



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR

CARRERA DE MEDICINA

**TRASTORNOS DEL NEURODESARROLLO
ASOCIADOS A ANEMIA FERROPÉNICA EN LA EDAD
PEDIÁTRICA. REVISIÓN SISTEMÁTICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE MÉDICA**

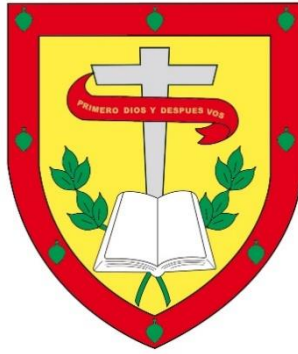
AUTOR: CATALINA MARÍA HURTADO

DIRECTOR: DR. JACINTO EUGENIO PÉREZ RAMÍREZ, PhD

AZOGUES – ECUADOR

2024

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR

CARRERA DE MEDICINA

**TRASTORNOS DEL NEURODESARROLLO ASOCIADOS A
ANEMIA FERROPÉNICA EN LA EDAD PEDIÁTRICA.**

REVISIÓN SISTEMÁTICA

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE MÉDICA**

AUTOR: CATALINA MARÍA HURTADO

DIRECTOR: DR. JACINTO EUGENIO PÉREZ RAMÍREZ, PhD

AZOGUES – ECUADOR

2024

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

CATALINA MARÍA HURTADO portadora de la cédula de ciudadanía N° **0151496924**. Declaro ser el autor de la obra: “**TRASTORNOS DEL NEURODESARROLLO ASOCIADOS A ANEMIA FERROPÉNICA EN LA EDAD PEDIÁTRICA. REVISIÓN SISTEMÁTICA**”, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Azogues, **01 de marzo de 2024**

Catalina María Hurtado

C.I. 0151496924

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Certifico que el presente trabajo denominado: "**Trastornos del neurodesarrollo asociados a anemia ferropénica en la edad pediátrica. Revisión sistemática**", realizado por **Catalina María Hurtado** con documento de identidad: **0151496924**, previo a la obtención del título de médica, ha sido asesorado, orientado, revisado supervisado y desarrollado durante su ejecución, bajo mi tutoría en todo su proceso, cumpliendo con la reglamentación pertinente que exige la Universidad Católica de Cuenca y los requisitos que determina la investigación científica; por lo que se encuentra apto para su presentación y defensa ante el respectivo tribunal.

Azogues, 01 de marzo del 2024



Dr. Jacinto Eugenio Pérez Ramírez

Médico Especialista en Medicina Familiar y Comunitaria PhD.

C.I. 0302014949

TUTOR/DIRECTOR

2. DEDICATORIA

A mis padres, esposo y mi hija, mi hermosa familia este triunfo es por y para ustedes, a mis angelitos en el cielo mi abuelita Marta Rosa, Tita y Minini siempre están presentes en mi mente y mi corazón.

Le dedico también este logro a personas que en situaciones adversas hicieron que tomara el rumbo de estudiar medicina, y que sin saberlo me hicieron un gran favor, el de cumplir el sueño que algún tiempo atrás tuve y que el día de hoy es una realidad, un claro ejemplo que la magia, Dios o el creador existe y trabaja de formas misteriosas, pero siempre perfectas.

Catalina María Hurtado.

3. AGRADECIMIENTO

A todas las personas que me han acompañado en este largo pero maravilloso camino, a mis padres Miryam y Gustavo por ser parte activa en la creación y ejecución de este sueño que el día de hoy se convierte en una realidad gracias por educarme con calidad, humanismo y por haber confiado en mí desde el primer minuto siendo mi apoyo emocional y económico durante mi carrera, gracias por su amor y por ser un ejemplo de vida para mí; a mi esposa Frank y mi preciosa hija Sabrina les agradezco por la paciencia, por todas las noches de sacrificio y estudio porque junto conmigo siempre estuvieron ahí apoyándome y dándome ánimos para poder continuar este camino que en ocasiones se tornó difícil, y estuvo lleno de sacrificios tanto para mí pero en especial para ustedes por las ausencias físicas en los tiempos de mi internado en el hospital pero siempre mi corazón estuvo, está y estará presente en cada minuto de sus vidas, mi familia querida ustedes fueron mi apoyo y mi inspiración para continuar, los amo con todo mi corazón y este triunfo va dedicado para ustedes y es por ustedes que el día de hoy es una realidad.

A mi tutor de tesis, Dr. Jacinto Pérez, por ser un ejemplo de perseverancia y de constante crecimiento académico, usted doctor nos ha enseñado con su ejemplo que cada día se puede avanzar más, gracias por confiar en mí y brindarme las herramientas necesarias para la realización de este trabajo de titulación, ya que, con su conocimiento científico, capacidad y paciencia fue posible la culminación de esta investigación.

A la Universidad Católica de Cuenca Sede Azogues, mi querida alma mater, formadora de grandes profesionales, gracias por ser un lugar donde el conocimiento y la investigación son claves en el desarrollo de futuros doctores en medicina, gracias por permitirme obtener los conocimientos necesarios que me posibiliten continuar mi camino en el mundo de las investigaciones basadas en ciencia y salud.

Catalina María Hurtado.

Trastornos del neurodesarrollo asociados a anemia ferropénica en la edad pediátrica. Revisión sistemática

Catalina María Hurtado· Jacinto Eugenio Pérez Ramírez.

Universidad Católica de Cuenca, cmhurtadoc24@est.ucacue.edu.ec

4. RESUMEN

Antecedentes: los trastornos de neurodesarrollo y su relación con la anemia ferropénica en niños, considerando que la prevalencia a nivel mundial se valora como un problema mundial, por el, ya que existe un gran porcentaje de dichos déficits en niños/as, afectando a diversas áreas neurológicas manifestada en trastornos tales como el Trastorno de Déficit de Atención e Hiperactividad (TDHA) y el espectro autista. En los TND, influyen varios factores socioeconómicos, sociales, ambientales, genéticos y biológicos. **Objetivo:** Se analizaron los trastornos del neurodesarrollo asociados a anemia ferropénica en edad pediátrica. **Metodología:** Se realizó una Revisión Sistemática de bases de datos como Scopus, Web of Science, PubMed, Dialnet, ResearchGate, Scielo, plataformas ampliamente reconocidas y utilizadas en el ámbito académico y científico, permitiendo acceder a una amplia gama de artículos de revistas, y otros recursos académicos. **Resultados:** la conexión propuesta entre el déficit de hierro, los efectos en el cerebro destacan la importancia de abordar la anemia y las deficiencias nutricionales, especialmente en poblaciones en edad pediátrica. Estos hallazgos tienen implicaciones importantes para la salud pública y pueden respaldar la implementación de intervenciones para abordar la anemia y las deficiencias de hierro, especialmente en entornos educativos. **Conclusiones:** la necesidad de intervenciones nutricionales y de salud pública para abordar la deficiencia de hierro y prevenir la anemia, especialmente en grupos de población más susceptibles, como mujeres embarazadas, niños y personas en entornos con mayores tasas de deficiencia de hierro.

Palabras clave: trastornos, neurodesarrollo, infancia, pediátrico, anemia ferropénica

Neurodevelopmental Disorders Associated with Iron Deficiency Anemia in Pediatric Age: A Systematic Review

5. ABSTRACT

Background: Neurodevelopmental disorders (NDDs) and their relationship with iron deficiency anemia in children are considered a worldwide problem due to their high prevalence, affecting a significant percentage of children and impacting various neurological areas manifested in disorders such as Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) and the autism spectrum. Several socioeconomic, social, environmental, genetic, and biological factors influence NDDs. **Objective:** To analyze neurodevelopmental disorders associated with iron deficiency anemia in pediatric age. **Methodology:** A systematic review was conducted on Scopus, Web of Science, PubMed, Dialnet, ResearchGate, and SciELO, widely recognized databases, and it used platforms in the academic and scientific field, permitting access to a wide range of journal articles and other academic resources. **Results:** The proposed connection between iron deficiency and its effects on the brain underscores the importance of addressing anemia and nutritional deficiencies, especially in pediatric populations. These findings have important implications for public health and can support the implementation of interventions to address anemia and iron deficiencies, especially in educational settings. **Conclusions:** It is necessary for nutritional and public health interventions to address iron deficiency and prevent anemia, especially in more susceptible population groups such as pregnant women, children, and individuals in environments with higher rates of iron deficiency.

Keywords: disorders, neurodevelopment, childhood, pediatric, iron deficiency anemia

6. ÍNDICE

1. CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	II
2. Dedicatoria.....	III
3. Agradecimiento	IV
4. RESUMEN	V
5. Abstract.....	VI
6. ÍNDICE.....	VII
7. INTRODUCCIÓN	1
7.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	5
8. Objetivos.....	8
8.1. Objetivo general	8
8.2. Objetivos específicos.....	8
9. Marco teórico y estado del Arte	9
10. Metodología	13
10.1. TIPO DE ESTUDIO	13
10.2. DEFINICIÓN PARA LA BÚSQUEDA.....	13
10.3. EJECUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	13
10.4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	13
10.5. CRITERIO DE INCLUSIÓN.....	14
10.6. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	14

10.7. RESULTADOS	14
11. Discusión.....	17
12. Conclusiones	25
13. FINANCIACIÓN.....	26
14. CONFLICTO DE INTERESES.....	26
15. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27
16. Anexos	32
Tabla 1.....	32

7. INTRODUCCIÓN

Es importante señalar que los primeros años de vida siendo necesarios para establecer las bases del desarrollo cognitivo y emocional, y las experiencias tempranas pueden mostrar un impacto duradero el bienestar emocional y mental durante el transcurso de su vida. Por lo tanto, proporcionar un entorno enriquecedor y estimulante durante la infancia es esencial para favorecer un desarrollo saludable del sistema nervioso (1,2). Durante los primeros años, los niños desarrollan habilidades cognitivas primordiales, entre las que se destacan la atención, procesamiento sensorial y la memoria, y comienzan a comprender el mundo que los rodea, a reconocer rostros y a aprender patrones y conceptos fundamentales (3,4).

La alteración o disminución del proceso evolutivo normal pueden en algunos casos ser los responsables de los trastornos del neurodesarrollo (TND), afectando el progreso normal del cerebro y, por esta razón, tienen un impacto significativo en el funcionamiento cognitivo, motor, social y emocional del individuo, generalmente se manifiestan durante la infancia o la niñez y pueden persistir a lo largo de la vida (5).

Los TND pueden tener diversos factores de riesgo, entre las que subrayan la interacción compleja de factores biológicos, ambientales, genéticos y sociales contribuyendo al desarrollo de estos problemas. La Organización Mundial de la Salud (OMS) destaca que los TDN son complicaciones neurológicas que afectan la capacidad de aplicación y retención de habilidades específicas, dando lugar a alteraciones en áreas como la atención, memoria, percepción, lenguaje, solución de problemas o interacción social (6,7) .

Los trastornos del desarrollo neuronal , son condiciones complejas y su prevalencia puede variar con el tiempo debido a factores como cambios en los criterios diagnósticos, mayor conciencia pública y mejor accesibilidad a los servicios, las cifras de prevalencia que se han mencionado están entre 10% en cada 10,000 niños) indican que, en los países como (Canadá,

Estados Unidos, Japón, Alemania y Francia), se estimaron que entre 1 de cada 370 a 1 de cada 100 niños pueden tener algún tipo de trastorno del neurodesarrollo(8).

Según los informes de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), es relevante destacar que estas cifras varían de un país a otro y reflejan la diversidad en la presentación y detección de los trastornos del neurodesarrollo. La prevalencia del 7.3% en Uruguay y el 12.93% en Chile indica que una proporción significativa de la población infantil en estos países puede verse afectada por algún tipo de trastorno del neurodesarrollo. En el caso de Cuba, la prevalencia del 8 al 10% con una base genética y la influencia de factores ambientales destaca la interacción compleja entre la genética, la mala alimentación y el entorno en el desarrollo de estos trastornos (9).

La UNICEF y otras organizaciones han enfatizado la importancia de abordar estos desafíos económicos para mejorar las condiciones de protección y el bienestar individual y colectivo, la falta de recursos económicos puede impactar en la capacidad de las familias para un acceso adecuado de los servicios básicos, incluyendo la atención médica, la educación y la nutrición adecuada, lo que puede tener impactos a largo plazo en el desarrollo y el bienestar de los niños (10).

Es fundamental abordar los factores relacionados con la alimentación a través de políticas públicas, programas de asistencia social, educación nutricional y medidas que promuevan el acceso equitativo a una alimentación saludable, de esta forma la colaboración entre los gobiernos los organismos gubernamentales y no gubernamentales y la sociedad puede desempeñar un papel crucial en la mejora de la situación alimentaria y nutricional de las comunidades afectadas. Esta colaboración puede contribuir a abordar la inseguridad

alimentaria y promover hábitos alimenticios saludables, lo que a su vez impactar de manera positiva en el estilo de vida de la población (11).

Los primeros tres años de vida son cruciales, por cuanto el cerebro puede experimentar un rápido desarrollo, la ingesta adecuada de hierro es crucial, la deficiencia de este micronutriente en la niñez puede presentar varias consecuencias y a largo plazo impactar en el desarrollo cognitivo asociándose a problemas como la disminución del rendimiento cognitivo, la atención y la memoria, es importante destacar que la nutrición en general, es clave en el desarrollo neuropsicológico (12).

También, la falta de hierro en el cerebro puede tener efectos duraderos, especialmente si ocurre durante períodos críticos de desarrollo, como la infancia temprana, es importante abordar la deficiencia de hierro a través de estrategias nutricionales y, en casos más severos, con suplementos bajo supervisión médica para prevenir impactos negativos en la salud del sistema nervioso central y en el bienestar general (13).

Algunas investigaciones respaldan la idea de que la anemia infantil puede presentar efectos negativos en el desarrollo de diversas áreas del desarrollo de los infantes, principalmente durante los primeros 2 años, presentando un período crítico caracterizado por un rápido crecimiento y diferenciación de las células cerebrales. (14,15).

Por otra parte, la anemia puede ser un factor determinante en varios hitos del desarrollo de los niños, los problemas de aprendizaje, memoria y la concentración pueden contribuir a un rendimiento inadecuado en los niños (16,17). Es crucial abordar la anemia desde una perspectiva integral que incluya intervenciones nutricionales, acceso a servicios de salud, educación sobre hábitos alimenticios saludables y, en algunos casos, suplementos de hierro bajo supervisión médica, la atención temprana, la necesidad nutricional y la salud del niño,

especialmente en aquellos en entornos socioeconómicos desfavorecidos, puede contribuir significativamente a mejorar su desarrollo general. (18,19).

Es correcto destacar la importancia de la neuropsicología en el período de desarrollo de los niños y cómo estudiar la relación que existe entre la maduración del SNC y el comportamiento durante los primeros años, presentando información crucial para comprender y abordar diversas condiciones. La atención a variables como, la neuroplasticidad, maduración y el desarrollo durante las primeras etapas del desarrollo, es fundamental para diseñar intervenciones adecuadas, señalar que la anemia es un factor de riesgo significativo que condiciona el desarrollo adecuado de los niños y resalta la necesidad de no solamente estudiar aspectos cognitivos, además de los factores de salud que pueden afectar el desarrollo integral de los infantes (20).

Es esencial reconocer que el desarrollo infantil está influenciado por una red compleja de factores que interactúan entre sí. Además de la anemia, otros elementos, como la nutrición, el entorno socioeconómico, la estimulación cognitiva y la salud general, también desempeñan roles significativos en el desarrollo neuropsicológico (21).

En términos de investigación y práctica clínica, comprender la interacción de estos factores es esencial para diseñar estrategias válidas de evaluación temprana, intervención y prevención, abordando múltiples factores de riesgo que permita un enfoque más holístico y personalizado del tratamiento, apoyo a los niños en riesgo de presentar dificultades en su neurodesarrollo. La integración de la salud física y mental es clave para un enfoque integral en la atención a la infancia, y esto enfatiza la necesidad del trabajo multidisciplinario, para proporcionar una atención completa y coordinada (22,23).

7.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

La producción de sinapsis neuronales y la integración de funciones cerebrales son procesos dinámicos que se ven moldeados por estas interacciones. Un entorno enriquecido, emocionalmente positivo y estimulante puede promover un desarrollo cerebral más robusto y adaptable. Esta comprensión integral del neurodesarrollo resalta la importancia de proporcionar entornos saludables y enriquecedores para los niños, reconociendo la interconexión entre factores genéticos y ambientales en la configuración del cerebro en desarrollo(23), los trastornos neurológicos en el ámbito psiquiátrico requieren una coordinación efectiva entre los profesionales de la salud, educadores y servicios sociales. Un enfoque preventivo y una intervención temprana pueden reducir la carga a largo plazo de estos trastornos en los individuos y la sociedad en general (9).

La anemia infantil, causada principalmente por la deficiencia de hierro, puede tener un impacto significativo consiguiendo provocar síntomas como palidez, cansancio, irritabilidad, debilidad, entre otros. La anemia ferropénica se relaciona con problemas del neurodesarrollo y cambios en el comportamiento, lo que puede afectar la coordinación motora y el comportamiento social y emocional de los niños. La carencia de hierro es la causa más común de anemia en niños, y una alimentación deficiente es un factor de riesgo significativo, especialmente en familias con bajos recursos económicos. Es fundamental abordar la anemia de manera integral, incluyendo la prevención a través de una dieta rica en hierro y la detección temprana para evitar sus consecuencias a largo plazo en el desarrollo infantil. (1,18,24,25).

Por otra parte, los micronutrientes son necesarios para un crecimiento adecuado de los niños en este sentido se deben incluir vitaminas y minerales, que desempeñan un papel crucial en diversas funciones biológicas y son necesarios en el desarrollo óptimo de los niños, el hierro, en particular, es esencial para la formación de hemoglobina y la función cognitiva(26).

La deficiencia de micronutrientes y hierro en la infancia puede tener consecuencias significativas en el desarrollo neurológico, la falta de estos nutrientes durante las etapas críticas de crecimiento puede resultar en retrasos del desarrollo cognitivo adecuado y afectar el sistema nervioso central y periférico, esto, a su vez, puede tener un impacto en el comportamiento infantil y las funciones cognitivas. Es importante destacar que la nutrición apropiada durante la primera infancia es crucial para establecer las bases de un desarrollo saludable, los efectos de la malnutrición en esta etapa pueden ser duraderos y afectar la calidad de vida a lo largo del tiempo, por lo tanto, garantizar una correcta alimentación, que sea rica en nutrientes es de vital importancia para lograr un crecimiento y desarrollo óptimos en los niños(27).

Los niños que experimentan malnutrición severa pueden enfrentar retrasos en el crecimiento, desarrollo cognitivo deficiente, mayor vulnerabilidad a enfermedades y otros problemas de salud. Además, las consecuencias de la malnutrición durante la infancia pueden persistir en la adultez, afectando la productividad y el estilo de vida. Para abordar este problema, es crucial implementar intervenciones efectivas que se centren en mejorar la nutrición infantil, brindando acceso a alimentos nutritivos y enseñanzas sobre prácticas alimenticias saludables(17).

La relación entre la deficiencia de hierro en la infancia y el impacto en la función neurocognitiva y educativa en la adultez ha sido objeto de investigación. La cognición verbal, que abarca habilidades relacionadas con el lenguaje y la comunicación verbal, así como los déficits de atención, que pueden manifestarse como dificultades para concentrarse y priorizar actividades, son áreas específicas que pueden verse afectadas(28).

La falta de hierro durante el desarrollo cerebral puede interferir con la formación y la función normal de las estructuras cerebrales, lo que podría contribuir a problemas cognitivos a lo largo del tiempo. Además, el hierro es esencial para la producción de neurotransmisores y

otras moléculas claves en la señalización cerebral, lo que puede tener un impacto directo en la función cognitiva. Estos hallazgos destacan el valor de afrontar la deficiencia de hierro y la anemia durante las etapas tempranas de la vida para prevenir consecuencias a largo plazo en el desarrollo cognitivo y educativo. Las intervenciones nutricionales y de salud pública, así como la educación sobre prácticas alimenticias saludables, son cruciales para mitigar estos riesgos y promover el desarrollo óptimo de los niños a lo largo de su vida (29). Por lo antes mencionado, la presente investigación sirvió para analizar la literatura científica sobre "Trastornos del neurodesarrollo asociados a anemia ferropénica en edad pediátrica. Revisión sistemática.

8. OBJETIVOS

8.1. Objetivo general

Analizar los trastornos del neurodesarrollo asociados a anemia ferropénica en edad pediátrica a través de una revisión sistemática.

8.2. Objetivos específicos

- Conocer la prevalencia de los Trastornos del neurodesarrollo asociados a anemia ferropénica en edad pediátrica.
- Determinar factores asociados a los Trastornos del neurodesarrollo asociados a anemia ferropénica en edad pediátrica.
- Establecer el abordaje terapéutico en los Trastornos del neurodesarrollo asociados a anemia ferropénica en edad pediátrica.
- Identificar complicaciones asociadas a los Trastornos del neurodesarrollo asociados a anemia ferropénica en edad pediátrica.

9. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

Definir a los "trastornos del neurodesarrollo" en los últimos años ha experimentado cambios en relación a las últimas versiones, se puede utilizar las dos principales clasificaciones de trastornos mentales: el DSM-5 (Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales, Quinta Edición) y la CIE-11 (Clasificación Internacional de Enfermedades, Undécima Edición). Ambas clasificaciones se utilizan internacionalmente para la identificación y clasificación de trastornos mentales(3,27).

A lo largo del tiempo, ha habido divergencias en las concepciones nosológicas (clasificación de enfermedades) de los trastornos del neurodesarrollo. Sin embargo, en las últimas versiones del DSM-5 y la CIE-11, se ha buscado un mayor acuerdo y una aproximación más dimensional, lo que ha llevado a la inclusión de la noción de "espectro" y a una mayor flexibilización de las fronteras categorial, esto reconoce que los trastornos pueden manifestarse de manera diferente en cada individuo y que no todos los casos encajan en categorías rígidas. Además, como menciona, se ha llevado a cabo una fusión de algunas condiciones previamente definidas en forma separada. Esto puede deberse a la comprensión de que ciertos trastornos comparten características subyacentes y pueden presentarse de manera interrelacionada, esta tendencia hacia una clasificación más integral y dimensional refleja un enfoque más contemporáneo en la comprensión de los trastornos del neurodesarrollo (30).

El neurodesarrollo se caracteriza por ser un proceso dinámico y muy complejo que interacciona con el individuo y su entorno. Este proceso abarca desde la concepción hasta la adultez, y durante este tiempo, el sistema nervioso experimenta cambios significativos que influyen en el desarrollo de las funciones cerebrales y, en última instancia, en la formación de la personalidad. Desde el momento de la concepción, las células nerviosas se multiplican y migran para formar las estructuras básicas del sistema nervioso, durante la infancia la niñez y

la adolescencia, se producen cambios fundamentales en la organización y la conectividad cerebral. Estos cambios son influenciados por factores genéticos, ambientales, y las experiencias, así como la estimulación del entorno desempeñan un papel crucial en la configuración del desarrollo cerebral (31).

Las funciones cerebrales, como el lenguaje, la memoria, la atención y otras habilidades cognitivas, se desarrollan a medida que el sistema nervioso madura. Además, la formación de la personalidad, que incluye aspectos emocionales, sociales y comportamentales, también está influenciada por la interacción entre factores genéticos y ambientales a lo largo de la vida (32). La capacidad que el cerebro tiene para adaptarse y cambiar en respuesta a ciertas experiencias, es un componente clave de este proceso conocido como plasticidad cerebral, así mismo, las experiencias tempranas y las interacciones con el entorno pueden tener un impacto duradero en la estructura y la función cerebral, lo que subraya la importancia de entornos enriquecedores y estimulantes para el desarrollo saludable del sistema nervioso y la personalidad, se evidencia que el desarrollo del cerebro presenta cuatro etapas: migración, proliferación neuronal, laminación del cerebro, y mielinización(33)

La relación entre la anemia y los trastornos del neurodesarrollo, es un tema crucial de la política de salud , especialmente en regiones como el Perú y otros países en desarrollo, en particular la anemia ferropénica, puede presentar problemas significativos en el desarrollo cognitivo y neuroconductual, especialmente en la población infantil de bajos ingresos, asociada a una disminución de las concentraciones de hemoglobina , afectando al transporte de oxígeno hacia los tejidos, incluyendo el cerebro, la falta de oxígeno en el cerebro puede tener impactos negativos en el desarrollo de las funciones cerebrales, contribuyendo a la presencia de problemas de neurodesarrollo (19,30).

Los niños de bajos ingresos a menudo están en mayor riesgo de desarrollar anemia debido a la disminución de alimentos que contengan hierro y otras condiciones socioeconómicas desfavorables como la desnutrición las cuales son factores que pueden aumentar la posibilidad de anemia en estas poblaciones. Abordar la anemia y sus causas subyacentes es fundamental para mitigar el impacto en la salud de la población infantil, esto incluye programas de nutrición que se centren en el abastecimiento de comestibles ricos en hierro, así como enfoques más amplios que aborden las condiciones socioeconómicas que contribuyen a la prevalencia de esta patología(34).

La prevalencia persistentemente alta de la DI a nivel mundial provocó que se generen estrategias que ayuden a la prevención de la misma. Las principales estrategias incluyen la diversificación dietética de alimentos con más hierro biodisponible y/o el uso de víveres básicos fortificados con hierro como la leche de fórmula o los cereales(28).

La concepción del desarrollo en la infancia, presentando dos perspectivas fundamentales: la perspectiva individual y la perspectiva sociocultural. Aquí se profundiza en cada una de estas concepciones:

Perspectiva Individual del Desarrollo Infantil:

Enfoque en la Transición y Crecimiento: Esta perspectiva se centra en los aspectos individuales del desarrollo, observando los cambios y transiciones que ocurren en el niño a nivel motor, cognitivo, social y afectivo a medida que crece (35).

Cambios Biológicos y Desarrollo Personal: Examina los hitos y cambios biológicos que son característicos de cada etapa del desarrollo infantil. Se enfoca en cómo los niños, como individuos, experimentan y responden a estos cambios (36).

Perspectiva Sociocultural del Desarrollo Infantil:

Construcción Social y Simbólica: Desde esta perspectiva, la infancia se percibe como una construcción social y simbólica. Es decir, las ideas y expectativas sobre lo que significa ser niño son moldeadas por un énfasis histórico, político, económico y cultural en el que se encuentra el niño(28).

Contexto Histórico y Cultural: Reconoce que las experiencias de los niños están fuertemente influenciadas por el entorno en el que crecen. Factores como las normas culturales, las políticas gubernamentales y las condiciones socioeconómicas tienen un impacto significativo en la forma en que se vive la infancia (26).

Ambas perspectivas son complementarias y ofrecen enfoques únicos para entender el desarrollo infantil. La perspectiva individual destaca las características intrínsecas del niño y cómo experimenta y se desarrolla a nivel personal. Por otro lado, la perspectiva sociocultural resalta la importancia de entender el contexto más amplio que moldea las experiencias infantiles. En la práctica, un enfoque integral que tome en cuenta tanto los aspectos individuales como los contextuales proporciona una comprensión más completa del desarrollo infantil y contribuye a la formulación de políticas y prácticas más efectivas.

10. METODOLOGÍA

10.1. TIPO DE ESTUDIO

El presente documento corresponde a una investigación integradora de la literatura científica, basado en 3 etapas esenciales:

10.2. DEFINICIÓN PARA LA BÚSQUEDA

Se definió una pregunta de búsqueda de información, determinando la trascendencia de la información está determinado por criterios de inclusión y exclusión; así como, por una cadena de búsqueda.

10.3. EJECUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Aquí se tomó la decisión de seleccionar todos los documentos potenciales para su análisis exhaustivo y posterior utilidad en el documento.

10.4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Se identificó a través de un cribado de la información de los documentos considerando base de datos de alto impacto como Scopus, Web of Science, PubMed, Dialnet, ResearchGate, Scielo y de los sitios web oficiales de la Organización Mundial de la Salud, la Organización Panamericana de la Salud. Utilizando descriptores de búsqueda en el campo específico a ser analizado con la ayuda de los tesauros de la ciencias de la salud, establecidos por MESH y DeSC con los siguientes términos de búsqueda: trastornos de neurodesarrollo AND prevalencia AND anemia ferropénica AND pediátricos, trastornos de neurodesarrollo AND factores asociados AND anemia ferropénica AND Pediátricos, trastornos de neurodesarrollo AND complicaciones AND anemia ferropénica AND pediátricos, trastornos de neurodesarrollo AND abordaje terapéutico AND anemia ferropénica AND pediátricos; neurodevelopmental disorders AND prevalence AND iron deficiency anemia AND pediatrics, neurodevelopmental disorders AND associated factors, AND iron deficiency anemia AND pediatrics neurodevelopmental disorders AND complications AND iron deficiency anemia

AND pediatrics, neurodevelopmental disorders AND therapeutic approach AND iron deficiency anemia AND pediatrics.

10.5. CRITERIO DE INCLUSIÓN

Los criterios de participación tuvieron en cuenta tanto artículos científicos relacionados con el tema como documentos reconocidos por organismos mundiales, que fueron publicados en los últimos 5 años y que cumplieron con los requisitos para resolver las preguntas de investigación. Se consideran idiomas como el inglés y en español.

10.6. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Se aplicaron criterios de exclusión a documentos que no cumplieron con los criterios antes mencionados, como tesis, disertaciones, monografías, sitios web no respaldados por organizaciones, documentos fuera de años electorales y no se incluyeron idiomas, excepto inglés y español.

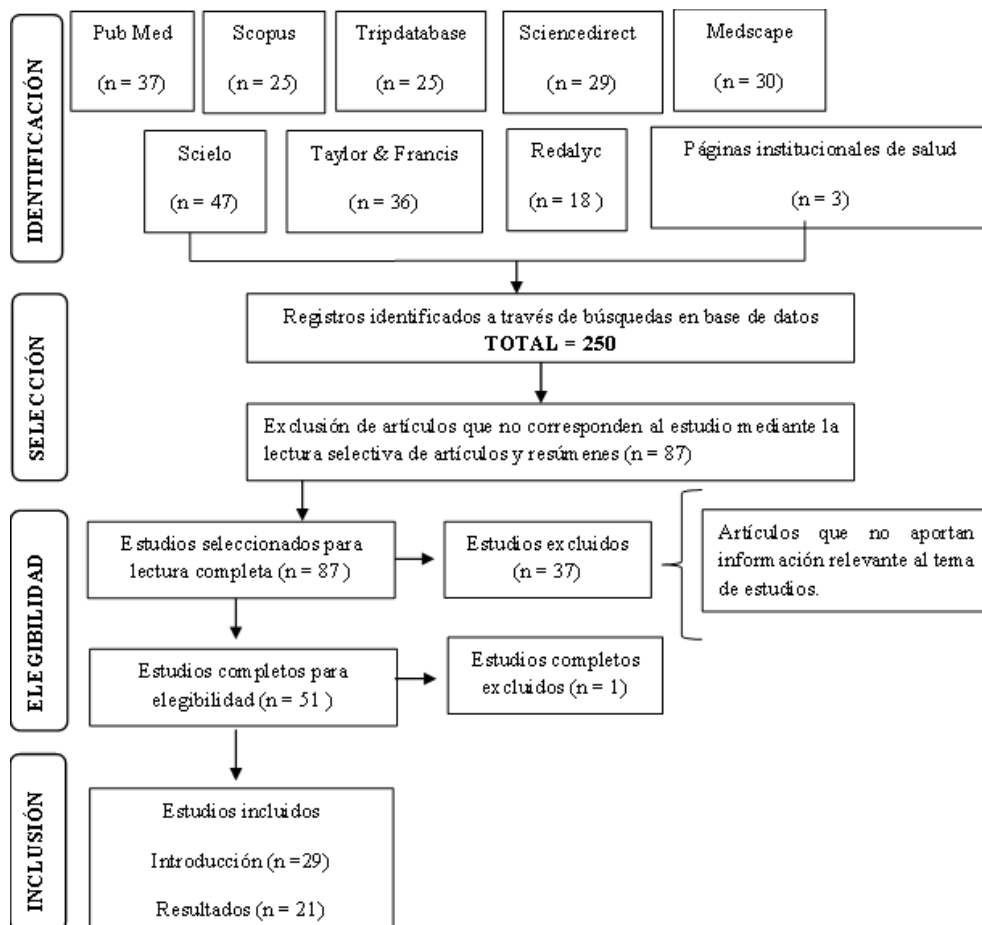
10.7. RESULTADOS

El proceso que se realizó se puede resumir de la siguiente manera:

Se utilizó un conjunto de descriptores o palabras clave para realizar una búsqueda exhaustiva. La búsqueda inicial resultó en un total de 250 documentos. Se aplicaron criterios para determinar qué documentos cumplían con los objetivos de la investigación y cuáles debían ser excluidos. Después de este paso, se obtuvo un total de 87 documentos considerados relevantes. Se realizó un nuevo cribado, esta vez enfocándose en títulos y resúmenes para eliminar documentos que no cumplían con los requisitos específicos. Se excluyeron 42 documentos en este paso.

Se llevó a cabo una selección final basada en la correspondencia directa con los objetivos de la investigación. Se seleccionaron 50 documentos en total, de los cuales 29 se utilizaron en la introducción, planteamiento del problema y marco teórico, y 21 en los resultados. Esta metodología asegura que los documentos utilizados estén directamente relacionados con los objetivos de la investigación y proporcionen información relevante para respaldar la construcción teórica y los resultados obtenidos. La figura 1, que menciona, representa visualmente el proceso de selección y exclusión de documentos.

FIGURA 1
FLUJOGRAMA DE BÚSQUEDA



Elaborada por la autora 2023

La descripción detallada de las metodologías utilizadas y el análisis de la distribución de los estudios a lo largo de los años proporciona información valiosa sobre la tendencia y la calidad de la investigación en el tema de trastornos de neurodesarrollo y anemia.

El aumento en el número de publicaciones relacionadas con los trastornos de neurodesarrollo y la anemia en el año 2020 podría indicar un interés creciente en el tema o la identificación de nuevas tendencias. La presencia de un número considerable de publicaciones en el año 2019 también sugiere una atención sostenida en la investigación en ese período. La falta de información significativa en los años 2018, 2021, 2022 y 2023 podría ser un indicador de la falta de investigaciones específicas o quizás de una brecha temporal en la literatura.

El hecho de que haya más estudios en ciertos años puede sugerir áreas de mayor interés o preocupación en esos períodos específicos. En general, estos hallazgos brindan una visión integral de la investigación en el área y pueden guiar futuras investigaciones, destacando posibles áreas de enfoque o necesidades específicas de estudio. La valoración de la calidad y la cantidad de la literatura existente es esencial para contextualizar y respaldar los hallazgos de la investigación. **Ver anexo 1**

11. DISCUSIÓN

El déficit de hierro es, de hecho, se caracteriza por la carencia más común en países emergentes, así esta disminución ha provocado una prevalencia de anemia ferropénica, que es la complicación más severa de la deficiencia de hierro, la OMS, muestra que cerca de 1.6 mil millones de personas en el mundo sufren de anemia, y más del 50% de estos casos se atribuyen a la deficiencia por hierro(21). La anemia ferropénica puede presentar la reducción de la suficiencia de transporte de oxígeno por parte de los glóbulos rojos, lo que lleva a la fatiga, debilidad y, en casos severos, puede afectar el desarrollo cognitivo en niños y una causa frecuente de consulta médica común(37).

Kassebaum N. et al. (2018) refleja un aspecto importante de la disminución del hierro, eleva la prevalencia de la anemia que está asociada a esta condición, de hecho, es mayor en ciertos grupos de población, como las mujeres en edad fértil y los niños, los factores de riesgo y las necesidades nutricionales de diferentes grupos demográficos es esencial para abordar eficazmente la carencia de hierro y prevenir la anemia ferropénica (38).

Las cifras proporcionadas por la OMS reflejan una alta cifra de anemia, con un 39,8% en niños y un 29,9% en mujeres en edad fértil. Estas tasas son indicativas de la extensión del problema y la necesidad de intervenciones efectivas, la observación de que las diferentes formas de malnutrición. Por ejemplo, la falta de acceso a alimentos con alto contenido proteico no solo puede favorecer a la anemia, sino también a otras formas de malnutrición, como la desnutrición o la obesidad. La información sobre la prevalencia de la anemia y las cargas múltiples de malnutrición destaca la necesidad de políticas y programas coordinados a nivel nacional e internacional. Se requiere una respuesta holística que aborde las determinantes subyacentes de la malnutrición, en general, este análisis destaca la complejidad de los

problemas nutricionales a nivel mundial y subraya la importancia de enfoques colaborativos y sostenibles para abordar estos desafíos de manera efectiva(10).

Los hallazgos de Fonseca subrayan la prevalencia y la interconexión de diversas formas de malnutrición en muchos países, el estudio destaca que un porcentaje significativo de países, específicamente el 88% de los 141 países analizados, registran tasas elevadas en al menos dos formas de malnutrición. Esto refleja la magnitud del problema de la malnutrición a nivel global, la presencia de tasas elevadas en al menos dos tipos de malnutrición en la mayoría de los países sugiere una interconexión entre estas formas. Por ejemplo, la coexistencia de retraso en el crecimiento infantil, anemia en mujeres en edad fértil y sobrepeso en mujeres destaca cómo estos problemas de salud pueden estar entrelazados, además, señala que el 29% de los países analizados, es decir, 41 países, registran tasas elevadas en las tres formas de malnutrición desarrolladas. Este fenómeno, conocido como la "triple carga de malnutrición", destaca la complejidad de los desafíos nutricionales que enfrentan estas naciones. (39).

Los datos proporcionados por UNICEF en su informe del año 2021 reflejan una situación preocupante en términos de malnutrición infantil en África, se destaca que 41 países en África están experimentando la concomitancia de múltiples formas de malnutrición en millones de niños, este fenómeno ilustra la complejidad y la gravedad de los desafíos nutricionales en la región, cerca de 15,95 millones de infantes en la región presentan emaciación y retraso del crecimiento. Estas condiciones aumentan significativamente el riesgo de mortalidad en la infancia, ya que indican desnutrición aguda y crónica y alrededor de 8,23 millones de niños fueron diagnosticados con problemas de sobrepeso y retraso del crecimiento . Esta coexistencia de desnutrición crónica y sobrepeso es indicativa de las múltiples cargas de malnutrición que afectan a la población infantil, para abordar la malnutrición infantil en África, reconociendo la complejidad y la interconexión de los desafíos nutricionales en la región(40).

La perspectiva presentada por Zabaleta en 2018 resalta la importancia del desarrollo infantil y cómo la anemia, especialmente la ferropenia, puede tener impactos significativos en áreas clave del desarrollo, destaca que los hitos del desarrollo en los niños es un proceso de cambios necesarios en el infante. Esto implica no solo el crecimiento físico, sino también cambios en áreas fundamentales como el desarrollo motor, mental y conductual destaca que estas áreas del desarrollo infantil han sido objeto de extensa documentación en términos de su asociación con la anemia en los primeros períodos de la vida. Esto sugiere que la anemia, especialmente cuando está relacionada con la deficiencia de hierro, puede influir en múltiples aspectos del desarrollo (41).

En conjunto, esta perspectiva subraya la vulnerabilidad del desarrollo infantil ante la deficiencia de hierro y la importancia de abordar estas cuestiones en las primeras etapas de la vida para prevenir posibles consecuencias a largo plazo en el bienestar y el rendimiento académico de los niños.

Los hallazgos presentados por García, resaltan los problemas relacionados con la anemia ferropénica, especialmente en términos de funciones cognitivas y desarrollo psicomotor, el estudio sugiere que los problemas relacionados con la anemia ferropénica tienen un impacto negativo en las funciones cognitivas y el desarrollo psicomotor de los individuos. Estas áreas son cruciales para el aprendizaje, el pensamiento y la coordinación motor, además, que la disminución del hierro conlleva a comorbilidades comunes como el trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH) y el trastorno del espectro autista (TEA). Esto sugiere una interrelación entre la salud nutricional y la salud mental, destacando la importancia de abordar ambos aspectos en la atención a la salud (42).

El hierro desempeña un papel crucial en diversas funciones biológicas, y su carencia puede tener consecuencias sistémicas. Estos resultados subrayan la importancia de abordar la

deficiencia de hierro en niños no solo para prevenir la anemia, sino también para mitigar posibles efectos adversos en el desarrollo psicomotor y cognitivo y , así como en la salud mental en casos de comorbilidad con trastornos neuropsiquiátricos. Un enfoque integral que considere la nutrición, la salud mental y el desarrollo integral es esencial para garantizar el bienestar de los niños.

En este contexto, Pivina en el año 2020, indica es su investigación que muchos países del mundo tienen programas para controlar las complicaciones relacionadas con esta patología, basados en el uso de suplementos de hierro, la ingesta de alimentos y bebidas fortificados, la mejora de la inocuidad de los alimentos y el monitoreo de la diversidad de la dieta(43). Sobre la base de las recomendaciones actuales de la Organización Mundial de la Salud 2020 detalla la relación coste-efectividad (OMS-CHOICE), los programas de enriquecimiento con hierro y suplementación con hierro pueden considerarse rentables o incluso altamente rentables en la mayoría de los países del mundo para evitar el deterioro cognitivo(10)

Según el Ministerio de Salud Pública de Uruguay en el año 2018, la prevalencia de anemia ferropénica por grupos de edad, se verificó que los niños menores o iguales a 36 meses tenían una prevalencia significativamente mayor de anemia. Este hallazgo concuerda con la literatura, que indica un decremento de la prevalencia de esta deficiencia a partir de los tres años de edad(44).

Así mismo, en el estudio de Basso, se explica que el hecho de que los niños mayores tienen algún beneficio adicional proporcionado por una mayor variabilidad alimentaria, verificó que la edad menor a 36 meses fue la variable que más se asoció con la anemia, además hace referencia que los factores asociados a la ocurrencia de anemia en niños, se encontró que la edad del niño fue la variable más frecuentemente asociada con la aparición de anemia,

independientemente del nivel de desarrollo de la región, en cuanto al estado nutricional, la talla baja para la edad se asoció significativamente con el resultado, y esta asociación también se observó en otros estudios (45).

Una explicación para la relación según el estudio de Novaes TG, et.al 2018, muestra que existe una relación entre la anemia y la baja estatura es el hecho de que ambas deficiencias tienen factores de riesgo comunes, como una dieta inadecuada, la falta de saneamiento básico, el escaso acceso a la atención médica y los bajos niveles de escolaridad de los padres(46).

Sin embargo, en la publicación realizada por De Castro, et.al en el año 2021, con 467 niños en Criciúma, en el sur de Brasil, no se identificó asociación entre la variable en cuestión y la anemia, también reportó una mayor prevalencia de anemia en niños que no tenían baño en casa. Los niños que están expuestos a condiciones ambientales adversas son más susceptibles a morbilidades que pueden comprometer o empeorar su estado nutricional(4).

La observación del Fondo de las Naciones Unidas destaca la conexión entre la desnutrición infantil, los efectos en la salud y desarrollo cognitivo, y los costos económicos asociados. La desnutrición infantil puede generar costos económicos significativos para la sociedad en su conjunto. Estos costos no se limitan solo a los gastos directos en salud, como la atención médica y el tratamiento de enfermedades asociadas a la desnutrición, sino que se extienden a otros ámbitos(40).

En resumen, la desnutrición infantil no solo afecta la salud y el bienestar individual, sino que también tiene ramificaciones económicas a nivel social. La inversión en la prevención y tratamiento de la desnutrición puede no solo mejorar el bienestar físico, mental, social, y el desarrollo de los niños, sino también reducir los costos económicos asociados en el largo plazo. Este enfoque integral aborda tanto las dimensiones de la salud como las económicas, reconociendo la interconexión entre ambos aspectos.

El informe de las Naciones Unidas para Ecuador en 2020 destaca las consecuencias económicas de la desnutrición, especialmente en términos de pérdida de productividad y capital humano, la desnutrición se asocia con un menor nivel educativo alcanzado por las personas afectadas. Esta menor educación puede traducirse en una pérdida de productividad, ya que las personas pueden tener menos habilidades y capacidades para contribuir al mercado laboral y a la economía en general. la pérdida de productividad asociada a un menor nivel educativo, el informe señala que la desnutrición también puede resultar en muertes, generando así una pérdida de capacidad productiva. Las muertes asociadas a la desnutrición representan no solo una tragedia humana, sino también una pérdida económica para la sociedad. (47)

Como conclusión, el informe destaca las repercusiones económicas de la desnutrición en Ecuador, enfocándose en la pérdida de productividad y la disminución del capital humano. Estos aspectos resaltan la importancia de abordar la desnutrición como un desafío integral que afecta no solo la salud individual, sino también el desarrollo económico del país.

El estudio de Carreño en 2018 destaca la asociación entre la deficiencia de hierro en la vida temprana y el desarrollo tardío, así como sus implicaciones en el rendimiento escolar, esto indica que la carencia de hierro durante la infancia puede tener consecuencias duraderas en el desarrollo global de los niños, en muchos casos, el desarrollo deficiente durante la infancia persiste incluso después de que la terapia con hierro haya rectificado el estado de hierro. Esto resalta la importancia de abordar la deficiencia de hierro de manera temprana para evitar efectos a largo plazo en el desarrollo. (48). Como un análisis el estudio subraya la importancia de corregir la deficiencia de hierro en la niñez para prevenir consecuencias a largo plazo en el desarrollo y el desempeño escolar. La intervención temprana y el tratamiento adecuado son esenciales para mitigar los efectos adversos en el bienestar y el éxito académico de los niños.

El estudio de Heras destaca la importancia de reconocer la anemia ferropénica como una enfermedad con consecuencias adversas significativas en el bienestar psicobiológico de los niños, la anemia ferropénica se reconoce como una condición que afecta el bienestar psicobiológico de los individuos, especialmente en la primera infancia. Esto subraya la necesidad de abordar no solo los aspectos físicos de la enfermedad, como la anemia, sino también sus posibles impactos en actividades psicomotoras, además, resalta la relación entre deficiencias en la primera infancia y alteraciones del desarrollo psicomotor. Estos cambios pueden manifestarse de diversas formas, incluidos accidentes vasculares isquémicos o hemorrágicos, apnea respiratoria, parálisis de nervios craneales y disfunción cognitiva. También se ha afirmado que la anemia por deficiencia de hierro no es la única causa de la disminución de los niveles de hierro en la sangre. Sin embargo, también puede ser causada por una variedad de enfermedades, incluidas enfermedades genéticas como la anemia falciforme y la talasemia, la desnutrición, la malaria, la esquistosomiasis, las enfermedades parasitarias intestinales y la infección por VIH entre otras(21).

En conclusión, el estudio enfatiza la necesidad de considerar la anemia ferropénica como una preocupación integral de salud que puede tener impactos en el desarrollo psicomotor de los niños. La promoción de prácticas preventivas y la atención temprana son fundamentales para optimizar el bienestar de los infantes.

Los resultados de los estudios sobre la relación entre los niveles de hemoglobina y la función cognitiva, así como los efectos de la suplementación con hierro, pueden variar y a veces ofrecen hallazgos que muestran en general, la relación entre los niveles de hemoglobina, la suplementación con hierro y la función cognitiva es un área de investigación compleja y en evolución. La respuesta individual puede variar, y otros factores, como la presencia de otros nutrientes y condiciones de salud, también pueden influir en los resultados. Es importante

considerar la diversidad de factores que contribuyen a la función cognitiva al interpretar los resultados de estos estudios (6,49,50).

12. CONCLUSIONES

Basándose en la información proporcionada sobre la anemia ferropénica y sus posibles relaciones con los trastornos del neurodesarrollo, podemos extraer algunas conclusiones:

Existe evidencia que sugiere que la anemia ferropénica, especialmente durante las etapas críticas del desarrollo, puede tener un efecto nocivo en el desarrollo psicomotor y cognitivo de los niños. La carencia de hierro en la infancia temprana se ha asociado con retrasos en el aprendizaje, memoria y otras funciones cognitivas.

La anemia ferropénica es solo una de las posibles causas de deficiencia de hierro. Otros factores nutricionales, genéticos y de salud también pueden contribuir. Un enfoque integral de la nutrición, que incluya la diversidad de nutrientes esenciales, es crucial para prevenir y abordar estos problemas.

La prevención y el tratamiento temprano de la anemia ferropénica son esenciales para minimizar los impactos en el desarrollo cognitivo y psicomotor. Estrategias que promuevan el consumo adecuado de hierro en la dieta, así como la suplementación cuando sea necesario, son fundamentales.

Finalmente, la anemia ferropénica puede tener consecuencias significativas en el desarrollo cognitivo y psicomotor, especialmente en la infancia. La identificación temprana, la intervención nutricional y la atención integral son clave para mitigar los posibles efectos adversos en la salud y el bienestar a lo largo del tiempo.

13. FINANCIACIÓN

Autofinanciamiento.

14. CONFLICTO DE INTERESES

Declaro que no existe conflicto de interés alguno que pueda resultar un impedimento para este trabajo de investigación.

15. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gedfie S, Getawa S, Melku M. Prevalence and Associated Factors of Iron Deficiency and Iron Deficiency Anemia Among Under-5 Children: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Glob Pediatr Health* [Internet]. 2022 [cited 2023 Oct 1];9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35832654/>
2. National Institutes of Health. Hierro - Datos en español [Internet]. 2020 [cited 2023 Oct 1]. Available from: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Iron-DatosEnEspañol/>
3. Swaminathan S, Edward BS, Kurpad A V. Micronutrient deficiency and cognitive and physical performance in Indian children. *Eur J Clin Nutr*. 2013 May;67(5):467–74.
4. De Castro IRR, da Silva Pereira A, Carneiro LBV, de Oliveira Cardoso L, Bezerra FF, Citelli M, et al. Prevalence of anemia and vitamin A deficiency and iron and vitamin A intake in children that use the Brazilian Unified National Health System in Rio de Janeiro, Brazil. *Cad Saude Publica*. 2021 Apr 1;37(4).
5. María C, Alejandra M, Escorcía R, Barros D. Anemia infantil: desarrollo cognitivo y rendimiento académico. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica* [Internet]. 2018 [cited 2023 Oct 1];37. Available from: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55963209020>
6. Álvarez de Acosta Thais IC de RMRRPMAC. Fósforo sérico en niños con desnutrición grave y su relación con el síndrome de realimentación [Internet]. 2018 [cited 2023 Dec 23]. Available from: <https://www.alanrevista.org/ediciones/2016/1/art-4/>
7. Organización Mundial de la Salud. Alimentación sana [Internet]. 2022 [cited 2023 Oct 1]. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>
8. McWilliams S, Singh I, Leung W, Stockler S, Ipsiroglu OS. Iron deficiency and common neurodevelopmental disorders-A scoping review. *PLoS One* [Internet]. 2022 Sep 1 [cited 2023 Oct 1];17(9). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36173945/>
9. Pivina L, Semenova Y, Doşa MD, Dauletyarova M, Bjørklund G. Iron Deficiency, Cognitive Functions, and Neurobehavioral Disorders in Children. *J Mol Neurosci* [Internet]. 2019 May 15 [cited 2023 Oct 1];68(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30778834/>
10. Organización Panamericana de la Salud. Micronutrientes - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud [Internet]. 2022 [cited 2023 Oct 1]. Available from: <https://www.paho.org/es/temas/micronutrientes>
11. UNICEF. Estado Mundial de la Infancia 2021 | [Internet]. 2021 [cited 2023 Oct 1]. Available from: <https://www.unicef.org/es/informes/estado-mundial-de-la-infancia-2021>
12. Georgieff MK, Ramel SE, Cusick SE. Nutritional influences on brain development. *Acta Paediatr* [Internet]. 2018 Aug 1 [cited 2023 Oct 2];107(8):1310–21. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/apa.14287>

13. Miguel PM, Pereira LO, Silveira PP, Meaney MJ. Early environmental influences on the development of children's brain structure and function. *Dev Med Child Neurol* [Internet]. 2019 Oct 1 [cited 2023 Oct 1];61(10):1127–33. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/dmcn.14182>
14. Förster J, López I. Neurodesarrollo humano: un proceso de cambio continuo de un sistema abierto y sensible al contexto. *Revista Médica Clínica Las Condes* [Internet]. 2022 Jul 1 [cited 2023 Oct 1];33(4):338–46. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-articulo-neurodesarrollo-humano-un-proceso-cambio-S0716864022000724>
15. Instituto Nacional de Salud - Plataforma del Estado Peruano. Centro Nacional de Alimentación, Nutrición y Vida Saludable (CENAN) - Contenido institucional [Internet]. 2022 [cited 2023 Oct 1]. Available from: <https://www.gob.pe/es/34823-instituto-nacional-de-salud-centro-nacional-de-alimentacion-y-nutricion-cenan>
16. Zavaleta N, Astete-Robilliard L. [Effect of anemia on child development: long-term consequences]. *Rev Peru Med Exp Salud Publica* [Internet]. 2017 Oct 1 [cited 2023 Oct 1];34(4):716–22. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29364424/>
17. Wiegersma AM, Dalman C, Lee BK, Karlsson H, Gardner RM. Association of Prenatal Maternal Anemia With Neurodevelopmental Disorders. *JAMA Psychiatry* [Internet]. 2019 Dec 1 [cited 2023 Oct 1];76(12):1294–304. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31532497/>
18. Nazari M, Mohammadnejad E, Dalvand S, Ghanei Gheshlagh R. Prevalence of iron deficiency anemia in Iranian children under 6 years of age: a systematic review and meta-analysis. *J Blood Med* [Internet]. 2019 [cited 2023 Oct 1];10:111–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31118852>
19. Beltrán-Navarro B, Matute E, Vásquez-Garibay EM. Efecto de la deficiencia de hierro sobre el desarrollo neuropsicológico en lactantes. *Interdisciplinaria Revista de Psicología y Ciencias Afines* [Internet]. 2019 Dec 19 [cited 2023 Oct 1];36(2):129–50. Available from: <http://www.ciipme-conicet.gov.ar/ojs/index.php?journal=interdisciplinaria&page=article&op=view&path%5B%5D=http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.16888%2Finterd.2019.36.2.9&path%5B%5D=html>
20. Max Ronald Cruz Ayala. Anemia Ferropénica en el Desarrollo Neuropsicológico en Niños de 3 a 5 Años [Internet]. 2023 [cited 2023 Oct 1]. Available from: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/7619/11553>
21. Heras Germán, Manso. Diagnóstico y tratamiento de la anemia ferropénica en la asistencia primaria de España. *Medicina Clínica Práctica* [Internet]. 2022 [cited 2023 Dec 24];5:100329. Available from: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

22. Danny Sriskandarajah SG de C. (Alianza Mundial para la Participación Ciudadana) y miembro del grupo directivo del Movimiento SUN para el Fomento de la Nutrición. 2020;
23. Ismail FY, Shapiro BK. What are neurodevelopmental disorders? *Curr Opin Neurol* [Internet]. 2019 Aug 1 [cited 2023 Oct 1];32(4):611–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31116115/>
24. Tokumura C, Mejía E. Anemia infantil en el Perú: en el baúl de los pendientes. *Revista Médica Herediana* [Internet]. 2023 Apr 10 [cited 2023 Oct 1];34(1):3–4. Available from: <https://revistas.upch.edu.pe/index.php/RMH/article/view/4445>
25. Gedfie S, Getawa S, Melku M. Prevalence and Associated Factors of Iron Deficiency and Iron Deficiency Anemia Among Under-5 Children: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Glob Pediatr Health* [Internet]. 2022 Jul 6 [cited 2023 Oct 1];9. Available from: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/2333794X221110860>
26. Guo Y, Yu L, Wu ZY, Deng YH, Wu JL. Gender-specific association between serum ferritin and neurodevelopment in infants aged 6 to 12 months. *Sci Rep* [Internet]. 2023 Dec 1 [cited 2024 Jan 27];13(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36781973/>
27. Vásquez-Velásquez C, Fernandez-Guzman D, Quispe-Vicuña C, Caira-Chuquineyra B, Ccami-Bernal F, Castillo-Gutierrez P, et al. Evaluating the Diagnostic Performance of Hemoglobin in the Diagnosis of Iron Deficiency Anemia in High-Altitude Populations: A Scoping Review. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2023 Jun 1 [cited 2024 Jan 27];20(12). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37372704/>
28. Chouraqi JP. Dietary Approaches to Iron Deficiency Prevention in Childhood-A Critical Public Health Issue. *Nutrients* [Internet]. 2022 Apr 1 [cited 2024 Jan 27];14(8). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35458166/>
29. Rivadeneira MF, Moncayo AL, Tello B, Torres AL, Buitrón GJ, Astudillo F, et al. A Multi-causal Model for Chronic Malnutrition and Anemia in a Population of Rural Coastal Children in Ecuador. *Matern Child Health J* [Internet]. 2020 Apr 1 [cited 2023 Oct 1];24(4):472–82. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10995-019-02837-x>
30. Gisslen T, Rao R, Georgieff MK. Anemia, Iron Supplementation, and the Brain. *Clin Perinatol* [Internet]. 2023 Dec 1 [cited 2024 Jan 27];50(4):853–68. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37866852/>
31. Varea A, Disalvo L, Fasano M V., Sala M, Avico AJ, Azrack M, et al. Effectiveness of weekly and daily iron administration for the prevention of iron deficiency anemia in infants. *Arch Argent Pediatr* [Internet]. 2023 Aug 1 [cited 2024 Jan 27];121(4):e202202815. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36728944/>
32. Iglesias L, Canals J, Arija V. Effects of prenatal iron status on child neurodevelopment and behavior: A systematic review. *Crit Rev Food Sci Nutr* [Internet]. 2018 Jul 3 [cited 2024 Jan 27];58(10):1604–14. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28084782/>

33. Chaparro CM, Suchdev PS. Anemia epidemiology, pathophysiology, and etiology in low- and middle-income countries. *Ann N Y Acad Sci* [Internet]. 2019 [cited 2024 Jan 27];1450(1):15–31. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31008520/>
34. Singer CE, Biciușcă V, Abdul-Razzak J, Popescu IAS, Geormăneanu C, Singer MM, et al. Associated factors in pediatric patients admitted with severe iron-deficiency anemia in the last seven years - the experience of a single pediatric unit. *Rom J Morphol Embryol* [Internet]. 2023 Jul 1 [cited 2024 Jan 27];64(3):419–26. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37867359/>
35. Berglund SK, Torres-Espínola FJ, García-Valdés L, Segura MT, Martínez-Zaldívar C, Padilla C, et al. The impacts of maternal iron deficiency and being overweight during pregnancy on neurodevelopment of the offspring. *Br J Nutr* [Internet]. 2017 Oct 14 [cited 2024 Jan 27];118(7):533–40. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28965494/>
36. Bahr TM, Benson AE, Kling PJ, Ohls RK, Ward DM, Christensen RD. Maternal obesity and impaired offspring neurodevelopment: could fetal iron deficiency be a pathogenic link? *J Perinatol* [Internet]. 2021 May 1 [cited 2024 Jan 27];41(5):1199–200. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33594227/>
37. Camaschella C. Iron deficiency. *Blood* [Internet]. 2019 Jan 3 [cited 2023 Dec 23];133(1):30–9. Available from: <https://dx.doi.org/10.1182/blood-2018-05-815944>
38. Kassebaum NJ, Jasrasaria R, Naghavi M, Wulf SK, Johns N, Lozano R, et al. A systematic analysis of global anemia burden from 1990 to 2010. *Blood* [Internet]. 2018 Jan 30 [cited 2023 Dec 23];123(5):615–24. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24297872/>
39. Fonseca Gonzalez Zulin et. al. La malnutrición; problema de salud pública de escala mundial. 2019 [cited 2023 Dec 23]; Available from: <https://orcid.org/0000-0002-7581-8013>
40. UNICEF. Análisis de la situación de las niñas, niños y adolescentes en el Ecuador [Internet]. 2021 [cited 2023 Dec 24]. Available from: <https://www.unicef.org/ecuador/an%C3%A1lisis-de-la-situaci%C3%B3n-de-las-ni%C3%B1as-y-adolescentes-en-el-ecuador-2021>
41. Zavaleta N, Astete-Robilliard L. Efecto de la anemia en el desarrollo infantil: consecuencias a largo plazo. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2018;34(4):716–38.
42. García Erce JA, Altés A, López Rubio M, Remacha AF, de la O Abío M, Benítez D, et al. Manejo del déficit de hierro en distintas situaciones clínicas y papel del hierro intravenoso: recomendaciones del Grupo Español de Eritropatología de la SEHH. *Rev Clin Esp* [Internet]. 2020 Jan 1 [cited 2023 Dec 23];220(1):31–42. Available from: <https://www.revclinesp.es/es-manejo-del-deficit-hierro-distintas-articulo-S0014256519302358>
43. Pivina L, Semenova Y, Doșa MD, Dauletyarova M, Bjørklund G. Iron Deficiency, Cognitive Functions, and Neurobehavioral Disorders in Children. *J Mol Neurosci* [Internet]. 2019 May 15 [cited 2023 Dec 18];68(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30778834/>

44. Una mirada a la salud de los uruguayos y las uruguayas en el largo plazo | Naciones Unidas en Uruguay [Internet]. [cited 2023 Dec 24]. Available from: <https://uruguay.un.org/es/48886-una-mirada-la-salud-de-los-uruguayos-y-las-uruguayas-en-el-largo-plazo>
45. Basso Jorge JQ, Raquel Rosa, Ríos G, Claudia Romero, Ximena Moratorio, Ana Visconti. Recomendaciones para la prevención y el tratamiento de la deficiencia de hierro en mujeres en edad fértil, embarazadas y en lactancia; y niños y niñas menores de 2 años. 2018;
46. Novaes TG, Gomes AT, Silveira KC da, Magalhães EI da S, Souza CL, Netto MP, et al. Prevalence and factors associated with anemia in children enrolled in daycare centers: a hierarchical analysis. *Revista Paulista de Pediatria* [Internet]. 2018 Jul 31 [cited 2023 Dec 18];35(3):281. Available from: </pmc/articles/PMC5606176/>
47. Fondo de las Naciones Unidas. Malnutrición en niños y niñas en América Latina y el Caribe | CEPAL [Internet]. 2020 [cited 2023 Dec 18]. Available from: <https://www.cepal.org/es/enfoques/malnutricion-ninos-ninas-america-latina-caribe>
48. Carrero CM, Oróstegui MA, Ruiz Escorcía L, Arrieta DB. Anemia infantil: desarrollo cognitivo y rendimiento académico. 2018 [cited 2023 Dec 18];37(4):411. Available from: www.revistaavft.com Celular:+573167178910ID<https://orcid.org/0000-0002-4097-2694> Correo electrónico: morostegui1@unisimonbolivar.edu.co ID<https://orcid.org/0000-0003-2218-67344>
49. Macollunco-Flores PT, Ponce-Pardo JE, Inocente-Camones MÁ. Programas nacionales para la prevención y tratamiento de anemia ferropénica en los países de Sudamérica. *Salud Publica Mex* [Internet]. 2018 Jul 1 [cited 2023 Dec 24];60(4):386–7. Available from: <https://doi.org/10.21149/8790>
50. Gómez Tone LE, Ampuero RF. Niveles de hemoglobina y su incidencia en el desarrollo psicomotriz en niños menores de un año. *Revista Científica Investigación Andina* [Internet]. 2020 Jul 10 [cited 2023 Dec 18];19(2). Available from: <https://revistas.uancv.edu.pe/index.php/RCIA/article/view/800>

16. ANEXOS

Tabla 1

Principales resultados extraídos de los resultados que responderán a las preguntas de investigación.

	Identificación de la producción	Diseño Metodológico	RESULTADOS
A1	Organización Mundial de la Salud (2020)	Diseño transversal	Cada una de las diferentes formas de malnutrición sigue potenciando las demás; y con los últimos análisis, esta realidad se confirma. Los análisis más recientes sobre las múltiples cargas de malnutrición en diversos países aportan nueva información sobre el grado en que estos y su población sufren más de una forma de malnutrición.
A2	Fonseca González Zulin (2020)	Diseño de campo transversal	La buena nutrición durante la infancia es necesaria para la buena salud y el adecuado desarrollo físico, psicomotor, social, y de hábitos que condicionan el bienestar y la calidad de vida del futuro adulto.
A3	Goncalves Taiane ,et.al (2018)	Estudio transversal	Al evaluar la prevalencia de anemia por grupos de edad, se verificó que los niños menores o iguales a 36 meses tenían una prevalencia significativamente mayor de anemia. Este hallazgo concuerda con la literatura, que indica una disminución de la prevalencia de esta deficiencia a partir de los tres años de edad. 3 , 10 Esto puede explicarse por el hecho de que los factores asociados a la ocurrencia de anemia en niños, se encontró que la edad del niño fue la variable más frecuentemente asociada con la ocurrencia de anemia, independientemente del nivel de desarrollo de la región investigada.
A4	Naciones Unidas (2020)	Estudio retrospectivo.	Estos efectos en la salud y desarrollo cognitivo de los niños y niñas se traducirán en costos económicos para el conjunto de la sociedad. Además de los costos en salud por la atención requerida a causa de enfermedades asociadas o el propio tratamiento de la desnutrición, se generan costos en educación por los años extra de los niños repitentes en el sistema, producto de la menor capacidad de atención y aprendizaje.

A5	Carrero C J, et al. (2018)	Estudio de cohorte prospectivo.	La deficiencia de hierro en la vida temprana se asocia con un desarrollo tardío, según evaluado por varios ensayos clínicos que utilizan escalas globales de desarrollo similares; este desarrollo deficiente durante la infancia persiste en la mayoría de los casos después de que la terapia con hierro haya corregido el estado del hierro. Si la deficiencia de hierro ocurre en preescolares y niños mayores, las consecuencias.
A6	Cruz L, et al. (2020)	Estudio transversal.	En los últimos años se ha observado una reducción de la frecuencia y severidad de la anemia en grupos de riesgo, pero aún los resultados alcanzados están por encima de las metas de salud.
A7	Pivina L, et al. (2020)	Estudio de cohorte	Las investigaciones han demostrado que la deficiencia de hierro es una comorbilidad frecuente en el trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH) y el trastorno del espectro autista. La deficiencia de hierro también puede inducir o exacerbar la deficiencia de otros nutrientes esenciales.
A8	Zhang Y, et al. (2019)	Estudio transversal.	El desarrollo motor de los niños con deficiencia prenatal de hierro no alcanzó el de sus contrapartes sin deficiencia de hierro a los 5 años de edad. Los resultados indican la importancia de prevenir la deficiencia de hierro en el feto.
A9	Gómez Tone L, et al. (2020)	Observacional, prospectivo, transversal, analítico.	Se evaluaron 120 niños, 70,9% tenían anemia, de estos 58,8% era leve, 41,2% moderada, no hubo casos severos. 66% de los niños menores de 6 meses tenían anemia. Se encontró que si existe incidencia de niveles de hemoglobina en el desarrollo psicomotriz.
A10	Camaschella Clara (2019)	Ensayo clínico	La deficiencia total de hierro en todo el cuerpo (absoluta) es causada por un aumento fisiológico de las necesidades de hierro en niños, adolescentes, mujeres jóvenes y embarazadas, por una ingesta reducida de hierro o por una absorción defectuosa patológica o pérdida crónica de sangre.
A11	Kassebaum N, et al.(2018)	Revisión sistemática	Las hemoglobinopatías contribuyen significativamente en la mayoría de las poblaciones. La carga fue mayor en niños menores de 5 años, los únicos grupos de edad con tendencias negativas en 1990 y 2010.

A 12	García Erce J.A , et.al (2020)	Observacional, prospectivo, transversal, analítico.	las investigaciones han demostrado que la deficiencia de hierro es una comorbilidad frecuente en el trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH) y el trastorno del espectro autista.
A 13	Fondo de las Naciones Unidas(2020)	Informe	Los costos en salud por la atención requerida a causa de enfermedades asociadas o el propio tratamiento de la desnutrición, se generan costos en educación por los años extra de los niños repitentes en el sistema, producto de la menor capacidad de atención y aprendizaje
A 14	Ministerio de Salud Pública de Uruguay (2018)	Informe	La prevalencia de anemia ferropénica por grupos de edad, se verificó que los niños menores o iguales a 36 meses tenían una prevalencia significativamente mayor de anemia.
A 15	Zavaleta , Nelly, et.al, (2018)	Investigación cuasi experimental	La anemia en niños menores de tres años es un problema de salud pública en el Perú y el mundo. Se estima que la causa principal de la anemia, aunque no la única, es la deficiencia de hierro. Existen muchos estudios y revisiones sobre cómo esta carencia en los infantes impacta negativamente en el desarrollo psicomotor y, a pesar de corregirse la anemia, los niños con este antecedente presentan, a largo plazo, un menor desempeño en las áreas cognitiva, social y emocional.
A 16	Heras Geman (2022)	Estudio multicéntrico descriptivo tipo encuesta	El 52% de los encuestados consideran que la anemia ferropénica es una enfermedad grave y que la ferritina es la determinación bioquímica más útil para su diagnóstico, alrededor de un 20% no la utiliza.
A 17	UNICEF (2021)	Informe	41 países se encuentran en África, estas cargas coexisten en millones de niños; 15,95 millones de niños sufren emaciación y retraso del crecimiento, los menores de 7 años son el grupo poblacional más vulnerable a la deficiencia de hierro.
A 18	Basso Jorge, et.al(2018)	Estudio de campo transversal	Los niños mayores tienen algún beneficio adicional proporcionado por una mayor variabilidad alimentaria.
A 19	Novaes TG, et.al (2018)	Observacional, prospectivo, transversal, analítico.	La anemia y la baja estatura es el hecho de que ambas deficiencias tienen factores de riesgo comunes, como una dieta inadecuada

De Castro, et.al(2021)	Estudio Transversal	Los niños que están expuestos a condiciones ambientales adversas son más susceptibles a morbilidades que pueden comprometer empeorar su estado nutricional
Macollunco-Flores	Estudio de campo transversal	Los niveles de hemoglobina con la función cognitiva, mientras que otros reportan una mejora en las funciones cognitivas después de la suplementación con hierro



Catalina María Hurtado portadora de la cédula de ciudadanía N° **0151496924**. En calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“TRASTORNOS DEL NEURODESARROLLO ASOCIADOS A ANEMIA FERROPÉNICA EN LA EDAD PEDIÁTRICA. REVISIÓN SISTEMÁTICA”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Azogues, **01 de marzo de 2024**

Catalina María Hurtado
.....

Catalina María Hurtado

C.I. 0151496924