% del Fe contenido en la harina de maíz y que las infecciones, aun las leves como un resfriado, reducían la absorción prácticamente a cero (Beresford et al., 1971). (Waterlow, 1996)

### **2.5.3 Cuadro clínico**

La anemia es la manifestación final de la deficiencia crónica de hierro de origen antiguo, y por ello sus síntomas reflejan la disfunción de diversos órganos y sistemas corporales. La función muscular inadecuada se produce por un menor rendimiento ergométrico y disminución de la tolerancia al ejercicio. La afección neurológica se manifiesta en cambios conductuales como fatiga, anorexia y pica, en particular pagofagia (consumo de hielo). Las anomalías en el desarrollo intelectual del niño sugieren la presencia de deficiencia de hierro antes de que se manifieste por anemia franca (Pollit y col., 1986). Es frecuente observar anomalías del crecimiento, trastornos epiteliales y disminución de la acidez gástrica. Un signo posible de la ferropenia temprana es la menor inmunocompetencia, en particular deficiencias en la inmunidad mediada por células, y en la actividad fagocítica de neutrófilos, que pudieran culminar en una mayor propensión a infecciones (Dallman, 1987). (Mahan, 1996)

Conforme se agrava la anemia ferropénica aparecen defectos en la estructura y la función de tejidos epiteliales, y en particular en la lengua, uñas, la boca y el estómago. La piel puede ser pálida y la cara interna del párpado inferior, en vez de ser roja, está pálida y rosa. Las uñas de los dedos se adelgazan y aplanan, y al final aparece coiloniquia (uñas en cuchara). Los cambios en la boca incluyen atrofia de las papilas linguales, ardor, enrojecimiento y en casos graves, una superficie completamente lisa, cerosa y brillante de la lengua (glositis). A menudo aparece dificultad para deglutir y gastritis, la cual puede ocasionar aclorhidria. La anemia progresiva no tratada ocasiona cambios cardiovasculares y respiratorios, que al final causan insuficiencia cardíaca. (Mahan, 1996)

Normalmente, los síntomas que presenta el niño con anemia féropénica son los siguientes ([www.mihijo.com](http://www.mihijo.com)):

- No se queja de nada, pero podría estar pálido, cansado, débil, con el corazón latiendo más rápido de lo normal.
- Posible alteración del desarrollo psico-motor.
- Alteración de la función de los glóbulos blancos, aumentando la posibilidad de infección.

#### **2.5.4 Morbilidad**

Los estudios inmunológicos de las personas con deficiencia de hierro demuestran que la inmunidad humoral permanece relativamente intacta pero que existe una disminución de la inmunidad mediada por células. (Waterlow, 1996)

Se han pocos estudios sobre el efecto de la deficiencia de hierro en la morbilidad de los niños. En Tanzania, se observó un aumento de la incidencia de malaria en los sujetos con deficiencia de hierro (Masaje et.al., 1974) y en Indonesia se comprobó mayor frecuencia de episodios de enfermedad respiratoria y diarrea en sujetos con esta deficiencia (Basta et.al., 1979). En los niños de Nueva Zelandia con valores bajos de hemoglobina se ha descrito un aumento de las infecciones respiratorias. (Waterlow, 1996)

Ocurren cambios en el metabolismo del hierro en ciertos estados mórbidos, como la enfermedad de Alzheimer. La distribución de hierro en el cerebro cambia durante el envejecimiento normal (Johnson y col., 1994) (Mahan, 1996)

Casi todos los estudios sobre deficiencia de hierro y morbilidad, demuestran descenso de esta última después de iniciar la administración de suplementos orales a dosis bajas. Cuando se administran dosis bajas de hierro a los sujetos con deficiencia en este metal, aumenta su respuesta inmunitaria. Si se administran dosis altas los resultados dependerán del ambiente. Si las posibilidades de proliferación microbiana son muy elevadas, estas altas dosis de hierro podrían incrementar la frecuencia de las infecciones. En el caso contrario, el exceso de hierro carecería de importancia. (Waterlow, 1996).

### **2.5.5 Tratamiento**

El tratamiento debe orientarse más bien a combatir la enfermedad subyacente o la situación que culminó en la anemia, aspecto muy difícil de determinar. El objetivo debe ser reponer la reserva de hierro y no simplemente aliviar la anemia. (Mahan, 1996)

Por lo general, el tratamiento que se utiliza es el siguiente (Mahan, 1996; [www.mihijo.com](http://www.mihijo.com); Waterlow, 1996):

- **Medicamentos:** El tratamiento básico de la anemia ferropénica incluye la administración de hierro orgánico ingerible en la forma ferrosa. El hierro, por vía oral es bastante bueno debido a que se absorbe por la boca. Inyectado, puede producir alergia severa, y manchar la piel; aunque en Tailandia se ha utilizado de esta forma sin que se hayan observado efectos adversos (Suskind, 1975).
- **Dieta o atención nutricional:** que sea adecuada para la edad del niño; la vitamina "C" aumenta la absorción del hierro; si el niño está en leche de fórmula, mantenerla hasta el año de edad; y darles vegetales verdes e hígado, si la edad lo permite. Los productos con mayor cantidad de hierro incluyen el hígado, riñones, carne de res, yema de huevo, frutas secas, guisantes y judías secas, nueces, hortalizas foliáceas verdes, melazas, panes y cereales integrales y cereales fortificados.

## CAPITULO 3. EFECTO DE LA DEFICIENCIA DE HIERRO SOBRE LAS FUNCIONES COGNOSCITIVAS Y CONDUCTA

### ***3.1 Implicaciones de la deficiencia de hierro en el SNC***

El hierro es un mineral crítico para la función cerebral normal en todas las edades debido a que participa en los procesos fisiológicos de función y síntesis de neurotransmisores dentro del Sistema Nervioso Central (Beard y col, 1993). Si su deficiencia se presenta durante el desarrollo fetal afecta procesos fisiológicos estrechamente relacionados con la formación del Sistema Nervioso Central (SNC), tanto a nivel funcional como estructural lo cual tendrá repercusiones a largo plazo sobre los procesos neuroconductuales del niño.

Morgane en 1993 señaló que la malnutrición prenatal afecta la producción de neurotransmisores, específicamente, la deficiencia de hierro está asociada con alteraciones en el metabolismo cerebral, la síntesis y degradación de neurotransmisores, el transporte de electrones, la síntesis proteica y la organogénesis. (Yehuda y Youdim, 1989).

Tenemos entonces que la desnutrición, por deficiencia de hierro, ejercerá un efecto nocivo sobre los diferentes periodos críticos que suceden en el desarrollo cerebral, produciendo un daño anatómico y bioquímico sobre todas las áreas cerebrales que fueron vulnerables al déficit nutricional; de ahí que el déficit neurológico ocurra en forma difusa en todo el SNC.

### **3.1.1 Estudios realizados en Animales.**

Estudios realizados en ratas muestran que un bajo peso cerebral al nacer y una deficiencia de nutrientes, como resultado de una malnutrición materna prenatal, se relaciona con un déficit en el número de neuronas, desorganización funcional de los periodos de gliogénesis, tanto tempranos como tardíos, trastornos en la migración neuronal, en la formación de circuitos y desorganización de las estructuras cerebrales, produciéndose más tarde diferencias en el comportamiento y en el aprendizaje (Zamenhofetal, 1968).

Diversas investigaciones han demostrado que la glía está relacionada con la retención de las huellas de la memoria, por lo que podría haber un efecto directo del hierro sobre la glía y por lo tanto sobre los procesos de memoria (Luria ed. 1984)

Ben – Shachar (1986) encontró que el suplementar a ratas recién nacidas, que presentaban deficiencia de hierro no restablecía los niveles de hierro a cerebral e implicaba una suplementación más prolongada que la que requirieron ratas jóvenes y adultas con deficiencia de hierro y en ellas si se lograba reestablecer dichos niveles. Esto nos dice que posiblemente durante la primera década de vida, el ser humano obtiene los niveles de hierro a nivel cerebral que tendrá durante la edad adulta.

Una interferencia en el metabolismo del hierro a muy temprana edad puede resultar en un daño irreversible en el funcionamiento de las neuronas dopaminérgicas con consecuencias que pueden manifestarse hasta la edad adulta. (Youdim et al, 1990)

### **3.1.2 Estudios realizados en Humanos**

En un estudio realizado en estudiantes universitarios se observó que altos niveles de ferritina sérica se asociaban positivamente con mayor actividad del hemisferio izquierdo (indicado a través de electroencefalograma EEG). El estado de hierro se relacionó significativamente con su desempeño cognoscitivo y se relacionó con la asimetría del EEG (Tucker, 1984).

En adultos mayores de 60 años de edad, se encontraron numerosas correlaciones entre índices de EEG e indicadores de tiamina, robofavina y hierro. Se observó un decremento en la actividad de las ondas alfa en los sujetos con bajos niveles de tiamina. La frecuencia del EEG en individuos que no presentaban bajos niveles de hierro fueron similares a los reportados por personas de menor edad (Tucker, 1990).

Por otro lado, en estudios realizados en potenciales evocados auditivos (Auditory brainstem responses ABRs) se ha logrado observar que los niños deficientes de hierro tienen una velocidad de conducción nerviosa disminuida. Estos ABRs representan la activación progresiva de diferentes niveles de la vía auditiva, desde la parte distal del nervio auditivo hasta el lemnisco lateral. Esta vía es de las primeras en formarse en el individuo. Los cambios en la latencia se han relacionado con un incremento en la velocidad de conducción durante la mielinización axonal (Roncagliolo et al, 1998). Este tipo de estudios se acercan mucho a la evaluación más directa del SNC en los niños, ya que se miden indirectamente la función de transmisión de la señal eléctrica.

### ***3.2 Deficiencia de hierro y conducta***

Existe un número creciente de estudios que sugieren que la deficiencia de hierro ejerce un efecto transitorio sobre el comportamiento. En un estudio realizado por Lozoff se observó que los niños con anemia por deficiencia de hierro, permanecían más cerca de sus cuidadores durante mayor tiempo, mostraban menor placer ante cosas gratificantes como premios o estímulos positivos tanto materiales como afectivos; también se mostraron más cautelosos, vacilantes y cansados.

Por otro lado (Lozoff, 1998) encontró que los lactantes y niños pequeños con deficiencia de hierro presentan baja reactividad a su entorno, muestran menos placer y gozo, son más cautelosos, más titubeantes, menos juguetones, se cansan más fácilmente, son menos atentos a las instrucciones y pasan más tiempo sentados en silencio.

Los resultados arrojados por la prueba de Desarrollo Psicomotor de Bayley en su escala conductual indican que los niños anémicos, suelen ser más temerosos y menos

participativos, con una fuerte tendencia al aislamiento. Estas conductas los llevan a recibir una pobre estimulación motora debido a que al no permitir el niño la socialización con sus pares, no tiene el referente conductual que les retroalimente en su desempeño. Estos niños son fácilmente irritables y les gusta estar cargados o en su cama (Briery.2000).

La anemia por deficiencia de hierro ha sido negativamente asociada con el comportamiento en clase. Al parecer las pobres habilidades sociales adquiridas durante la infancia son mantenidas hasta la adolescencia lo cual repercute en su seguimiento de instrucciones, lenguaje y aprendizaje.

En el caso de los adultos estudios realizados en trabajadores muestran que la anemia causa reducción significativa en la capacidad para el trabajo. Las anomalías que resultan de la disminución en las cantidades de algunas enzimas que dependen del hierro parecen influir en esta limitación para el trabajo físico.

### **3.3 Deficiencia de hierro y Funciones Cognoscitivas**

Las funciones cognoscitivas han sido un punto importante de estudio por considerárseles buenos predictores de las secuelas que puede presentar un niño, que durante los primeros años de vida haya tenido anemia por deficiencia de hierro. Beery menciona que los niños deficientes de hierro durante su primer año de vida presentan bajos puntajes en escalas de desarrollo psicomotor en la escala mental donde se evalúa: memoria, atención y lenguaje entre otros, en más de un estudio como este el uso de pruebas psicológicas y de desarrollo ha permitido estudiar la correlación entre la deficiencia de hierro y funciones cognoscitivas.

### ***3.3.1 Efecto que la Deficiencia de Hierro tiene sobre las Funciones Cognoscitivas, medido a través de Pruebas de Desarrollo Psicológico y Psicomotor***

Todos los mecanismo funcionales y anatómicos neuronales que se pueden ver dañados por la deficiencia de hierro generalmente se manifiestan y se miden a través de pruebas de desarrollo psicológico y psicomotor, el efecto del hierro se puede ver en estudios donde hay suplementaciones con este micronutriente y tiene un efecto positivo sobre los resultados en las escalas aplicadas. Sin embargo los resultados obtenidos en las pruebas no son del todo congruentes –probablemente debido a las diferencias en el diseño de los estudios, a las diferentes edades de los niños y a la distinta duración de los seguimientos- pero no pueden ser ignoradas.

Por ejemplo, Lozoff et.al. (1987), en un estudio llevado a cabo en Costa Rica en niños de uno a dos años, encontró que los niños con anemia ferropénica tenían unas puntuaciones significativamente inferiores a las de los controles en las pruebas mentales y motoras, incluso tras haber eliminado los factores de interferencia, como los antecedentes familiares, el CI de los padres y el ambiente domiciliario. Después de tres meses de tratamiento, las puntuaciones de los lactantes con deficiencias de Fe más crónicas o intensas seguían siendo bajas. Mientras que Palti et.al. (1983) identificaron defectos del rendimiento intelectual en niños moderadamente anémicos (Hb <10 g/dl), con los que persistieron al menos hasta los cinco años de edad.

En otros estudios de suplementación con hierro, se ha encontrado que los niños anémicos mejoran sus niveles de hierro tras una suplementación asignada aleatoriamente y también elevan sus puntajes en escalas cognoscitivas. Esto se corresponde con lo señalado por Pollit y colaboradores (1989) en varios ensayos clínicos donde se observó una mejoría en la ejecución de las pruebas de funciones cognoscitivas específicas y también en el rendimiento escolar después de tres meses de tratamiento en los niños mayores de dos años. Pollit sugiere que estas mejoras

están mediadas por variaciones de los niveles de animación y atención de los niños (Pollit et.al., 1986).

Soemantri y colaboradores (1985) señalan que el suplemento de hierro dado como tratamiento a niños con anemia por deficiencia de hierro los beneficia en los procesos de aprendizaje. Esto se determinó por el logro de puntuaciones altas en los exámenes escolares (Soemantri y col., 1985).

### ***3.3.2 Decremento de las Funciones Cognoscitivas***

Diversos estudios correlacionales han demostrado que la anemia por deficiencia de hierro se asocia con un deficiente desarrollo motor y cognoscitivo así mismo, se ve disminuido el rendimiento escolar de los niños. En estos estudios, se ha observado que niños anémicos tienen una capacidad cognoscitiva más pobre, así como su rendimiento escolar disminuido en comparación con niños no anémicos .

Los niños anémicos presentan consistentemente un retraso en el aprendizaje del lenguaje y en el balance corporal. La anemia en niños e infantes es asociada con un retardo en el crecimiento y desarrollo cognoscitivo. Las principales áreas donde este desfase del desarrollo es observable son la motora, lenguaje y capacidad viso-espacial. Algunos estudios desde su perspectiva proponen que la deficiencia de hierro afecta el ejercicio de las funciones cognoscitivas al deteriorar las llamadas variables de estado, como la capacidad de atención y de reactividad. (Pollit et al., 1993) reporta que altos niveles de ferritina sérica predice mejores habilidades verbales pero una respuesta no verbal auditiva muy pobre. Esto sugiere que las reservas corporales de hierro son importantes en procesos neurofisiológicos en torno a la capacidad de atención. También se han encontrado diferencias entre la ejecución escolar, la competencia sensoriomotriz, la atención, el aprendizaje, y la memoria de niños anémicos y sujetos de control (Pollit y col., 1976).

## **CAPITULO 4. METODOLOGIA**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La deficiencia de hierro es una enfermedad carencial que registra una de las mayores tasas prevalencias en el mundo, aun cuando suele ser más frecuente en los países en vías de desarrollo, ocurre también en amplios grupos de población de las naciones llamadas del primer mundo.

En México, programas gubernamentales y de la industria alimentaria han efectuado diversos esfuerzos para el control de la deficiencia de hierro, sin embargo han sido insuficientes. Debido a que la deficiencia de hierro en etapas tempranas ha sido asociada con alteraciones del metabolismo cerebral y con problemas de conducta, rendimiento escolar y de funciones cognoscitivas en etapas posteriores, consideramos relevante el estudio de la relación entre la deficiencia de hierro y el razonamiento analógico en niños escolares mexicanos ya que la mayoría de los estudios realizados se han enfocado en su mayoría, a niños menores de 6 años, habiendo entonces poca literatura que documente las repercusiones de la deficiencia de hierro sobre población mexicana en edad escolar.

#### **OBJETIVO GENERAL**

Conocer la relación entre el razonamiento analógico y la deficiencia de hierro en niños escolares de la Ciudad de México.

#### **OBJETIVO ESPECIFICO**

Conocer la diferencia en el razonamiento analógico entre niños con y sin deficiencia de hierro en la Ciudad de México.

## **HIPOTESIS:**

Hipótesis Nula: No se espera encontrar menor respuesta en el razonamiento analógico de los niños deficientes de hierro en comparación con los niños no deficientes de las escuelas estudiadas.

Hipótesis alterna: Se espera encontrar menor respuesta en el razonamiento analógico de los niños deficientes de hierro en comparación con los niños no deficientes de las escuelas estudiadas.

## **VARIABLES**

Variables dependientes:

- Razonamiento analógico: Operación intelectual por la que se extiende a un conjunto de una clase o de un grupo, las propiedades y las características observadas sobre un número limitado de casos individuales.

Variables independientes

- Deficiencia de Hierro: Puntos de corte de ferritina sérica indicados por la World Health Organization en Génova en mayo de 1994 que indican una deficiencia de hierro.

Deficiencia de hierro: Se refiere a los niveles de ferritina sérica menores a 12mg/dl y hemoglobina menor 11mg/dl determinados en sangre venosa tomada en ayunas.

## **MÉTODO**

**Diseño del estudio:** Se trata de una medición transversal donde se compararon dos grupos (niños deficientes vs No deficientes de hierro).

El presente estudio forma parte de un ensayo clínico comunitario, doble ciego, donde se realizó una suplementación con hierro a los niños deficientes. Se llevo a cabo por la Unidad de Investigación en Epidemiología Nutricional del Centro Médico Nacional Siglo XXI (CMNSXXI).

En nuestro análisis se incluyeron los resultados de las pruebas, tanto de niños deficientes como no deficientes de hierro, previos a la suplementación.

**Sujetos:** Participaron 178 niños (69% niñas y 31% niños) de 4 escuelas primarias públicas de la zona Sur de la Ciudad de México, de 1° a 6° grado, con un promedio de edad de 8 años. Al hacer los análisis correspondientes para determinar el grupo de niños cuyos resultados en el Raven cumplieran con los criterios de validez de la prueba la muestra se redujo a 99 sujetos. El porcentaje de niños fue de un 26.36% y de niñas de un 73.73%.

### **Criterios De Selección**

**Inclusión:** Niños de primaria a los cuales, se les haya determinado hierro: ferritina sérica, hemoglobina (Hb), y evaluación de Razonamiento analógico

- Que presentaron firmado de aceptación el consentimiento informado de los padres de que el niño participará en el estudio.

### **Instrumentos:**

- Se utilizó el *Examen validado* Raven, J.C. Test de Matrices Progresiva, Escala Coloreada General, series A,B,C , D y E, Buenos Aires, Paidós, 1993
- Deficiencia de Hierro

Para la determinación del hierro se tomó una muestra de 5.5ml. de sangre venosa. Se realizó la detrmnación del estado nutricio de hierro mediante biometría hemática completa, concentración de vitamina B12, ácido fólico, saturación de transferrina, ferritina, protoporfirina eritrocitaria y proteína C reactiva. La determinación final se realizó a los 3 meses una semana después de haber terminado la primera determinación.

El uso de varios índices sobre el estado nutricional y hierro, en forma simultánea, proveyo una medida mas precisa. Generalmente, la presencia de dos o más índices con valores anormales indica deficiencia de hierro. En este estudio se utilizó el modelo de la ferritina (ferritina, porcentaje de saturación de transferrina y protoporfirina

eritrocitaria). Se determinó la concentración de proteína C reactiva debido a que es el mejor indicador de la existencia de un proceso infeccioso o inflamatorio, los cuales afectan las concentraciones de los índices hemáticos, por lo cual es necesario controlar este factor. Además con el fin de no tomar muestras a escolares que presentaran infección, se realizó un cuestionario antes de la toma de muestra, si se detectaba que el escolar presentaba infección actual o en la semana anterior, programó la toma de muestra una semana después de que haya pasado el evento.

### **Escenario**

4 escuelas primarias públicas del sur de la ciudad de México.

En cada escuela se solicitó un aula de clases para llevar a cabo las evaluaciones de razonamiento analógico, el cual también fue ocupado para las tomas de muestra de sangre venosa.

### **Procedimiento**

Para medir el **razonamiento analógico** de niños de primaria se aplicó el examen psicométrico de **Matrices Progresivas de Raven** escala SPM, se hizo una aplicación colectiva (grupos de 9 sujetos) a todos los niños seleccionados  $n = 178$ , se aplicó en un tiempo variable entre 20 a 50 minutos.

Los percentiles de la prueba de Raven (calificación de la misma) se obtuvieron de la siguiente manera: se calificaron las pruebas y se sacó un puntaje total, posteriormente para verificar la validez de la prueba se comparó los puntajes obtenidos de cada escala (A, AB y B) con lo que se esperaba obtener en cada una de acuerdo al puntaje total. Una vez que se observa que los resultados son válidos, se convierte el puntaje total a percentil de acuerdo a la edad del sujeto.

En la prueba de Raven los percentiles se clasifican de acuerdo a la siguiente tabla:

95	Superior
90 y 75	Superior al término medio
50	Término medio
25 y 10	Inferior al término medio
5	Deficiente

Un día después de la aplicación del Test de Raven, se tomó la muestra de sangre de los niños.

### **Análisis de Resultados**

Se realizaron análisis descriptivos de las variables estudiadas.

- Frecuencias y porcentajes de las variables categóricas.
- Medias, mediana, desviación estándar de las variables continuas.

Para conocer la relación entre el razonamiento analógico y la deficiencia de hierro se realizaron comparaciones de  $\chi^2$  (en los resultados de razonamiento analógico entre niños deficientes y no deficientes).

**Todos estos análisis fueron hechos con el paquete estadístico SPSS/PC Versión 12.0**

edad			nivel de hierro		Total
			deficiente	no deficiente	
6	percentil raven	Deficiente	0	1	1
		Termino medio	1	0	1
		Sup. al Termino medio	1	1	2
		Sup. al Termino medio superior	0	1	1
			1	0	1
	Total		3	3	6
7	percentil raven	Deficientes	0	2	2
		Inferio al Tm	1	2	3
		Inferio al Tm	1	2	3
		Termino medio	0	2	2
		Sup. al Termino medio	1	1	2
		Sup. al Termino medio superior	1	2	3
	Total		6	14	20
8	percentil raven	Deficiente	0	1	1
		Inferio al Tm	3	1	4
		Termino medio	2	1	3
		Sup. al Termino medio superior	0	1	1
	Total		4	2	6
9	percentil raven	Inferio al Tm	1	0	1
		Inferio al Tm	0	3	3
		Termino medio	3	0	3
		Sup. al Termino medio	3	1	4
		Sup. al Termino medio superior	0	1	1
	Total		1	1	2
10	percentil raven	Deficientes	2	0	2
		Inferio al Tm	0	3	3
		Inferio al Tm	2	0	2
		Termino medio	1	1	2
		Sup. al Termino medio	2	4	6
		Sup. al Termino medio superior	2	1	3
			1	4	5
	Total		10	13	23
11	percentil raven	Deficiente	1	0	1
		Inferio al Tm	1	2	3
		Inferio al Tm	0	3	3
		Termino medio	0	1	1
		Sup. al Termino medio	5	3	8
		Sup. al Termino medio superior	1	4	5
	Total		8	13	21

Tabla 2. Percentil de Raven, Edad y Nivel de hierro.

## Capítulo 5 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los resultados se basan en el percentil 50 y el 60 de la prueba de Raven, así como en la deficiencia o no de hierro de acuerdo al análisis de sangre.

En la siguiente tabla se presenta el porcentaje de niños y niñas en la muestra, así como el porcentaje de niños deficientes o no de hierro.

	Con deficiencia de hierro	Sin deficiencia de hierro	Total
<b>Niños</b>	11	15	26
<b>Niñas</b>	33	40	73
<b>Total</b>	44	55	99

**Tabla 3 Niños deficientes y no deficientes de hierro, total de sujetos y porcentaje de niños por género.**

La tabla anterior muestra que el 44% de los sujetos presentaron deficiencia de hierro, mientras que el 55% fueron no deficientes. El porcentaje de niños fue de un 26% y el de niñas de 73%.

Al realizarse la comparación de medias del razonamiento analógico entre los grupos de deficiencia y no deficiencia de hierro se obtuvieron los resultados que se muestran en la siguiente tabla:

	<b>RAZONAMIENTO ANALÓGICO</b>	
<b>GRUPOS</b>	<b>MEDIA</b>	<b>SIGNIFICANCIA</b>
<b>Con Deficiencia Hierro</b>	56.14	.978
<b>Sin Deficiencia de Hierro</b>	57.27	

**Tabla 4 Comparación de medias entre el grupo deficiente de hierro y el no deficiente.**

Como se puede observar en la tabla anterior, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas al 0.05 respecto al razonamiento analógico de acuerdo a la deficiencia o no de hierro; aunque se observa una tendencia de mayor puntaje de razonamiento analógico en el grupo sin deficiencia de hierro a diferencia del grupo con deficiencia de hierro.

Se puede afirmar que de acuerdo a los resultados obtenidos se cubrió el objetivo del presente trabajo: "Conocer la relación entre el razonamiento analógico y la deficiencia de hierro en niños escolares de la Ciudad de México".

Los resultados específicos no denotan diferencias estadísticamente significativas en el razonamiento analógico de ambos grupos; lo cual confirma la hipótesis nula: "El razonamiento analógico de los niños deficientes de hierro será menor en comparación con los niños no deficientes de las escuelas estudiadas en el Distrito Federal".

Se observa una tendencia a mayor razonamiento analógico del grupo sin deficiencia de hierro, lo que corresponde con lo planteado por diversos autores como Pollit (1993) o Lozoff (1996) quienes indican que existe una relación negativa pero estadísticamente significativa entre la deficiencia de hierro y un bajo puntaje en las pruebas de desarrollo, como resultado del impacto que los bajos niveles de ferritina sérica tienen sobre diversos procesos fisiológicos del cerebro implicados en la atención, memoria y aprendizaje.

Es importante hacer notar esta tendencia aunque no sea estadísticamente significativa ya que diversos autores (Berthenthal 1984, Freire 1997 y Grantham 2001) indican que la presencia de la deficiencia de hierro en etapas tempranas del desarrollo tiene graves repercusiones sobre el desarrollo en general de los niños al afectar su desarrollo psicomotor.

Cuando el desarrollo psicomotor se ve afectado también el desarrollo cognoscitivo, ya que el primero sienta las bases para el sano establecimiento del segundo. Por lo que en estos niños se esperan desfases en varias áreas a lo largo de su desarrollo desatacando las siguientes: en el comportamiento (principalmente en el seguimiento de instrucciones), coordinación, lenguaje, aprendizaje, capacidad viso-espacial y memoria.

Empero en este trabajo se confirmó la hipótesis nula del estudio, lo cual indicó que no se dió una relación significativa entre los bajos niveles de ferritina sérica y el desarrollo cognoscitivo en la muestra de niños en edad escolar de la Ciudad de México.

Se concluye entonces que aún cuando se ha documentado que la deficiencia de hierro afecta la función del Sistema Nervioso Central al alterar el metabolismo cerebral, así como la síntesis y degradación de los neurotransmisores y por ende las funciones cognoscitivas (atención, memoria, aprendizaje...) esto no siempre es observable en estudios que correlacionen la deficiencia de hierro con bajos puntajes en pruebas de desarrollo usadas para medir dichas funciones. (Yehuda y Youdim, 1989)

Lo anterior es complicado de plantear ya que no se corresponde con lo dicho por la literatura sobre el tema. Resulta entonces relevante considerar los siguientes puntos: en el presente trabajo, por cuestiones ajenas, no se pudo contar con la medición de los factores de interferencia; como el nivel socioeconómico, nivel cultural y el CI de los padres, antecedentes familiares y el ambiente domiciliario (Lozoff et al 1987); lo cual justificaría que la diferencia entre el grupo con deficiencia de hierro y el no deficiente no fuera significativa.

Otro factor que pudo determinar que los resultados obtenidos no apoyaran la hipótesis alterna son las diferencias individuales en el bagaje interno de los sujetos, que como lo

señaló Fitzgerald (1982) "todos los aspectos del desarrollo del niño están relacionados entre sí, tanto el físico como el intelectual, el emocional y el social". Por lo que el desempeño en el razonamiento analógico puede estar influido por diferencias individuales, como lo son: la percepción de la información, la estimulación que se recibe del medio, experiencias emocionales, procesos de atención, influencia del hogar y/o la familia (o del internado) etc.

Finalmente es importante mencionar que en la mayoría de los estudios realizados con niños donde se estudia la relación entre deficiencia de hierro y funciones cognitivas han sido hechas en niños pequeños cuyo rango de edad oscila entre el primer año de vida y 4 años aproximadamente, mientras que en esta investigación participaron niños en edad escolar con una media de edad de 8 años, lo cual implica características diferentes de la muestra que pueden repercutir en los resultados obtenidos.

Con la comprobación de la hipótesis nula se considera la aportación principal del presente estudio: controlar variables que puedan afectar los resultados obtenidos en las pruebas relacionadas con los procesos cognoscitivos, es decir es imperante la necesidad de utilizar una batería psicológica que permita desglosar la medición por funciones cognitivas para poder realizar una comparación del efecto de la deficiencia de hierro sobre procesos como atención, memoria, lenguaje, etc.; y preferir estudios de corte transversal y longitudinal en niños con deficiencia de hierro en edad escolar debido a que las repercusiones que tiene sobre su desarrollo son muy elevadas.

Aún cuando la deficiencia de hierro ya es considerado un problema de Salud Pública en nuestro país, y tanto las instituciones de gobierno como las privadas (Laboratorios) han desarrollado campañas que combatan este hecho (tal es el caso de la papilla progres) no puede considerarse que es un problema controlado en el país.

## **LIMITANTES**

Al ser este trabajo parte de un estudio longitudinal, no se pudo contar con la evaluación posterior de los niños después del tratamiento para su deficiencia de hierro por lo que

no pudimos darle un seguimiento a las diferencias presentadas de razonamiento analógico entre niños deficientes y no deficientes.

Una segunda limitante fue no contar con tiempo y presupuesto para aumentar el número de escuelas evaluadas, y poder así mediar la reducción de sujetos por los filtros de validación que la prueba de Raven maneja.

## **SUGERENCIAS**

En futuras réplicas de trabajos como éste, sería conveniente contar con instrumentos que puedan medir los factores de interferencia (Lozoff et. al 1987).

Obtener antecedentes médicos de los niños sobre si tuvieron anemia o deficiencia de hierro durante los primeros dos años de vida ya que está documentado que el efecto de la deficiencia de hierro sobre el desarrollo psicomotor de los 2 primeros años de vida deja secuelas en las funciones cognitivas y capacidad motora de los niños.

## **REFERENCIAS**

- Ben-Schachar D., Ashkenazi R., Youdim MB. (1986). Long term consequences of early iron-deficiency on dopaminergic neurotransmission in rats. International Journal of Development Neuroscience. 4(1), 8-81.
- Berube, Louise. Terminologie de neuropsychologie et de neurologie du comportement, Montréal, Les Éditions de la Chenelière Inc.,1991, 176 p., p. 17.
- Casanueva, E., Kaufer, M., Pérez, L. A. y Arroyo, P. (1995). Nutriología médica. México: Ed. Panamericana.
- Davidoff, Linda L. (1989). Introducción a la Psicología. Editorial Mc Graw Hill.
- Degen F. Using developmental theory to guide the search for the effects of biological risk factor son the development of children. Am J Clin Nutr. 1989;50:589-597
- Dobbing, J. (1972). Vulnerable periods of brain development In: Lipids malnutrition and developing brain. CIBA. Foundation Symposium, (pp 9 – 29). Elsevier, Ámsterdam: Citado por Morgane 1993.
- Fitzgerald, H. E.; Strommen, E. A. y Mckinney, J. P. (1982). Psicología del Desarrollo: Edad Escolar. Ed. El Manual Moderno.
- Freire, WB. La anemia por deficiencia de hierro: estrategias de la OPS/OMS para combatirla Salud Pública de México 1998;40 199-205
- Grantham-McGregor S. Ani, C. A review of studies on the effect of iron deficiency on cognitive development in children. Journal of Nutrition. 2001; 131:649S-668S
- Gyton, H. (2000). Tratado de Fisiología médica (9º ed.). México: Ed. Mc Graw Hill.

Hallberg L. Search for nutritional confounding factors in the relationship between iron deficiency and brain function. *Am J Clin Nutr.* 1989;50:598-606

Jianghounf L., Raine A., Venables Q., Dalais C., Samof A. Malnutrition at Age 3 years and lower cognitive ability at age 11 years. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2003;157:593-600

Krieger E., Hartl A., Scott KG. Early childhood anemia and mild or moderate mental retardation. *Am J Clin Nutr* 1999;69:115-119

Lozoff B., Jimenez E. Poorer behavioral and developmental outcome more than 10 year after treatment for Iron deficiency in infancy. 2000;105

Luria, A. (1984). El cerebro en acción. Barcelona: Ed. Martínez Roca.

Mahan, L.K. y Escott-Stump, S. (1996). Nutrición y dietoterapia de Krause (9ªed.). México: Ed. Mc Graw Hill.

Maulen-Radován I., Gutiérrez-Castellón P. Estado del hierro y desarrollo psicomotriz y conductual en niños. *Bol Med Hosp. Infant Mex.* 2000;57:707-713

Mussen, P. (1983). Desarrollo Psicológico del Niño. Ed. Trillas.

Morgane, J.P., Austin- LaFrance, R., Bronzino, J., Tonkiss, J., Díaz- Cintra, S., Cintra, L., Kemper, T. y Galler, J. (1993). Prenatal Malnutrition and development of the brain. Neuroscience biobehavioral Review, 17, 91-128.

Papalia, D. E. y Wendkos Olds, S. (1992). Desarrollo Humano (4ª ed). Ed. Mc Graw Hill.

Prácticas modernas en la alimentación infantil. Ed. Gerber, 2ª edición, 2001

Wilson M., Hass JD., Habich JP. Iron deficiency and behavior: criteria for testing causality. *Am J Clin Nutr.* 1989;50:566-574

Raven, J.C. Test de Matrices Progresivas: Manual. Introducción, notas y apéndice de Jaime Bernstein. Editorial Paidós.

Raven, J.C. Test de Matrices Progresivas para la medida de la capacidad intelectual. Escala Especial. Introducción y notas de Jaime Bernstein. Editorial Paidós.

Rodier, P.M. (1980). Chronology of neuron development. Animal studies and their clinical implication. Dev. Med. Child. Neurol., 22, 525-545.

Roncagliolo, M., Garrido, M., Walter, T., Peirano, P. y Lozoff, B. (1998). Evidence of altered central nervous system develop in infants with iron deficiency anemia at 6 mo: delayed maturation of auditory brainstem responses. American Journal of Clinical Nutrition, 68, 683-690.

Sattler, J.M. (1988). Evaluación de la inteligencia infantil y habilidades especiales. México: Ed. Manual Moderno.

Székely, B. (1966). Los tests: Manual de técnicas de exploración psicológica. Buenos Aires: Ed. Kapelusz.

Thorndike, R. L. y Hagen, E.P. (2ª ed, 3ª imp.1998). Medición y evaluación en psicología y educación. Ed. Trillas

Tucker, D.M., Penland, J.G., Sandstead, H.H., Milne, D.B., Heck, D.G. y Klevay, L.M. (1990). Nutrition status and brain function in aging. American Journal of Clinical Nutrition, 52, 93-102.

Tucker, DM., Sandstead, H.H., Dawson SL., Penland J.G., Milne, D.B. (1984) Iron status and brain function: serum ferritin levels associated with asymetries of cortical electrophysiology and cognitive performance. American Journal of Clinical Nutrition. 39,105-113

Vázquez-Molina ME, Corral-Terrazas M, et al. Relación entre las reservas de hierro maternas y del recién nacido. Salud Pública de México. 2001;43 402-407.

Waterlow, J.C. (1996). Malnutrición proteico – energética. Publicación científica No. 555. Organización Panamericana de la salud.

Yehuda S y Youdim MBH. (1989) Brain Iron: A lesson from animal models. American Journal of Clinical Nutrition. 50, 618-630.

Ziegler, E. y Filer, L.J. (1997). Conocimientos actuales sobre nutrición (7ª ed.). OPS. IISI Press. USA.

Zamenhof S., Van Marthen E., Margolis F. (1968). DNA (cell number) and protein in neonatal brain: Alterarion by maternal dietary protein restriction. Science.,160.

[http://www.mihijo.com/falta de hierro.htm](http://www.mihijo.com/falta_de_hierro.htm)