

REVISIONES

Inteligencia, alimentación y nutrición en la niñez: revisión

PERSPECTIVAS EN NUTRICIÓN HUMANA
ISSN 0124-4108 Vol. 11 No. 2 Julio-Diciembre de 2009
Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia págs. 187-201

Artículo recibido: 27 de enero de 2010
Aceptado: 7 de abril de 2010

Martha Alicia Cadavid Castro¹

*Muchas de las cosas que necesitamos
pueden esperar.
El niño no puede
ahora es la hora.
Se están formando sus huesos,
se está haciendo su sangre y
se están desarrollando sus sentidos.
No podemos responderle mañana.*

Gabriela Mistral

Resumen

Justificación: entre las dimensiones del desarrollo humano se encuentra el desarrollo corporal, que incluye el estado nutricional, y el desarrollo cognitivo; esta revisión tiene como finalidad contribuir a esclarecer la relación entre ellas y brindar elementos para la planificación de programas dirigidos a la niñez. **Objetivo:** compilar evidencia científica sobre la relación entre inteligencia, alimentación y nutrición en la niñez, con énfasis en población escolar. **Materiales y método:** se utilizaron fuentes de información con contenido reciente y clásico en esta temática, disponibles en colecciones físicas y en línea de universidades de la ciudad de Medellín. **Resultados y discusión:** en los últimos años se

¹ Grupo de Investigación en Alimentación y Nutrición Humana, Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. martacc@pjaos.udea.edu.co.

Como citar este artículo: Cadavid Castro MC. Inteligencia, alimentación y nutrición en la niñez: revisión. *Perspect Nutr Humana*. 2009;11:187-201.

ha evidenciado que los niños y niñas que satisfacen sus requerimientos nutricionales pero permanecen en ambientes desfavorables no alcanzan un óptimo desarrollo. Estos hallazgos sugieren que para analizar los efectos de la privación alimentaria sobre la capacidad intelectual, se deben considerar, además de aspectos biológicos, características psicológicas y sociales del ambiente en el que el niño o niña crece y se desarrolla. **Conclusiones:** La investigación en el campo cognitivo sugiere que los factores de riesgo que afectan negativamente el desarrollo pueden ser de carácter social, familiar e individual, y que a más riesgos presentes serán peores los resultados en todas las dimensiones del desarrollo humano.

Palabras clave: cognición, inteligencia, nutrición, seguridad alimentaria, escolares.

Nutrition and cognitive development in childhood: review

Abstract

Nutritional status and cognitive development are involved in all human dimensions as well as in body development. The main purpose of this review article is to know the relationship between these aspects and create guidelines for children programs. **Objective:** to get scientific understanding about relationship between intelligence, feeding and nutrition in children, specifically in scholar age. **Materials and methods:** scientific evidence of update articles and on-line information related to the topic were collected to write the paper. The information was available in academic scientific collections from libraries of Universities from Medellin. **Results:** scientific evidence reported that children, who meet nutritional requirements but live under undisadvantage environmental conditions, don't can get normal development. These results suggest that in order to analyze the effects of food deprivation on cognitive development, it is necessary to study not only the biological aspects of children, but also the psychological and social determinants. **Conclusions:** Scientific research suggests that the risk factors which can impact negatively child's development can be social, family or individual. And the more exposed children to these risks, the worse results for all dimensions of human development.

Key words: cognition, intelligence, nutrition, food security, school age.

INTRODUCCIÓN

En la última década en Colombia, Antioquia y Medellín (1,2,3) se evidencia interés por ofrecer a los niños y niñas protección integral y garantizar el ejercicio de sus derechos y libertades. Con este objetivo la legislación nacional consagra, entre otros, el derecho a la vida, a la calidad de vida, y a un ambiente sano; lo que supone la generación de condiciones que les aseguren a niños y niñas cuidado, protección, alimentación nutritiva y equilibrada, acceso a los servicios de salud, educación, vestuario adecuado, recreación y vivienda segura dotada de servicios públicos esenciales (1). La finalidad es garantizar el

desarrollo humano integral, lo que obliga a realizar importantes esfuerzos de planificación intersectorial porque, desde el punto de vista holístico, la evolución del niño y la niña se realiza en varias dimensiones y procesos a la vez, estos desarrollos no son independientes sino complementarios y este sistema de múltiples dimensiones está compuesto por lo socio-afectivo, lo corporal- que incluye el estado nutricional-, lo cognitivo, comunicativo, ético, estético y espiritual (4).

La presente revisión tiene como propósito compilar evidencia científica sobre la relación entre inteligencia, alimentación y nutrición en la niñez, con énfasis

en la población escolar, con el fin de contribuir a la integración de conocimientos en dos de las dimensiones del desarrollo, que sea de utilidad en nuestro medio para la planificación de políticas, planes, programas y proyectos dirigidos a la población infantil.

El artículo presenta la definición de inteligencia, basada en los postulados de Wechsler (5-6), y expone información sobre campos más concretos de la capacidad cognitiva como la comprensión verbal, el razonamiento perceptivo, la memoria de trabajo y la velocidad de procesamiento (5). También presenta evidencia reciente sobre cómo el estado individual de nutrientes modifica las vías moleculares críticas para el desarrollo cerebral y su función adulta (7); y para finalizar, postula la seguridad alimentaria como variable social de la alimentación, que posibilita estudiar los significados psicológicos y sociales de la privación de alimentos y su relación con la afectación de las capacidades intelectuales de niños y niñas en edad escolar (8).

MATERIALES Y MÉTODO

Para esta revisión se utilizaron como fuentes de información bases de datos bibliográficas en las que era probable hallar colecciones de documentos electrónicos de acceso en línea, referenciales y en texto completo sobre alimentación, nutrición y cognición como: Ebsco, Medline, Psychology and Behavioral Sciences Collection, PubMed y Science Direct. Adicionalmente se consultó información reciente y clásica en esta temática, disponible en las colecciones de las bibliotecas de la Universidad de Antioquia y la Universidad San Buenaventura de Medellín.

En el desarrollo del artículo se interpreta la evidencia científica a la luz de los conocimientos y experiencias obtenidos durante el trabajo investigativo realizado con 461 niños y niñas de 6 a 8 años y sus madres, con el objetivo de evaluar el coeficiente intelectual, el estado nutricional y la seguridad alimentaria en

el hogar, así mismo los determinantes sociales de estas tres dimensiones (9).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Inteligencia

En la ciencia contemporánea la cognición constituye el marco de referencia más completo y complejo para tratar de entender cómo se accede al conocimiento mediante el estudio de la relación entre los procesos psicológicos básicos: sensación, percepción, atención y memoria, y los procesos psicológicos superiores: pensamiento, lenguaje, conciencia e inteligencia (10). Sobre la definición de este último existe poca homogeneidad (11); Wechsler, autor de varias pruebas de inteligencia, la definió como la capacidad del sujeto de actuar con una finalidad, pensar racionalmente y relacionarse adecuadamente con el entorno (12).

Para valorar las capacidades intelectuales de los niños y las niñas se cuenta con instrumentos estandarizados, entre ellos, la Escala de Inteligencia de Wechsler para Niños- IV (WISC-IV), un instrumento clínico disponible en español, que toma en cuenta los factores que contribuyen a la inteligencia efectiva total de niños entre 6 y 16 años (13) y que responde a los enfoques teóricos más actuales, se sustenta en la investigación clínica y en los resultados del análisis factorial (5). Esta escala produce cinco puntuaciones principales: una medida de capacidad intelectual general (CIT) y cuatro índices principales que miden la comprensión verbal, el razonamiento perceptivo, la memoria de trabajo y la velocidad de procesamiento.

Comprensión verbal. Es preciso destacar la importancia, en el campo cognitivo, de aspectos tales como la relación lenguaje- pensamiento (14-15). La especie humana, como especie avanzada en la escala evolutiva, depende en gran medida del lenguaje y por tanto su sistema representacional es

más abstracto (16). En palabras de Luria, el hombre dispone no sólo de un conocimiento sensorial, sino también de un conocimiento racional y el lenguaje en el curso de la historia social se convierte en un instrumento decisivo que ayuda a trascender los límites de la experiencia sensorial, para asignar símbolos, formular generalizaciones o categorías (15).

El lenguaje y el procesamiento verbal desempeñan un papel importante en la evaluación del coeficiente intelectual, sin embargo en los test que lo valoran no se evalúa el lenguaje per se sino cómo es reflejado en el conocimiento y razonamiento verbal. Estas evaluaciones concentran muchos aspectos formales y pragmáticos de los usos verbales y son permeadas por las experiencias educativas y culturales (17).

Razonamiento perceptivo. También denominado razonamiento fluido. Se manifiesta en tareas que requieren el proceso de manejar conceptos abstractos, reglas, generalizaciones y relaciones lógicas (18).

La percepción es un proceso que compromete la actividad neurológica de muchas áreas del cerebro; por tanto la acción de percibir un estímulo exige la integración, reconocimiento e interpretación de las sensaciones que recibe la corteza somatosensorial. Al percibir se elaboran totalidades, por tanto es un proceso organizado a partir del cual el objeto, hecho o acontecimiento, se le ofrece a la conciencia como un todo. Junto con la atención, la percepción permite que la información llegue a la memoria (16).

Memoria de trabajo. Es la capacidad de mantener información activa en la conciencia, realizar algunas operaciones manejando dicha información y producir con todo ello ciertos resultados. Las investigaciones modernas han puesto de relieve que la memoria de trabajo es un componente esencial del razonamiento fluido y de otros procesos cognitivos del nivel superior, además de estar estrechamente relacionado con el aprendizaje y el rendimiento (19-20).

Como estrecho aliado de la memoria de trabajo está la atención, referida a la habilidad de seleccionar y focalizar factores de estimulación a los que estamos expuestos, tanto internos como externos. La atención, como otros dominios cognitivos es compleja y la investigación reciente indica que sus funciones son sostenidas por diferentes sistemas neurales, además hay un creciente interés en su estudio, en parte porque está implicada con muchos de los procesos cognitivos superiores. Adicionalmente, los disturbios de la atención, con frecuencia son asociados con desórdenes nutricionales (21).

Por su parte, las investigaciones citadas por Kaufman (17) han mostrado que los niños con antecedentes socioeconómicos desventajosos tienden a mostrar un desempeño bastante bueno en medidas de memoria a corto plazo, pensamiento creativo y conducta social-adaptativa.

Velocidad de procesamiento. Diversos estudios han puesto de relieve que la velocidad a la que se procesa la información está relacionada dinámicamente con la capacidad mental (22), con el desarrollo y la capacidad de lectura (23), con el razonamiento por la conservación de los recursos cognitivos y con el uso eficaz de la memoria de trabajo en las tareas fluidas del nivel superior (19). La velocidad de procesamiento se considera hoy como un importante campo del funcionamiento cognitivo en los análisis factoriales de las aptitudes cognitivas (18).

La velocidad de procesamiento y la memoria de trabajo se relacionan con la inteligencia fluida. Fry y Hale (19) postulan que mientras los niños maduran los cambios relacionados con la edad en la velocidad de procesamiento generan modificaciones en el desempeño en las pruebas de este tipo de inteligencia, lo que es reflejo de los cambios que con la edad se van produciendo en el número de conexiones transitorias al sistema nervioso central y el aumento en la mielinización (24). Las investigaciones clínicas

en neuropsicología cognitiva del desarrollo indican que existe una interrelación dinámica entre la memoria de trabajo, la velocidad de procesamiento y razonamiento. Por ejemplo, una mayor velocidad de procesamiento de la información puede reducir la necesidad de recurrir a la memoria de trabajo y facilitar el razonamiento (19, 22).

Alimentación, nutrición e inteligencia

La Comisión de Determinantes Sociales de la Salud de la OMS (25), reporta que hace tres décadas investigadores norteamericanos comenzaron a observar que los niños que vivían en familias con muy bajos ingresos no adquirían las mismas habilidades verbales y cognitivas que aquellos que vivían con familias sin dificultades económicas significativas, argumentando que los deficientes recursos de los niños pobres estaban asociados a una inadecuada nutrición, que incluía deficiencias de proteínas y algunos micronutrientes esenciales para el saludable desarrollo físico y cognitivo. Estas explicaciones obedecen a consideraciones biológicas de la carencia de alimento y por lo tanto las acciones basadas en ellas podrían agotarse en el individuo con la complementación o suplementación de alimentos y/o nutrientes. Sin embargo, en los últimos años se ha evidenciado que los niños y niñas que satisfacen sus requerimientos de energía y nutrientes pero permanecen en ambientes desfavorables no alcanzan un óptimo desarrollo cognitivo, lo que enmarca las explicaciones en dimensiones psicológicas y sociales de la privación alimentaria.

Significados biológicos de la privación de alimentos

En los últimos años nuevas líneas de investigación han revelado que la disponibilidad individual de nutrientes modifica las vías moleculares críticas para el desarrollo cerebral y su función adulta. Existe una clara y completa evidencia de como los nutrientes modifican la plasticidad neural y la función neuronal

y en caso de deficiencias podrían presentarse alteraciones tanto a corto como mediano término en la cognición. Así, la alimentación durante la infancia no sólo puede influenciar las funciones cerebrales adultas y su eventual declive por la edad, sino también el potencial cognitivo de los niños y la salud mental (7).

El cerebro es el órgano más complejo y metabólicamente activo en el cuerpo, en estas vías, aún la menor ineficiencia metabólica podría crear un cúmulo de efectos adversos. La literatura científica indica que la deficiencia de micronutrientes influencia la cognición y la conducta de los niños y aunque todos los nutrientes son requeridos para el funcionamiento corporal existe poca evidencia sobre la cantidad de ingesta que influencia el adecuado desarrollo cerebral y la cognición (26-27).

Después del nacimiento la nutrición continúa siendo importante a lo largo del proceso vital, particularmente ahora que se reconoce que el desarrollo cerebral ocurre durante períodos más prolongados de la vida (28). Se ha sugerido que después del tercer trimestre prenatal y de los primeros meses postnatales, ocurren nuevos picos de crecimiento del cerebro humano durante la infancia y la adolescencia entre las edades de 2 a 4, 6 a 8, 10 a 12 y 14 a 16 años, pero la influencia de la nutrición no se detiene, el crecimiento neural y el desarrollo continúan en la niñez y adolescencia y necesitan fuentes específicas de nutrientes en suficiente cantidad para que ocurra y se alcance el máximo potencial (21).

Es así como la nutrición desempeña un rol crucial en el desarrollo, pero también en el mantenimiento de la función cerebral. Greenwood y su equipo de trabajo (29) exponen importantes vías en que la dieta puede afectar la neuroquímica, entre ellas: 1) la ingesta de alimentos afecta la disponibilidad de precursores requeridos para la síntesis de neurotransmisores, 2) los alimentos son fuente de vitaminas y minerales, cofactores esenciales para las enzimas que sintetizan neurotransmisores, 3)

los lípidos dietarios alteran la composición de las membranas celulares de las neuronas y de las vainas de mielina y 4) la glucosa como el principal sustrato energético puede influenciar las funciones cognitivas. Es claro que no sólo la desnutrición grave, sino también variaciones en la dieta normal, pueden influenciar la función neuronal y así la cognición (21). De hecho, nutrientes clave para el desarrollo cognitivo han sido identificados e incluyen: yodo, hierro, zinc, folato, vitaminas A, B6, B12 y ácidos grasos omega-3 (26-27).

Yodo: este micronutriente es requerido para la producción de las hormonas tiroideas triyodotironina (T3) y tiroxina (T4), ambas para el crecimiento y desarrollo del cerebro. Aunque la afectación es más grave si el yodo es deficiente en el desarrollo fetal del cerebro, el hipotiroidismo crónico puede continuar afectando durante todas las edades (30). Los individuos con hipotiroidismo presentan efectos adversos como disfunción motora, demencia, depresión, desórdenes de la vigilancia, la planeación visomotora y el pensamiento abstracto (31). Un metanálisis completado por Bleichrodt y Born (32) indicó que en poblaciones con deficiencias crónicas de yodo se obtienen 13,5 puntos menos de coeficiente intelectual, con un tamaño del efecto de 0,90, comparadas con grupos sin deficiencias de este micronutriente. Por su parte, en algunos estudios transversales citados por Bryan y colaboradores (27), se encontró que los niños con bocio califican menos bien en los test de habilidades de razonamiento no verbales. Sin embargo otros estudios no encontraron diferencias significativas entre los grupos, en las mediciones de la inteligencia general.

Un estudio realizado en Turquía, que midió las concentraciones del aminoácido N-acetilaspártame como índice de densidad neuronal, halló que la materia blanca frontal, parietal y del tálamo, estaba más baja en los cerebros de neonatos que vivían en áreas deficientes de yodo; después del tratamiento

con tiroxina los niveles retornaron a la normalidad (33). En China fue calculado que en las áreas con deficiencia grave de yodo, el coeficiente intelectual era menor en 10-15 puntos en aquellos individuos aparentemente normales (34). En Papúa, Nueva Guinea, los resultados en los test de percepción visual y control motor fueron mejores en niños de 10 a 11 años, si durante su gestación sus madres habían tenido mayores concentraciones de hormonas tiroideas en sangre (35). Existen problemas de coordinación psico-motora y escucha que responden a la suplementación de yodo durante la infancia, sin embargo, los estudios aleatorizados que examinen los efectos de la suplementación en los resultados cognitivos son limitados (26).

Hierro: algunas áreas del cerebro que son importantes para la cognición, como la corteza, el hipocampo y el cuerpo estriado, son más sensibles a la deficiencia de hierro que otras (36). El hierro afecta la apropiada mielinización de las neuronas, algunos estudios han realizado mediciones no invasivas de la transmisión nerviosa con la respuesta visual y auditiva, encontrando que la anemia ferropénica altera la mielinización y provee evidencias sobre los efectos adversos en la transmisión nerviosa en los sistemas auditivo y visual, los cuales pueden ser de larga duración (37).

Este mineral, además es cofactor para un número de enzimas involucradas en la síntesis de neurotransmisores, incluyendo la triptófano hidroxilasa (serotonina) y la tirosina hidroxilasa (norepinefrina y dopamina) (38). Estudios en animales han encontrado que la deficiencia de hierro resulta en una reducción de receptores de dopamina y en una inadecuada reabsorción. La alteración de los niveles de dopamina en la corteza frontal probablemente lidera los déficits en las funciones ejecutivas (27) y tiene claros y fuertes efectos en la atención, percepción, memoria, motivación y control motor (36).

La revisión realizada por Grantham (39), señala que la mayoría de los estudios de correlación han encontrado asociación entre la anemia por deficiencia de hierro y el pobre desarrollo cognitivo, motor y problemas conductuales. Estudios longitudinales indican que los niños que experimentan anemia durante su vida temprana continúan demostrando bajo rendimiento académico durante sus años escolares, aún después de que la anemia ha sido tratada (39). Los resultados del estudio NHANES III en Estados Unidos sugieren que la deficiencia de hierro, aún sin anemia, puede dar lugar a riesgos de retrasos cognitivos en los niños (40). Evidencia considerable indica que la anemia está asociada con gran número de desventajas socioeconómicas y biomédicas que pueden afectar el desarrollo infantil (39).

Otras hipótesis relacionan la anemia con el pobre desarrollo, como un aislamiento funcional. Los niños anémicos exploran y se mueven menos alrededor de su ambiente, que los niños sin anemia y ello induce a menor estimulación, imposibilitando la adquisición de nuevas habilidades. Existen muchos reportes que encuentran que los niños anémicos son más temerosos, aislados, tensos, somnolientos, no responden a estímulos visuales y son menos felices (37).

Zinc: su deficiencia puede afectar el desarrollo cognitivo por alteración en la atención, la conducta neuropsicológica y el desarrollo motor. Los mecanismos exactos no están claros, pero el zinc es esencial para la neurogénesis, la migración neuronal y la sinaptogénesis, y su deficiencia podría interferir con la neurotransmisión y consecuentemente con la conducta neuropsicológica (41). La investigación en animales demuestra que la deficiencia grave de zinc, particularmente en períodos de rápido crecimiento, como la gestación y la adolescencia, está asociada con las alteraciones en el desarrollo cerebral, el incremento de la respuesta emocional al estrés, la reducción de la actividad motora y la menor precisión en los resultados de mediciones de atención y memoria de corto plazo (42-44).

Desde el punto de vista fisiológico existe evidencia de que el zinc y la vitamina B6 están involucrados en el desarrollo de receptores N-metil D-aspartame (NMDA), un sitio en que el glutamato actúa como neurotransmisor, particularmente en el hipocampo, una región del cerebro involucrada en el aprendizaje y la memoria (45).

Folato, vitaminas B6 y B12: los datos de investigación indican dos interacciones de mecanismos neuroquímicos en los que estas vitaminas influyen los resultados cognitivos mediante su rol en el sistema nervioso central. El primero (hipótesis de la hipometilación) postula que la deficiencia folato y/o vitamina B12 inhibe las reacciones de metilación de dicho sistema en las que están involucradas proteínas, fosfolípidos de membrana, el DNA, el metabolismo de neurotransmisores, particularmente de las catecolaminas (dopamina, adrenalina y noradrenalina) y melatonina, todas cruciales en el estado neurológico y psicológico (46). El segundo mecanismo (hipótesis de la homocisteína) propone que existe un efecto positivo y de largo plazo del folato, la vitamina B6 y B12 en el funcionamiento del cerebro vía cerebrovascular. Los estudios han demostrado que las altas concentraciones de homocisteína, atribuidos a los bajos niveles de folato, vitamina B6 y B12, están asociados con el incremento de la enfermedad vascular (47) debido a los efectos tóxicos por la excesiva producción de aminoácidos sulfurados, ácido homocisteínico y ácido cisteín sulfúrico (27).

Los estudios trasversales, revisados por Bryan y colaboradores (27), sugieren que una baja ingesta de folato y/o bajas concentraciones sanguíneas, están positivamente asociados con la función cognitiva, especialmente con la memoria, solo o en combinación con la B12. Esta relación podría estar mediada por los niveles de homocisteína.

Un estudio realizado por Louwman (49) en Estados Unidos, mostró que el consumo de una dieta macro-

biótica en la vida temprana, sin inclusión de carne y productos lácteos y consecuentemente muy baja en vitamina B12, estuvo asociada con la deficiencia de este micronutriente y con la reducción de los puntajes en pruebas cognitivas en adolescentes; el grupo control mostró mejores habilidades en los test, y hubo relaciones significativas con las medidas de inteligencia fluida, habilidad espacial, y memoria de corto plazo. Por su parte, la revisión de Benton (26) expone que: la vitamina B12 se requiere en el metabolismo de ácidos grasos necesarios para la producción de mielina, la cubierta alrededor del axón. Hay correlación significativa entre el grado de deficiencia de cobalamina y las mediciones de inteligencia no- verbal. Las imágenes por resonancia magnética (IRM) del cerebro indican una grave atrofia frontal y fronto-parietal, que después de seis semanas de suplementación con vitamina B12 revelan un electroencefalograma normal y desaparición de las estructuras anormales.

Vitamina A: este micronutriente es crítico en la percepción visual. Esta vitamina ha sido encontrada en los fotorreceptores de la retina, aunque en mayor cantidad en bastones que en conos. Sin embargo, el rol de la vitamina A en el cerebro es pobremente entendido. Los retinoles controlan la diferenciación de neuronas y se ha sugerido su rol en la memoria (50-51).

Ácidos grasos omega-3: el cerebro contiene un alto porcentaje de lípidos (60%) debido a su composición celular. Mantener la especial composición lipídica de las membranas neuronales es vital para el adecuado funcionamiento del SNC. El ácido docosahexaenoico (DHA) y el ácido araquidónico forman los componentes básicos de las membranas celulares (52). Se ha supuesto que las cadenas de ácido graso omega-3 son importantes para el funcionamiento cerebral porque mantienen en óptimo estado las membranas neuronales, habilitando la fluidez de membrana que a su vez afecta la señalización celular (53). Los áci-

dos grasos poliinsaturados omega-3 también afectan las acciones neurotransmisoras, particularmente de la dopamina en el lóbulo frontal (54).

Los estudios revisados por Bryan y colaboradores (27) hallan que la agudeza y reconocimiento visual, la memoria y las habilidades cognitivas, están significativamente afectadas por la deficiencia de ácidos grasos omega-3 en niños nacidos pretérmino. Y aunque ha sido poco investigado el vínculo entre los ácidos grasos poliinsaturados y las habilidades cognitivas de los niños después de la infancia, hay alguna evidencia de que el metabolismo de los ácidos grasos podría estar implicado en desórdenes del neurodesarrollo, incluyendo el déficit de atención- hiperactividad, dislexia, dispraxia y el espectro autista (55).

Estos hallazgos permitirían concluir que la privación de alimentos puede afectar la salud mediante significados biológicos como la reducida ingesta, la baja calidad de los alimentos consumidos o las deficiencias de micronutrientes. Algunas investigaciones han demostrado que la insuficiencia alimentaria en el hogar está significativamente asociada con la baja ingesta de nutrientes, al respecto Rose y Oliveira (56) reportan en mujeres adultas una asociación significativa con la baja ingesta de ocho nutrientes, entre los que se incluyen energía y vitaminas A y B6. Ésta y posteriores investigaciones no hallaron asociación entre la inseguridad alimentaria y la baja ingesta de nutrientes para niños en edad preescolar (57). Existe fuerte evidencia de que en las familias en inseguridad alimentaria los padres y madres se privan de los alimentos antes que sus hijos padezcan hambre (58). Melgar-Quiñonez y su equipo (59) evidencian que la distribución intrafamiliar inequitativa de los alimentos va en detrimento de la mujer y que la alimentación de los niños es considerada prioritaria en caso de escasez. La carencia o insuficiencia de alimentos para los adultos podría generar estrés o irritabilidad, situaciones que afectan a los niños aún

si ellos están comiendo suficientemente (60). Estos hallazgos sugieren que para analizar los efectos de la privación alimentaria sobre la capacidad intelectual de los niños y las niñas, se deben considerar aspectos psicológicos y sociales del ambiente en el que el niño o niña crece y se desarrolla.

Significados psicológicos y sociales de la privación de alimentos

La insatisfacción de necesidades básicas como la alimentación o la vivienda podría causar ansiedad y otros problemas emocionales en los niños, aún sin tener efectos negativos en el estado nutricional (61). Es probable que la insuficiencia alimentaria familiar, entendida como la disponibilidad limitada o incierta de alimentos nutricionalmente adecuados e inocuos, o la capacidad limitada e incierta de adquirir alimentos adecuados en formas socialmente aceptables (62), afecte la salud de los niños, aun cuando la privación alimentaria sea de sus padres y no de ellos, lo que podría causar cambios negativos en las prácticas parentales (60), entre otras razones, por el incremento del estrés, las preocupaciones o los sentimientos de privación.

El estilo parental es una influencia fundamental para el desarrollo infantil, pues durante este periodo las interacciones con los padres proveen elementos esenciales. Está bien documentado que un estilo parental positivo y recíproco, afectado por la tendencia para proveer un ambiente rico en lenguaje, lo cual es fuertemente influenciado por el grado de educación de los padres, se relaciona con un mejor desarrollo de habilidades cognitivas (25). La habilidad para establecer estilos positivos puede estar jerarquizada por la situación socioeconómica, o por circunstancias personales como el desempleo, el estrés y/o la depresión. Varios estudios han documentado cómo las mujeres que viven en condiciones de pobreza con niños pequeños son más depresivas que las mujeres no pobres. A su vez, la depresión materna está asociada con problemas cognitivos y de

lenguaje, pobres habilidades sociales y problemas conductuales durante la infancia y la niñez (25, 63).

Inseguridad alimentaria y desarrollo intelectual

La dimensión social de la alimentación puede abordarse desde el estudio de la inseguridad alimentaria. El análisis de ésta variable permite contemplar la relación entre los fenómenos de privación de alimentos con las condiciones socioeconómicas del hogar, lo cual es fundamental al considerar la evidencia existente sobre como la desnutrición fuera del contexto de la pobreza, por lo general no deja secuelas en el desarrollo intelectual (64), lo que indica que los factores sociales de la pobreza confunden la relación entre desnutrición y desarrollo intelectual.

En Colombia, en el año 2005, el 40,6% de los hogares integrados con niños estaban en inseguridad alimentaria; las prevalencias muestran una tendencia decreciente en la medida que asciende la clasificación en el Sisbén (65); así, el 59,4% de hogares colombianos clasificados en el nivel 1 estaban en inseguridad alimentaria y se descendió al 16,4% en los hogares clasificados del 4 al 6 del Sisbén (66).

En el año 2006, Álvarez y colaboradores (67) reportaron cifras de prevalencia de inseguridad alimentaria en los hogares de los niños que participaban del Programa de Complementación Alimentaria Alianza MANÁ-ICBF (Mejoramiento Alimentario y Nutricional de Antioquia-Instituto Colombiano de Bienestar Familiar); la prevalencia de inseguridad alimentaria fue mayor en los hogares hacinados (54,9%) y con hacinamiento crítico (61,2%), con respecto a los no hacinados (40,0%). Adicionalmente, los hogares que percibieron menos de un salario mínimo mensual (SMMLV) reportaron una prevalencia de inseguridad alimentaria de 54,9%, entre uno y dos SMMLV de 28,9% y tres o más de 19,0%. Los hogares con mayores ingresos no presentaron inseguridad alimentaria severa. Como se ha registrado en otros estudios, las características socioeconómicas ubican

a los padres de los niños y las niñas en condiciones de pobreza, en ocupaciones de bajo perfil y remuneración (68).

Las altas prevalencias de inseguridad alimentaria se revisten de gravedad, al conocer que existe evidencia de la relación entre la insuficiencia alimentaria de los niños en edad escolar y la afectación en su habilidad para aprender (8). Además, se ha encontrado que los niños y niñas nacidos en circunstancias más pobres tienen mayor riesgo de retraso en el desarrollo asociado con dificultades intelectuales, cognitivas y conductuales (69).

Finalizando el siglo XX e iniciando el XXI, apareció un creciente número de investigaciones en el área de nutrición pública, las cuales evidencian que la insuficiencia alimentaria en el hogar está asociada con las dificultades en el desarrollo académico y psicosocial de los niños en edad escolar. Alaimo y colaboradores (60), en una muestra representativa de niños estadounidenses, hallaron que la función cognitiva fue aproximadamente 1,3 a 2,5 puntos más baja para los niños con insuficiencia alimentaria que para aquellos sin esta condición. Además, después de ajustar por las potenciales variables de confusión, los niños de 6 a 12 años con insuficiencia alimentaria se asociaron negativamente con los puntajes de aritmética y positivamente con los grados de repetencia. En este estudio fue posible demostrar que cada riesgo adicional incrementa la probabilidad de que un niño tenga resultados cognitivos más pobres; en esta investigación el puntaje en los subtest de la Escala de Inteligencia Wechsler para Niños-Revisada (WISC-R) y en el WRAT-R (por su nombre en inglés: Wide Range Achievement Test-Revised) de los niños entre 6 y 11 años decrecieron a mayor presencia de factores de riesgo, por ejemplo, el puntaje de aritmética entre los niños que tenían un factor de riesgo fue cercano a cero, cuando los riesgos aumentaron a cuatro el puntaje fue de -0,5, y con la presencia de seis factores de riesgo el puntaje en esta prueba descendió a -1,0 (60).

Kleinman y su equipo (70), examinaron la relación entre el hambre y el funcionamiento psicosocial en escolares, para lo cual utilizaron una lista de chequeo de síntomas pediátricos (PSC por sus iniciales en inglés) en la cual un total de 28 o más, es indicativo de disfunción psicosocial. Entre los principales resultados se encuentra que la media del puntaje PSC de niños con hambre fue de 18,0 comparado con 13,4 para niños que estaban en riesgo de padecer hambre y 8,4 para niños sin hambre, el 21% de los niños con hambre fueron clasificados como disfuncionales para PSC, comparado con el 6% de aquellos en riesgo de hambre y 3% de los niños sin hambre. Concluyendo así que la pobreza pone a los niños en riesgo de disfunción y la carga agregada de experiencias periódicas de hambre puede incrementar el cambio de disfunción psicosocial y puede producir importantes consecuencias conductuales. Específicamente, los hallazgos de este estudio sugieren que los niños con hambre tienen altos grados de ansiedad e irritabilidad, agresividad y conductas de oposición, comparados con aquellos pares con bajos ingresos pero sin hambre.

Por su parte, Murphy y colaboradores (71) describieron que los niños que padecían hambre o estaban en riesgo, tenían dos veces más probabilidad de tener un rendimiento académico deficiente. Los profesores reportaron altos grados de hiperactividad y ausentismo entre estos niños, comparados con los no hambrientos. Se concluyó que las experiencias intermitentes de insuficiencia alimentaria estaban asociadas con pobre funcionamiento académico en niños de bajos ingresos.

Los bajos logros académicos en edades tempranas son predictores de baja permanencia en la educación y de posteriores problemas conductuales (72). En este sentido Ivanovic y colaboradores (73) observaron, entre escolares chilenos, que pertenecer al nivel socioeconómico alto, medio alto y medio decrece en un 88,5% la probabilidad de desertar. La ocupación y educación de ambos

padres, así como las condiciones del hogar, fueron significativamente menores en los niños desertores que en los estudiantes rezagados y graduados. La media de escolaridad paterna y materna fue significativamente menor en los niños que desertaron ($8,1 \pm 3,6$ años y $7,9 \pm 3,0$ años respectivamente) que en los rezagados ($11,1 \pm 3,3$ años y $10,5 \pm 3,2$ años respectivamente) y en el grupo de escolares graduados ($12,5 \pm 3,3$ años y $11,8 \pm 3,3$ años respectivamente). Además, se observó que el número de miembros de la familia era significativamente mayor en los desertores ($6,17 \pm 2,92$) que en los estudiantes graduados ($5,30 \pm 1,57$) y una situación similar fue reportada para el hacinamiento. El estudio concluye que las condiciones socioeconómicas aparecen como el factor más relevante para afectar la situación educativa.

Desde la perspectiva de la teoría de la inteligencia fluida y cristalizada, Kaufman (74) manifiesta que se podría predecir una alta inteligencia cristalizada para los niños con amplias oportunidades de tener experiencias culturales y baja para aquellos con antecedentes desventajosos, carentes de la base requerida de conocimientos para tener buenas puntuaciones en subpruebas orientadas hacia aspectos objetivos o de razonamiento dentro del dominio verbal. El autor citado indica que la investigación ha mostrado que los niños que provienen de familias cuyos padres son profesionales tienden a tener puntuaciones más altas en la escala verbal, mientras que ocurre lo contrario con los hijos de obreros no calificados. El coeficiente intelectual es directamente proporcional a los grados académicos de los padres, con un promedio de 106 para hijos de graduados universitarios, 101 para hijos de padres con alguna experiencia universitaria, 98 para hijos de graduados en preparatoria, 92 para los hijos de personas con educación de tercero de secundaria a segundo de preparatoria y 86 para los hijos de padres con educación inferior a tercero de secundaria (17).

Los perfiles en los que los puntajes son mayores en las pruebas ejecutivas que en las verbales se asocian con adultos que tienen educación limitada (74) y con niños cuyos padres tienen de 0 a 8 años de escolaridad (75). Sin embargo, el coeficiente intelectual de ejecución significativamente más alto sugiere que el niño puede tener un enfoque adaptativo y de solución de problemas flexible que puede conducir a una ejecución escolar exitosa en ambientes de aprendizaje que alienten y utilicen de manera activa estas habilidades (17).

Entre niños brasileños, Santos y colaboradores (76) encontraron que los recursos materiales y el estatus familiar explican respectivamente 17,6% y 9,7% de la variación en el puntaje cognitivo, mientras el estado de salud del niño explica alrededor de 6,0% esta variación. En la investigación se observó que la función cognitiva a los cinco años de edad estuvo negativamente asociada con las pobres condiciones socioeconómicas, la poca educación de la madre, la ausencia del padre, las inadecuadas condiciones sanitarias en el hogar y en el barrio, el bajo peso al nacer y el retardo en el crecimiento; y positivamente asociada con la estimulación en el hogar y la atención preescolar. En este estudio más de cinco años de educación de la madre, mejoraron la media del puntaje en la escala de inteligencia de Wechsler para niños en preescolar y primaria, revisada (WPPSI-R) en 3,9 puntos adicionales, esto es similar por la presencia del padre con 3,5 puntos adicionales, incrementando 5,2 puntos cuando la familia tenía un buen poder adquisitivo. La calidad del ambiente interno del hogar y la estimulación familiar fueron también fuertes mediadores en el mejoramiento del puntaje cognitivo. Vivir en una casa con buenas condiciones sanitarias daría una ventaja de 4,7 puntos, y por cada unidad de incremento en la estimulación en el hogar mejoró medio punto del puntaje cognitivo.

Es así como los estudios han mostrado consistentemente que la pobreza es uno de los más poderosos predictores de problemas funcionales y psiquiátricos en niños (77) y según los datos del Proyecto Comunitario de Identificación de Hambre Infantil (CCHIP por sus iniciales en inglés) el hambre es más prevalente en niños de familias de bajos ingresos (70).

CONCLUSIONES

La investigación en el campo cognitivo sugiere que los problemas de desarrollo de los niños y niñas no tienen una sola causa, ni los riesgos tienen resultados específicos, pero estos riesgos tienen efectos aditivos, a más riesgos presentes serán peores los resultados en todas las dimensiones de desarrollo. Así, los facto-

res de riesgo específicos son menos importantes que el total de factores de riesgo presentes. Sin embargo, una de las principales limitaciones de la investigación y la planificación es el fracaso para considerar simultáneamente factores mediadores correlacionados, cuando se estudia cómo un factor en particular influencia resultados específicos del desarrollo: los niños que han experimentado una inadecuada nutrición también están más expuestos a peligros ambientales y a recibir inadecuadas pautas de crianza. Es así como desde lo alimentario y nutricional puede ser útil el estudio de la inseguridad alimentaria y nutricional en los hogares, como variable de la dimensión social de la alimentación y que permite contemplar la relación existente entre los fenómenos de privación de alimentos con las condiciones socioeconómicas del hogar.

Referencias

1. Ley 1098 /2006. Código de la infancia y la adolescencia. Diario Oficial de Colombia N 46.446 (Noviembre 8, 2006).
2. Ordenanza 27/2003. Política pública para el desarrollo integral de la niñez en Antioquia. (Noviembre 26, 2003).
3. Acuerdo Municipal 84/2006. Política pública de protección y atención integral a la infancia y la adolescencia en la ciudad de Medellín. (Diciembre 7, 2006).
4. Cortés M, León L, Moya L, Puentes G. La visión del niño desde sus dimensiones de desarrollo. En: preescolar: lineamientos pedagógicos. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio; 1998. p. 33-40.
5. Wechsler D. Escala de inteligencia de Wechsler para niños-IV. Manual técnico y de interpretación. Madrid: TEA Ediciones; 2005.
6. Wechsler D. Intelligence defined and undefined: A relativistic appraisal. Englewood Cliffs: American Psychologist; 1975. p.135-9
7. Williams C. Food for thought: Brain, genes, and nutrition. Brain Res. 2008;1237:1-4.
8. Taras H. Nutrition and student performance at school. J Sch Health. 2005;75:199-213.
9. Zapata M, Arango C, Aguirre D, Álvarez MC, Cadavid M. Aspectos cognitivos relacionados con el estado nutricional en niños de 6 a 8 años escolarizados en la ciudad de Medellín. Medellín: Universidad San Buenaventura; 2008.
10. Ordoñez O. Procesos psicológicos básicos. En: Ochoa S, Ordoñez O, editores. Revisión del estado del arte del conocimiento en psicología. Cali: Pontificia Universidad Javeriana; 2003.
11. Barrera M. El concepto de inteligencia desde la perspectiva neuropsicológica. Rev Univer San Buenaventura. Medellín 2002;17: 87-90.
12. Wechsler D. The measurement of adult intelligence. 3 ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1944.
13. Sattler J. Evaluación infantil. Aplicaciones cognitivas. 4 ed. Bogotá: Manual Moderno; 2001.

14. Vygotsky L. Pensamiento y lenguaje. Buenos Aires: Ediciones Fausto; 1995.
15. Luria A. Conciencia y lenguaje. Madrid: Visor Distribuciones; 1995.
16. Rendón M, Ramírez M. El desarrollo cognitivo y su relación con el aprendizaje. *Rev Educ Pedagog*. 2002;16:70-94.
17. Kaufman A. Nuevas alternativas para la interpretación del WISC-III. Bogotá: Manual Moderno; 1997.
18. Carroll J. Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies. Cambridge: Cambridge University Press; 1993.
19. Fry A, Hale S. Processing speedy, working memory, and fluid intelligence: Evidence for a developmental cascade. *Psych Sci*. 1996;7:237-41.
20. Perlow R, Jattusso M, Moore D. Roles of verbal working memory in complex skill acquisition. *Human Perform*. 1997;10:283-302.
21. Isaacs E, Oates J. Nutrition and cognition: assessing cognitive abilities in children and young people. *Eur J Nutr*. 2008;47(Suppl 3):4-24.
22. Kail R, Salthouse TA. Processing speed as a mental capacity. *Acta Psychol*. 1994;86:199-225.
23. Kail R, Hall L. Processing speed, naming speed, and reading. *Dev Psychol*. 1994;30:949-54.
24. Cepeda N, Kramer A, Gonzalez J. Changes in executive control across the life span: Examination of task-switching performance. *Dev Psychol*. 2001;37:715-30.
25. Maggi S, Irwin L, Siddiqi A, Poursalami I, Hertzman E, Hertzman C. Knowledge network for early child development. Analytic and strategic review paper: international perspectives on early child development. Canada: University of British Columbia; 2005.
26. Benton D. Micronutrient status, cognition and behavioral problems in childhood. *Eur J Nutr*. 2008;47(Suppl 3):38-50.
27. Bryan J, Osendarp S, Hughes D, Calvaresi E, Baghurst K, van Klinken JW. Nutrients for cognitive development in school-aged children. *Nutr Rev*. 2004;62:295-306.
28. Toga A, Thompson P, Sowell E. Mapping brain maturation. *Trends Neurosci*. 2006;29:148-59.
29. Greenwood C, Craig R. Dietary influences on brain function: implications during periods of neuronal maturation. *Curr Topics Nutr Dis*. 1987;16:159-216.
30. Fernald L. Iodine deficiency and mental development in children. In: Nutrition, health, and child development: research advances and policy recommendations. Washington: Pan-American Health Organization; 1998.
31. Hetzel B. Historical development of the concepts of brain-thyroid relationships. In: Stanbury J, editor. The damaged brain of iodine deficiency: cognitive, behavioral, neuromotor and educative aspects. New York: Cognizant Communication Corporation; 1994. p.1-8.
32. Bleichrodt N, Born M. A meta-analysis of research on iodine and its relationship to cognitive development. In: Stanbury J, editor. The damaged brain of iodine deficiency: cognitive, behavioral, neuromotor and educative aspects. New York: Cognizant Communication Corporation; 1994. p.195-200.
33. Akinci A, Sarac K, Gungor S, Mungan I, Aydin O. Brain MR spectroscopy findings in neonates with hypothyroidism born to mothers living in iodine-deficient areas. *Am J Neuroradiol*. 2006;27:2083-7.
34. Tai M. The devastating consequence of iodine deficiency. *Southeast Asian J Trop Med Publ Health*. 1997;28(Suppl 2):75-7.
35. Pharoah PO, Connolly KJ, Ekins RP, Harding AG. Maternal thyroid hormone levels in pregnancy and the subsequent cognitive and motor performance of the children. *Clin Endocrinol*. 1984;21:265-70.
36. Beard JL. Iron biology in immune function, muscle metabolism and neuronal functioning. *J Nutr*. 2001;131:568S-80S.
37. Algarin C, Peirano P, Garrido M, Pizarro F, Lozoff B. Iron deficiency anemia in infancy: long-lasting effects on auditory and visual system functioning. *Pediatr Res*. 2003;53:217-23.

Inteligencia, alimentación y nutrición

38. Youdim MB, Yehuda S. The neurochemical basis of cognitive deficits induced by brain iron deficiency: involvement of dopamine-opiate system. *Cell Mol Biol.* 2000;46:491-500.
39. Grantham-McGregor S, Ani C. A review of studies on the effect of iron deficiency on cognitive development in children. *J Nutr.* 2001;131:649S-68S.
40. Black MM. Micronutrient deficiencies and cognitive functioning. *J Nutr.* 2003;133:3927S-31S.
41. Bhatnagar S, Taneja S. Zinc and cognitive development. *Br J Nutr.* 2001;85:S139-45.
42. Golub MS, Keen CL, Gershwin ME. Moderate zinc-iron deprivation influences behavior but not growth in adolescent rhesus monkeys. *J Nutr.* 2000;130:354S-7S.
43. Golub MS, Keen CL, Gershwin ME, Hendrickx AG. Developmental zinc deficiency and behavior. *J Nutr.* 1995;125(8 Suppl):2263S-71S.
44. Golub MS, Takeuchi PT, Keen CL, Gershwin ME, Hendrickx AG, Lonnerdal B. Modulation of behavioral performance of prepubertal monkeys by moderate dietary zinc deprivation. *Am J Clin Nutr.* 1994;60:238-43.
45. Guilarte TR. Vitamin B6 and cognitive development: recent research findings from human and animal studies. *Nutr Rev.* 1993 Jul; 51(7):193-8.
46. Bottiglieri T. Folate, vitamin B12, and neuropsychiatric disorders. *Nutr Rev.* 1996;54:382-90.
47. Hankey GJ, Eikelboom JW. Homocysteine and vascular disease. *Lancet.* 1999;354:407-13.
48. Riggs KM, Spiro A, Tucker K, Rush D. Relations of vitamin B-12, vitamin B-6, folate, and homocysteine to cognitive performance in the normative aging study. *Am J Clin Nutr.* 1996;63:306-14.
49. Louwman MW, van Dusseldorp M, van de Vijver FJ, Thomas CM, Schneede J, Ueland PM, et al. Signs of impaired cognitive function in adolescents with marginal cobalamin status. *Am J Clin Nutr.* 2000;72:762-9.
50. Tafti M, Ghyselinck NB. Functional implication of the vitamin A signaling pathway in the brain. *Arch Neurol.* 2007;64:1706-11.
51. Cocco S, Diaz G, Stancampiano R, Diana A, Carta M, Curreli R, et al. Vitamin A deficiency produces spatial learning and memory impairment in rats. *Neuroscience.* 2002;115:475-82.
52. Crawford MA. The role of essential fatty acids in neural development: implications for perinatal nutrition. *Am J Clin Nutr.* 1993;57(5 Suppl):703S-10S.
53. Uauy R, Calderon F, Mena P. Essential fatty acids in somatic growth and brain development. *World Rev Nutr Diet.* 2001;89:134-60.
54. Wainwright P. Nutrition and behavior: the role of n-3 fatty acids in cognitive function. *Br J Nutr.* 2000;83:337-9.
55. Richardson AJ, Ross MA. Fatty acid metabolism in neurodevelopmental disorder: a new perspective on associations between attention-deficit/hyperactivity disorder, dyslexia, dyspraxia and the autistic spectrum. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids.* 2000;63:1-9.
56. Rose D, Oliveira V. Nutrient intakes of individuals from food-insufficient households in the United States. *Am J Public Health.* 1997;87:1956-61.
57. Rose D. Economic determinants and dietary consequences of food insecurity in the United States. *J Nutr.* 1999;129:517S-20S.
58. Radimer KL, Olson CM, Campbell CC. Development of indicators to assess hunger. *J Nutr.* 1990;120(Suppl 11):1544-8.
59. Melgar-Quiñonez H, Kaiser LL, Martin AC, Metz D, Olivares A. Inseguridad alimentaria en latinos de California: observaciones de grupos focales. *Salud Pública Mex.* 2003;45:198-205.
60. Alaimo K, Olson CM, Frongillo EA, Briefel RR. Food insufficiency, family income, and health in US preschool and school-aged children. *Am J Public Health.* 2001;91:781-6.

61. Strupp BJ, Levitsky DA. Enduring cognitive effects of early malnutrition: a theoretical reappraisal. *J Nutr.* 1995;125(8 Suppl):2221S-32S.
62. Pelletier D, Olso C, Fronguillo E. Inseguridad alimentaria hambre y desnutrición. En: conceptos actuales sobre nutrición. 8 ed. Washington: OPS; 2003. p. 762-75.
63. Garrett P, Ng'andu N, Ferron J. Poverty experiences of young children and the quality of their home environments. *Child Dev.* 1994;65:331-45.
64. Winick M, Meyer KK, Harris RC. Malnutrition and environmental enrichment by early adoption. *Science.* 1975;190:1173-5.
65. ICBF. Evaluación cualitativa de la seguridad alimentaria en el hogar. En: encuesta nacional de la situación nutricional en Colombia. Bogotá; 2005. p. 319-50.
66. Álvarez MC, Estrada A. Inseguridad alimentaria de los hogares colombianos según localización geográfica y algunas condiciones sociodemográficas. *Perspect Nutr Humana.* 2008;10:23-6.
67. Álvarez MC, López A, Monsalve J, Giraldo N, Zapata O, Vélez O, et al. Seguridad alimentaria de los hogares de los niños que participan en el programa de complementación alimentaria alianza ICBF-MANA. Medellín: Gobernación de Antioquia; 2007. p.131-56.
68. Álvarez MC, Estrada A, Montoya EC, Melgar-Quiñonez H. Validación de escala de la seguridad alimentaria doméstica en Antioquia, Colombia. *Salud Pública Mex.* 2006;48:474-81.
69. WHO. Commission on Social Determinants of Health. A conceptual framework for action on the social determinants of health. Vancouver; 2007.
70. Kleinman RE, Murphy JM, Little M, Pagano M, Wehler CA, Regal K, et al. Hunger in children in the United States: potential behavioral and emotional correlates. *Pediatrics.* 1998;101:E3.
71. Murphy JM, Wehler CA, Pagano ME, Little M, Kleinman RE, Jellinek MS. Relationship between hunger and psychosocial functioning in low-income American children. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatr.* 1998;37:163-70.
72. Baydar N, Brooks-Gunn J, Furstenberg FF. Early warning signs of functional illiteracy: predictors in childhood and adolescence. *Child Dev.* 1993;64:815-29.
73. Ivanovic D, Del PRM, Pérez H, Alvear J, Díaz N, Leyton B, et al. Twelve-year follow-up study of the impact of nutritional status at the onset of elementary school on later educational situation of Chilean school-age children. *Eur J Clin Nutr.* 2008;62:18-31.
74. Kaufman A. Assessing adolescent and adult intelligent. Boston: Allyn & Bacon; 1990.
75. Granier M, O'Donnell. Children's WISC-III scores: Impact of parent education and home environment. San Francisco: American Psychological Association; 1991.
76. Santos DN, Assis AM, Bastos AC, Santos LM, Santos CA, Strina A, et al. Determinants of cognitive function in childhood: a cohort study in a middle income context. *BMC Public Health.* 2008;8:202.
77. Graves PL. Nutrition, infant behavior, and maternal characteristics: A pilot study in West Bengal, India. *Am J Clin Nutr.* 1976;29:305-19.