



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS MÉDICAS,
ODONTOLÓGICAS Y DE LA SALUD

Relación de la desnutrición con el desarrollo cognitivo en escolares mexicanos

T E S I S
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRA EN CIENCIAS

PRESENTA:
LIC. NUTR. HUM. ANA KAREN LEFORT OLGUIN

Director de Tesis:
Dr. Luis Ortiz Hernández
Universidad Autónoma Metropolitana

Ciudad Universitaria, CD. MX., octubre 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

Agradecimientos

A Luis, el mejor tutor.

Al Dr. Gustavo Olaiz, por su apoyo, acompañamiento y enseñanzas.

A mis sinodales, por sus valiosas aportaciones: Dra. Alejandra Moreno Altamirano

Dra. Ma. Esther Irigoyen Camacho

Dr. Miguel A. Lezana Fernández.

A mis compañeros de maestría por todo lo compartido. En especial a Alejandro,
Emanuel y Caro, gracias por su amistad.

A mis padres, por su amor y apoyo incondicional, por ser un ejemplo de vida y por
inculcarme el amor por la educación.

A Juan mi compañero de vida, por todo tu amor, soporte y motivación.

A mis hermanos, por su cariño y enseñanzas.

A Ivonne, Angie y Adrix, por su maravillosa amistad.

A Marco Quiroz, por guiarme hacia este camino.

A Luis Ángel, mi psicólogo, por ayudarme a salir adelante.

Índice

Resumen	1
I. Antecedentes	
I.1. Definición y evaluación de la desnutrición	2
I.2. Habilidad cognitiva	4
I.3. Desnutrición y desarrollo cognitivo: mecanismos	8
II. Justificación	15
III. Revisión de la literatura	17
IV. Planteamiento del problema	28
V. Objetivos	31
VI. Hipótesis	31
VII. Metodología	
VII.1. ENNVIH	32
VII.2. Población	33
VIII.3. Variables	34
VIII.4. Análisis	38
VIII. Resultados	
VIII.1. Características de los participantes por ciclo	45
VIII.2. Análisis de pérdidas	48
VIII.3. Características basales de los participantes por grupo	50
VIII.4. Modelos Multinivel	52
VIII.5. Tablas de resultados	54
IX. Discusión	71
X. Conclusiones e implicaciones	82
Bibliografía	84

Resumen

Objetivo. Comparar las trayectorias de puntuación en la prueba de Raven después de 7 años de seguimiento de escolares mexicanos de acuerdo con su estatura para la edad.

Método. 3,196 niños de 5 a 10 años con 2 observaciones en promedio entre 2002 y 2012 fueron seleccionados de las bases de datos de la Encuesta Nacional de Niveles de Vida de los Hogares. Por análisis de regresión ordinal multinivel se estimaron cinco modelos de efectos mixtos con intercepto aleatorio para calcular la probabilidad de los escolares de quintiles más bajos de puntaje en la prueba de Raven con base en la categoría de estatura para la edad en la que estaban. El modelo final incluyó las covariables: *ciclo de medición, edad, sexo, hablar lengua indígena, educación de la madre, ingreso del hogar y tamaño de localidad*. Para evitar sesgo de selección se compararon las características de los participantes con y sin seguimiento en el tercer levantamiento (34.8%). Se aplicaron procedimientos de imputación para completar observaciones faltantes.

Resultados. En comparación con quienes tienen estatura para la edad ≥ 1.00 DE, los momios de puntajes más bajos en la prueba de Raven de los niños con estatura ≤ 0.99 DE incrementan gradualmente. Quienes tienen estatura ≤ -2 DE tienen 2 veces mayor probabilidad de puntajes más bajos, ajustando por las covariables. Los hijos de madres con educación preescolar o sin instrucción tienen 4.37 mayores momios de puntajes más bajos mientras que vivir en localidades rurales y hablar lengua indígena incrementan esta probabilidad 28% (IC95% 1.13-1.45) y 25% (IC95% 1.08-1.46), respectivamente. La pérdida de participantes no influyó significativamente en las estimaciones, las diferencias entre modelos con y sin imputaciones fueron mínimas.

Discusión. Los efectos negativos de la estatura sobre la cognición en escolares y adolescentes son visibles aún en categorías de normalidad (0.99 a -0.99 DE) y no sólo en condiciones de máximo deterioro (-2 DE) incluso considerando los efectos de variables ambientales. Aunque las intervenciones tempranas siguen siendo críticas, las mejoras en el estado nutricional en la etapa escolar, especialmente en quienes se encuentran en riesgo de estatura baja merecen consideración por su efecto en el desarrollo cognitivo. Identificar características de la población sin seguimiento puede contribuir a disminuir la pérdida de participantes en futuros estudios.

Palabras clave: estatura, cognición, Raven, escolares, multinivel, longitudinal.

I. ANTECEDENTES

I.1. Definición y evaluación de la desnutrición

La desnutrición pediátrica se define como el desequilibrio entre el requerimiento y la ingesta de nutrientes que resulta en déficits de energía, proteínas o micronutrientes y que puede afectar negativamente el crecimiento y el desarrollo de un niño (1). Es decir, el organismo recibe insuficientes calorías o nutrientes específicos para llevar a cabo los procesos metabólicos subyacentes al crecimiento y funcionamiento somático y neural (2).

Basándose en su etiología la desnutrición puede ser 1) resultado de una ingesta insuficiente asociada a factores ambientales o conductuales, por ejemplo, ciertas condiciones socioeconómicas que determinan una limitada disponibilidad de alimentos (primaria) o bien, 2) secundaria, cuando una o más enfermedades que alteran el apetito, la función digestiva, la utilización metabólica u ocasionan la pérdida de nutrientes resultan directamente en un desequilibrio de nutrientes (1, 3).

Además de esta clasificación hay otras, entre ellas la que por un lado comprende la insuficiencia calórico-proteica, que es la que se considera propiamente como desnutrición, y por otro, los síndromes carenciales específicos o de micronutrientes (1).

Otra clasificación es la que considera tres severidades de la desnutrición infantil (3). La severidad de la desnutrición se basa en el grado de deterioro de los índices antropométricos utilizados en el diagnóstico y puede ser leve, moderada o severa (1). La desnutrición severa o moderada asociada a factores ambientales o conductuales puede ser, de acuerdo con su cronicidad, 1) aguda, cuya duración es menor a tres meses o bien, 2) crónica, cuya duración es mayor a tres meses y puede manifestarse en una disminución en la velocidad de crecimiento lineal (1).

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), se considera que hay desnutrición o riesgo leve cuando el crecimiento de un niño se aparta una desviación estándar (D.E.) de la mediana de la población de referencia, moderada cuando difiere dos desviaciones y grave si está debajo de tres (4).

Los índices antropométricos son combinaciones de mediciones. Existen tres índices antropométricos utilizados en el diagnóstico de desnutrición: 1) peso para la

edad, 2) peso para la estatura o longitud, aritméticamente expresado como índice de masa corporal (IMC) y 3) estatura para la edad en mayores de dos años y longitud para la edad en menores de dos años (4, 5). El déficit de peso para la edad indica deficiencia en general, pudiendo ser de peso, estatura o ambas.

El déficit de peso para la estatura se conoce como emaciación o delgadez e indica deficiencia tanto de tejido muscular como de masa grasa en comparación con lo esperado para un niño de la misma estatura o longitud. La emaciación refleja tanto la no ganancia de peso como la pérdida, puede desarrollarse rápidamente y precipitarse por infecciones. Usualmente ocurre cuando la disponibilidad familiar de alimentos es limitada y la ingesta baja (4, 5).

El desmedro o estatura baja significa ralentización del crecimiento esquelético y se manifiesta como un déficit en la estatura o longitud para la edad de un niño que se sitúa por debajo de -2.00 D.E. de la mediana de la población de referencia (6). La tasa de crecimiento puede estar disminuida desde el nacimiento, pero las consecuencias de la acumulación de crecimiento retardado pueden no ser evidentes hasta después de varios años (5). Es por esto que la estatura baja es por lo general un reflejo de los efectos negativos acumulados a lo largo del tiempo (7). Otros términos comúnmente utilizados como sinónimos de desmedro son retraso en el crecimiento lineal, homeorresis, pequeñez, o estatura baja (4).

La emaciación y el desmedro a menudo ocurren en combinación, sin embargo, representan procesos biológicos de desnutrición diferentes. El cambio en la estatura es un proceso más lento que la ganancia de peso y aunque una recuperación del crecimiento puede ocurrir, esto toma un tiempo relativamente largo, aún en condiciones ambientales favorables (5). Por ejemplo, Georgiadis y cols. plantean que la desnutrición en etapas tempranas de la vida podría inducir adaptaciones en la función o el tamaño de los órganos y el metabolismo y a través de ello afectar el estado nutricional en etapas posteriores después de observar que muy pocos niños que habían tenido desmedro al año de vida alcanzaban una estatura normal a los 5 u 8 años, es decir, no se recuperaban del déficit (8).

Frecuentemente se utilizan los términos desnutrición aguda para referirse a emaciación y desnutrición crónica para referirse a desmedro. Sin embargo, el

empleo de estos términos se basa en deducciones (i.e. se asume que la estatura baja es producto de restricción dietética) y no en observaciones directas por lo que pueden ser empleados de manera incorrecta. El término crónico es menos adecuado porque algunas veces se usa como sinónimo de largo plazo y otras para hablar de remanentes del pasado (5).

Utilizar el término desnutrición crónica implica que se sabe con exactitud que un déficit alimentario fue el causante del déficit en el crecimiento; sin embargo, en los casos individuales es difícil tener la certeza que así ocurrió (4). Al mismo tiempo, a nivel poblacional se acepta que el retraso del crecimiento lineal o desmedro es el resultado de una nutrición inadecuada combinada con la presencia de enfermedades infecciosas recurrentes (2, 9).

Finalmente, la utilización de puntos de corte como el de -2 D.E. para distinguir “desnutrición” de “normalidad” basados en distribuciones estadísticas ha sido cuestionada por no basarse en consideraciones biológicas como el incremento en riesgo de deterioro funcional o mortalidad. Otro inconveniente es su uso como referencia en poblaciones específicas con distribuciones sesgadas de estatura para la edad, en cuyo caso habría que ajustar el punto de corte. Sin embargo, con el objetivo de mantener la uniformidad en comparaciones entre grupos y poblaciones la OMS recomienda el uso de dicho indicador como punto de corte (5).

I.2. Habilidad cognitiva

El desarrollo del cerebro humano ocurre en un periodo que comienza poco después de la concepción y se prolonga hasta la etapa adulta. Dentro de este periodo, la etapa prenatal y los dos primeros años de vida son críticos para el desarrollo neural. Las regiones del cerebro involucradas en el procesamiento de la información sensorial y el lenguaje crecen rápidamente durante el primer año de vida, mientras que en el segundo año de vida las regiones del cerebro que crecen más rápidamente son aquellas que se encargan de funciones cognitivas relacionadas con la atención y la memoria. Las regiones involucradas en funciones cognitivas de alto nivel, es decir, funciones ejecutivas como la atención sostenida,

la memoria de trabajo, el aprendizaje y el control inhibitorio se desarrollan posteriormente y continúan creciendo en la adolescencia (2).

La teoría bifactorial de la inteligencia surgió después de observar que cuando se administraban varios tests mentales que medían habilidades independientes a una muestra de individuos, los coeficientes de correlación obtenidos eran casi siempre positivos. Spearman llamó a este patrón de correlaciones el factor *g*, un factor subyacente, responsable de la habilidad cognitiva general (10).

De acuerdo con Spearman el factor *g* se compone de dos diferentes habilidades que normalmente trabajan juntas: una eductiva y una reproductiva (11). La habilidad eductiva significa extraer de la experiencia básica. John Raven la definió como la habilidad de construir significado a partir de la confusión, generar esquemas de alto nivel, generalmente no verbales y que permiten lidiar con la complejidad (12, 13). En síntesis, la habilidad eductiva es la capacidad de inferir o percibir relaciones en un fenómeno observado (11). La habilidad reproductiva por otra parte se refiere a la capacidad de captar, recordar y reproducir información y habilidades aprendidas y comunicadas de una a otra persona. Spearman argumentó que la habilidad reproductiva no es una forma cristalizada de la habilidad eductiva, que no son factores separados sino procesos psicológicos distintos que operan en conjunto (14).

El desarrollo cognitivo es el resultado de la interacción permanente entre lo genético y lo ambiental, entre naturaleza y crianza (15). De acuerdo con Spearman, si bien los cambios en el ambiente modifican el desarrollo del niño, existen diferencias genéticamente determinadas (11). Se ha observado en estudios hechos en gemelos crecidos en ambientes similares y diferentes así como en hermanos no gemelos que existe una variación en los puntajes en habilidad cognitiva general entre hermanos (11). Con base en estas observaciones se sugirió que dos terceras partes de la varianza de *g* tienen causas genéticas. Similarmente, a partir de observaciones de niños que respondían de manera diferente a ambientes similares es que surgió el término susceptibilidad diferencial en relación a la variación genética y otros factores intrínsecos al niño como el temperamento y la respuesta neurobiológica al estrés (2).

Sin embargo, no se puede omitir el efecto del ambiente en el desarrollo del niño, sobre todo en cualidades como la creatividad, autoconfianza y habilidad comunicativa. En una cohorte británica de adultos de 1942 a 1992 se observó un aumento considerable en los puntajes en el Test de Matrices Progresivas de Raven (TMPR) con cada cohorte nueva, lo cual se atribuyó a cambios ambientales dado que no existían diferencias genéticas en la población de estudio (11, 12). Dado que este incremento en los puntajes se observó en diferentes culturas, se consideró que factores como la educación, mayor acceso a la televisión o pertenecer a familias pequeñas influyeron en este incremento en los puntajes en el TMPR (14).

Diversas críticas a la teoría bifactorial de Spearman han surgido. Los modelos actuales reconocen la importancia de g pero admiten que no explica toda la variabilidad del comportamiento inteligente y por tanto debe ser complementado con aptitudes generales y otras habilidades específicas (10). Por ejemplo, Thurstone y Guilford propusieron listados de factores o aptitudes múltiples para comprender la inteligencia, mientras que Gardner argumentó que los individuos poseen diversas fortalezas y debilidades y por lo tanto un indicador simple como el cociente intelectual (CI, que se sustenta en la teoría del factor g) es insuficiente para explicar la variabilidad del comportamiento inteligente (10).

Sin embargo, Spearman, definió al factor g como un constructo hipotético emergido de un análisis factorial. Bajo esta teoría, el puntaje de una persona en un test mental se dividía en dos factores: uno que era el mismo en todos los test (g) y otro que variaba de un test a otro, llamado el factor específico, el cual que representaría las otras aptitudes o habilidades que forman parte de la inteligencia. G juega un papel dominante en ciertas operaciones mentales como el razonamiento, i.e. operaciones cuyo desempeño depende de la habilidad de percibir relaciones o de transferir relaciones vistas en una situación a otra situación (13).

Wechsler definió a la inteligencia como la capacidad de un individuo para actuar con una finalidad, pensar racionalmente y moverse con efectividad dentro de su ambiente, ejemplos de ello serían realizar asociaciones y comprender el significado de las palabras (16). De acuerdo con él, estas habilidades mentales corresponden a diferentes tipos de operaciones, por ejemplo, el aprendizaje es el

conjunto de operaciones que consiste en asociar efectivamente un hecho con otro y poder recordar cada uno o ambos en un tiempo apropiado. El razonamiento por su parte sería la habilidad de derivar inferencias o educir relaciones entre ellas y la habilidad de retenerlas sería la memoria (16). Así, aunque la definición de inteligencia de Wechsler incluye más factores, corresponde hasta cierto punto con lo propuesto por Spearman sobre las habilidades eductiva y reproductiva como componentes de la inteligencia.

1.2.1 Test de Matrices Progresivas de Raven (TMPR)

John Raven desarrolló pruebas que proporcionaran medidas simples, claras, y directamente interpretables para ser usadas en investigación sobre determinantes genéticos o ambientales de la habilidad de crear significado dentro de la complejidad (12, 13).

De acuerdo con Raven el pensamiento usualmente no es verbal y es centralmente dependiente de los sentimientos y de la acción. Es decir, depende de una parte afectiva que tiene que ver con cuestiones como esfuerzo, determinación o persistencia y de otra parte activa, que incluye la relación entre las interacciones con el ambiente, el entendimiento de la naturaleza de un problema y las estrategias usadas para resolverlo (11).

Raven consideró los dos principales componentes de la inteligencia que eran medibles directamente a diferencia de otros que podían ser calculados mediante la aplicación de factores analíticos complejos (12). Así, el TMPR busca medir los componentes de *g* propuestos por Spearman: la habilidad eductiva y la habilidad reproductiva (11).

El TMPR consta de una serie de diagramas o diseños incompletos, con una parte faltante. Se espera que los niños (o adultos) que realizan el test seleccionen la parte faltante correspondiente a la figura de entre un número diverso de opciones mostradas (12).

Existen tres versiones básicas del test y 8 en total contando otras modificaciones. La versión más básica es el test de matrices progresivas Standard, diseñado para cubrir todos los niveles de habilidad de niños y adultos, consiste en

60 problemas organizados en 5 sets. A partir de él surge el test de matrices progresivas avanzado para aquellos con niveles más altos de habilidad y el Test de Matrices Coloreadas (TMCR) para aquellos con menores niveles de habilidad. Este último se utiliza con mayor frecuencia en niños e incorpora los dos primeros sets del test standard presentados en color e incluye un tercer set de preguntas fáciles interpuesto entre los otros sets (11, 14)

Los cuestionarios son puramente visuales. El TMCR contiene matrices de imágenes de 2x2 con 6 posibles respuestas y el TMPR matrices de imágenes de 3x3 con 8 posibles respuestas. En cada matriz existen simultáneamente relaciones horizontales y verticales que deben mantenerse y para resolver el problema es necesario seleccionar la imagen de las múltiples opciones de respuesta (17).

Se ha argumentado que la naturaleza abstracta del test lo hace particularmente difícil para los niños con más desventajas. Sin embargo, se ha observado que a pesar de las desventajas algunos niños tienen un buen desempeño en el test y que ciertos tipos de ítems resultan fáciles para algunos niños sin importar su nivel de habilidad (11). De hecho, las habilidades requeridas para resolver los ítems más difíciles del cuestionario están íntimamente asociadas con aquellas requeridas para resolver las preguntas fáciles. No hay una jerarquización de habilidades, sino que éstas se integran para resolver ambos tipos de preguntas (11).

En niños y adultos se ha observado que las propiedades del cuestionario no varían de acuerdo con la edad, estado socioeconómico, escolaridad, contexto o etnicidad de la persona. Adicionalmente, se ha demostrado que la medición de la habilidad cognitiva general tiene capacidad predictiva sobre la movilidad social de los individuos (tipo de empleo obtenido, nivel socioeconómico). Por ejemplo en un estudio longitudinal escocés se observó que 60% de la movilidad social podía ser predecida por los puntajes en el TMPR a los 11 años (11).

I.3. Desnutrición y desarrollo cognitivo: mecanismos que explican la relación

De acuerdo con Carrasco-Quintero y colaboradores, la estatura baja o retraso del crecimiento no es una adaptación sino una condición de vulnerabilidad que reduce el tamaño del cuerpo y las capacidades de los sujetos que la presentan

al verse afectadas funciones mentales como inteligencia, memoria y aprendizaje (18).

Pollit y cols. identifican dos tipos de mecanismos que relacionan la desnutrición y el desarrollo cognitivo: uno biológico y otro conductual-social. El mecanismo biológico se manifiesta a través del impacto de la desnutrición en los procesos de desarrollo del cerebro como la mielinización y la sinaptogénesis (19).

En una revisión de la literatura Prado y Dewey resumen diversos estudios experimentales en humanos y animales que han demostrado que tanto la desnutrición calórico-proteica y las deficiencias de ácidos grasos, hierro, zinc y otros nutrientes, como un ambiente que no provee suficiente estimulación sensorial y social tienen efectos en el desarrollo cerebral en quienes las padecen. Por ejemplo, menor proliferación neuronal, deficiente formación y maduración de sinapsis y alteraciones en la producción de mielina, procesos cuya máxima actividad ocurre durante los dos primeros años de vida (19).

En esta etapa y desde el periodo prenatal ocurren brotes importantes de crecimiento y desarrollo del cerebro, por lo que este es particularmente sensible a lo que recibe del ambiente, tanto nutrientes como estimulación cognitiva y socioemocional. Sin embargo, los retrasos o deficiencias presentados en estas primeras etapas también afectan el alcance de los hitos cognitivos y del desarrollo de habilidades posteriores debido a que el desarrollo cognitivo es un fenómeno que ocurre de manera progresiva siguiendo un patrón temporal (2).

Tal es el caso de un estudio que analizó los efectos a largo plazo en el desarrollo cognitivo del desmedro en niños de un año hasta que cumplieron ocho años en el que tanto los déficits tempranos como los posteriores se asociaron significativamente con sus puntajes cognitivos a los 8 años (8). De manera similar, los resultados de un estudio en escolares camboyanos indican que si bien el desarrollo cognitivo es multifactorial, factores nutricionales como el desmedro y la deficiencia de hierro y no nutricionales como la infección parasitaria tienen una implicación importante (20).

El otro mecanismo opera mediante el impacto de la desnutrición en el comportamiento exploratorio del niño, sus interacciones sociales y su capacidad de

respuesta ante estímulos ambientales. En la presencia de desnutrición, el niño presenta estado de ánimo y actividad física disminuidos lo cual puede limitar su involucramiento en interacciones estimulantes. Esto a su vez impacta en la percepción de la edad y vulnerabilidad del niño de las personas a su alrededor, principalmente los padres, quienes llegan a ajustar el tiempo y la atención dedicados al niño, así como las decisiones respecto a la escolaridad y el involucramiento en actividades estimulantes apropiadas a su edad, lo que en turno, impacta el desarrollo cognitivo (2).

De acuerdo con un meta análisis, la desnutrición proteico-energética y/o la infección crónica podrían retrasar o impedir el avance de habilidades motoras tempranas lo cual conduciría a retrasos cognitivos por la habilidad disminuida del niño de explorar y extraer oportunidades del ambiente físico y social (21).

Los mecanismos mencionados explican como las deficiencias nutricionales impactan en la cognición. Sin embargo, el crecimiento físico entre los 8 y los 15 años es resultado no sólo de la ingesta nutricional sino de una variedad de factores ambientales y, como se mencionó previamente, estatura baja no es sinónimo de desnutrición crónica por lo que se requiere investigar el efecto individual de la estatura baja en la cognición. Hasta ahora los efectos causales directos de la estatura sobre el aprendizaje parecen plausibles mediante el mecanismo conductual-social ya que los niños más pequeños llegan a tener dificultad para relacionarse físicamente con sus compañeros y por consiguiente se involucrarían menos en actividades sociales de aprendizaje (22). La elucidación del mecanismo biológico por su parte requiere la realización de estudios experimentales y la investigación de la relación entre estatura baja y cognición no ha alcanzado todavía ese nivel de complejidad por lo que en el campo de la salud se requiere continuar estudiando este tema.

1.3.1 Condiciones sociales

Si el ambiente tiene influencia en el desarrollo infantil, es de esperarse que distintos medios sociales y económicos tengan distintos efectos en el desempeño cognitivo (15). Los niños que crecen en condiciones de pobreza tienen mayor

probabilidad de experimentar déficits de crecimiento y retraso del desarrollo que aquellos que viven en condiciones más privilegiadas porque la pobreza conlleva la exposición a diversos factores de riesgo que impactan en su desarrollo (23). Crookston y cols. observaron una relación consistente entre el crecimiento del niño, la escolaridad de los padres y el ingreso y la cognición del niño (24).

La pobreza supone una situación económica limitada en la que existe incapacidad para acceder o producir bienes y recursos materiales, comprometiendo el bienestar de las personas (15). Por ejemplo, el desequilibrio de nutrientes en la desnutrición primaria es causado por una deficiencia en el aporte alimentario, sea por incapacidad social, familiar o individual para obtener los recursos necesarios en la cantidad o la calidad requeridos y puede asociarse con uno o más efectos adversos fisiológicos y del desarrollo (1, 3).

La pobreza es una condición social compleja porque no sólo implica insuficiencia de ingresos sino que también limita el acceso a dimensiones esenciales como la educación, la salud, a la integración comunitaria y al mercado laboral (15, 25). Estos riesgos que acompañan a la pobreza pueden contribuir a provocar secuelas en el desarrollo del niño. Algunos factores de riesgo actúan mediante vías biológicas y otros implican desventajas psicosociales; algunos implican un riesgo para el desarrollo cognitivo desde antes del nacimiento y otros posteriormente (2). Para esta tesis son importantes los segundos.

Entre los factores biológicos se incluye un estado de salud deficiente, lactancia materna disminuida o ausente, desnutrición, incluyendo déficits de energía, macro y micro nutrientes, enfermedades infecciosas recurrentes y exposición a contaminantes ambientales. La desnutrición y las infecciones recurrentes afectan el desarrollo motor, el coeficiente intelectual y la cognición en general, el lenguaje y la disposición para el estudio y el desempeño escolar. Además, los efectos de las interacciones sinérgicas entre desnutrición, inflamación y respuesta al estrés neuroendocrino y el estado de salud y bienestar del niño se moderan unos a otros incrementando o disminuyendo la vulnerabilidad del niño a otros factores de riesgo (2).

Por otro lado, la pobreza implica desventajas psicosociales a distintos niveles: familiar, comunitario y social. A nivel familiar se habla de ambientes de aprendizaje menos estimulantes, modelos lingüísticos más limitados, hacinamiento, conflictos, situaciones de estrés, pobre salud mental en los miembros de la familia, violencia, discriminación, etc. Estos factores generan estrés psicológico en el niño, lo cual repercute en su funcionamiento ejecutivo, cognición, memoria y disposición para el estudio y el desempeño escolar. Situaciones estresantes como la violencia y el ruido ambiental a nivel comunitario y a un nivel más alto, la infraestructura pública insuficiente, la falta de acceso a servicios de salud, de cuidado del niño y de educación son condiciones sociales que influyen en el estado de salud del niño y que por lo tanto afectan su cognición, desempeño y logro escolar (2, 23).

El contexto cultural en la familia genera diferencias en los resultados que obtienen los sujetos en pruebas de evaluación cognitiva. De acuerdo con Fuica y cols., en niños que nacen y crecen en ambientes familiares deprivados de cultura, tienden a verse afectadas conductas como la curiosidad, lo que provoca baja motivación por las actividades académicas, dificultad de atención en clases y baja comprensión (26). Esto puede provocar bajas expectativas y un sentimiento de incapacidad frente al logro académico, lo que dificulta la adquisición de los contenidos y competencias escolares así como de habilidades cognitivas y lingüísticas (26).

Sin embargo, habría definir cómo es un ambiente deprivado de cultura, pues el contexto sociocultural de una región a otra, de un contexto rural a uno urbano o de una familia a otra puede variar enormemente. Quizá más que de deprivación cultural habría que hablar de ambientes que no proveen estimulación para el aprendizaje ya sea a nivel familiar o comunitario, lo cual se ha relacionado con el grado de escolaridad de los padres y el ingreso del hogar. Estos factores repercuten en el acceso a recursos y pueden influir en la presencia o ausencia de depresión o estrés en los padres y consecuentemente, en sus habilidades de crianza, lo que en turno determina el ambiente familiar, por ejemplo, qué tanto valor se da a la educación o las expectativas en cuanto a educación que se tienen acerca de los hijos (2, 24).

Las habilidades cognitivas también se ven influenciadas tanto por la zona de residencia como por el nivel socioeconómico de las familias (26). A nivel comunitario es importante hacer distinción entre zonas rurales y urbanas. En América Latina, la planificación social y económica se ha concentrado en el desarrollo de las zonas urbanas, en desmedro de las zonas rurales, lo que ha provocado que la mayor parte de la población rural de Latinoamérica se encuentre en condiciones de deprivación sociocultural (Viñas-Román, 2003 en (26)).

Un estudio conducido en jóvenes estudiantes en Chile encontró diferencias significativas en el rendimiento entre zonas rurales y urbanas. Los jóvenes de las zonas rurales mostraron menores niveles de logro en memoria auditiva inmediata y rendimiento en las áreas numérica, lógica y asociativa. Una posible explicación es el mayor acceso en zonas urbanas a recursos que potenciarían el aprendizaje, como bibliotecas y museos. Sin embargo, en el grupo perteneciente al nivel socioeconómico bajo no se observaron diferencias por tipo de residencia en la cognición general, posiblemente porque estar ambos sectores estaban en condiciones de deprivación (26).

Ambos factores de riesgo, biológicos y psicosociales asociados a la pobreza interactúan de manera sinérgica e intervienen en procesos como el metabolismo energético, la inflamación y la respuesta neuroendocrina al estrés afectando el funcionamiento somático y neural y el crecimiento. El efecto de dichos factores depende del tiempo de la exposición. Por ejemplo, los déficits nutricionales en etapas críticas del desarrollo que se presentan en condiciones de pobreza pueden tener efectos irreversibles en el neurodesarrollo mientras que el efecto de las deficiencias nutricionales en etapas posteriores del desarrollo puede ser reversible (2).

Por otro lado, se ha observado que el nivel educativo de la madre puede ser un factor protector que modera los efectos adversos de otros factores de riesgo en el desarrollo del niño. Entre familias con bajo estado socioeconómico, las madres con altos niveles de escolaridad tienen mayor probabilidad de presentar comportamientos “protectores” como elegir alimentos saludables o utilizar los servicios de salud. Estos patrones de comportamiento se asocian con un

mejoramiento del estado nutricional y participación en programas de bienestar que promueven el desarrollo del niño, lo cual modera los efectos de otros factores de riesgo en la cognición (2). Si los padres tienen mayor escolaridad la riqueza del hogar aumenta y/o el crecimiento del niño mejora y, con el tiempo el desempeño cognitivo también. Por ejemplo, en un estudio realizado en E.U. mejorar la escolaridad de las madres resultó en la mejora del ambiente dentro del hogar y mejores resultados de los niños en pruebas cognitivas (24). Por el contrario, escolares de India cuyas madres tenían menos de 6 años de escolaridad tuvieron puntajes significativamente más bajos en un Índice de Procesamiento Mental, en comparación con los hijos de madres con más de 6 años de escolaridad (27).

En resumen, al hablar de cómo las condiciones sociales influyen en el desarrollo del niño es necesario hablar de pobreza. Este fenómeno en toda su complejidad expone a los niños a una serie de factores de riesgo que tienen consecuencias negativas en su crecimiento y desarrollo (2, 23). Se habla de pobreza como un conjunto de factores de riesgo interactuantes a los que se exponen quienes la padecen y no de factores o efectos aislados que limitan el desarrollo infantil. Ejemplo de ello es que los efectos individuales del nivel socioeconómico y el tipo de residencia en la cognición no están claros pues el del tipo de residencia se pierde entre el del nivel socioeconómico (26). Es por ello que se ha sugerido determinar el nivel socioeconómico no sólo mediante el ingreso sino también considerando la escolaridad y la ocupación del jefe de familia (28).

Dependiendo la intensidad, el periodo de exposición, la presencia o ausencia de unos u otros y la mediación de sus efectos ya sea incrementando o disminuyendo la vulnerabilidad, los factores asociados a la pobreza provocan secuelas en el estado de salud, nutrición y el desarrollo cognitivo del niño y el adolescente (2, 24).

Debido a estos ambientes heterogéneos a los que se exponen los niños, es importante realizar estudios que consideren también la variabilidad individual en el grado de susceptibilidad a ambientes de riesgo (2).

II. JUSTIFICACIÓN

El retraso del crecimiento lineal afecta a entre 25 y 50% de los países en desarrollo como resultado de la pobreza, acceso insuficiente a los alimentos y en algunos casos la presencia de enfermedades infecciosas (22). Ejemplo de ello es América Latina, donde las prevalencias de estatura baja son mayores que las de bajo peso o de emaciación (29).

En términos generales en México la desnutrición infantil es menos frecuente ahora que hace algunos años. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2012, a nivel nacional hubo una disminución de las diferentes formas de desnutrición en menores de cinco años en los últimos 25 años (7).

Salvo en regiones específicas del país, es poco común observar niños excesivamente delgados o casos de desnutrición severa. Las encuestas de salud confirman que la emaciación en preescolares es prácticamente inexistente (prevalencia nacional 2012 de 2.5%). En contraste, la estatura baja es más frecuente (13.6%), es decir, casi 14 de cada 100 preescolares tenían baja estatura en 2012 (7).

Los medios rurales generalmente se encuentran en condiciones de aislamiento geográfico o económico lo cual afecta el estado de salud de los residentes en estas áreas (3). Un ejemplo es el sur del país que en 2012 mantenía las mayores prevalencias de desmedro en preescolares (19.2%), siendo las localidades rurales las más afectadas, con una prevalencia notablemente mayor al promedio nacional (27.5).

En población escolar de 5 a 11 años la ENSANUT 2006 reportó una prevalencia nacional de estatura baja de 9.5% en niñas y 10.4% en niños (30). La Encuesta Nacional de Salud en Escolares (ENSE) 2008 reportó una prevalencia de estatura baja en primarias de 7.8% y 8.6% en mujeres y hombres, respectivamente; y de 9.2% en mujeres y 6.9% en hombres en secundarias (31).

La desnutrición crónica tiene efectos adversos en la morbilidad, mortalidad y el desarrollo psicomotor del niño, así como en el desempeño intelectual y físico de escolares, adolescentes y adultos, lo que conlleva desventajas de por vida en el desarrollo de capacidades (7).

Se mencionó antes que la estatura baja no es necesariamente un sinónimo de desnutrición crónica ya que el crecimiento físico entre los 8 y los 15 años es resultado no sólo de la ingesta nutricional sino de una variedad de factores ambientales (8). Por lo tanto, la estatura baja es generalmente un reflejo de varios efectos negativos acumulados a lo largo del tiempo, y una medida de deprivación social en general ya que en pobres condiciones los niños son expuestos a múltiples factores de riesgo que tienen consecuencias negativas en su crecimiento y desarrollo (2, 5, 7, 23).

La estatura baja entendida como una condición de vulnerabilidad reduce el tamaño del cuerpo, lo que parece tener un efecto sobre el aprendizaje. Los niños más pequeños suelen tener dificultad para relacionarse físicamente con sus compañeros lo que limita su involucramiento en actividades sociales estimulantes con lo cual funciones mentales como la inteligencia, la memoria y el aprendizaje pueden verse afectadas (18, 22).

Dicho lo anterior se considera necesario continuar monitoreando la estatura de preescolares y escolares en el contexto nacional, así como ampliar las investigaciones en torno a su relación con el desempeño cognitivo. Esto con el propósito de utilizar a la estatura baja como un primer indicador de posibles problemas cognitivos en la etapa escolar, conducir las pruebas adecuadas y dirigir las intervenciones, dentro de las cuales el aspecto nutricional debería ser primordial.

III. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Se realizó una revisión de la literatura en las siguientes bases de datos: Pubmed/MEDLINE, LILACS en español e inglés, EMBASE y SCIELO. Las palabras clave fueron desmedro (*stunting*), cognición (*cognition*) y sus sinónimos en población de 6 a 12 años. En el cuadro III.1 se muestra el algoritmo de búsqueda utilizado para la estrategia de búsqueda en cada base de datos y en el cuadro III.2 pueden verse los criterios de inclusión que se consideraron de acuerdo a la estrategia PICOST (32).

De acuerdo con la Declaración PRISMA (32) (cuadro III.3) la revisión se realizó en cuatro etapas: 1) identificación de los títulos usando el algoritmo de búsqueda correspondiente en cada base de datos; 2) evaluación de los títulos y eliminación de duplicados, en esta etapa se seleccionaron 68 artículos que fueron examinados por título y resumen; 3) posteriormente se excluyeron los artículos que no contenían la variable estatura para la edad como indicador de desnutrición así como aquellos cuya población no correspondía con los criterios de búsqueda y aquellos artículos que no se encontraron disponibles; 4) finalmente, se escogieron 14 artículos (8, 20, 22-24, 27, 33-40), los cuales se evaluaron a texto completo y de los cuales, 5 correspondían al mismo estudio (8, 22, 24, 33, 41). Adicionalmente se incluyeron en la revisión 4 estudios acordes al tema identificados durante la fase de construcción del protocolo de investigación (19, 21, 29, 42).

Cuadro III.1. Estrategia de búsqueda

LILACS (inglés): tw:(tw:(malnutrition)) AND (tw:(cognition)) AND (tw:(child)) NOT (tw:(preschool))) AND (instance:"regional")

LILACS (español): tw:(tw:(desnutrición)) OR (tw:(crecimiento lineal)) AND (tw:(cognition)) AND (tw:(niño)) NOT (tw:(preschool)) NOT (tw:(neonatal)))

Pubmed/MEDLINE: (((((Stunting) OR growth) OR height) AND cognit*) AND Child) NOT preschool /((((nutritional status) AND cognition) AND child*) NOT preschool

EMBASE: height OR cronic malnutrition AND cognition AND child.

SCIELO: (desnutrición) AND (desarrollo cognitivo)

Cuadro III.2. Criterios de inclusión PICOST

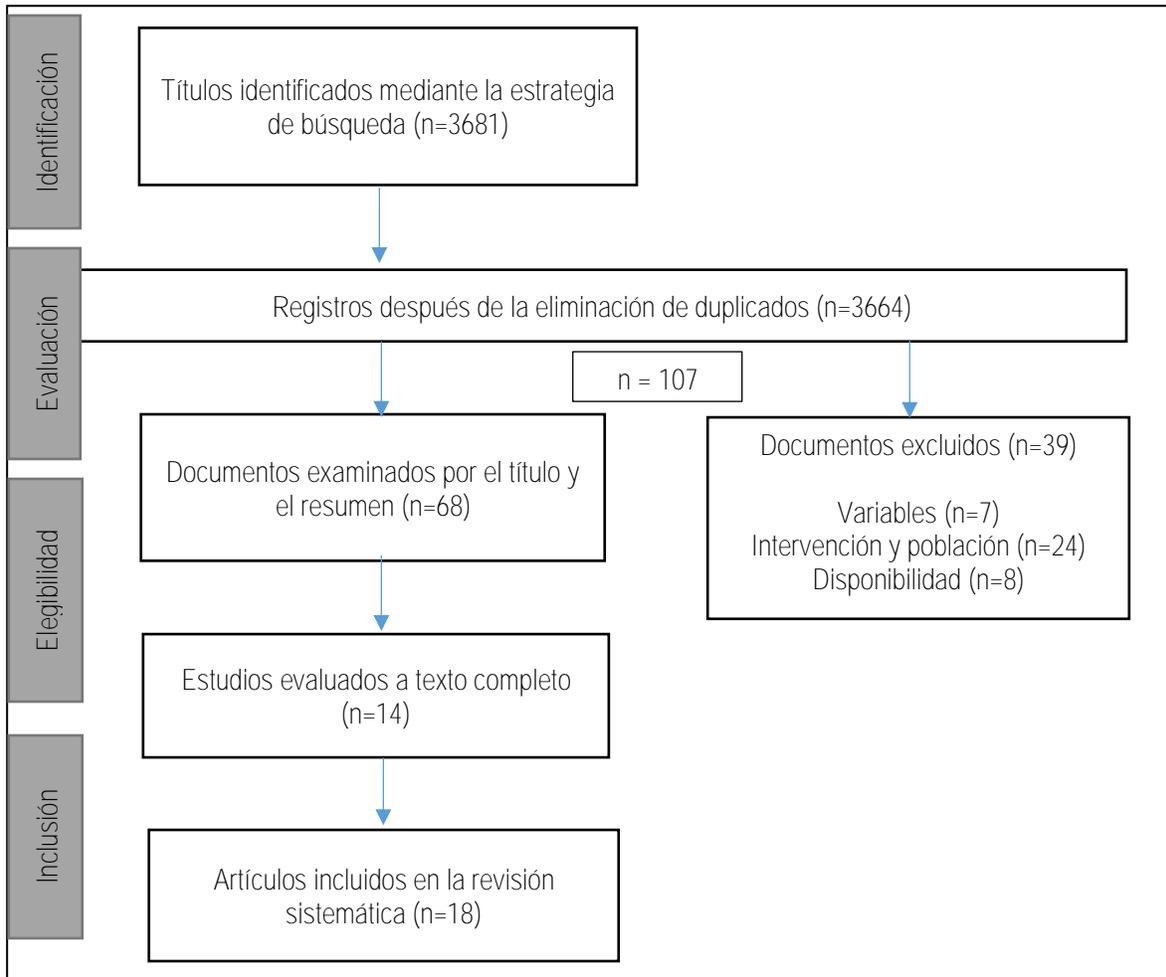
Diseño
Ensayos clínicos controlados
Estudios observacionales prospectivos (Estudios de cohorte)
Población
Escolares entre 5 y 12 años (schoolar children)
Exposición
Stunting
Retraso del crecimiento lineal
Desnutrición crónica
Talla baja
Short stature
Undernourishment/undernutrition
Malnourishment/malnutrition
Comparación
Crecimiento/estatura normal
Medidas de Resultado
Cognición
Desarrollo cognitivo
Cognitive disorder
Cognoscitivo
Cognitive development

En la tabla III.4 se puede observar un resumen de los estudios identificados mientras que en la tabla III.5 se encuentran los estudios descritos ampliamente.

Los estudios identificados fueron llevados a cabo en países en desarrollo, asiáticos (n=6) (8, 20, 24, 27, 33, 39-41, 43) y africanos (n=3) (8, 24, 33, 34, 36, 41) así como en América Latina, en Guatemala (n=1) (42), Perú (n=1) (8, 24, 33, 41) y México (n=3) (23, 35, 38). Aunque uno de los estudios hechos en México fue llevado a cabo en menores de dos años se incluyó con propósitos comparativos (23).

Entre los estudios se identificaron diseños transversales principalmente (n=11) (20, 23, 27, 35, 36, 38-40, 43) y únicamente tres diseños. longitudinales (8, 22, 24, 33, 34, 41, 42).

Tabla III.3. Diagrama de flujo acorde a la Declaración PRISMA



Todos los estudios incluyeron como variable de exposición la estatura para la edad ya sea en puntuación Z o categorizada por nivel de déficit como desmedro moderado, severo, (persistente, decaído y recuperado en algunos estudios longitudinales). Dos de los estudios (38, 42) tomaron como referencia las tablas CDC (referencia de crecimiento de 1977 para población de Estados Unidos de 1 a 24 años del Centro Nacional para Estadística en Salud) (44). En los demás se utilizó la referencia de la Organización Mundial de la salud (6) cuyas tablas de referencia fueron también construidas a partir de las tablas CDC y cuyo punto de corte para diagnosticar desmedro es -2 desviaciones estándar (DE) de la mediana de la población de referencia.

Las variables de resultado fueron diversas habilidades cognitivas medidas a través de diferentes pruebas. Ejemplo de las habilidades evaluadas son: desarrollo cognitivo, inteligencia verbal y matemática, capacidad cognitiva, comprensión de lectura y procesamiento mental. Un estudio también considero al desfase escolar como resultado. Las pruebas más frecuentemente observadas fueron diferentes tests de matemáticas (n=5), el Test de Matrices Coloreadas de Raven (n=3), la Prueba de Vocabulario con Imágenes (PPVT) (n=2) y la escala de inteligencia de Wechsler (n=2).

Salvo algunas excepciones (23, 35, 36), en la mayoría de los estudios se encontraron asociaciones positivas y significativamente estadísticas entre el retraso del crecimiento lineal o desmedro y puntajes bajos en las pruebas respecto a los niños que tenían una estatura para la edad normal (n=13) (8, 20, 22, 24, 27, 33, 34, 38-41, 43). También se encontraron asociaciones significativas entre anemia o reservas depletadas de hierro y puntajes bajos en pruebas cognitivas (n=3).

En una revisión de estudios de cohorte de cinco países de bajo y medio ingreso y encontraron que el retraso del crecimiento infantil estaba asociado con baja estatura en la edad adulta, así como menor escolaridad, función intelectual disminuida y menores ganancias (29).

En un estudio transversal realizado en India, el puntaje Z de estatura para la edad en escolares se asoció significativamente con todos los parámetros cognitivos evaluados: razonamiento fluido, memoria a corto plazo, habilidad para recordar, velocidad cognitiva (27).

En un metaanálisis cuyo objetivo fue cuantificar la relación entre crecimiento lineal y desarrollo cognitivo, motor, y socioemocional se estimó un incremento de 0.24 D.E. en la habilidad cognitiva de niños menores de dos años por cada unidad de incremento en puntaje Z de estatura para la edad. Además, a partir de 5 estudios de cohorte se estimó que cada unidad de incremento en puntaje Z antes de los 2 años de vida estaba asociado con un incremento de 0.22 DE en la cognición entre los 5 y 11 años. En el estudio se sugiere que cualquier incremento en D.E. en estatura está asociado con un mejoramiento de la cognición y también en el desarrollo motor a los 5-8 años de vida (21).

También se han observado mejorías en el desarrollo cognitivo de niños desnutridos o en riesgo de desnutrición después de una intervención consistente en suplementar energía, tal es el caso de un estudio cuasi experimental realizado en comunidades rurales de Guatemala y de otro estudio en Tanzania (9, 42).

En una cohorte llevada a cabo en 4 países considerados representativos de diversos políticos, sociales, geográficos y culturales contextos entre ellos Perú y cuyo objetivo era comparar el efecto en el desarrollo cognitivo entre niños con estatura baja entre los 6 y 18 meses de edad con los que la presentaron a los 4.5 a 6 años, se encontró una mayor asociación entre el retraso del crecimiento presente en etapas de inicio escolar y las habilidades cognitivas que con el retraso del crecimiento en la infancia temprana. Además, los niños con estatura baja obtuvieron valores más bajos en las pruebas cognitivas (41). Finalmente, en un estudio transversal en municipios con alta marginación de cuatro estados en México en 2010 se observó una relación entre el retraso del crecimiento lineal y el desarrollo cognitivo en preescolares (18).

Entre las variables confusoras incluidas, género y escolaridad del niño fueron las más frecuentes (8, 20, 22, 24, 27, 33, 34, 36, 39, 40). Entre las variables del hogar se encontraron la escolaridad de la madre (8, 20, 27, 33, 34, 40), el nivel socioeconómico (20, 22, 23, 33-35), la escolaridad y ocupación del padre (8, 20, 22, 23, 34, 36), , tipo de residencia (22, 24, 33, 40), etnicidad o idioma hablado (8, 23, 24, 33), gasto en consumo per cápita (8), diversidad de la dieta (8), round de observación (33) e infección parasitaria e inflamación (20).

Tabla III.4. Resumen de la revisión de literatura.

Características de los estudios	
Países	Países en desarrollo. Asia (n=7), América Latina (n=6), África (n=3)
Diseño	Metaanálisis (n=1); Revisión sistemática (n=1); Cuasi-experimental (n=1); Cohorte (n=2); Transversal (n=11)
Exposición	Puntaje z en estatura-longitud para la edad (n=15) Puntaje z en peso para la estatura (n=5) Puntaje z en peso para la edad (n=5) *OMS 2006, 2007 Trayectorias de crecimiento: Desmedro persistente, recuperación del crecimiento, crecimiento decaído (n=2) Deficiencia de micronutrientos (Fe) (n=3) Circunferencia cefálica (n=1)
Evento	Desarrollo, habilidad cognitiva, inteligencia: Prueba de vocabulario con imágenes PPVT, Prueba de matemáticas, Matrices Progresivas o Coloreadas de Raven, Prueba Cloze de habilidades verbales y comprensión de lectura, Test de lectura en grados tempranos EGRA, Brief Intellectual Ability BIA, Cambridge Neurological Test Automated Battery CANTAB, Test de Desarrollo Cognitivo ASER, Índice de Procesamiento Mental MPI, Índice de Desarrollo Mental MDI, Escala de Desarrollo Infantil de Bayley BSIDII, Prueba de escritura Desfase escolar Máximo grado completado
Resultados	Asociaciones positivas entre desmedro o retraso del crecimiento lineal (n=13), reservas depletadas de hierro o anemia (n=3) y puntajes bajos en las pruebas cognitivas. Desmedro persistente aumentó la probabilidad de desfase escolar. -Desmedro persistente y recuperación del crecimiento se asociaron con más bajos puntajes en el test de matemáticas. -Crecimiento decaído y desmedro persistente se asociaron con puntajes más bajos en EGRA y PPVT. -Niños con crecimiento recuperado tuvieron mejores puntajes en la mayoría de las pruebas que aquellos con desmedro persistente.
Confusores	Escolaridad y ocupación de alguno o ambos padres, nivel socioeconómico del hogar (índice de bienes), género y escolaridad del niño, tipo de residencia, etnicidad, consumo de alimentos per cápita, infección parasitaria, inflamación (asociación: n=3)

Tabla III.5. Revisión de la literatura

País	Diseño	Participantes	Exposición	Evento	Resultados	Confusores
Etiopía, India, Perú, Vietnam (Georgiadis, Benny, Crookston et al. 2016)	Cohorte	n=7266 niños de la cohorte Young Lives (YL) medidos al año de edad (2002), 5 años (2006) y 8 años (2009)	Longitud supina al año (LE1), estatura a los 5 (EE5) y a los 8 (EE8) años (puntaje z en longitud y estatura para la edad, OMS 2006, 2007).	Desarrollo cognitivo: a los 8 años <i>Prueba de Vocabulario con Imágenes</i> (PPVT 8); Prueba de logro en matemáticas (MATH)	Asociación positiva y significativa entre: a) LE1 y PPVT a los 8 años en India, Etiopía y Perú b) EE5 y EE8 y PPVT 8 en los 4 países, c) LE1, EE5, EE8 y puntajes en MATH	Niños: puntaje en diversidad de la dieta a los 5 y 8 años, género, orden de nacimiento. Padres: etnicidad, escolaridad, estatura, edad y gasto en consumo del hogar per cápita mensual cuando el niño tenía 8 años, idioma de aplicación del test
Etiopía, India, Perú, Vietnam (Fink & Rockers, 2014)	Cohorte	n=1000 niños de la cohorte YL de 7-8 años de edad. Mediciones subsecuentes a los 12 años de edad (2006-2007) y a los 15 (2009-2010). Tasa de seguimiento >=95%	Trayectorias de crecimiento (puntaje z en estatura para la edad (EE) a los -7,-8,-12 y -15 años, OMS 2007). Desmedro incidente (DI) = <2 DE de la media de EE por primera vez, desmedro persistente (DP) = <2 DE en EE en 2 o más mediciones seguidas, Recuperación del crecimiento (RC) = desmedro a los 8 pero no a los 12 o 15 años	Máximo grado completado, <i>Prueba de Vocabulario con Imágenes</i> (PPVT) para habilidades receptivas de lenguaje, y desempeño en Prueba de matemáticas (MATH) en la tercera medición	Desmedro a los 8 años se asoció con 0.19 menos grados escolares, puntaje verbal y puntaje MATH 0.08 DE más bajos. Desmedro a los 12 se asoció con 0.17 menos grados escolares y puntaje MATH 0.11 DE más bajo. Desmedro a los 15 se asoció con 0.39 menos grados escolares, 0.17 DE menos en puntaje verbal y 0.07 DE menos en MATH. DP en los 3 rounds se asoció con 0.73 menos años de escolaridad, 0.32 DE menos en test verbal y 0.26 DE menos en el test MATH. RC a los 12 se asoció con mejores puntajes respecto a DP, a los 15 con un incremento de 0.19 años de escolaridad, 0.06 DE en puntaje verbal y 0.04 DE en MATH	Sexo y edad del niño, estado socioeconómico del hogar (3 indicadores de disponibilidad de servicios y sanidad: electricidad, agua potable, inodoro), nivel educativo del cuidador, sexo del entrevistado, residencia rural o urbana

Tabla III.5. Revisión de la literatura

País	Diseño	Participantes	Exposición	Evento	Resultados	Confusores
Etiopía, India, Perú, Vietnam (Crookston, Forste, McClellan et al., 2014)	Cohorte	n=3375 niños de la cohorte YL. Mediciones a los 7-8 (2002), 11-12 (2006) y 14-15 años de edad (2009)	Crecimiento: Estatura (puntaje z en estatura para la edad (EE) a los 8, 12 y 15 años, OMS), sexo del niño, índice de riqueza del hogar (estado socioeconómico por bienes de consumo durables, acceso a servicios y calidad de la vivienda), años de escolaridad de padres	Con variación entre países: Medición 1: PPVT, <i>prueba Cloze de habilidades verbales y comprensión de lectura</i> . Medición 2: PPVT, prueba Cloze y prueba de matemáticas. Medición 3: PPVT, prueba Cloze y prueba de matemáticas	Todas las variables del hogar tuvieron una asociación estadísticamente significativa con la cognición en cada país. En Etiopía los cambios en el crecimiento tuvieron mayor influencia en los puntajes cognitivos que el estado socioeconómico. En India, Perú y Vietnam la escolaridad materna tiene mayor influencia. En Perú y Vietnam el crecimiento ocupa el tercer lugar en influencia, pero hubo diferencias substanciales en cognición entre el más y el menos aventajado nutricionalmente.	Género y grado escolar del niño, estructura del hogar (presencia de los padres y tamaño del hogar), orden de nacimiento, tipo de residencia rural o urbana, idioma y edad materna
Etiopía, India, Perú, Vietnam (Crookston, Schott, Cueto et al., 2013)	Cohorte	n= 7266 niños de la cohorte YL. Mediciones al año de edad (2002), 4-5 años (2006) y 7-8 años (2009)	Longitud supina al año de vida, estatura a los 5 y a los 8 años (puntaje z en longitud y estatura para la edad, OMS). Categorías de crecimiento: Recuperado: desmedro al año, pero no a los 8, Decaído: desmedro a los 8 años, pero no al año, Persistente: desmedro al año y a los 8, Nunca con desmedro: normal al año y a los 8	1) Desfase escolar (>=1año entre el año cursado y el que debería cursar a los 8 años), 2) puntaje en test de matemáticas a los 8 años, 3) habilidades de lectura con el <i>Test de Lectura en grados tempranos</i> (EGRA), 4) habilidad intelectual y cognitiva por <i>Prueba de Vocabulario con Imágenes</i> (PPVT)	En comparación con quienes nunca tuvieron desmedro: -Desmedro persistente aumentó la probabilidad de desfase escolar. -Desmedro persistente y recuperación del crecimiento se asociaron con más bajos puntajes en el test de matemáticas. -Crecimiento decaído y desmedro persistente se asociaron con puntajes más bajos en EGRA y PPVT. - Niños con crecimiento recuperado tuvieron mejores puntajes en la mayoría de las pruebas que aquellos con desmedro persistente.	Sexo, edad en meses en el tercer round, idioma en que se aplicó el test, índice de bienes del hogar, indicadores de servicios y sanidad, escolaridad de los padres, edad de la madre, migración después del round 1, residencia urbana o rural, características de la comunidad:

Tabla III.5. Revisión de la literatura

País	Diseño	Participantes	Exposición	Evento	Resultados	Confusores
Malawi (Teivaanmaki, Bun Cheung, Pulakka et al., 2016)	Cohorte	767 recién nacidos (1995-1996), mediciones al mes, 2 y 15 años de edad (análisis final: n=358)	Ganancia de estatura del nacimiento a los 2 años de edad (puntaje z en Longitud para la edad LE al mes y a los 2 años de edad) y de los 2 a los 15 años de edad: (puntaje z en estatura para la edad EE a los 15 años de edad) (OMS 2006, 2007)	a) Capacidad cognitiva: Puntaje en <i>Test de Matrices Coloreadas de Raven</i> a los 15 años, b) test de matemáticas de 8 preguntas (Encuesta de Vida de las familias Indonesas), c) Tiempo de reacción entre estímulo y respuesta (TR): <i>Psychomotor Vigilance Task</i> (PVT)	a) Después de ajustar por confusores EE a los 15 años, género y años de escolaridad del niño y alfabetización de la madre se asociaron significativamente con el puntaje en test de Raven (las niñas tuvieron puntajes más bajos que los niños). b) No hubo asociación entre LE al mes ni a los 24 meses de edad y puntaje en Raven usando regresión lineal pero sí hubo asociación usando regresión logística entre ganancia de estatura de los 2 a los 15 años y puntaje en Raven. c) No hubo asociaciones significativas entre LE, EE y puntaje en el test de matemáticas. d) Ni LE ni EE se asociaron significativamente con TR	Género del niño, años de escolaridad a los 15, edad gestacional en semanas, ocupación y escolaridad padres, índice de riqueza del hogar = pobre (<percentil 40), medio (40-80), y rico (arriba del percentil 80): posesión de bienes y tierra, personas que contribuyen al ingreso familiar
Cambodia (Perignon, Fiorentino, Kuong et al., 2014)	Transversal	n=2443 escolares de 6-16 años	1) Desmedro moderado (puntaje z estatura para la edad -3 a -2 DE), 2) desmedro severo (\geq-3 DE) ; 2) Deficiencia de Fe: a) anemia (Hb <115 g/L niños de 6 a 11 años, <120 g/L de 12 a 14 y niñas de 15 años y <130 g/L en \geq 15 años ; b) depleción de reservas de Fe: ferritina (FER) <15 mg/L y c) DEF de Fe en tejido: receptor de transferrina <.8.3 mg/L; 3) vit A (DEF <0.70 mmol/L; 4) zinc en suero DEF en \geq10 a <0.66 mg/L niñas y <0.70 mg/L niños; <0.65 mg/L para <10; 5) yodo DEF orina <100 mg/L	Puntaje en Matrices Coloreadas de Raven RCPM), test de diseño de bloques y finalización de figuras (Escala de inteligencia de Wechsler, WISC III)	a) Niños con desmedro severo tuvieron puntajes significativamente más bajos en las 3 pruebas que los niños sin desmedro; b) Niños con desmedro moderado obtuvieron puntajes significativamente más bajos en diseño de bloques y finalización de figuras que aquellos sin desmedro; c) Niños con reservas corporales marginales de Fe tuvieron puntajes significativamente más bajos en RCPM y finalización de figuras; d) Niños con anemia presentaron puntajes más bajos en RCPM (sexo masculino) y finalización de figuras (ambos sexos); e) DEF de vit A, iodo y zinc no se asociaron significativamente con el desempeño cognitivo; f) Infección parasitaria en niñas se asoció con puntajes significativamente más bajos en RCPM; g) Ingreso del hogar y escolaridad del cuidador se asociaron significativamente con puntajes bajos en RCPM	Edad y género del menor, infección parasitaria, factor de corrección por estado de inflamación, escolaridad del cuidador, estado socioeconómico hogar (n= 616, cantidad y fuente de ingreso del hogar)

Tabla III.5. Revisión de la literatura

País	Diseño	Participantes	Exposición	Evento	Resultados	Confusores
México (Morales, Romero, Moreno et al., 2014)	Transversal	224 niños de 6 a 13 años	1) Puntaje z en Estatura y Peso para la edad (PE), desnutrición pz \geq -2 DE, 2) Nivel Socioeconómico: NSE, cuestionario AMAI (características sociodemográficas, bienes escolaridad, estado de unión y ocupación; AB (muy alto), C+ (alto), C (medio alto), C- (medio), D+ (medio bajo), D (bajo) y E (muy bajo)	BIA (<i>Brief Intellectual Ability</i>) de la batería cognitiva Woodcock Muñoz): comprensión verbal, formación de conceptos, pareo visual (rapidez para discriminar entre distintos símbolos visuales)	La desnutrición (PE \geq -2DE) como indicador de NSE y pertenecer al NSE E se asociaron con puntajes más bajos en el BIA	
Malawi (Nkhoma, Duffy, Davidson et al., 2013)	Transversal	226 niños de 6 a 8 años, de dos primarias rurales	Stunting (HAZ $<$ 2SD), underweight (WAZ $<$ 2SD), thinness, (BAZ $<$ 2SD) (WHO, 2007)	Porcentaje respecto a la media del Cambridge Neurological Test Automated Battery (CANTAB)	Resultados cognitivos no se asociaron significativamente con ninguna de las características antropométricas o sociodemográficas. No hubo diferencias significativas entre desmedro, bajo peso y normal.	Edad y sexo del niño; edad, ocupación y estado civil del jefe de familia, años de escuela cursados
Asia (Indonesia, Malasia, Tailandia, Vietnam) (Sandjaja, Poh, Rojroonwa sinkul et al., 2013)	Transversal	6746 niños de 6-12 años	HAZ, WAZ, BMI \leq 2 SD = desmedro, bajo peso y delgadez. BMI \geq 1 SD = sobrepeso, \geq 2SD = obesidad, \geq 3 SD = severamente obeso (WHO, 2007)	Test de Inteligencia No-Verbal: Matrices progresivas de Raven y TONI-3. Superior \geq 120, promedio alto 110-119, promedio bajo 90-109, promedio bajo 80-89, bajo/en el límite 60-79	Bajo peso, delgadez, desmedro y obesidad severa incrementaron el riesgo de obtener un IQ no verbal bajo ($<$ 89)	Edad, sexo, residencia rural o urbana, nivel de escolaridad materno, país
India (Spears, 2011)	Transversal	4369 niños de 8 a 11 años	HAZ (WHO, 2007)	Puntaje en test de desarrollo cognitivo ASER (lectura, matemáticas y escritura)	Los niños más altos obtuvieron un mejor puntaje en el test de desarrollo cognitivo	

Tabla III.5. Revisión de la literatura

País	Diseño	Participantes	Exposición	Evento	Resultados	Confusores
India (Eilande, Muthayya, Knaap et al., 2010)	Transversal	598 niños de 6 a 10 años	HAZ, WAZ (WHO 2007), ácidos grasos, hierro, iodina y estado de la vitamina-A	Índice de procesamiento mental MPI (Batería de evaluación cognitiva)	HAZ, WAZ y concentración de Hb se asociaron positivamente con el MPI	Sexo, edad, escolaridad del niño y de la madre,
México (Fernald, Neufeld, Baton et al., 2005)	Transversal	896 niños de 12.5-23.5 meses	HAZ \leq 2 SD, WHZ \leq 2 SD (WHO, 2007)	Retraso leve: Puntaje $<$ 85(-1SD), Retraso considerable: Puntaje $<$ 70(-2SD) en el Índice de Desarrollo Mental (MDI), Escalas de Desarrollo Infantil de Bayley (BSIDII)	HAZ se correlacionó positivamente con el puntaje en Bayley pero no así cuando variables familiares y ambientales se incluyeron en el análisis.	Sexo, ingreso per cápita y total del hogar, número de personas y lengua indígena hablada en el hogar, educación del jefe de familia, participación familiar en actividades comunitarias.
México (Kordas, López, Rosado et al., 2004)	Transversal	n=602 de 6 a 8 años de edad.	Hb, HAZ, WHZ, circunferencia cefálica	Grupo A: CAT, WISC-RM, aritmética, prueba de escritura, test de habilidades cognitivas. Grupo B: <i>Prueba de Vocabulario con Imágenes</i> (PPVT), MAT	Niños con anemia obtuvieron resultados más bajos en secuencia numérica. HAZ se asoció con el puntaje en PPVT	
Vietnam (Hall, Khanh, Son et al., 2001)	Transversal	3055 niños de 3er grado, nacidos en 1990	$<$ 2SD en HAZ, WAZ, WHZ (desmedro, bajo peso y emaciación respectivamente) (WHO 2007)	Puntaje en test de matemáticas y vietnamita (Instituto de Educación Vietnamita)	Asociación significativa entre HAZ y los resultados de ambos tests, niños clasificados con desmedro tuvieron promedios significativamente más bajos en ambas materias que aquellos que no tenían desmedro.	Edad, sexo, escuela, distrito

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El crecimiento en niños es un reflejo del estado de salud en general y bienestar, por lo tanto, la alteración del mismo puede impactar en el desarrollo del niño (40). Se mencionó antes que los niños más pequeños tienen dificultad para relacionarse con sus compañeros lo que limita su involucramiento en actividades estimulantes y puede afectar el desarrollo de funciones mentales como la inteligencia, la memoria y el aprendizaje (18, 22).

En nuestro país, la estatura baja es un fenómeno común entre la población, sin embargo, la escasa información epidemiológica al respecto sugiere una subvaloración de su importancia. Mientras que la prevalencia nacional de emaciación en preescolares en 2012 correspondía con lo esperado (2.5%), la estatura baja se presentaba con mayor frecuencia (13.6%), superando lo esperado. Además, las prevalencias más altas se hallaban en la región sur (19.2%) y las localidades rurales (27.5%) (7). En escolares, la ENSE 2008 (31) reportó una prevalencia de estatura baja en primarias de 7.8% en mujeres y 8.6% en hombres y en secundarias de 9.2% en mujeres y 6.9% en hombres. La ENSANUT 2006 (30) por su parte, reportó una prevalencia nacional de estatura baja de 9.5% en niñas y 10.4% en niños de 5 a 11 años.

Los últimos datos de estatura baja en escolares provienen de la ENSE 2008 (31) y la ENSANUT 2006 (30). La ENSANUT 2012 y la 2016 no reportaron estatura baja en este grupo de edad, ésta última, ni siquiera en preescolares. Por ello y dado que las últimas cifras disponibles evidenciaban una alta frecuencia de estatura baja en preescolares y escolares, se considera pertinente actualizar la prevalencia nacional de estatura baja en ambos grupos.

Aunque en la mayoría de los casos no se hace evaluación de la alimentación, en la práctica se asume (4) que la estatura baja es producto de una restricción dietética. A nivel poblacional se acepta que la mayoría de los casos de estatura baja para la edad son producto de la combinación de alimentación deficiente con infecciones recurrentes (2). Bajo esta consideración, usualmente el eje la prevención de estatura baja es la alimentación.

Una adecuada nutrición es necesaria para el desarrollo normal del cerebro, sobre todo durante el embarazo y la infancia, periodos en los que las bases para el desarrollo de habilidades cognitivas, motoras y socioafectivas posteriores son establecidas (19). Se ha documentado que los efectos adversos de la desnutrición temprana en las habilidades cognitivas permanecen durante la edad escolar y adolescencia (40). El individuo que en su infancia tuvo uno o varios episodios de desnutrición tiene mayor probabilidad de presentar en la edad adulta deficiencias físicas, mentales o sociales (3). Dicho lo anterior es claro que los años iniciales de vida son críticos para el desarrollo. Sin embargo, el grado en el que el crecimiento físico y el desarrollo infantil están asociados no está del todo claro (21).

Diversos estudios han reportado que, en comparación con niños con estatura normal, los niños con desmedro presentan habilidades cognitivas disminuidas o más pobres (40). La evidencia, de estudios transversales principalmente (20, 27, 38-40, 43), así como de algunos longitudinales (8, 22, 24, 33, 34, 41, 42) de esta asociación continúa aumentando. Por ejemplo, en la revisión de la literatura (ver capítulo III) se identificaron 11 estudios sobre el tema. En 8 de ellos se identificaron asociaciones positivas entre desmedro o retraso del crecimiento y puntajes bajos en pruebas cognitivas (8, 20, 22, 24, 27, 33, 34, 38-41, 43). Sin embargo, sólo tres eran longitudinales (8, 22, 24, 33, 34, 41, 42) y, dada la capacidad de este tipo de diseño para probar la fuerza de asociación y su significancia en el estudio de un fenómeno se advierte una brecha de información.

En México, aproximadamente en la década de los ochentas se realizaron estudios sobre desnutrición (emaciación) y desarrollo cognitivo en preescolares, así como programas de intervención dirigidos a disminuir tanto la desnutrición como el retraso del desarrollo cognitivo, de los cuales algunos siguen vigentes (3). También se identificaron al menos dos estudios en población escolar (35, 38) y uno en preescolares que incluyen el desmedro (18) como variable independiente. En dichos estudios se encuentra una primera aproximación al estudio del fenómeno en México, pero, dado que todos fueron realizados en poblaciones de características específicas y que los resultados observados no son consistentes, es necesario

seguir analizando el fenómeno en poblaciones más representativas del país y cuyos resultados contribuyan a aumentar o fortalecer la evidencia disponible.

En conclusión, dado que 1) en México el déficit de estatura es un fenómeno relativamente común, 2) las asociaciones positivas encontradas entre desmedro y déficit cognitivo han sido mediante estudios transversales pero poco se conoce sobre el fenómeno en el largo plazo, 3) las muestras de los estudios hechos en México provienen de poblaciones con características específicas y 4) la evidencia sugiere que las alteraciones en el crecimiento infantil pueden impactar el desarrollo en la etapa escolar y adolescencia, se considera pertinente estudiar el fenómeno en etapas posteriores a los 5 años de edad en una población representativa de los escolares mexicanos.

Ante este panorama y como resultado de la práctica profesional de la autora de esta tesis en regiones del país donde la desnutrición prevalece¹ surge la pregunta de investigación que sustenta el presente protocolo de investigación: ¿Los escolares mexicanos de entre 5 y 10 años que tienen estatura baja para la edad presentan trayectorias de puntaje en la prueba de Raven diferentes a los escolares mexicanos con estatura normal después de 7 años de seguimiento? Para responder esta pregunta se pretende determinar el efecto de la estatura baja, vista como consecuencia de una serie de condiciones de vida precarias o limitantes en el desarrollo cognitivo de escolares de 5 a 10 años seguidos por un periodo de 7 años.

¹ La autora ha colaborado en proyectos sobre seguridad y vigilancia alimentarias en zonas rurales de Hidalgo y rurales indígenas de Guerrero. En Guerrero observó que una gran proporción de preescolares y escolares presentaban tanto emaciación como desmedro, así como puntajes bajos en pruebas de evaluación del neurodesarrollo (en infantes). En un primer momento, estas experiencias condujeron a plantear el problema abordado en este trabajo.

V. OBJETIVOS

General:

Comparar la trayectoria del puntaje obtenido en el test de Raven después de 7 años de seguimiento en escolares mexicanos de 5 a 10 años con estatura baja para la edad con la trayectoria de escolares con estatura normal.

Específicos:

1. Describir la frecuencia, distribución y cambios en el tiempo en el periodo 2002-2009 del déficit de estatura en población mexicana de 5 a 20 años.
2. Describir la frecuencia, distribución y cambios en el tiempo en el puntaje obtenido en la prueba de Raven en población mexicana de 5 a 20 años.
3. Determinar si el incremento en la estatura se asocia con incrementos en el puntaje obtenido en la prueba de Raven.
4. Identificar otras variables predictoras del puntaje en la prueba de Raven.

VI. HIPÓTESIS

Hipótesis de investigación

Los escolares mexicanos de entre 5 y 10 años con estatura baja para la edad presentan trayectorias de puntaje en la prueba de Raven menores que los escolares con estatura normal después de 7 años de seguimiento.

Hipótesis estadística

Una unidad de incremento en el puntaje z de estatura para la edad se asocia con un aumento en la probabilidad de obtener un puntaje más alto en la prueba de Raven después de 7 años de seguimiento.

VII. METODOLOGÍA

VII.1. ENNVIH

La Encuesta Nacional de Niveles de Vida de los Hogares (ENNVIH) es una encuesta de seguimiento, multi-temática, representativa de la población mexicana a nivel nacional, urbano, rural y regional, desarrollada por investigadores de la Universidad Iberoamericana (UIA) y del Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE) con el propósito de analizar diferentes dimensiones del bienestar de la población mexicana y estudiar cambios en el tiempo. Ha sido implementada con el apoyo de instituciones como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) y las Universidades de California, Los Ángeles (UCLA) y Duke en los Estados Unidos de Norteamérica (45-47).

La ENNVIH contiene información de 8,440 hogares de un periodo de 10 años, recopilada a través de tres levantamientos (2002, 2005-2006 y 2009-2012). Proporciona información sobre un amplio número de indicadores socioeconómicos y demográficos, entre ellos estructura, ingreso y gasto de los hogares. La ENNVIH incluye información a nivel individual como marcadores biológicos, medidas antropométricas, estado cognoscitivo, historia de embarazo, consultas, etc. A nivel hogar proporciona información sobre ingreso familiar, gasto, negocios, programas sociales, migración, crimen y victimización, etc. y a nivel comunitario, sobre escuelas, proveedores de salud y establecimientos mercantiles. Entre las medidas del estado de salud se incluyen peso y talla, con las cuales se construyen los índices peso para la talla, talla para la edad y peso para la edad. Como indicador del estado cognoscitivo de niños y adultos se incluyen puntajes en el Test de Matrices Progresivas de Raven.

VII.1.1. Diseño muestral de la ENNVIH

El esquema de muestreo de la ENNVIH 2002 fue probabilístico, estratificado, polietápico y por conglomerados; la unidad última de selección fue la vivienda y la unidad de observación, el hogar. Las regiones para las que la ENNVIH permite dar

resultados corresponden al plan Nacional de Desarrollo 2001: sur-sureste, centro, centro-occidente, noroeste y noreste (48).

El marco muestral es la Encuesta Nacional de Empleo del 2001 (49). Las entidades federativas se estratificaron en tres zonas: 1) urbano alto (ciudades y áreas metropolitanas de la Encuesta Nacional de Empleo Urbano (ENEU) del trimestre abril-junio del 2001), 2) complemento urbano (ciudades con 100,000 y más habitantes que no están en la ENEU y localidades urbanas de 2,500 a 99,999 habitantes) y 3) rural (localidades con menos de 2,499 habitantes). Para calcular el tamaño de muestra se tomó como variable de referencia a la proporción de migrantes al extranjero (2.23%). Considerando una confianza del 90%, un error relativo máximo esperado del 13.75%, un efecto de diseño de 6.010, un promedio de habitantes por vivienda de 4.5%, una tasa de no respuesta esperada del 15%; el tamaño de muestra calculado fue de 9,860 (48).

Las unidades primarias de muestreo (UPM) estaban constituidas por una o parte de un área geoestadística básica (AGEB), o de varias AGEB colindantes cuando no se completó el mínimo de viviendas requeridas para formar la UPM. Una AGEB de la zona urbano alto tenía al menos 480 viviendas, mientras que una de la zona complemento urbano tenía entre 100 y 1000 viviendas y una la zona rural entre 50 y 850 (49). Las UPM se clasificaron en 3 estratos: alto, medio y bajo, con base a variables de carácter económico captadas durante el levantamiento de la ENE del 2do. trimestre del 2001 (48, 49). Dentro de cada estrato se seleccionaron al azar las AGEB, y dentro de las AGEB se seleccionaban al azar un conjunto de manzanas o de viviendas y dentro de las manzanas un conjunto de viviendas.

VII.2. Población

Se eligió una cohorte dinámica. Del marco muestral de la ENNVIH 2002 se seleccionó a todos los escolares que en este primer levantamiento tuvieran entre 5 y 10 años de edad ($n= 3,224$) que contaran con datos completos de año y mes de nacimiento, edad, sexo, estatura, peso y mes de medición. Para el segundo levantamiento este grupo habría cumplido (46) entre 9 y 14 años y para el tercero (47), tendrían entre 13 y 20 años de edad. Además, para compensar por pérdidas,

se agregaron aquellos niños excluidos en 2002 por ser menores de 5 años que para el segundo levantamiento alcanzaron o rebasaron esta edad. Este último grupo tuvo un máximo de dos observaciones y para el tercer levantamiento su edad oscilaba entre los 9 y los 14 años.

La tasa de pérdidas en 2009 fue de 34.8% (n=1,122) de la muestra original de 2002. Esta submuestra final de 2,102 escolares tuvo tres observaciones. Para el análisis descriptivo de las características de los participantes por ciclo, así como para el análisis multinivel se incluyó información de los 3,224 niños de la muestra original, independientemente de si tenían una, dos o tres mediciones ya que el modelo multinivel permite trabajar con datos de panel desbalanceado. Para el análisis de las características basales de los participantes sólo se consideraron datos de los 2,102 participantes.

VII.3. Variables

Basándose en la revisión de literatura descrita se hizo una selección de las variables incluidas en las bases de datos y la documentación de la ENNVIH que podrían estar relacionadas con la habilidad cognitiva (ver tabla VII.1). Con base en los criterios de inclusión y exclusión se depuraron las bases y se crearon nuevas.

Las variables incluidas se agruparon en tres rubros principales: I. Sociodemográficas, II. Salud y III. Educación (ver tabla VII.1). Las variables relacionadas con el estado de salud y la educación son características de los escolares. Entre las variables sociodemográficas se incluyeron tanto características individuales como sexo y hablar español como características de los hogares a los que pertenecían los participantes, por ejemplo, ingreso del hogar y escolaridad de los padres. El tamaño de localidad es una variable a nivel comunitario. Exceptuando edad y algunas variables relacionadas con el estado de salud, la mayoría de las variables son categóricas.

Utilizando el paquete estadístico *Stata 14.2* (Copyright 1985-2017 StataCorp LLC) se desarrollaron 6 sintaxis: 1) nivel socioeconómico, 2) características sociodemográficas, 3) cálculo de índice de estatura para la edad, 4) puntaje obtenido en el test de Raven y conversión de formatos, 5) análisis estadístico y 6)

imputaciones. La información de los tres ciclos se conjuntó en dos bases que contienen la misma información, una en formato ancho para realizar análisis transversales y otra en formato largo para el análisis longitudinal.

Estatura para la edad

El índice estatura para la edad es la variable independiente. Utilizando los valores de referencia de crecimiento para escolares y adolescentes de la OMS (6) se calculó el puntaje Z de la estatura de la población de estudio. El puntaje Z es la desviación del valor de un individuo del valor medio de la población de referencia, dividida entre la desviación estándar (DE) de la población de referencia. La puntuación Z fue calculada utilizando la siguiente fórmula que corresponde al método estadístico LMS modificado (44):

$$pZ = \frac{\left(\left(\frac{\text{Estatura}}{M}\right)^L\right) - 1}{LS}$$

Donde M es el valor medio de la población de referencia, S la desviación estándar de dicha población y L el poder de una transformación de Box-Cox para aproximar una distribución a la normalidad en caso de sesgo en la distribución de la variable de interés. Estos valores fueron tomados de las tablas de crecimiento de la OMS (6). Dichos patrones de crecimiento para población de 5 a 19 años fueron calculados mediante el método LMS a partir de los patrones de crecimiento de la OMS para preescolares y la referencia de crecimiento de 1977 para población de Estados Unidos de 1 a 24 años del Centro Nacional para Estadística en Salud (NCHS en inglés) de Estados Unidos. Detalles sobre el método LMS y las curvas de crecimiento de la OMS se encuentran en los reportes de los CDC (44) y la OMS (6). Se excluyeron datos de estatura para la edad que estuvieran por debajo de -5.00 D.E o por encima de 5.00 D.E.

La edad utilizada en los índices se calculó como la diferencia entre la fecha de nacimiento y la fecha de medición. A quienes no tenían día de nacimiento o de medición, pero sí de mes y año se asignó el día 15.

A partir del puntaje Z de estatura para la edad obtenido se creó una variable de dos categorías que identifica a los escolares con estatura normal si su puntaje z de estatura para la edad es mayor o igual a -1.99 D.E. y con estatura baja si este

es menor o igual a -2 D.E. También se creó una variable ordinal de cinco categorías para observar diferencias entre los participantes que estaban por encima de -2 D.E. Las categorías resultantes se observan en la tabla VIII.1.

Prueba de Raven

La variable dependiente es el puntaje obtenido en el Test de Raven en las dos versiones abreviadas aplicadas (12). El Test de Matrices Coloreadas de Raven (TMCR) se aplicó entre los 5 y los 12 años de edad, mientras que el Test de Matrices Progresivas de Raven (TMPR) se aplicó entre los 13 y los 20 años de edad, aunque por razones desconocidas algunos participantes de 12 años respondieron el TMPR y a su vez, algunos participantes de 13 años respondieron el TMCR. Para calcular el puntaje en el TMPR/TMCR se sumó el número de respuestas correctas de cada individuo en cada test realizado. El puntaje máximo para el TMCR es 18 respuestas correctas y para el TMPR es 12 respuestas correctas. Una vez obtenido el puntaje se calculó el coeficiente de correlación de Pearson entre este y la edad y se observó que el TMCR se correlacionaba positivamente con la edad ($r= 0.4025$), no así el TMPR. Es decir, hasta los 12 años de edad el puntaje en el test se correlacionó con la edad. Para hacer comparables los resultados de las dos pruebas se obtuvieron quintiles para cada una de las dos pruebas (ver tabla VII.2).

Nivel socioeconómico

Basándose en el trabajo de Levasseur (28), se estimó el nivel socioeconómico de los hogares al sumar el ingreso total en pesos mexicanos de cada hogar proveniente de ventas o rentas de bienes como terrenos, inmuebles, negocios, aparatos, vehículos, animales; subsidios gubernamentales y becas; ingreso laboral y transferencias recibidas por familiares en los últimos 12 meses. El ingreso total fue dividido entre el número de habitantes del hogar. Finalmente se transformó en una variable categórica al dividirse en quintiles. Además del ingreso del hogar se incluyó la educación del jefe del hogar ya que de acuerdo con Levasseur, es un indicador de características sociales como conocimiento nutricional, desarrollo personal y capacidad crítica de una persona. En la ENNVIH,

la variable educación del jefe del hogar tenía 10 categorías. Sin embargo, en algunas de ellas había muy pocas observaciones por lo cual dicha variable fue recodificada en las siguientes categorías: 1 = Sin instrucción o preescolar; 2= Primaria; 3= Secundaria; 4= Bachillerato o más. Para la estimación del modelo multinivel sólo se consideraron los quintiles de ingreso.

Ciclo

Al tratarse de un estudio longitudinal y para conocer el efecto del tiempo en el puntaje en la prueba de Raven en función de la estatura y otras variables, es necesario considerar al tiempo como otra variable en el análisis (50). En el presente estudio, el tiempo fue contabilizado como *ciclo I* si la medición del participante fue realizada en el primer levantamiento de la ENNVIH en 2002, como *ciclo II* si fue en el segundo levantamiento en 2005-2006 y como *ciclo III* si ocurrió entre 2009-2012, periodo que tomó el tercer levantamiento de la encuesta.

Otras Covariables

Otras características sociodemográficas incluidas en el estudio son *sexo, edad, hablar lengua indígena, hablar español y trabajar*. Una descripción detallada de todas las variables se encuentra en la tabla VII.1. A nivel hogar además del *ingreso*, se incluyó *escolaridad de la madre*, ser beneficiario del programa social *Oportunidades* y *región* a la que pertenecía el hogar. Además, se incluyeron las variables *usar lentes* como indicador de discapacidad visual, haber sido diagnosticado con problemas auditivos y haber perdido días de actividad escolar o laboral (según la edad) a consecuencia de alguna enfermedad por su posible efecto en el desempeño en la prueba de Raven. Otras variables consideradas fueron el *índice de masa corporal para la edad* y la determinación de *hemoglobina capilar*. Para calcular el índice de masa corporal (IMC) se consideró el peso, la estatura, la edad y el sexo y como valores poblacionales de referencia los propuestos por la OMS (6). Se excluyeron datos de IMC para la edad que estuvieran por debajo de - 5.00 D.E o por encima de 5.00 D.E.

Las variables incluidas relacionadas con la educación del escolar y que por lo tanto se esperaba que estuvieran relacionadas con la cognición fueron *asistir a la escuela, escolaridad, haber repetido algún grado escolar* y haber realizado alguna o varias de las siguientes actividades durante la semana previa a la entrevista: *leer, ayudar a estudiar a alguien, usar internet, tomar clases particulares, realizar actividades deportivas o culturales, jugar o realizar actividades agrícolas*.

VII.4. Análisis

Se realizó el análisis descriptivo de las variables por ciclo (ver tablas VIII.1, VIII.2, VIII.3, VIII.4). Para las variables continuas se obtuvieron promedios y para las categóricas frecuencias. Para saber si existió una pérdida de participantes diferencial se aplicaron pruebas de hipótesis para comparar las características sociodemográficas, de salud y de educación en 2002 entre los participantes que no fueron seguidos en el último ciclo (34.8%; n=1,122) y los que tuvieron las tres mediciones (ver tablas VIII.5, VIII.6, VIII.7 y VIII.8). Para variables continuas se calculó la prueba t de student para comparación de medias y para las variables categóricas la prueba Chi-cuadrada de Pearson fue estimada.

Con la variable dicotómica de estatura para la edad los participantes fueron clasificados en dos grupos: a) estatura baja y b) estatura normal para la edad. Con el propósito de identificar diferencias entre los participantes perdidos y los participantes seguidos al tercer ciclo con mayor precisión, se llevó a cabo un análisis complementario por grupos de estatura de las características de los hogares de los participantes en el que pruebas de hipótesis fueron realizadas para cada una de las categorías de dichas variables (ver tabla VIII.9). En otro análisis complementario de las pérdidas se hizo la comparación entre grupos de estatura respecto al ingreso de los hogares y su pertenencia al programa Oportunidades (ver tabla VIII.10).

Después de estimar la tasa de pérdidas y conocer sus características, los 2,102 escolares restantes fueron divididos en dos grupos: 1) estatura baja para la edad y 2) estatura normal para la edad). Para determinar si los grupos tenían diferencias importantes al inicio del seguimiento, las características basales de los participantes y sus hogares de ambos grupos fueron comparadas (ver tablas VIII.11,

VIII.12 y VIII.13). Utilizando las pruebas de hipótesis *t de Student* para comparación de medias y Chi-cuadrada de Pearson para contraste de frecuencias se buscaron diferencias que fueran estadísticamente significativas.

Se consideraron estadísticamente significativos los valores $p < 0.05$.

VII.4.1 Estimación del modelo

El análisis de modelos mixtos o análisis multinivel es apropiado para datos con una estructura jerárquica, es decir, los datos están organizados en diferentes niveles, y los de niveles “más bajos” están anidados dentro de los niveles “más altos” (50). Esta estructura hace que los datos que forman parte de una misma unidad sean dependientes entre sí. Una de sus aplicaciones es el análisis de datos longitudinales, los cuales involucran mediciones repetidas de la variable de respuesta en los mismos sujetos. En estos diseños existen por lo menos dos niveles: los sujetos (el nivel más alto) y las mediciones en el tiempo (que están anidadas en los sujetos). Esta estructura hace que las mediciones dentro de los sujetos estén correlacionadas, i.e. no son independientes.

En el presente estudio, las observaciones en el tiempo (ciclos I, II y III) están anidadas dentro de los escolares. Cada escolar representa un grupo con 2 o 3 observaciones correlacionadas por lo que utilizar un modelo de regresión clásico no sería adecuado.

La idea general de una técnica de análisis de datos longitudinales es que la relación entre las variables se ajusta por el sujeto de una manera eficiente. Las relaciones entre las variables del modelo en diferentes puntos en el tiempo son analizadas simultáneamente. Por lo tanto, los coeficientes estimados reflejan un análisis “combinado” de las relaciones transversales y longitudinales. Es decir, usando todos los datos longitudinales disponibles se combinan dos posibles relaciones: una intra-sujeto con una entre-sujetos en un solo coeficiente (50).

Utilizando el comando *meologit* en *Stata 14.2* se realizó una regresión logística ordinal de efectos mixtos multinivel donde la variable de respuesta fue el quintil de puntaje obtenido en el test de Raven. Cinco modelos con interceptos aleatorios fueron estimados. En todos se agregó un efecto aleatorio a nivel del

individuo, que corresponde a la variable que identifica a los sujetos (intercepto o nivel aleatorio). Con esto se considera que las mediciones (nivel 2) están agrupadas dentro de los individuos (nivel 1). Las covariables *ciclo*, *estatura*, *edad*, *sexo*, *hablar lengua indígena*, *escolaridad de la madre*, *ingreso del hogar* y *tamaño de localidad* se incluyeron en el primer nivel y por lo tanto sus efectos fueron considerados fijos. El modelo final incluyó todas las variables predictoras. La categoría de referencia para la variable independiente fue estatura para la edad mayor o igual a 1.00 D.E. de la mediana de la población de referencia (ver tabla VIII.15).

Adicionalmente, para verificar que las observaciones faltantes no influyeran en las estimaciones, se llevaron a cabo procedimientos de imputación utilizando ecuaciones en cadena (MICE por sus siglas en inglés) para rellenar los valores faltantes para características del niño, la familia y la comunidad, usando el comando *mi impute chained (ologit)* y la opción de 10 imputaciones. Se estimaron valores plausibles para las observaciones faltantes (ver tabla VII.3), que posteriormente se incluyeron en modelos alternativos.

Al momento del análisis *Stata* no permitía la estimación de modelos multinivel con imputaciones múltiples para variables de respuesta categóricas. Por ello, para facilitar la comparación entre modelos se reagruparon las cinco categorías de la variable de respuesta en dos. Los quintiles I y II se agruparon en una categoría (puntaje bajo) y los quintiles III, IV y V en otra (puntaje alto). Para hacer la comparación se corrieron dos regresiones logísticas de efectos mixtos multinivel para variables de respuesta dicotómicas usando el comando *meqrlogit*: una con datos faltantes y otra incluyendo los datos imputados. En ambos análisis se estimaron cinco modelos con niveles o interceptos aleatorios (tablas VIII.16 y VIII.17).

En todos los modelos se consideraron estadísticamente significativos los estimadores RM (Razón de Momios, *Odds Ratio*) cuyos intervalos de confianza al 95% no incluyeran el valor crítico 1.

Tabla VII.1. Variables incluidas en el estudio

	Variable	Definición	Unidad de medición	Escala	Clasificación
Sociodemográficas					
Individuo					
1	Edad reportada	Edad reportada por quien respondió la encuesta.	Años	Continua	Covariable
2	Edad estimada	Edad estimada de la fecha de nacimiento a la fecha de medición.	Años	Continua	Covariable
3	Sexo	Total de características de la estructura reproductiva, funciones, genotipo y fenotipo que distinguen masculino de femenino.	1= Hombre; 2= Mujer	Nominal dicotómica	Covariable
4	Habla lengua indígena	Haber reportado hablar lengua indígena.	0 = No; 1= Sí	Nominal dicotómica	Covariable
5	Habla español	Haber reportado hablar español.	0 = No; 1= Sí	Nominal dicotómica	Covariable
6	Trabaja	Haber reportado trabajar.	0 = No; 1= Sí	Nominal dicotómica	Covariable
Hogar					
7	Ingreso hogar (quintiles)	Dinero total recibido por ventas/rentas (terrenos, inmuebles, negocios, aparatos, vehículos, animales); subsidios gubernamentales, becas; ingreso laboral; transferencias en los últimos 12 meses dividido entre el número de habitantes del hogar.	Quintiles de Ingreso.	Ordinal	Covariable
8	Escolaridad madre	Máximo nivel educativo alcanzado por la madre.	1 = Sin instrucción/ preescolar; 2= Primaria; 3= Secundaria; 4= Bachillerato o más	Ordinal	Covariable
9	Escolaridad jefe hogar	Máximo nivel educativo alcanzado por el padre.	1 = Sin instrucción/ preescolar; 2= Primaria; 3= Secundaria; 4= Bachillerato o más	Ordinal	Covariable
10	Región	Región de procedencia de acuerdo al Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006.	Centro; Sur-sureste; Centro- Occidente; Noreste; Noroeste	Categórica	Covariable
11	Tamaño de localidad	Número de habitantes	Urbana = >100,00; Complemento urbano = 2.500-100,000; Rural = <2,500	Categórica	Covariable
12	Oportunidades	Hogar beneficiario del programa social Oportunidades en 2002.	0 = No; 1= Sí	Nominal dicotómica	Covariable
Salud del individuo					
13	Estatura	Medición antropométrica de la altura de la corona al suelo de acuerdo a métodos estandarizados	Centímetros	Continua	Independiente
14	Estatura/ edad (pz)	Índice estatura para la edad de acuerdo a criterios OMS (2006; 2007)	Puntaje z	Continua	Independiente

15	Estatura a)	Índice estatura para la edad de acuerdo a criterios OMS (2006; 2007)	Baja = ≤ -2.00 DE; Normal = ≥ -1.99 D.E.	Nominal dicotómica	Independiente
16	Estatura b)	Índice estatura para la edad de acuerdo a criterios OMS (2006; 2007)	a. ≤ -2.00 ; b. -1.99 a -1.00 ; c. -0.99 a 0.00 ; d. 0.01 a 0.99 ; e. ≥ 1.00 D.E.	Ordinal	Independiente
17	Hemoglobina	Determinación de Hb utilizando un fotómetro portátil	5 a 11 años de edad (OMS): ≥ 11.5 g/dl = normal; ≤ 11.4 g/dl = anemia	Continua	Independiente
18	Peso	Masa corporal total.	Kilogramos	Continua	Independiente
19	IMC (pz)	Índice antropométrico que relaciona el peso con la estatura para cada edad peso. En niños y adolescentes es edad y sexo-específico.	Bajo peso < -2 DE Normal = $+1$ a -1 DE sobrepeso $> +1$ DE obesidad $\geq +2$ DE)	Ordinal	Independiente
20	Prueba de Raven	Quintil de acuerdo al número total de respuestas correctas en el TMPR/TMCR	I; II; III; IV; V	Ordinal	Dependiente
21	Problemas auditivos	Reporte de pérdida de la audición en cierto grado que tiene un impacto en las actividades diarias	0 = No; 1 = Sí	Nominal dicotómica	Covariable
22	Usa lentes	Uso reportado de lentes como indicador de discapacidad visual.	0 = No; 1 = Sí	Nominal dicotómica	Covariable
23	Días perdidos por enfermedad	Reporte de haber perdido días de actividad durante la semana anterior a la medición debido a alguna enfermedad.	0 = No; 1 = Sí	Nominal dicotómica	Covariable
Educación del individuo					
24	Asiste a la escuela	Haber reportado asistir a la escuela al momento de la encuesta en cada ciclo de medición.	0 = No; 1 = Sí	Nominal dicotómica	Covariable
25	Escolaridad	Máximo nivel educativo alcanzado al momento de la encuesta en cada ciclo.	1 = Sin instrucción/ preescolar; 2 = Primaria; 3 = Secundaria o más	Ordinal	Covariable
26	Ha repetido grado	Haber repetido al menos algún grado escolar al momento de la encuesta de cada ciclo.	0 = No; 1 = Sí	Nominal dicotómica	Covariable
27	Leyó	Haber reportado leer la semana anterior a la encuesta en cada ciclo.	0 = No; 1 = Sí	Nominal dicotómica	Covariable
28	Ayudó a estudiar	Reporte de haber ayudado a estudiar a algún familiar la semana anterior a la encuesta en cada ciclo.	0 = No; 1 = Sí	Nominal dicotómica	Covariable
29	Usó internet	Haber reportado usar internet la semana anterior a la encuesta en cada ciclo.	0 = No; 1 = Sí	Nominal dicotómica	Covariable
30	Clases particulares	Haber reportado asistir a clases particulares la semana anterior a la encuesta en cada ciclo.	0 = No; 1 = Sí	Nominal dicotómica	Covariable
31	Actividades culturales o deportivas	Haber reportado participar en actividades culturales o deportivas la semana anterior a la encuesta en cada ciclo.	0 = No; 1 = Sí	Nominal dicotómica	Covariable
32	Jugó la semana pasada	Haber reportado jugar la semana anterior a la encuesta en cada ciclo.	0 = No; 1 = Sí	Nominal dicotómica	Covariable
33	Actividades agrícolas	Haber reportado participar en actividades agrícolas la semana anterior a la encuesta en cada ciclo.	0 = No; 1 = Sí	Nominal dicotómica	Covariable

Tabla VII.2. Quintiles de puntaje en la Prueba de Raven por edad

Edad	No. de respuestas correctas	Quintil	Edad	No. de respuestas correctas	Quintil
5	TMCR ≤ 6	I	12	TMCR ≤ 11	I
	TMCR ≥ 7 & ≤ 8	II		TMCR ≥ 12 & ≤ 13	II
	TMCR ≥ 9 & ≤ 10	III		TMCR ≥ 14 & ≤ 15	III
	TMCR ≥ 11 & ≤ 12	IV		TMCR = 16	IV
	TMCR ≥ 13 & ≤ 18	V		TMCR ≥ 17 & ≤ 18	V
6	TMCR ≤ 6	I	13	TMCR ≤ 10	I
	TMCR ≥ 7 & ≤ 8	II		TMCR ≥ 11 & ≤ 12	II
	TMCR ≥ 9 & ≤ 10	III		TMCR ≥ 13 & ≤ 15	III
	TMCR ≥ 11 & ≤ 12	IV		TMCR ≤ 16	IV
	TMCR ≥ 13 & ≤ 18	V		TMCR ≥ 17 & ≤ 18	V
7	TMCR ≤ 6	I	14	TMCR ≤ 10	I
	TMCR ≥ 9 & ≤ 10	II		TMCR ≥ 11 & ≤ 12	II
	TMCR ≥ 9 & ≤ 11	III		TMCR ≥ 13 & ≤ 15	III
	TMCR ≥ 12 & ≤ 13	IV		TMCR ≤ 16	IV
	TMCR ≥ 14 & ≤ 18	V		TMCR ≥ 17 & ≤ 18	V
8	TMCR ≤ 8	I	15	TMCR ≤ 10	I
	TMCR ≥ 9 & ≤ 10	II		TMCR ≥ 11 & ≤ 12	II
	TMCR = 11	III		TMCR ≥ 13 & ≤ 15	III
	TMCR ≥ 12 & ≤ 14	IV		TMCR ≤ 16	IV
	TMCR ≥ 15 & ≤ 18	V		TMCR ≥ 17 & ≤ 18	V
9	TMCR ≤ 8	I	16	TMCR ≤ 10	I
	TMCR ≥ 9 & ≤ 10	II		TMCR ≥ 11 & ≤ 12	II
	TMCR ≥ 11 & ≤ 12	III		TMCR ≥ 13 & ≤ 14	III
	TMCR ≥ 13 & ≤ 14	IV		TMCR ≥ 15 & ≤ 18	IV
	TMCR ≥ 15 & ≤ 18	V		TMCR ≥ 17 & ≤ 18	V
10	TMCR ≤ 9	I	17	TMCR ≤ 10	I
	TMCR ≥ 10 & ≤ 11	II		TMCR ≥ 11 & ≤ 12	II
	TMCR ≥ 12 & ≤ 13	III		TMCR ≥ 13 & ≤ 14	III
	TMCR ≥ 14 & ≤ 15	IV		TMCR ≥ 15 & ≤ 16	IV
	TMCR ≥ 16 & ≤ 18	V		TMCR ≥ 17 & ≤ 18	V
11	TMCR ≤ 10	I	18	TMCR ≤ 10	I
	TMCR ≥ 11 & ≤ 12	II		TMCR ≥ 11 & ≤ 12	II
	TMCR ≥ 13 & ≤ 14	III		TMCR ≥ 13 & ≤ 14	III
	TMCR ≥ 15 & ≤ 16	IV		TMCR ≥ 15 & ≤ 16	IV
	TMCR ≥ 17 & ≤ 18	V		TMCR ≥ 17 & ≤ 18	V

*TMCR: Test de Matrices Coloreadas de Raven

*TMPR: Test de Matrices Progresivas de Raven

Tabla VII.3. Variables del modelo con observaciones incompletas.

Variable	Observaciones por sujeto	
	Datos completos	Datos incompletos imputados
Estatura para la edad	8099	41
Lengua indígena	8033	107
Escolaridad de la madre	7592	548
Ingreso del hogar	8079	61
Tamaño de localidad	8138	2

VIII. RESULTADOS

VIII.1. Características de los participantes por ciclo

a) Características sociodemográficas

La muestra estimada para el ciclo I fue de 3,224 participantes, para el ciclo II la muestra disminuyó a 2,659 participantes, mientras que para el ciclo III se obtuvieron datos de 2,101 participantes con diagnóstico de estatura para la edad lo cual representa la pérdida del 34.3% de la muestra original, debido a que no se contaba con datos suficientes para establecer un diagnóstico (ver tabla VIII.1). Sin embargo, el número de observaciones disponibles para cada variable es diferente (tablas VIII.1-VIII.4). El promedio de edad de los participantes fue de 7.6 años en el ciclo I, 11.1 en el ciclo II y 15.4 en el ciclo III. La edad mínima de los participantes fue de 5 años en el ciclo I y la máxima fue de 19 años para el ciclo III. En los tres ciclos existió la misma proporción de hombres y mujeres. Más del 95% de los participantes hablaban español en los tres ciclos mientras que sólo una pequeña proporción hablaba lengua indígena. Sólo una pequeña proporción de los participantes trabajaba, observándose la mayor proporción en el ciclo III.

En los tres ciclos un mayor porcentaje de los hogares a los que pertenecían los participantes se ubicó entre los quintiles II y III de ingreso (tabla VIII.2). Casi la mitad de las madres de los participantes contaba con primaria y una tercera parte tenía secundaria. El porcentaje de jefes de hogar de los participantes que contaba con primaria fue muy similar al de las madres (~50%), mientras que una cuarta parte de los jefes de hogar contaba con secundaria. En ambos casos se observaron porcentajes bajos de escolaridad igual o mayor a bachillerato. La distribución de los hogares fue de aproximadamente el 20% para cada una de las cinco regiones en los tres ciclos, siendo la región centro-occidente la de mayor frecuencia y las regiones noreste y noroeste las de menor frecuencia. La mitad de los hogares pertenecían a localidades con menos de 2,500 habitantes y una tercera parte a localidades con más de 100, 000 habitantes.

b) Salud de los participantes

El promedio de estatura aumentó de 121.54 centímetros en el ciclo I a 159.04 centímetros para el ciclo III respectivamente (ver tabla VIII.3). El puntaje z de estatura para edad promedio se ubicó por debajo de la media de la población de referencia (-0.56; -0.58; -0.79 D.E.) en todos los ciclos, siendo el del ciclo III el más bajo. Es decir, se observó un deterioro del puntaje z promedio con el paso del tiempo. El promedio del puntaje z del índice de masa corporal para la edad se ubicó siempre por encima de la media de referencia. El valor promedio de hemoglobina fue similar en los tres ciclos, siendo ligeramente mayor en 2009. Considerando el punto de corte de la OMS (*Estatura a* en la tabla VIII.3) alrededor del 12% de los participantes en cada ciclo tenía estatura baja para la edad.

En los primeros dos ciclos el 35% de los participantes se ubicaba por debajo de la media de la población de referencia, mientras que para el tercer ciclo esta proporción aumentó a 41% (*Estatura b*). En los tres ciclos una mayor proporción de los participantes se ubicó en el quintil más bajo del puntaje obtenido en el test de Raven (26.5, 22.4 y 24.8%, respectivamente), observándose una aparente mejoría en el ciclo II, pero una recaída en el puntaje en el tercer ciclo. Contrariamente, el quintil más alto del puntaje de Raven registró los menores porcentajes por ciclo (16.0, 16.9 y 11.6%).

Menos del 10% de los participantes reportó haber perdido días de actividad debido a alguna enfermedad presentada la semana anterior a la medición, tener problemas auditivos o usar lentes. En el último ciclo ya no se preguntó por estas últimas dos variables a los participantes de 15 años o más, por lo cual sólo había datos de 935 menores de 15 años. El porcentaje de participantes que presentaba algún problema auditivo incrementó del 1.1% en el ciclo I a 6.6% en el ciclo II. La proporción de participantes que usaban lentes aumentó de 3.0 en el ciclo I a 5.4% en el ciclo II. La proporción de escolares que perdieron días de actividad debido a alguna enfermedad también aumentó.

c) Educación de los participantes

En los ciclos I y II más del 90% de los participantes asistían a la escuela, mientras que para el ciclo III este porcentaje disminuyó a menos del 80% (ver tabla VIII.4). El mayor porcentaje de los participantes tenían escolaridad primaria en los ciclos I y II, mientras que secundaria fue el nivel que se presentó con mayor frecuencia en el ciclo III. El porcentaje de participantes que había repetido algún grado escolar fue menor al 20% en los tres ciclos y dicha proporción aumentó con el paso del tiempo, presentando mayor frecuencia en el último ciclo.

En el ciclo I cerca de una tercera parte de los participantes había leído la semana anterior a la medición. Para los ciclos II y III dicho porcentaje aumentó a más del 40%. La proporción de participantes que había ayudado a estudiar o a hacer tareas a algún miembro del hogar también aumentó con el tiempo pues mientras que para el ciclo II el 12.1% lo había hecho, para el ciclo III 20% lo hizo. El porcentaje de participantes que había utilizado internet la semana previa a la medición aumentó de 5% en el primer ciclo a 35% en el último. La proporción de participantes que realizó alguna actividad deportiva o cultural también aumentó con el tiempo, para el tercer ciclo una tercera parte de la muestra había realizado alguna actividad. El porcentaje de participantes que realizaban actividades agrícolas aumentó levemente para el ciclo III, mientras que la proporción de participantes que jugaba disminuyó con el paso del tiempo.

VIII.2. Comparación entre participantes perdidos y en seguimiento al ciclo III.

a) Características sociodemográficas

No se observaron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la proporción de hombres y mujeres, hablar lengua indígena y trabajar, así como en la edad media reportada (ver tabla VIII.5). La edad media estimada y la proporción de hablantes de español entre los participantes seguidos al tercer ciclo fueron ligeramente mayores a las de los participantes perdidos y estas diferencias resultaron estadísticamente significativas.

Los hogares a los que pertenecían los participantes perdidos y los seguidos al 2009 no fueron significativamente diferentes en cuanto al quintil de ingreso en el que se ubicaban, la escolaridad del jefe del hogar y la región a la que pertenecían (ver tabla VIII.6).

Se encontraron diferencias significativas en la escolaridad de la madre de los participantes y el tamaño de localidad. La proporción de participantes perdidos provenientes de localidades urbanas fue mayor que la de los participantes en seguimiento al ciclo III, entre quienes fue mayor la proporción de hogares en localidades rurales.

En comparación con los participantes en seguimiento, un mayor porcentaje de las madres de los participantes perdidos tenía escolaridad secundaria y bachillerato. En contraste, el porcentaje de madres con educación primaria fue mayor entre los participantes seguidos en comparación con los participantes perdidos.

b) Salud de los participantes

Considerando la estatura en centímetros los grupos son diferentes (ver tabla VIII.7). Sin embargo, al tomar la estatura estandarizada (puntaje z) no se observan diferencias significativas. Tampoco hubo diferencias entre grupos en los promedios de hemoglobina ni en los quintiles de puntaje en el test de Raven. Hubo diferencias significativas en el índice de masa corporal para la edad pues los participantes sin seguimiento tuvieron un puntaje z medio más alto.

c) Educación de los participantes

Hubo diferencias significativas entre los participantes perdidos y los que fueron seguidos en *asistir a la escuela y escolaridad* (ver tabla VIII.8). Entre los que permanecieron, un mayor porcentaje asistía a la escuela en el año 2002 en comparación con los participantes que no fueron medidos en el ciclo III. En los participantes seguidos se observó un porcentaje más alto en primaria y menor en preescolar en comparación con los perdidos, entre quienes la diferencia de porcentajes entre estas dos categorías se acorta. No hubo diferencias significativas en *repetir grado, leer, ayudar a estudiar a alguien, usar internet, jugar y realizar actividades agrícolas*. En cuanto a tomar clases particulares la diferencia entre grupos fue marginal ($p= 0.058$).

d) Análisis complementario de participantes perdidos por grupo

a) Estatura baja

En este grupo se perdió un mayor porcentaje de escolares de la región noroeste mientras que el menor porcentaje de pérdidas se observó en la región centro (ver tabla VIII.9). Hubo diferencias significativas en los hogares pertenecientes al quintil IV de ingreso, en donde se presentó el mayor porcentaje de pérdidas. También hubo mayor porcentaje de pérdidas que de participantes con seguimiento en las localidades urbanas. No hubo diferencias significativas en escolaridad de los padres ni en ser hogar beneficiario de *Oportunidades* aunque el porcentaje de pérdidas fue mayor entre quienes no contaban con el programa.

b) Estatura normal

Hubo diferencias significativas en las regiones Centro y Centro-Occidente pues mayores proporciones en estas regiones tuvieron seguimiento (tabla VIII.9). Un mayor porcentaje de hogares en el quintil más alto de ingreso (V) fueron perdidos y esta diferencia fue significativa. En este grupo sí se observaron diferencias significativas en pertenecer a *Oportunidades* pues una mayor proporción de los que no tenían el programa fueron perdidos. Un mayor porcentaje de los hogares de localidades urbanas fue perdido, mientras que un mayor porcentaje de localidades

rurales tuvo seguimiento, esta diferencia fue significativa. El mayor porcentaje de pérdidas se observó en las madres con bachillerato mientras que el menor porcentaje ocurrió en las madres con primaria, lo cual fue significativamente diferente. No se observaron diferencias significativas en la escolaridad del jefe del hogar.

c) *Beneficiarios de Oportunidades e ingreso del hogar por grupo*

Entre los participantes beneficiarios del programa Oportunidades que tenían estatura baja hubo un mayor porcentaje de pérdidas en el quintil IV de ingreso, esta diferencia fue significativa (ver tabla VIII.10). En el grupo de estatura normal, el mayor porcentaje de pérdidas se observó en el quintil II de ingreso.

Entre quienes no eran beneficiarios de Oportunidades se observó una diferencia significativa en el quintil I de ingreso observándose un alto porcentaje de participantes en seguimiento en comparación con el porcentaje de pérdidas en este quintil. En el grupo de estatura normal hubo una diferencia marginal en el quintil II de ingreso siendo mayor el porcentaje de participantes en seguimiento ($p=0.051$).

VIII.3. Características basales de los participantes por grupo

a) *Características sociodemográficas*

En el primer ciclo de medición la edad media reportada y estimada no fue significativamente diferente entre quienes tenían estatura baja y quienes tenían estatura normal (ver tabla VIII.11). La prevalencia de estatura baja fue ligeramente mayor en las niñas en comparación con los niños, aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa. Asimismo, la prevalencia de estatura baja fue mayor entre los participantes que hablaban lengua indígena y entre quienes no hablaban español y estas diferencias fueron estadísticamente significativas.

Todas las diferencias en la distribución de la prevalencia del factor de riesgo (i.e. estatura baja) de acuerdo con las características de los hogares de los participantes fueron estadísticamente significativas (ver tabla VIII.12). En los quintiles I, II y III de ingreso se observaron prevalencias más altas de estatura baja que en los quintiles más altos de ingreso. La prevalencia de estatura baja en el

quintil más alto de ingreso fue muy baja (2.9%). La prevalencia de estatura baja fue más alta en los niños cuyas madres y jefes del hogar tenían escolaridad primaria, preescolar o ninguna instrucción respecto a los escolares cuyas madres tenían escolaridad igual o mayor a bachillerato, así como en los participantes provenientes de la región sur-sureste -en comparación con otras regiones-, de localidades rurales -respecto a los participantes de localidades urbanas- y que eran beneficiarios de Oportunidades -en comparación con quienes no eran beneficiarios-.

b) Salud de los participantes

En el año 2002 el 10.4% de los participantes tenía estatura baja (ver tabla VIII.13). El puntaje Z promedio de estatura para la edad entre quienes tenía estatura baja fue de -2.59 y de -0.32 entre quienes tenían estatura normal. El puntaje Z de IMC para la edad de los participantes con estatura normal fue significativamente más alto ($p= 0.001$). Ambos grupos de estatura presentaron concentraciones similares de hemoglobina capilar. No se observaron diferencias significativas en las prevalencias de estatura en función de usar o no lentes, tener problemas auditivos o haberse ausentado de sus actividades por enfermedad por lo cual, estas variables no fueron consideradas en análisis posteriores.

c) Educación de los participantes

La prevalencia de estatura baja fue más alta entre quienes no asistían a la escuela, repitieron algún grado y durante la semana previa a la medición no habían leído o no habían realizado actividades culturales o deportivas y estas diferencias fueron estadísticamente significativas (ver tabla VIII.14). Otras características de los participantes relacionadas con mayores prevalencias de estatura baja pero no estadísticamente significativas fueron tener preescolar o ninguna instrucción, no haber ayudado a estudiar a alguien, no haber usado internet, no haber asistido a clases particulares, haber jugado y no haber realizado actividades agrícolas.

VIII.4. Modelos Multinivel

Cada participante tuvo en promedio, dos observaciones (tabla VIII.15). La edad no se asoció con el puntaje en Raven en ninguno de los modelos.

En el modelo crudo se observó que conforme la estatura para edad es menor son mayores los momios de ubicarse en quintiles más bajos de puntaje en la prueba de Raven. Por ejemplo, en comparación con quienes tenían estatura para la edad mayor o igual a 1.00 D.E. de la mediana poblacional (categoría de referencia en los modelos), los escolares cuya estatura estaba entre la mediana y 0.99 D.E. tuvieron 27% mayores momios de ubicarse en quintiles más bajos de puntaje. La probabilidad de quintiles más bajos de puntaje incrementó conforme la estatura era menor hasta llegar a la categoría más baja (≤ -2 DE), quienes tuvieron 2.8 mayores momios de quintiles más bajos de puntaje en comparación con la categoría de referencia. En el ciclo II, en comparación con el ciclo I, los participantes tuvieron 22% menores momios de puntajes más bajos en la prueba. Estas diferencias son estadísticamente significativas.

En el segundo modelo la relación positiva y significativa entre estatura para la edad y puntuación en Raven se mantuvo después de ajustar por edad y sexo y los estimadores para cada categoría de estatura aumentaron ligeramente. Ni el ciclo la edad ni el sexo se relacionaron significativamente con el puntaje en la prueba.

Ajustando por ciclo, estatura, edad y sexo, la posibilidad de ubicarse en quintiles más bajos de puntaje en Raven fue 56% mayor en los participantes que hablaban lengua indígena que en los que no y esta diferencia fue estadísticamente significativa (modelo III). La asociación significativa entre estatura y puntaje en Raven se mantuvo, aunque los RM disminuyeron.

En el modelo IV la escolaridad de la madre tuvo el mayor efecto en el puntaje en la prueba. Los escolares que tenían las mismas características de estatura, edad, sexo, lengua indígena e ingreso, pero cuyas madres tenían escolaridad preescolar o ninguna instrucción tuvieron 4.66 mayor probabilidad de obtener puntajes más bajos en comparación con los participantes cuyas madres tenían escolaridad mayor o igual a bachillerato (IC95% 3.69-5.89). En los hijos de madres con primaria,

categoría observada con mayor frecuencia, esta probabilidad fue 2.74 veces mayor. El ingreso no tuvo un efecto significativo en el puntaje en la prueba a excepción del grupo perteneciente al quintil II quienes tuvieron 34% mayores momios de obtener puntajes más bajos, en comparación con los participantes de hogares en el quintil más alto cuando los efectos de las otras variables permanecieron fijos.

En el modelo completo (V), en comparación con los participantes provenientes de localidades urbanas, los escolares de localidades rurales tuvieron 28% mayor probabilidad de ubicarse en quintiles más bajos de puntaje cuando los efectos del ciclo, estatura, edad, sexo, lengua indígena, escolaridad de la madre e ingreso permanecieron fijos. Esta diferencia fue estadísticamente significativa.

A pesar de que los estimadores disminuyeron del modelo crudo al modelo completo, el efecto de la estatura para la edad sobre la probabilidad de estar en quintiles más bajos de puntaje en la prueba se mantuvo y fue estadísticamente significativo en todos los modelos. En el último, los escolares con estatura baja para la edad tuvieron 2 veces mayores momios de puntajes más bajos en comparación con quienes tenían estatura ≥ 1.00 DE.

En el análisis de regresión logística multinivel para el puntaje en Raven como variable dicotómica hubo un incremento en los estimadores y sus intervalos de confianza (tabla VIII.16). Sin embargo, la asociación entre la estatura para la edad y las covariables con la probabilidad de obtener un puntaje alto o bajo en la prueba y su significancia estadística se mantuvieron. En el modelo completo, los escolares con estatura ≤ -2 D.E. tuvieron 2.31 mayores momios (contra 2.05 con regresión ordinal) de tener un puntaje bajo en la prueba en comparación con quienes tenían estatura ≥ 1.00 D.E. Al igual que en la regresión ordinal, la probabilidad de tener puntaje bajo en la prueba incrementó conforme la estatura era menor observándose el efecto aún en participantes con estatura para la edad entre 0.00 y 0.99 D.E. (RM 1.42 IC95% 1.11-1.81).

Entre las regresiones logísticas con datos incompletos (tabla VIII. 16) y con datos imputados (tabla VIII.17) hubo ciertas diferencias en los estimadores RM y sus intervalos de confianza. En algunos casos los valores aumentan y en otros disminuyen pero la significancia estadística y el sentido de la asociación no cambian

en ninguna de las RM. Si además se comparan con la regresión ordinal (tabla VIII.15) los estimadores con datos imputados son más parecidos a los de la regresión ordinal. Por ejemplo, en el modelo completo de la regresión logística con observaciones incompletas los participantes con estatura entre -1.00 y -1.99 D.E. tuvieron 85% mayores momios de tener puntaje bajo en la prueba mientras que, esta probabilidad fue de 75% en el modelo completo de la regresión logística con datos imputados y 70% en la regresión ordinal (que también tiene datos incompletos).

VIII.5. Tablas de resultados

Tabla VIII.1. Características sociodemográficas de los participantes por ciclo

Variables	Ciclo I (2002)		Ciclo II (2005)		Ciclo III (2009)	
	N	%	N	%	n	%
Sexo						
Masculino	1,597	49.5	1,329	50.0	1,080	48.7
Femenino	1,627	50.5	1,330	50.0	1,136	51.3
Total	3,224	100.0	2,659	100.0	2,216	100.0
Habla lengua indígena						
Sí	367	11.6	393	15.0	251	11.4
No	2,804	88.4	2,228	85.0	1,949	88.6
Total	3,171	100.0	2,621	100.0	2,200	100.0
Habla español						
Sí	3,070	96.8	2,531	96.6	2,172	98.7
No	101	3.2	90	3.4	28	1.3
Total	3,171	100.0	2,621	100.0	2,200	100.0
Trabaja						
Sí	58	1.8	129	4.9	146	7.4
No	3,124	98.2	2,493	95.1	1,840	92.7
Total	3,182	100.0	2,622	100.0	1,986	100.0

Tabla VIII.2. Características sociodemográficas de los hogares por ciclo.

Variables	Ciclo I (2002)		Ciclo II (2005)		Ciclo III (2009)		
	Total	n	%	N	%	N	%
Ingreso hogar (quintiles)							
I.		505	16.0	429	16.1	248	11.2
II.		869	27.5	697	26.2	524	23.7
III.		797	25.2	680	25.6	617	27.9
IV.		604	19.1	548	20.6	478	21.6
V.		390	12.3	305	11.5	346	15.6
Total		3,165	100.0	2,659	100.0	2,213	100.0
Escolaridad madre							
Sin instrucción/ preescolar		238	7.8	203	8.1	178	8.9
Primaria		1,435	47.3	1,222	48.6	902	44.8
Secundaria		925	30.5	748	29.8	601	29.9
Bachillerato		281	9.3	214	8.5	229	11.4
Licenciatura o más		157	5.2	127	5.1	101	5.0
Total		3,036	100.0	2,514	100.0	2,011	100.0
Escolaridad jefe hogar							
Sin instrucción/ preescolar		343	10.7	305	11.7	248	12.0
Primaria		1,521	47.3	1,257	48.2	928	44.9
Secundaria		760	23.7	621	23.8	532	25.7
Bachillerato		344	10.7	242	9.3	209	10.1
Licenciatura o más		246	7.7	185	7.1	149	7.2
Total		3,214	100.0	2,610	100.0	2,066	100.0
Región							
Centro		671	20.8	544	20.5	442	20.0
Sur-sureste		641	19.9	538	20.2	426	19.2
Centro- Occidente		697	21.6	619	23.3	511	23.1
Noreste		584	18.1	450	16.9	415	18.7
Noroeste		630	19.6	508	19.1	421	19.0
Total		3,223	100.0	2,659	100.0	2,215	100.0
Tamaño de localidad							
1. >100,000		1,081	33.5	813	30.6	671	30.3
2. 2.500-100,000		605	18.8	565	21.3	424	19.2
3. <2,500		1,537	47.7	1,281	48.2	1,119	50.5
Total		3,223	100.0	2,659	100.0	2,214	100.0
Oportunidades							
Sí		819	25.8	-	-	-	-
No		2,350	74.2	-	-	-	-
Total		3,169	100.0	-	-	-	-

Tabla VIII.3. Variables relacionadas con el estado de salud de los participantes por ciclo.

Variables	Ciclo I (2002)		Ciclo II (2005)		Ciclo III (2009)	
	Media(n)	Mín., Máx.	Media(n)	Mín., Máx.	Media(n)	Mín., Máx.
Edad (años)	7.61(3,224)	5, 10	11.09(2,659)	5.83, 18.66	15.37(2,215)	8, 19
Estatura (cm)	121.54(3,224)	93, 154.9	140.7(2,659)	103.3, 182	159.04(2,215)	122.5, 187.5
Peso (kg)	25.19(3,224)	12.2, 59.6	38.5(2,659)	4.8, 92.4	56.48(2,215)	19.8, 148.4
Estatura/ edad (pz)	-0.56(3,224)	-4.38, 4.91	-0.58(2,659)	-4.82, 4.70	-0.79(2,215)	-4.51, 3.35
IMC (pz)	0.42(3,219)	-4.79, 4.35	0.49(2,648)	-4.75, 4.67	0.45(2,212)	-4.71, 3.78
Hb (mg/dl)	13.07(3,052)	6.4, 21.3	13.75(2,522)	8, 19.8	14.87(2,009)	6.3, 20.5
	N	%	N	%	N	%
Estatura a)						
Baja	337	10.5	328	12.3	275	12.4
Normal	2,887	89.6	2,331	87.7	1,940	87.6
Total	3,224	100.0	2,659	100.0	2,215	100.0
Estatura b)						
a. <= -2.00	337	10.5	328	12.3	275	12.4
b. -1.99 a -1.00	755	23.4	627	23.6	634	28.6
c. -0.99 a 0.00	1,134	35.2	846	31.8	821	37.1
d. 0.01 a 0.99	748	23.2	608	22.9	400	18.1
e. >= 1.00	250	7.8	250	9.4	85	3.8
Total	3,224	100.0	2,659	100.0	2,215	100.0
Prueba de Raven (quintiles)						
I.	853	26.5	595	22.4	550	24.8
II.	665	20.6	513	19.3	534	24.1
III.	624	19.4	546	20.5	403	18.2
IV.	566	17.6	557	21.0	472	21.3
V.	516	16.0	448	16.9	256	11.6
Total	3,224	100.0	2,659	100.0	2,215	100.0
Problemas auditivos						
Sí	35	1.1	172	6.6	90	9.6
No	3,138	98.9	2,448	93.4	844	90.4
Total	3,173	100.0	2,620	100.0	934	100.0
Usa lentes						
Sí	94	3.0	142	5.4	70	7.5
No	3,087	97.0	2,478	94.6	864	92.5
Total	3,181	100.0	2,620	100.0	934	100.0
Días perdidos enfermedad						
Sí	276	8.8	97	3.7	179	8.2
No	2,867	91.2	2,513	96.3	2,004	91.8
Total	3,143	100.0	2,610	100.0	2,183	100.0

Tabla VIII.4. Variables relacionadas con la educación de los participantes por ciclo.

Variables	Ciclo I (2002)		Ciclo II (2005)		Ciclo III (2009)	
	n	%	n	%	n	%
Asiste a la escuela						
Sí	2,961	93.4	2,573	98.2	1,699	77.5
No	209	6.6	48	1.8	492	22.5
Total	3,170	100.0	2,621	100.0	2,191	100.0
Escolaridad						
Sin instrucción/ preescolar	984	30.6	47	1.8	28	1.3
Primaria	2,226	69.1	2,378	89.6	440	20.0
Secundaria o más	10	0.3	227	8.6	1,729	78.7
Total	3,220	100.0	2,652	100.0	2,197	100.0
Ha repetido grado						
Sí	259	11.7	427	16.5	414	19.2
No	1,961	88.3	2,156	83.5	1,739	80.8
Total	2,220	100.0	2,583	100.0	2,153	100.0
Leyó						
Sí	871	27.5	1,093	41.7	1,089	49.5
No	2,302	72.5	1,526	58.3	1,110	50.5
Total	3,173	100.0	2,619	100.0	2,199	100.0
Ayudó a estudiar						
Sí	2,954	93.1	317	12.1	457	20.8
No	219	6.9	2,302	87.9	1,742	79.2
Total	3,173	100.0	2,619	100.0	2,199	100.0
Usó internet						
Sí	44	1.4	130	5.0	769	35.0
No	3,129	98.6	2,489	95.0	1,430	65.0
Total	3,173	100.0	2,619	100.0	2,199	100.0
Clases particulares						
Sí	96	3.0	137	5.2	51	5.5
No	3,085	97.0	2,483	94.8	883	94.5
Total	3,181	100.0	2,620	100.0	934	100.0
Actividades culturales o deportivas						
Sí	528	16.6	585	22.3	681	31.0
No	2,653	83.4	2,035	77.7	1,518	69.0
Total	3,181	100.0	2,620	100.0	2,199	100.0
Jugó la semana pasada						
Sí	3,052	96.0	2,144	81.8	588	63.0
No	129	4.1	476	18.2	346	37.0
Total	3,181	100.0	2,620	100.0	934	100.0
Actividades agrícolas						
Sí	79	2.5	113	4.3	143	6.5
No	3,102	97.5	2,507	95.7	2,056	93.5
Total	3,181	100.0	2,620	100.0	2,199	100.0

Tabla VIII.5. Comparación pérdidas y seguimiento en ciclo III: características sociodemográficas.

Variables	Participantes perdidos		Seguimiento ciclo III		P
	Media(n) ± DE	IC 95%	Media(n) ± DE	IC 95%	
Edad reportada (años)	7.41(1,123)±4.82	(7.14-7.70)	7.43(2,101)±3.31	(7.29-7.57)	0.906
Edad estimada (años)	7.50(1,123)±1.60	(7.41-7.59)	7.67(2,101)±1.41	(7.60-7.72)	0.003
	n	%	n	%	P
Sexo					0.155
Masculino	575	51.3	1,022	48.6	
Femenino	547	48.8	1,080	51.4	
Total	1,122	100.0	2,102	100.0	
Habla lengua indígena					0.733
Sí	130	11.9	237	11.4	
No	968	88.2	1,836	88.6	
Total	1,097	100.0	2,073	100.0	
Habla español					0.019
Sí	1,051	95.8	2,018	97.4	
No	46	4.2	55	2.7	
Total	1,097	100	2,073	100	
Trabaja					0.807
Sí	21	1.9	37	1.78	
No	1082	98.1	2041	98.22	
Total	1,103	100.0	2,078	100.0	

Tabla VIII.6. Comparación pérdidas y seguimiento en ciclo III: hogares.

Variables	Participantes perdidos		Seguimiento ciclo III		p
	n	%	N	%	
Ingreso hogar (quintiles)					0.254
I.	178	16.2	327	15.9	
II.	286	26.0	583	28.3	
III.	267	24.2	530	25.7	
IV.	220	20.0	384	18.6	
V.	151	13.7	239	11.6	
Total	1,102	100.0	2,063	100.0	
Escolaridad madre					0.020
Sin instrucción/ preescolar	90	8.7	148	7.4	
Primaria	450	43.6	985	49.2	
Secundaria	325	31.5	600	29.9	
Bachillerato o más	167	16.2	271	13.5	
Total	1,032	100.0	2,004	100.0	
Escolaridad jefe hogar					0.155
Sin instrucción/ preescolar	119	10.6	224	10.7	
Primaria	510	45.5	1011	48.3	
Secundaria	264	23.5	496	23.7	
Bachillerato o más	229	20.4	361	17.3	
Total	1,122	100.0	2,092	100.0	
Región					0.087
Centro	256	22.8	415	19.8	
Sur-sureste	228	20.3	413	19.7	
Centro- Occidente	217	19.3	480	22.9	
Noreste	197	17.5	387	18.4	
Noroeste	225	20.0	405	19.3	
Total	1,123	100.0	2,100	100.0	
Tamaño de localidad					0.000
1. >100,000	448	39.9	633	30.1	
2. 2.500-100,000	215	19.2	390	18.6	
3. <2,500	460	41.0	1077	51.3	
Total	1,123	100.0	2,100	100.0	
Oportunidades					0.000
Sí	229	20.8	590	28.6	
No	874	79.2	1,476	71.4	
Total	1,103	100.0	2,066	100.0	

Tabla VIII.7. Comparación pérdidas y seguimiento en ciclo III: salud.

Variables	Participantes perdidos		Seguimiento ciclo III		p
	Media(n) ± DE	IC 95%	Media(n) ± DE	IC 95%	
Estatura (cm)	120.96(1123)±11.09	(120.31,121.61)	121.85(2101)±10.12	(121.41,122.28)	0.019
Hb (mg/dl)	13.14(1047)±1.45	(13.05,13.23)	13.04(2005)±1.49	(12.97,13.10)	0.071
Peso (kg)	25.18(1123)±7.22	(24.95,25.42)	25.19(2101)±6.59	(24.90,25.47)	0.965
Estatura pz	-0.56(1123)±1.16	(-0.63,-0.49)	-0.55(2101)±1.14	(-0.60,-0.50)	0.822
IMC pz	0.47(1122)±1.17	(0.41,0.54)	0.39(2097)±1.09	(0.34,0.43)	0.032
	N	%	n	%	p
Estatura					0.941
Baja	118	10.5	219	10.4	
Normal	1,005	89.5	1,882	89.6	
Total	1,123	100.0	2,101	100.0	
Prueba de Raven (quintiles)					0.610
I.	311	27.7	542	25.8	
II.	230	20.5	435	20.7	
III.	209	18.6	415	19.7	
IV.	186	16.6	380	18.1	
V.	186	16.6	330	15.7	
Total	1,122	100.0	2,102	100.0	

Tabla VIII.8. Comparación pérdidas y seguimiento en ciclo III: educación.

Variables	Participantes perdidos		Seguimiento ciclo III		p
	n	%	n	%	
Asiste a la escuela					0.000
Sí	995	90.6	1,966	94.9	
No	103	9.4	106	5.1	
Total	1,098	100.0	2,072	100.0	
Escolaridad					0.000
Sin instrucción/ preescolar	407	36.3	577	27.5	
Primaria	709	63.3	1,517	72.3	
Secundaria o más	5	0.5	5	0.2	
Total	1,121	100.0	2,099	100.0	
Ha repetido grado					0.909
Sí	82	11.8	177	11.6	
No	614	88.2	1,347	88.4	
Total	696	100.0	1,524	100.0	
Leyó					0.551
Sí	294	26.8	577	27.8	
No	803	73.2	1,499	72.2	
Total	1,097	100.0	2,076	100.0	
Ayudó a estudiar					0.736
Sí	78	7.1	141	6.8	
No	1,019	92.9	1,935	93.2	
Total	1,097	100.0	2,076	100.0	
Usó internet					0.126
Sí	20	1.8	24	1.2	
No	1,077	98.2	2,052	98.8	
Total	1,097	100.0	2,076	100.0	
Clases particulares					0.058
Sí	42	3.8	54	2.6	
No	1,061	96.2	2,024	97.4	
Total	1,103	100.0	2,078	100.0	
Actividades culturales o deportivas					0.489
Sí	190	17.2	338	16.3	
No	913	82.8	1,740	83.7	
Total	1,103	100.0	2,078	100.0	
Jugó la semana pasada					0.668
Sí	1,056	95.7	1,996	96.1	
No	47	4.3	82	3.9	
Total	1,102		2,079		
Actividades agrícolas	2,205	100.0	4,157	100.0	0.417
Sí	24	2.2	55	2.7	
No	1,079	97.8	2,023	97.4	
Total	1,103	100.0	2,078	100.0	

Tabla VIII.9. Comparación pérdidas y seguimiento en ciclo III por grupo de estatura: hogares.

Variables	Estatura baja			Estatura normal		
	Tasa de pérdidas %	Total n	p	Tasa de pérdidas %	Total n	p
Región						
Centro	27.7	94	0.078	39.9	577	0.005
Sur-sureste	38.6	140	0.249	34.7	501	0.962
Centro- Occidente	25.0	48	0.116	31.4	649	0.039
Noreste	42.9	28	0.364	33.3	556	0.450
Noroeste	51.9	27	0.056	35.0	603	0.922
Total	35.0	337		34.8	2,886	
Ingreso hogar (quintiles)						
I.	28.0	50	0.249	36.0	455	0.525
II.	35.2	142	0.989	32.5	727	0.134
III.	33.3	87	0.676	33.5	710	0.430
IV.	52.5	40	0.014	35.1	564	0.839
V.	12.5	8	0.174	39.3	382	0.046
Total	35.2	327		34.7	2,838	
Escolaridad madre						
Sin instrucción/ preescolar	44.4	54	0.088	35.9	184	0.568
Primaria	31.8	192	0.225	31.3	1,243	0.007
Secundaria	33.3	54	0.858	35.3	871	0.326
Bachillerato o más	35.3	17	0.935	38.2	421	0.043
Total	34.4	317		33.9	2,719	
Escolaridad jefe hogar						
Sin instrucción/ preescolar	36.1	61	0.849	34.4	282	0.853
Primaria	35.6	211	0.792	33.2	1,310	0.082
Secundaria	31.6	38	0.637	34.9	722	0.997
Bachillerato o más	33.3	27	0.849	40.0	563	0.020
Total	35.01	337		34.9	2,877	
Tamaño de localidad						
1. >100,000	46.8	62	0.032	41.1	1,019	0.000
2. 2.500-100,000	23.8	42	0.104	36.4	563	0.378
3. <2,500	33.9	233	0.523	29.2	1,304	0.000
Total	35.0	337		34.8	2,886	
Oportunidades						
Sí	30.4	158	0.098	27.5	640	0.000
No	39.2	162		37.0	2,151	
Total	34.9	320		34.8	2,791	

Tabla VIII.10. Comparación del ingreso entre pérdidas y seguimiento en ciclo III por grupo de estatura y pertenencia al programa Oportunidades 2002.

Variables	Estatura Baja				Estatura normal			
	Pérdidas %	Seguimiento ciclo III %	Total n	p	Pérdidas %	Seguimiento ciclo III %	Total n	p
Oportunidades sí								
Ingreso hogar (quintiles)								
I.	33.3	66.7	15	0.794	17.1	82.9	41	0.122
II.	30.8	69.2	91	0.901	31.3	68.7	297	0.044
III.	22.0	78.1	41	0.173	25.9	74.1	193	0.553
IV.	60.0	40.0	10	0.035	24.4	75.6	86	0.492
V.	0.0	100.0	1	0.508	21.7	78.3	23	0.529
Total	30.4	69.6	158	0.197	27.5	72.5	640	0.245
Oportunidades no								
Ingreso hogar (quintiles)								
I.	24.2	75.8	33	0.044	37.9	62.1	398	0.638
II.	43.8	56.3	48	0.473	32.8	67.2	418	0.051
III.	43.2	56.8	44	0.559	36.6	63.4	505	0.882
IV.	50.0	50.0	30	0.193	37.5	62.5	472	0.765
V.	14.3	85.7	7	0.163	40.2	59.8	358	0.155
Total	39.5	60.5	162	0.132	36.9	63.1	2,151	0.285

Tabla VIII.11. Prevalencia de estatura baja de acuerdo con las características sociodemográficas de los participantes en 2002

Variables	Estatura baja		Estatura normal		p
	Media(n) ± DE	IC 95%	Media(n) ± DE	IC 95%	
Edad reportada (años)	7.26(219)±1.46	(7.07,7.45)	7.46(1,883)±3.47	(7.30,7.61)	0.410
Edad estimada (años)	7.66(219)±1.46	(7.47,7.85)	7.67(1,883)±1.41	(7.60,7.73)	0.935
	n	%	n	%	
Sexo					
Masculino	99	9.7	923	90.3	0.285
Femenino	120	11.1	960	88.9	
Total	219		1,883		
Habla lengua indígena					
Sí	71	30.0	166	70.0	0.000
No	145	7.9	1,692	92.1	
Total	216		1,858		
Habla español					
Sí	202	10.0	1,817	90.0	0.000
No	14	25.5	41	74.5	
Total	216		1,858		
Trabaja					
Sí	2	5.4	35	94.6	0.316
No	214	10.5	1,828	89.5	
Total	216		1,863		

Tabla VIII.12. Prevalencia de estatura baja de acuerdo con las características sociodemográficas de los hogares en 2002.

Variables	Estatura baja		Estatura normal		p
	n	%	n	%	
Total					
Ingreso hogar (quintiles)					
I.	36	11.0	291	89.0	
II.	92	15.8	491	84.2	
III.	58	10.9	472	89.1	
IV.	19	4.9	366	95.1	
V.	7	2.9	232	97.1	
Total	212		1,852		0.000
Escolaridad madre					
Sin instrucción/ preescolar	30	20.3	118	79.7	
Primaria	131	13.3	854	86.7	
Secundaria	36	6.0	564	94.4	
Bachillerato o más	11	4.0	260	96.0	
Total	208		1,796		0.000
Escolaridad jefe hogar					
Sin instrucción/ preescolar	39	17.4	185	82.6	
Primaria	136	13.4	875	86.6	
Secundaria	26	5.2	470	94.8	
Bachillerato o más	18	5.0	343	95.0	
Total	219		1,873		0.000
Región					
Centro	68	16.4	347	83.6	
Sur-sureste	86	20.8	327	79.2	
Centro- Occidente	36	7.5	445	92.5	
Noreste	16	4.1	371	95.8	
Noroeste	13	3.2	392	96.8	
Total	219		1,882		0.000
Tamaño de localidad					
1. >100,000	33	5.2	601	94.8	
2. 2.500-100,000	32	8.2	358	91.8	
3. <2,500	154	14.3	923	85.7	
Total	219		1,881		0.000
Oportunidades					
Sí	114	19.3	476	80.7	
No	101	6.84	1,376	93.2	
Total	216		1,852	100.0	0.000

Tabla VIII.13. Prevalencia de estatura baja de acuerdo con características del estado de salud de los participantes en 2002.

Variables	Estatura baja n= 219(10.4%)		Estatura normal n= 1,883(89.6%)		p
	Media(n) ± DE	IC 95%	Media(n) ± DE	IC 95%	
Estatura (cm)	110.38(219) ±7.40	(109.39,111.36)	123.18(1,883)±9.54	(122.75,123.62)	0.000
Peso (kg)	19.95(219) ±3.97	(19.42, 20.48)	25.80(1,883)±6.56	(25.50, 26.10)	0.000
Estatura/ edad (pz/DE)	-2.59(219) ±0.53	(-2.67, -2.53)	-0.32(1,883)±0.95	(-0.36, -0.27)	0.000
IMC (pz/DE)	0.15(3,219) ±1.06	(0.01, 0.29)	0.42(1,881)±1.10	(0.37, 0.47)	0.001
Hb (mg/dl)	13.08(207) ±1.53	(12.87, 13.29)	13.04(1,799)±1.49	(12.97, 13.11)	0.690
	n	%	n	%	
Problemas auditivos					0.251
Sí	1	3.7	26	96.3	
No	215	10.5	1,834	89.5	
Total	215		1,860		
Usa lentes					0.074
Sí	2	3.4	57	96.6	
No	214	10.6	1,805	89.4	
Total	216		1,862	100.0	
Días perdidos enfermedad					0.186
Sí	14	7.6	170	92.4	
No	201	10.7	1,671	89.3	
Total	215		1,841		

Tabla VIII.14. Prevalencia de estatura baja de acuerdo con variables relacionadas con la educación de los participantes en 2002.

Variables	Estatura baja		Estatura normal		p
	n	%	n	%	
Asiste a la escuela					0.000
Sí	192	9.8	1,774	90.2	
No	24	22.6	82	77.4	
Total	216		1,856		
Escolaridad					0.496
Sin instrucción/ preescolar	66	11.4	510	88.6	
Primaria	153	10.1	1,364	89.9	
Secundaria o más	0	0.0	5	100.0	
Total	219		1,879		
Ha repetido grado					0.000
Sí	32	18.1	145	81.9	
No	116	8.6	1,231	91.4	
Total	148		1,376		
Leyó					0.001
Sí	39	6.8	538	93.2	
No	177	11.8	1,322	88.2	
Total	216		1,860		
Ayudó a estudiar					0.183
Sí	10	7.1	131		
No	206	10.6	1,729		
Total	216		1,860		
Usó internet					0.093
Sí	0	0.0	24	100.0	
No	216	10.5	1,836	89.5	
Total	216		1,860		
Clases particulares					0.103
Sí	2	3.7	52	96.3	
No	214	10.6	1,811	89.4	
Total	216		1,863		
Actividades culturales o deportivas					0.000
Sí	14	4.1	324	95.9	
No	202	11.6	1,538	88.4	
Total	216		1,862		
Jugó la semana pasada					0.194
Sí	211	10.6	1,785	89.4	
No	5	6.1	77	93.9	
Total	216		1,862		
Actividades agrícolas					0.898
Sí	6	10.9	49	89.1	
No	210	10.4	1,813	89.6	
Total	216		1,862		

Tabla VIII.15. Resultados del modelo de intercepto aleatorio para quintil de puntaje en la prueba de Raven en mexicanos de 5 a 19 años por análisis de regresión ordinal multinivel, 2002-2009.

	Modelo I	Modelo II	Modelo III	Modelo IV	Modelo V
Observaciones (n)	8,098	8,098	7,992	7,413	7,412
Sujetos	3,385	3,385	3,361	3,197	3,196
Mediciones por sujeto	2.4	2.4	2.4	2.3	2.3
Ciclo	RM(IC 95%)				
II.	0.78(0.71-0.86)	0.86(0.74-1.00)	0.83(0.71-0.96)	0.86(0.74-1.00)	0.86(0.74-1.00)
III.	1.01(0.92-1.12)	1.26(0.96-1.64)	1.19(0.91-1.57)	1.30(0.99-1.71)	1.29(1.00-1.69)
Estatura para la edad (DE)					
b. 0.99 a 0.00	1.27(1.05-1.54)	1.29(1.06-1.56)	1.27(1.05-1.54)	1.35(1.11-1.64)	1.35(1.11-1.64)
c. -0.01 a -0.99	1.44(1.20-1.74)	1.47(1.21-1.77)	1.44(1.19-1.74)	1.42(1.18-1.72)	1.41(1.17-1.71)
d. -1.00 a -1.99	1.95(1.61-2.38)	1.99(1.63-2.42)	1.90(1.56-2.32)	1.72(1.41-2.10)	1.70(1.39-2.08)
e. \leq -2.00	2.80(2.24-3.51)	2.85(2.28-3.57)	2.57(2.05-3.23)	2.09(1.66-2.63)	2.05(1.63-2.58)
Edad		0.97(0.94-1.00)	0.98(0.95-1.01)	0.97(0.94-1.00)	0.97(0.94-1.01)
Sexo Femenino		1.12(1.00-1.24)	1.11(1.00-1.23)	1.08(0.97-1.20)	1.08(0.98-1.20)
Habla lengua indígena			1.56(1.34-1.81)	1.31(1.12-1.52)	1.25(1.08-1.46)
Escolaridad madre					
Secundaria				1.77(1.51-2.07)	1.73(1.48-2.03)
Primaria				2.74(2.34-3.21)	2.57(2.18-3.02)
Sin instrucción/ preescolar				4.66(3.69-5.89)	4.37(3.45-5.53)
Ingreso hogar (quintiles)					
IV.				1.04(0.88-1.22)	1.02(0.87-1.21)
III.				1.13(0.96-1.33)	1.09(0.93-1.28)
II.				1.34(1.14-1.59)	1.28(1.08-1.51)
I.				1.16(0.97-1.39)	1.12(0.94-1.34)
Tamaño de localidad					
2,500-100,000					1.04(0.90-1.20)
<2,500					1.28(1.13-1.45)

RM: Razón de Momios. Los grupos de referencia fueron: ciclo I, estatura para la edad \geq 1.00 DE, hombres (sexo), bachillerato o más (escolaridad), quintil V (ingreso), urbana/>100,000 habitantes (tamaño de localidad). Significancia: IC95% no incluyen al valor nulo (1.00).

Tabla VIII.16. Resultados del modelo de intercepto aleatorio para puntaje en la prueba de Raven en mexicanos de 5 a 19 años por análisis de regresión logística multinivel con observaciones incompletas, 2002-2009.

	Modelo I	Modelo II	Modelo III	Modelo IV	Modelo V
Observaciones (n)	8,098	8,098	7,992	7,413	7,412
Sujetos	3,385	3,385	3,361	3,197	3,196
Mediciones por sujeto	2.4	2.4	2.4	2.3	2.3
	RM(IC 95%)				
Ciclo					
II.	0.75(0.66-0.84)	0.84(0.70-1.00)	0.81(0.68-0.97)	0.85(0.71-1.01)	0.84(0.71-1.01)
III.	1.04(0.92-1.18)	1.35(0.99-1.86)	1.30(0.95-1.80)	1.48(1.07-2.05)	1.47(1.06-2.02)
Estatura para la edad (DE)					
b. 0.99 a 0.00	1.32(1.04-1.67)	1.34(1.06-1.70)	1.32(1.04-1.68)	1.42(1.11-1.81)	1.42(1.11-1.81)
c. -0.01 a -0.99	1.60(1.28-2.02)	1.64(1.30-2.06)	1.61(1.27-2.03)	1.59(1.26-2.02)	1.58(1.25-2.00)
d. -1.00 a -1.99	2.12(1.67-2.69)	2.16(1.70-2.74)	2.06(1.62-2.63)	1.87(1.46-2.40)	1.85(1.44-2.36)
e. \leq -2.00	3.16(2.42-4.14)	3.22(2.46-4.22)	2.91(2.21-3.83)	2.36(1.78-3.12)	2.31(1.74-3.06)
Edad		0.97(0.93-1.00)	0.97(0.94-1.01)	0.96(0.92-1.00)	0.96(0.92-1.00)
Sexo Femenino		1.17(1.04-1.32)	1.17(1.03-1.32)	1.13(1.00-1.28)	1.14(1.01-1.28)
Habla lengua indígena			1.52(1.28-1.81)	1.29(1.08-1.54)	1.23(1.03-1.48)
Escolaridad madre					
Secundaria				1.88(1.54-2.30)	1.84(1.51-2.25)
Primaria				3.13(2.57-3.82)	2.92(2.39-3.57)
Sin instrucción/ preescolar				4.99(3.77-6.62)	4.66(3.51-6.20)
Ingreso hogar (quintiles)					
IV.				1.02(0.84-1.25)	1.05(0.82-1.23)
III.				1.05(0.86-1.28)	1.00(0.82-1.23)
II.				1.18(0.96-1.44)	1.11(0.90-1.36)
I.				1.10(0.88-1.37)	1.06(0.85-1.32)
Tamaño de localidad					
2,500-100,000					1.05(0.88-1.25)
<2,500					1.31(1.12-1.52)

RM: Razón de Momios. Los grupos de referencia fueron : ciclo I, estatura para la edad \geq 1.00 DE, hombres (sexo), bachillerato o más (escolaridad de la madre), quintil V (ingreso), urbana/>100,000 habitantes (tamaño de localidad). Significancia: IC95% no incluyen al valor nulo (1.00).

Tabla VIII.17. Resultados del modelo de intercepto aleatorio para puntaje en la prueba de Raven en mexicanos de 5 a 19 años por análisis de regresión logística multinivel con datos imputados, 2002-2009.

	Modelo I	Modelo II	Modelo III	Modelo IV	Modelo V
Observaciones (n)	8,139	8,139	8,139	8,139	8,139
Sujetos	3,388	3,388	3,388	3,388	3,388
Mediciones por sujeto	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
	RM(IC 95%)				
Ciclo					
II.	0.75(0.67-0.84)	0.76(0.66-0.86)	0.74(0.65-0.85)	0.74(0.65-0.85)	0.74(0.65-0.85)
III.	1.04(0.92-1.18)	1.06(0.88-1.28)	1.06(0.88-1.27)	1.10(0.91-1.32)	1.09(0.90-1.31)
Estatura para la edad (DE)					
b. 0.99 a 0.00	1.32(1.04-1.68)	1.32(1.05-1.68)	1.32(1.04-1.67)	1.34(1.06-1.70)	1.34(1.06-1.69)
c. -0.01 a -0.99	1.61(1.28-2.03)	1.61(1.28-2.03)	1.59(1.27-2.01)	1.51(1.21-1.90)	1.50(1.19-1.88)
d. -1.00 a -1.99	2.12(1.67-2.69)	2.12(1.67-2.70)	2.06(1.62-2.61)	1.78(1.40-2.25)	1.75(1.38-2.21)
e. \leq -2.00	3.14(2.40-4.10)	3.14(2.40-4.10)	2.87(2.19-3.76)	2.26(1.73-2.95)	2.21(1.69-2.90)
Edad		1.00(0.98-1.02)	1.00(0.98-1.02)	1.00(0.98-1.02)	1.00(0.98-1.02)
Sexo Femenino		1.17(1.04-1.32)	1.16(1.03-1.31)	1.15(1.02-1.29)	1.15(1.02-1.29)
Habla lengua indígena			1.54(1.29-1.83)	1.30(1.09-1.55)	1.24(1.04-1.48)
Escolaridad madre					
Secundaria				1.88(1.55-2.28)	1.83(1.51-2.22)
Primaria				3.07(2.53-3.73)	2.86(2.35-3.49)
Sin instrucción/ preescolar				5.00(3.78-6.59)	4.62(3.49-6.12)
Ingreso hogar (quintiles)					
IV.				1.03(0.85-1.26)	1.02(0.84-1.24)
III.				1.06(0.87-1.28)	1.02(0.84-1.24)
II.				1.16(0.95-1.41)	1.09(0.90-1.34)
I.				1.12(0.91-1.39)	1.08(0.87-1.34)
Tamaño de localidad					
2,500-100,000					1.06(0.89-1.25)
<2,500					1.31(1.13-1.51)

RM: Razón de Momios. Los grupos de referencia fueron : ciclo I, estatura para la edad \geq 1.00 DE, hombres (sexo), bachillerato o más (escolaridad de la madre), quintil V (ingreso), urbana/>100,000 habitantes (tamaño de localidad). Significancia: IC95% no incluyen al valor nulo (1.00).

IX. DISCUSIÓN

La pregunta de investigación fue si después de 7 años de seguimiento, los escolares mexicanos de entre 5 y 10 años con estatura baja para la edad presentaban trayectorias de puntaje en la prueba de Raven inferiores a los escolares con estatura normal para la edad. Para responder, se estimaron y compararon las trayectorias de 3,196 escolares con 2 observaciones entre 2002 y 2012 mediante una regresión ordinal multinivel.

El principal hallazgo fue que existió una relación estadísticamente significativa entre la estatura y el puntaje obtenido en la prueba de Raven. A menor estatura, mayores los momios de ubicarse en quintiles más bajos de puntaje en la prueba. En comparación con quienes tenían estatura mayor o igual a 1.00 D.E., los niños con estatura baja tuvieron 2 veces mayores momios de quintiles más bajos de puntaje, ajustando por ciclo, edad, sexo, hablar lengua indígena, escolaridad de la madre, ingreso del hogar y tipo de localidad. Otras variables que aumentaron significativamente la probabilidad de puntajes más bajos en la prueba de Raven fueron ser hijo de madre con preescolar o ninguna instrucción (RM 4.66), vivir en localidades rurales (RM 1.31) y hablar lengua indígena (RM 1.14).

Prevalencia de estatura baja en escolares mexicanos

La prevalencia de estatura baja en la población de estudio (12.4% en el ciclo III) se aproximó a la última prevalencia nacional reportada en la ENSANUT 2012 (13.6% en preescolares) y fue mayor a las prevalencias reportadas en 2008 por la Encuesta Nacional de Salud en Escolares de 7.8% en niñas y 8.6% en hombres en primarias y de 9.2% y 6.9% respectivamente en secundarias (7, 31). Similarmente, la prevalencia de estatura baja de los participantes en 2005 (12.3%) fue mayor a la prevalencia nacional de estatura baja en 2006 en escolares (9.5% en niñas y 10.4% en niños). Estas cifras muestran que la estatura baja es un fenómeno prevalente en México pues afecta a al menos una décima parte de los niños.

Si bien las prevalencias de estatura baja observadas fueron menores a la última prevalencia nacional reportada, estas son mayores a lo que se esperaría con

base en la población de referencia ^{(6, 44)*}. El puntaje Z promedio de estatura para la edad de los participantes estuvo siempre por debajo de la media de la población de referencia y se deterioró con el paso del tiempo: de -0.56 D.E. en 2002 a -0.58 en 2005 y terminando en -0.79 en 2009.

Un 24% de los participantes en los primeros dos ciclos y el 28% en el tercer ciclo estaban por debajo de -1.00 D.E. De acuerdo con la OMS, este porcentaje de la población no tiene estatura baja pero tampoco se encuentra en la normalidad. Esta población “en riesgo” más la población que ya tiene estatura baja suman ~40%, lo cual excede el 16 % esperado con base en la distribución de la población de referencia (44). Es decir, entre 2002 y 2012 el 40% de los mexicanos de 5 a 19 años tenían una estatura menor a la normal (6).

Este análisis hace patente que las estimaciones de estatura baja basadas en el punto de corte de -2.00 D.E. no consideran que la totalidad de la distribución de la estatura de los mexicanos está desplazada hacia la izquierda. En otras palabras, la prevalencia de “estatura baja” es sólo la población con mayor deterioro, pero otra proporción importante de la población (que con frecuencia es ignorada) tiene también cierto grado de deterioro. Similarmente, Crookston y cols. (33) encontraron puntajes Z promedio inferiores a cero en escolares de Etiopía, Vietnam, India y Perú. En estos países todos los promedios fueron menores a -1 D.E. (22), mientras que en este estudio los puntajes Z promedio estuvieron entre cero -1 D.E.

Factores asociados a la estatura baja

Hay una serie de factores a considerar para entender porque el 40% de los escolares y adolescentes mexicanos tienen estatura para la edad menor a -1.00 D.E. De acuerdo con el Centro Nacional de Estadísticas en Salud de Estados

* Las tablas de referencia de la OMS 2007 para población de 5 a 19 años fueron construidas a partir de las tablas NCHS-OMS de 1977 de Estados Unidos. De acuerdo con la distribución normal de la estatura-edad, se esperaría que si la población estudiada tuviera las mismas características de la población Estadounidense de referencia, ~68% de la población se encontraría entre -1.00 y 1.00 D.E., 13.6% entre -1.00 y -2.00 D.E. y menos de ~2.5% por debajo de -2 D.E. de la media de la población de referencia.

Unidos (NCHS por sus siglas en inglés), independientemente del origen étnico, los niños que tienen una buena nutrición, acceso a servicios de salud y buenas condiciones de vida en general, tienen patrones de crecimiento similares ya que los efectos genéticos en el crecimiento son pequeños comparados con los efectos del ambiente, el estado de nutrición y la salud (44).

En un país en desarrollo como México, las condiciones de vida de la población son heterogéneas. En este estudio, por ejemplo, al igual que en la ENSANUT 2012, tanto los participantes de hogares pertenecientes a la región sureste del país como aquellos que habitaban en localidades rurales presentaron prevalencias más altas de estatura baja respecto a las otras regiones y a localidades urbanas. La prevalencia de estatura baja también fue mayor en los participantes que hablaban lengua indígena y en quienes no hablaban español. Una probable explicación es que en la región sur se encuentran los estados con mayores porcentajes de pobreza (25): Chiapas (77.1%), Guerrero (64.4%) y Oaxaca (70.4%), cuyos municipios son mayormente rurales y donde habita una proporción importante de población indígena (25, 51).

Según información del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (Coneval) los porcentajes de pobreza en población indígena y en zonas rurales son mayores al promedio nacional de 43.6% en pobreza y 7.6% en pobreza extrema en 2016 (25). En zonas rurales el porcentaje de pobreza en 2016 fue de 58.2%. De esta proporción, un 17.2% se hallaba en pobreza extrema, mientras que en zonas urbanas estas proporciones fueron 39.2% y 4.7%, respectivamente. El porcentaje de población indígena en pobreza era de 77.6% y casi la mitad vivía en pobreza extrema (34.8%), mientras que en población no indígena estas proporciones fueron 41% y 5.8%, respectivamente.

Aunque no está claro en qué porcentaje la estatura baja se puede atribuir a características genéticas y en qué porcentaje a la pobreza, los datos anteriores indican que vivir en condiciones de pobreza, en localidades rurales y ser indígena son factores determinantes para tener estatura baja y, debido a que -producto de la desigualdad- ocurren en conjunto, es difícil elucidar sus efectos. Por ejemplo, en un estudio de 2014 en mexicanos indígenas de entre 6 y 13 años el puntaje Z promedio

de estatura para la edad en el nivel socioeconómico muy bajo fue de -0.8 D.E. (similar al -0.79 observado en este estudio en 2009), pero se desconoce en qué medida se atribuye a la etnicidad o al nivel socioeconómico (35).

En condiciones de pobreza la escasez calórica acompañada de infecciones conduce a la desnutrición y en turno a desmedro (2). A su vez, el desmedro es uno de los más importantes indicadores de pobreza. Las prevalencias más altas de estatura baja se presentaron en los participantes de los quintiles más bajos de ingreso quienes probablemente vivían en condiciones de pobreza pero la información disponible es insuficiente para determinarlo debido a la multidimensionalidad del concepto (15, 25). Otro indicador de pobreza es ser beneficiario de algún programa social. La prevalencia de estatura baja fue mayor entre participantes beneficiarios del programa Oportunidades. Considerando las limitaciones del estudio para definir pobreza, estos resultados demuestran que la estatura baja se presenta en condiciones económicas desfavorables (2).

En contraste, entre los participantes de hogares en el quintil más alto de ingreso la prevalencia de estatura baja fue de sólo 2.9%. Esto sugiere que si el ingreso de toda la población fuera similar al de aquellos con más altos ingresos, la prevalencia de estatura baja se aproximaría a lo esperado ($\sim 2.5\%$) (44). Es decir, si en México sólo el 3% de los escolares que están en el quintil más alto de ingreso tiene estatura baja, no se debe a una cuestión puramente genética o étnica, sino a tener las condiciones propicias para alcanzar el potencial de crecimiento.

La prevalencia de estatura baja fue más alta en los niños cuyas madres y jefes del hogar tenían escolaridad primaria, preescolar o ninguna instrucción. La escolaridad, al igual que el ingreso, determina el nivel socioeconómico de un hogar pero además, aporta información sobre otras características sociales como conocimiento nutricional y capacidad crítica (28), las cuales se asocian con la calidad de la atención y cuidados que se brindan al niño, lo que repercute en su crecimiento y desarrollo (8, 27, 33, 34, 40).

La prevalencia de estatura baja fue más alta entre quienes no asistían a la escuela, repitieron algún grado y durante la semana previa a la medición no habían leído o no habían realizado actividades culturales o deportivas. Dicho de otra forma,

una mayor proporción de niños con estatura baja había repetido algún grado escolar. Similarmente, en un estudio multicéntrico los niños que tuvieron desmedro persistente (i.e. al año, a los 5 y 8 años de edad) tuvieron mayor probabilidad de tener edad mayor a la que deberían para el grado escolar que cursaban, comparado con quienes nunca tuvieron estatura baja (33).

Una probable explicación es que los niños con desnutrición o bajos de estatura, realizan menos actividad física al tener dificultad para relacionarse físicamente con sus compañeros más altos (22) y por tanto tienen menos interacciones sociales y capacidad de respuesta a estímulos ambientales reducida (2, 21, 22), lo que provoca que los padres limiten aún más la participación de los niños en actividades apropiadas a su edad, comprometiendo su desarrollo (2).

Estatura baja y desempeño cognitivo

La hipótesis central de este estudio planteó que los escolares con estatura baja obtendrían puntajes más bajos en la prueba de Raven que los escolares con estatura normal. Los resultados demostraron una asociación estadísticamente significativa entre estatura y puntaje en la prueba de Raven. Conforme el puntaje Z de la estatura para edad fue menor, incrementaron los momios de ubicarse en quintiles más bajos de puntaje en Raven, en comparación con quienes tenían estatura mayor o igual a 1.00 D.E. La asociación se mantuvo después de ajustar por ciclo, edad, sexo, hablar lengua indígena, escolaridad de la madre, ingreso del hogar y tipo de localidad.

Estos resultados coinciden con lo observado previamente en otras partes del mundo (8, 20, 22, 24, 27, 33, 34, 38-41, 43). Por ejemplo en el estudio *Young Lives* los estimadores del efecto del puntaje Z de la estatura-edad sobre las variables cognitivas y educativas no se alteraron substancialmente después de controlar por las características del niño, de la familia y de la comunidad (33). Similarmente, en Etiopía el crecimiento lineal tuvo mayor influencia en puntaje de pruebas cognitivas que los indicadores de estado socioeconómico (8).

En contraste, en un estudio realizado en menores de dos años en México la asociación significativa entre estatura y puntaje en la Escala de Bayley se perdió al

incluir variables familiares y de la comunidad en el análisis aunque la muestra provenía de comunidades semi-urbanas y hogares con ingreso por debajo del percentil 20 y posiblemente por ello la pobreza fue un factor más importante que el estado de nutrición (23). Por su parte, Fink y Rockers observaron que incrementos en el puntaje Z de estatura-edad a los 12 y 15 años de edad de niños etíopes, peruanos, indios y vietnamitas se asociaron positivamente con incrementos en puntajes en pruebas verbales y matemáticas pero sus estimaciones fueron marginalmente significativas con la asociación más fuerte a las 8 años de edad y en niños con estatura para la edad ≤ -2 D.E. (22).

A diferencia de los estudios consultados en los que el puntaje z de estatura para la edad se incluyó en los modelos como variable continua o los que compararon estatura baja contra estatura normal (8, 20, 22-24, 27, 33, 35, 36, 39, 40, 43), en este estudio se modeló una variable categórica que dejó ver un efecto gradual de la estatura sobre el desempeño en la prueba de Raven lo cual representa la principal contribución de este estudio a la literatura sobre desnutrición y cognición.

Es decir, hubo un efecto significativo aún en participantes con estatura normal (0.99 D.E. a -1.00 D.E.(5)) y los estimadores de probabilidad de puntajes más bajos fueron incrementado conforme la estatura era menor. Quienes tenían estatura entre 0.99 y 0.00 D.E. tuvieron 35% mayores momios de estar en quintiles más bajos de puntaje en la prueba y en quienes estaban entre -0.01 y -0.99 D.E. esta probabilidad fue 41% mayor. En el grupo “en riesgo” (-1.00 a -1.99 D.E.) la probabilidad de puntajes más bajos fue 70% mayor mientras que el único grupo considerado con deterioro del crecimiento por la OMS tuvo 2 veces mayor probabilidad de puntajes más bajos. Si bien es evidente que los niños que se encuentran en este último grupo requieren mayor atención, hay un 80% de niños entre -1.99 y 0.99.D.E. (en este estudio) que quedarían fuera de las políticas de atención en nutrición. Si esto ocurre en la población, representa una oportunidad en salud pública para incidir en el desarrollo cognitivo de escolares y adolescentes.

Hasta la fecha en que se realizó la revisión de literatura se habían identificado seis estudios sobre desnutrición aguda y crónica y cognición realizados en México (16, 18, 23, 35, 38, 52). De los cuales, tres evaluaron escolares (35, 38, 52) y el

resto estudiaron a población preescolar. En tres investigaciones se identificaron asociaciones positivas y significativas entre la estatura baja y puntajes en pruebas cognitivas o desempeño escolar (18, 38, 52), lo cual es consistente con este estudio pues incluso considerando los efectos familiares y comunitarios, la asociación entre estatura baja y puntaje en la prueba de Raven se mantuvo significativa. Sin embargo, todos estos estudios fueron transversales y con muestras de lugares específicos donde las poblaciones empobrecidas estaban sobre-representadas. Morales estudió escolares indígenas de San Luis Potosí (35), García y cols. (52) se concentraron en escuelas primarias de Xochimilco, en la Cd. de México, Kordas et al. por su parte, estudiaron a escolares expuestos a plomo en la ciudad de Torreón (38) y Carrasco y cols. estudiaron infantes de 7 a 26 meses de localidades rurales (18). Este estudio por su parte, se basó en un diseño longitudinal e incluyó a todos los escolares con datos completos de una muestra representativa de hogares de la república mexicana (53).

Otros factores asociados con el desempeño cognitivo

Otros efectos importantes sobre la cognición fueron hablar lengua indígena, la escolaridad de la madre y el tamaño de localidad. El efecto del tiempo no tuvo un efecto estadísticamente significativo en la probabilidad de obtener puntajes más bajos.

En este estudio el vivir en localidades rurales y hablar lengua indígena se asoció significativamente con mayor probabilidad de puntajes más bajos en la prueba. Esto coincide con un estudio realizado en Chile en el cual jóvenes de zonas rurales, en comparación con los de zonas urbanas, mostraron menor rendimiento en las áreas numérica, lógica y asociativa (26). Crookston y cols. (24) observaron cierta ventaja en resultados cognitivos al hablar la misma lengua que el entrevistador y vivir en localidades urbanas pero no todos sus estimadores fueron estadísticamente significativos. Dado que la prueba de Raven es puramente visual (17), el idioma del entrevistado no debería representar ningún impedimento para la realización de la misma, lo cual valida los resultados observados en los participantes hablantes de lengua indígena, en quienes se observó una desventaja. Similarmente,

en el estudio realizado en pre-escolares indígenas de San Luis Potosí, México los puntajes medios obtenidos en las pruebas cognitivas aplicadas estuvieron por debajo de lo esperado, ubicándose en la categoría limítrofe o con déficit cognitivo (35).

La edad no se relacionó con el puntaje de Raven, esto pudo deberse a la estandarización de los puntajes en las pruebas para evitar cualquier influencia de la edad sobre el TMCR pues se observó que hasta los 12 años el puntaje en la prueba se correlacionaba positivamente con la edad ($p= 0.403$), pero no después. Esto sugiere que construir quintiles de puntaje para estandarizar los resultados de ambas pruebas fue acertado. Contrariamente, Eilander y cols. y Fernald et. Al. (23, 27) observaron un efecto de la edad sobre las pruebas cognitivas aplicadas a escolares mediante estudios transversales. En este estudio tampoco se observó una diferencia significativa entre sexos, lo que coincide con Crookston y cols. (24).

Tampoco el ingreso tuvo un efecto significativo en la cognición lo cual contrasta con lo observado en otros estudios (8, 24, 26). Esto podría deberse a la forma en la que se estimó el ingreso de los hogares ya que no se consideraron otras variables como la escolaridad del padre o el acceso a bienes o servicios que tenían los hogares. En el estudio de Crookston *et al.* por ejemplo, hubo una relación estadísticamente significativa entre el índice de riqueza, acceso a servicios, calidad del hogar y escolaridad materna y paterna y puntajes cognitivos (24). Fuica y cols. (26) no encontraron diferencias en la cognición entre residencia urbana o rural en quienes pertenecían al nivel socioeconómico bajo, lo que sugiere un mayor efecto del ingreso. En otro estudio escolares indígenas mexicanos de nivel socioeconómico muy bajo obtuvieron puntajes menores en una prueba de habilidad intelectual general que aquellos de nivel socioeconómico bajo (35).

A diferencia del ingreso, la escolaridad de la madre tuvo un efecto relevante en la cognición. Los participantes cuyas madres tenían escolaridad preescolar, primaria o ninguna instrucción tuvieron probabilidades significativamente mayores de puntajes más bajos en la prueba de Raven en comparación con los hijos de madres con escolaridad mayor o igual a bachillerato. Esto confirma el ampliamente observado efecto protector de la escolaridad de la madre sobre la cognición del niño

(8, 20, 27, 33, 34, 40). Por ejemplo, en el estudio multicéntrico ya mencionado, de los tres indicadores de estado socioeconómico, seguida por la escolaridad del padre la escolaridad de la madre tuvo la mayor influencia en el logro académico y en la probabilidad de tener puntajes más altos en pruebas cognitivas, de permanecer en la escuela y de no repetir grados (24). Con base en estos resultados los autores sugieren que la escolaridad de los padres es un predictor importante de la cognición del niño ya que la escolaridad de la madre puede significar el uso de un lenguaje más complejo en el hogar y el involucramiento del niño en actividades de aprendizaje además de ser una medida del nivel socioeconómico del hogar más consistente que el ingreso (2, 24).

Fortalezas y limitaciones del estudio

Entre las fortalezas de este estudio se encuentra el haber considerado la estatura para la edad de dos formas, como variable dicotómica cuyo punto de corte es -2 D.E. para diagnosticar estatura baja y como variable de 5 categorías. La variable categórica permitió observar las diferencias en el desempeño en la prueba entre grupos de estatura mayores a -2 D.E. que es el punto de corte estándar para indicar deterioro. Esto demostró que otros grados de deterioro del crecimiento también tienen un efecto en la cognición.

La variable dicotómica permite hacer comparaciones con otros estudios pues la gran mayoría utiliza este punto de corte establecido por la OMS (6). Sin embargo, para poder hacer comparaciones con más estudios y aumentar el poder estadístico, pero sobre todo para estimar las curvas de crecimiento de los participantes, registrar los cambios y apreciar la naturaleza longitudinal de los datos habría sido útil mantener la estatura para la edad como variable continua. En estudios posteriores convendría comparar estos cambios en el crecimiento y movimientos entre categorías para buscar si la recuperación o deterioro del crecimiento tienen un efecto en la cognición como lo hicieron Crookston y cols. (33) .

En esta característica longitudinal de los datos se halla otra fortaleza pues hasta donde se tiene conocimiento es la primera vez que se cuenta con observaciones repetidas de estatura y habilidad cognitiva en escolares mexicanos

de un periodo extenso. Si bien se identificaron tres estudios previos, estos fueron transversales y en poblaciones específicas. Por consiguiente, este es el primer estudio en tener una muestra considerable que podría considerarse representativa de los escolares mexicanos. Además, es la primera vez que se tiene información tanto de estatura como de desempeño cognitivo de adolescentes mexicanos. Sin embargo, no se cuentan con elementos suficientes para decir que la muestra es representativa de este grupo poblacional a nivel del país.

Es cuestionable que los participantes seleccionados sean representativos de todos los escolares y adolescentes del país porque la ENNVIH fue diseñada para representar hogares, no individuos. Sin embargo, el proceso de selección de la muestra para la encuesta, así como el número de participantes incluidos en este estudio y el análisis de sus características sugieren una buena aproximación.

Si bien, se han hecho cuestionamientos a la capacidad de la prueba de Raven para evaluar habilidad cognitiva, este test se ha utilizado en diferentes estudios debido a la ventaja que representa el ser una prueba visual que no está limitada por barreras culturales como el lenguaje y a que brinda una aproximación a la cognición general (20, 34, 40). Sin embargo, es importante recalcar que no evalúa desarrollo cognitivo ni inteligencia sino una parte de la cognición que es la habilidad de educir relaciones en un fenómeno y con ello resolver un problema (16).

Al tratarse de un estudio retrospectivo hubo ciertas limitaciones respecto a la información. Por ejemplo, se desconoce la razón por la que los cuestionarios de la prueba de Raven constaron de 12 y 18 preguntas cuando las versiones completas tienen un mayor número de reactivos. Se infiere que, al tratarse de una encuesta larga, por cuestiones de tiempo se limitó el número de preguntas hechas a los participantes, pero no se sabe la razón exacta. Algunos datos faltantes no pudieron recuperarse lo que condujo a excluir participantes con datos insuficientes para estimar su estatura para la edad o cuyo puntaje en la prueba de Raven no estaba disponible, causando una pérdida de información.

Todo estudio longitudinal conlleva pérdida de participantes, en este caso la pérdida fue de 35% en el tercer levantamiento, la cual puede considerarse alta, comparada con el estudio multicéntrico cuyo mayor porcentaje de pérdidas en uno

de los países observados de 2002 a 2009 fue de 8.4%, aunque su muestra final fue ligeramente menor a la de este estudio (1,757) (22, 33). En México no existen encuestas nacionales de seguimiento, de hecho, la ENNVIH es el primer panel de población mexicana y esta falta de experiencia pudo influir en las tasas de deserción. Sin embargo, el análisis hecho en este estudio permitió identificar las características específicas de esa población que no tuvo seguimiento, entre ellas vivir en localidades urbanas, tener escolaridad bachillerato o mayor, no ser beneficiario de programas sociales y percibir ingresos altos. Los resultados de este análisis representan una aportación metodológica ya que pueden contribuir en futuros estudios de seguimiento a reforzar la metodología para disminuir la pérdida de participantes con estas características.

A pesar de lo anterior las diferencias entre los participantes con y sin seguimiento fueron mínimas y no influyeron de manera importante en la estimación del modelo final, lo cual se demostró mediante las regresiones logísticas multinivel con y sin datos imputados. Esto indica que la tasa de deserción no influyó en los hallazgos de este estudio y, de hecho, para la regresión ordinal, en cuyos resultados se basan las conclusiones de esta tesis se incluyó a todos los participantes, independientemente de si tenían dos o tres mediciones. Dicho de otra forma, los participantes perdidos no eran significativamente diferentes de los que completaron el seguimiento y, por lo tanto, si sólo se incluyera en el modelo a los participantes con tres mediciones las estimaciones serían similares. Es decir que, con el análisis multinivel también se reduce el efecto de las pérdidas pues no requiere que todos los sujetos tengan datos completos.

X. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

El presente estudio contribuye a ampliar el conocimiento sobre la relación entre desnutrición como proceso crónico que se refleja a través de la estatura y la habilidad cognitiva de varias maneras. Primeramente, al contribuir a la descripción del fenómeno de estatura baja en escolares y adolescentes mexicanos de 2002 a 2012 del cual, como se dijo anteriormente no se tienen estadísticas nacionales más allá de 2008. Segundo, al identificar que hay un efecto negativo de la estatura en la cognición a partir de 0.99 D.E. de la media e incrementa gradualmente conforme la estatura es menor hasta llegar a -2 D.E. en donde se duplica la probabilidad de un pobre desempeño cognitivo y este efecto se mantiene aun considerando el efecto de otras variables ambientales como la escolaridad de la madre, el tamaño de localidad y el ingreso. Tercero, al ser el primer estudio sobre este tema en México que cuenta con observaciones repetidas de los participantes y que por lo tanto aborda el problema de manera longitudinal lo que fortalece las conclusiones que de aquí se derivan. Finalmente, porque aun considerando las limitaciones de la muestra, es el primero en constituir una buena aproximación al estado nutricional y cognitivo de la población escolar y adolescente de México de 2002 a 2009 a partir de datos de un estudio de seguimiento.

Llama la atención la persistencia de la asociación entre la habilidad cognitiva y los cambios en el crecimiento en la etapa adolescente, algo que pocas veces se considera importante después de los 5 años. Probablemente, cambios positivos en el estado nutricional del niño en la etapa escolar tengan efectos positivos en el desarrollo cognitivo del escolar y adolescente. Esto representa una oportunidad para promover una adecuada nutrición para evitar y contrarrestar déficits de crecimiento en todas las etapas de desarrollo del individuo ya que otros estudios de seguimiento han observado que la recuperación del crecimiento en la etapa escolar y adolescente se asocia con mejoras en la cognición (8, 22, 24, 33).

A pesar de que la hipótesis central del estudio estaba enfocada en la estatura baja vista como consecuencia de la desnutrición crónica y sus efectos en la cognición, también se consideraron otras características como la escolaridad de la madre, el nivel socioeconómico, el tipo de residencia y el hablar lengua indígena.

Estas variables demostraron tener efectos considerables en la probabilidad de obtener puntajes más bajos en la prueba. En un futuro estudio habrá que incluir la escolaridad del padre como indicador de estatus socioeconómico ya que el ingreso no demostró una asociación significativa con el puntaje en la prueba. También es importante analizar la interacción del tiempo con la estatura, así como otras interacciones entre las variables para tener un mejor entendimiento del mecanismo por el cual la desnutrición crónica afecta el desempeño cognitivo de escolares y adolescentes mexicanos.

Hoy en día organizaciones y gobiernos reconocen que mejorar la nutrición de los niños durante la etapa escolar puede contribuir a un mejor logro académico y en el largo plazo al desarrollo de individuos y países (40). Sin embargo, en países en desarrollo como México donde se vive una situación de emergencia epidemiológica por obesidad y enfermedades asociadas, la desnutrición pasó a segundo plano al ser un fenómeno menos frecuente. Sin embargo, la desnutrición no se ha superado totalmente, sino que coexiste con la obesidad e incluso, en algunos individuos ambas enfermedades ocurren a la par.

Aún existen brechas de información sobre el estado nutricional y el desarrollo cognitivo de escolares y, en consecuencia, de programas de nutrición basados en evidencia científica dirigidos a esta población por lo cual se requiere continuar las investigaciones. El presente estudio sugiere incluir las encuestas de seguimiento dentro de la agenda nacional y ampliar las políticas de intervención en nutrición y salud a los grupos que se encuentran en riesgo de desnutrición crónica sin dejar de lado a aquellos con mayor deterioro. Otra área de intervención es incrementar la escolaridad de la población, prioritariamente las mujeres pues quedó demostrado el efecto que la escolaridad de las madres puede tener en el desempeño cognitivo del niño. Hay evidencia de que mejorar la educación de las madres mejora el ambiente familiar y la cognición de los niños (24). Garantizar a todos los niños mexicanos por igual un crecimiento y desarrollo óptimos resultará en adultos más sanos y mejor educados y en el mejoramiento de la sociedad pues es bien sabido el papel que el alcance de niveles satisfactorios de salud y educación tiene en el desarrollo de una nación (40).

BIBLIOGRAFÍA

1. Mehta NM, Corkins MR, Lyman B, Malone A, Goday PS, Carney LN, et al. Defining pediatric malnutrition a paradigm shift toward etiology-related definitions. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*. 2013;37(4):460-81.
2. Jensen SK, Berens AE, Nelson 3rd CA. Effects of poverty on interacting biological systems underlying child development. *The Lancet Child & Adolescent Health*. 2017.
3. Muñoz M, Chávez A. Desnutrición. Su impacto en la salud humana y en la capacidad funcional. México: Grama Editora; 2007. 200 p.
4. Ortiz Hernández L, Rivera Márquez JA, Pérez-Gil Romo SE. Evaluación antropométrica del estado de nutrición de adolescentes: Universidad Autónoma Metropolitana; 2003.
5. Group WW. Use and interpretation of anthropometric indicators of nutritional status. *Bulletin of the World Health Organization*. 1986;64(6):929.
6. Onis Md, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization*. 2007;85:660-7.
7. Gutierrez JP, Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, Villalpando-Hernández S, Franco A, Cuevas-Nasu L, et al. Encuesta nacional de salud y nutrición 2012. Resultados Nacionales Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública. 2012:1-196.
8. Georgiadis A, Benny L, Crookston BT, Hermida P, Mani S, Woldehanna T, et al. Growth trajectories from conception through middle childhood and cognitive achievement at age 8 years: Evidence from four low-and middle-income countries. *SSM-population health*. 2016;2:43-54.
9. Sudfeld CR, McCoy DC, Fink G, Muhihi A, Bellinger DC, Masanja H, et al. Malnutrition and Its Determinants Are Associated with Suboptimal Cognitive, Communication, and Motor Development in Tanzanian Children. *The Journal of nutrition*. 2015;145(12):2705-14.
10. Pérez E, Medrano LA. Teorías contemporáneas de la inteligencia: Una revisión crítica de la literatura. *PSIENCIA: Revista Latinoamericana de Ciencia Psicológica*. 2013;5(2):6.
11. Raven J. The Raven progressive matrices tests: their theoretical basis and measurement model. *Uses and abuses of Intelligence Studies advancing Spearman and Raven's quest for non-arbitrary metrics*. 2008:17-68.
12. Raven J. The Raven's progressive matrices: change and stability over culture and time. *Cognitive psychology*. 2000;41(1):1-48.
13. Raven J. Spearman on Intelligence 2011. Available from: http://wpe.info/papers_table.html.
14. Raven J. Raven's Progressive Matrices: The "Flynn Effect" Continues. *WebPsychEmpiricist* [Internet]. 2005 02-12-2016. Available from: http://wpe.info/papers_table.html.
15. Mazzoni CC, Stelzer F, Cervigni MA, Martino P. Impacto de la pobreza en el desarrollo cognitivo: un análisis teórico de dos factores mediadores. *Liberabit*. 2014;20(1):93-100.
16. Coronel CP, Lacunza AB, Contini de González N. Las habilidades cognitivas en niños privados culturalmente. Resultados preliminares de la primera fase de evaluación. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación-e Avaliação Psicológica*. 2006;2(22).
17. McGreggor K, Goel AK, editors. *Confident Reasoning on Raven's Progressive Matrices Tests*. AAAI; 2014.

18. Quintero MdRC, Hernández LO, Amaro JAR, Villasana AC. Desnutrición y desarrollo cognitivo en infantes de zonas rurales marginadas de México. *Gaceta Sanitaria*. 2016.
19. Prado EL, Dewey KG. Nutrition and brain development in early life. *Nutrition reviews*. 2014;72(4):267-84.
20. Perignon M, Fiorentino M, Kuong K, Burja K, Parker M, Sisokhom S, et al. Stunting, poor iron status and parasite infection are significant risk factors for lower cognitive performance in Cambodian school-aged children. *PloS one*. 2014;9(11):e112605.
21. Sudfeld CR, McCoy DC, Danaei G, Fink G, Ezzati M, Andrews KG, et al. Linear growth and child development in low-and middle-income countries: a meta-analysis. *Pediatrics*. 2015;135(5):e1266-e75.
22. Fink G, Rockers PC. Childhood growth, schooling, and cognitive development: further evidence from the Young Lives study. *The American journal of clinical nutrition*. 2014;100(1):182-8.
23. Fernald LC, Neufeld LM, Barton LR, Schnaas L, Rivera J, Gertler PJ. Parallel deficits in linear growth and mental development in low-income Mexican infants in the second year of life. *Public health nutrition*. 2006;9(02):178-86.
24. Crookston BT, Forste R, McClellan C, Georgiadis A, Heaton TB. Factors associated with cognitive achievement in late childhood and adolescence: the Young Lives cohort study of children in Ethiopia, India, Peru, and Vietnam. *BMC pediatrics*. 2014;14(1):1.
25. Coneval. *Medición de la Pobreza en México y en las Entidades Federativas*, 2016. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social México; 2017.
26. Fuica P, Lira J, Alvarado K, Araneda C, Lillo G, Miranda R, et al. Habilidades cognitivas, contexto rural y urbano: Comparación de perfiles WAIS-IV en jóvenes. *Terapia psicológica*. 2014;32(2):143-52.
27. Eilander A, Muthayya S, van der Knaap H, Srinivasan K, Thomas T, Kok FJ, et al. Undernutrition, fatty acid and micronutrient status in relation to cognitive performance in Indian school children: a cross-sectional study. *British journal of nutrition*. 2010;103(07):1056-64.
28. Levasseur P. Causal effects of socioeconomic status on central adiposity risks: Evidence using panel data from urban Mexico. *Social Science & Medicine*. 2015;136:165-74.
29. Dewey KG, Begum K. Long-term consequences of stunting in early life. *Maternal & child nutrition*. 2011;7(s3):5-18.
30. Shamah-Levy T, Villalpando-Hernández S, Rivera-Dommarco J. *Resultados de Nutrición de la ENSANUT 2006*. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública. 2007:90-2.
31. Shamah Levy T. *Encuesta Nacional de Salud en Escolares 2008*. salud pública de México. 2011;53(1):98-.
32. Rivas-Ruiz R, Talavera JO. Investigación clínica VII. Búsqueda sistemática: cómo localizar artículos. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*. 2012;50(1):53-8.
33. Crookston BT, Schott W, Cueto S, Dearden KA, Engle P, Georgiadis A, et al. Postinfancy growth, schooling, and cognitive achievement: Young Lives. *The American journal of clinical nutrition*. 2013;98(6):1555-63.
34. Teivaanmäki T, Bun Cheung Y, Pulakka A, Virkkala J, Maleta K, Ashorn P. Height gain after two-years-of-age is associated with better cognitive capacity, measured with Raven's coloured matrices at 15-years-of-age in Malawi. *Maternal & Child Nutrition*. 2016.
35. Morales R, Contreras SR, González RAM, Díaz-Barriga-Martínez F. Habilidades intelectuales de niños indígenas de las etnias Tenek y Nahúa que viven en condiciones de pobreza y desnutrición. *Summa Psicológica UST*. 2014;11(2):57-68.

36. Nkhoma OW, Duffy ME, Davidson PW, Cory-Slechta DA, McSorley EM, Strain J, et al. Nutritional and cognitive status of entry-level primary school children in Zomba, rural Malawi. *International journal of food sciences and nutrition*. 2013;64(3):282-91.
37. Raina SK, Sharma S, Bhardwaj A, Singh M, Chaudhary S, Kashyap V. Malnutrition as a cause of mental retardation: A population-based study from Sub-Himalayan India. *Journal of neurosciences in rural practice*. 2016;7(3):341-5.
38. Kordas K, Lopez P, Rosado JL, Vargas GG, Rico JA, Ronquillo D, et al. Blood lead, anemia, and short stature are independently associated with cognitive performance in Mexican school children. *The Journal of nutrition*. 2004;134(2):363-71.
39. Hall A, Khanh L, Son T, Dung N, Lansdown R, Dar D, et al. An association between chronic undernutrition and educational test scores in Vietnamese children. *European journal of clinical nutrition*. 2001;55(9):801-4.
40. Poh BK, Rojroonwasinkul N, Le Nyugen BK, Budiman B, Ng LO, Soonthornhada K, et al. Relationship between anthropometric indicators and cognitive performance in Southeast Asian school-aged children. *British Journal of Nutrition*. 2013;110(S3):S57-S64.
41. Crookston BT, Dearden KA, Alder SC, Porucznik CA, Stanford JB, Merrill RM, et al. Impact of early and concurrent stunting on cognition. *Maternal & child nutrition*. 2011;7(4):397-409.
42. Freeman HE, Klein RE, Kagan J, Yarbrough C. Relations between nutrition and cognition in rural Guatemala. *American Journal of Public Health*. 1977;67(3):233-9.
43. Spears D. Height and cognitive achievement among Indian children. *Economics & Human Biology*. 2012;10(2):210-9.
44. Kuczmarski RJ. 2000 CDC growth charts for the United States; methods and development. 2002.
45. Rubalcava L, Teruel G. Guía del usuario para la Primera Encuesta Nacional sobre Niveles de Vida de los Hogares. www.ennvih-mxfls.org. 2006.
46. Rubalcava L, Teruel G. Guía de usuario de la Encuesta Nacional sobre Niveles de Vida de los Hogares segunda ronda. Documento de trabajo. [Documento de trabajo]. In press 2008.
47. Rubalcava L, Teruel G. Guía de Usuario: Encuesta Nacional sobre Niveles de Vida de los Hogares Tercer Ronda. Documento de trabajo 2013.
48. Instituto Nacional de Estadística Gell. Diseño de Muestra: Línea Basal de ENNVIH-1. México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2004.
49. Instituto Nacional de Estadística GellySdTyPSS. Encuesta Nacional de Empleo 2001. México 2001.
50. Twisk JW. *Applied longitudinal data analysis for epidemiology: a practical guide*: Cambridge University Press; 2013.
51. García-Díaz R, Gallegos-Elioza JR, Zenteno-García AI. Una medición de la representación del ingreso de los hogares indígenas en la distribución de ingresos de los hogares mexicanos. *Papeles de población*. 2017;23(91):201-27.
52. Espinosa MGG, Rosenberg JAP, Ortiz-Hernández L, Ramírez MMC, Ortiz RV. Efecto de la desnutrición sobre el desempeño académico de escolares. *Pediatría*. 2005;72(3).
53. INEGI. "Diseño de la Muestra". Descripción de la muestra de la línea basal de la ENNVIH 2002. Documento de Trabajo. México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, CIDE y UIA, Estadísticos. DdDyM; 2004.