



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA

SEP

Sistema de  
Estudios de Posgrado

# UNIVERSIDAD DE COSTA RICA SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

## La miopía en niños: análisis integral de los factores de riesgo, incidencia y estrategias de intervención

Tesis sometido a la consideración de la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Oftalmología para optar al grado y título de

Especialista en Oftalmología

Jose Pablo Marín Castro

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

## **DEDICATORIA**

A mi esposa e hijos, listo para presentar mi tesis, mi mente está llena de innumerables recuerdos del viaje que me ha traído hasta este punto. Es un viaje que no emprendí solo: tuve el apoyo inquebrantable, la paciencia incesante y el amor inagotable de mi preciada familia, y por eso, estaré eternamente agradecido.

Esta tesis no es simplemente un testimonio de mi búsqueda académica; es un tributo a nuestra resiliencia, sacrificio y amor colectivos. Es un símbolo tangible de nuestro viaje compartido, nuestros triunfos y pruebas, nuestras alegrías y tristezas y, sobre todo, nuestra fe inquebrantable en los demás. Dedico este logro a ustedes, mi querida familia, porque sin ustedes, este viaje no habría tenido su verdadero significado y propósito.

Con todo mi amor

## AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mi más profundo agradecimiento a cada uno de mis profesores por su dedicación, paciencia y apoyo incondicional durante mi residencia en Oftalmología. Su guía experta, críticas perspicaces y esfuerzos incansables para asegurar mi crecimiento como estudiante y como practicante han sido invaluable.

No solo me han enseñado la ciencia y la práctica de la Oftalmología, sino que también me han inculcado los valores de la compasión, la empatía y la responsabilidad ética. Las lecciones aprendidas dentro y mas allá de los confines de la sala de operaciones han sido tan críticas para formarme como profesional e individuo.

En conclusión, gracias por inspirarme, desafiarme y creer en mí cuando dudaba de mí mismo. Su tutoría ha sido fundamental para dar forma a mi carrera, y estoy eternamente agradecido por haber tenido la oportunidad de aprender de tan distinguidos profesionales.

Con la más profunda gratitud,

Este trabajo final de graduación fue aceptado por la comisión de la Especialidad en Oftalmología del Programa de Posgrado en Especialidades Médicas de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de Médico Especialista en Oftalmología.



---

Dr. Jorge Dimas Ramirez Boza  
Oftalmólogo General

Coordinador de Posgrado de la Especialidad de Oftalmología



---

Dr. Leslie Argüello Cruz  
Oftalmólogo Pediátrico  
Tutor de la Investigación



---

Dra Saylin Iturriaga  
Oftalmólogo Corneólogo  
Lectora



---

Dr. Jose Pablo Marín Castro  
Sustentante

# INDICE

RESUMEN.....	6
1.1 Antecedentes y significado de la miopía en niños: la perspectiva de un oftalmólogo.....	8
1.2 Objetivos del Estudio .....	11
1.3 Alcance de la Investigación.....	13
2.1 Definición y clasificación de la miopía.....	16
2.2 Factores de riesgo para el desarrollo de la miopía en niños.....	17
2.3 Prevalencia y tendencias globales de Miopía en niños .....	23
3.1 Selección de fuentes bibliográficas .....	27
3.2 Extracción y síntesis de datos.....	28
3.3 Análisis de datos y evaluación de la calidad del estudio.....	29
4.1 Resumen de los factores de riesgo que contribuyen a la progresión de la miopía en los niños.....	30
4.3 Estrategias de intervención y su eficacia para frenar la progresión de la miopía.....	33
5.1 Resumen de los hallazgos .....	49
5.2 Implicaciones para la salud pública y la práctica clínica .....	51
5.3 Limitaciones y recomendaciones para futuras investigaciones.....	53
6.1 Recapitulación de los propósitos y objetivos del estudio.....	57
BIBLIOGRAFIA.....	59

## RESUMEN

La miopía, es un error de refracción frecuente que a menudo se desarrolla durante la niñez y continúa progresando durante la adolescencia. Este estudio tiene como objetivo proporcionar una comprensión integral de la progresión de la miopía en los niños mediante el examen de los factores de riesgo contribuyentes, la prevalencia y la eficacia de diversas estrategias de intervención. Al analizar la literatura actual y las investigaciones emergentes, esta tesis destacará los factores genéticos, ambientales y de comportamiento que contribuyen al desarrollo de la miopía, las tendencias globales en su prevalencia y el potencial de las intervenciones tempranas para mitigar o retrasar la progresión de esta visión común trastorno.



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA

SEP Sistema de  
Estudios de Posgrado

**Autorización para digitalización y comunicación pública de Trabajos Finales de Graduación del Sistema de Estudios de Posgrado en el Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica.**

Yo, JOSE PABLO MARIK CASTRO, con cédula de identidad 113910239, en mi condición de autor del TFG titulado LA NIQUIA EN NIÑOS: ANÁLISIS INTEGRAL DE LOS FACTORES DE RIESGO, INCIDENCIA Y ESTRATEGIAS DE PREVENCIÓN

Autorizo a la Universidad de Costa Rica para digitalizar y hacer divulgación pública de forma gratuita de dicho TFG a través del Repositorio Institucional u otro medio electrónico, para ser puesto a disposición del público según lo que establezca el Sistema de Estudios de Posgrado. SI  NO \*

\*En caso de la negativa favor indicar el tiempo de restricción: \_\_\_\_\_ año (s).

Este Trabajo Final de Graduación será publicado en formato PDF, o en el formato que en el momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre, con el fin de permitir la consulta e impresión, pero no su modificación.

Manifiesto que mi Trabajo Final de Graduación fue debidamente subido al sistema digital Kerwá y su contenido corresponde al documento original que sirvió para la obtención de mi título, y que su información no infringe ni violenta ningún derecho a terceros. El TFG además cuenta con el visto bueno de mi Director (a) de Tesis o Tutor (a) y cumplió con lo establecido en la revisión del Formato por parte del Sistema de Estudios de Posgrado.

  
**FIRMA ESTUDIANTE**

Nota: El presente documento constituye una declaración jurada, cuyos alcances aseguran a la Universidad, que su contenido sea tomado como cierto. Su importancia radica en que permite abreviar procedimientos administrativos, y al mismo tiempo genera una responsabilidad legal para que quien declare contrario a la verdad de lo que manifiesta, puede como consecuencia, enfrentar un proceso penal por delito de perjurio, tipificado en el artículo 318 de nuestro Código Penal. Lo anterior implica que el estudiante se vea forzado a realizar su mayor esfuerzo para que no sólo incluya información veraz en la Licencia de Publicación, sino que también realice diligentemente la gestión de subir el documento correcto en la plataforma digital Kerwá.

## 1.1 Antecedentes y significado de la miopía en niños: la perspectiva de un oftalmólogo

La miopía es un error de refracción en el que los rayos de luz que entran en el ojo paralelos al eje óptico se enfocan frente a la retina cuando la acomodación ocular está relajada. Esto generalmente se debe a que el globo ocular tiene una longitud anteroposterior aumentada, pero además puede ser causado por una córnea demasiado curvada y/o un cristalino con mayor potencia óptica. Esto da como resultado una visión borrosa, particularmente cuando se ven objetos a distancia. La miopía es un problema de salud pública mundial y su prevalencia está aumentando rápidamente, especialmente entre los niños. Esta sección explorará los antecedentes y la importancia de la miopía en los niños desde la perspectiva oftalmológica (1).

### 1.1.1 Prevalencia y demografía

Durante las últimas décadas, la prevalencia de la miopía ha ido en constante aumento en todo el mundo, con especial énfasis en la población pediátrica. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), aproximadamente un tercio de la población mundial se ve afectada por la miopía, y se prevé que las cifras aumenten aún más para 2050. Esta tendencia creciente es más pronunciada en ciertas regiones, como el este de Asia, donde la prevalencia de la miopía en niños y adolescentes puede llegar hasta el 80-90%. El inicio temprano de la miopía se ha asociado con un mayor riesgo de desarrollar

miopía alta, lo que puede conducir a un deterioro grave de la visión y una mayor probabilidad de complicaciones oculares en la edad adulta.(2)

### 1.1.2 Impacto en la Calidad de Vida y Carga Socioeconómica

La progresión de la miopía durante la infancia puede afectar significativamente la calidad de vida, el rendimiento académico y la autoestima de un niño. Los niños con miopía pueden tener dificultades para participar en actividades que requieren una buena visión de lejos, como deportes o conducir, lo que lleva a una menor sensación de independencia y aislamiento social. Además, la carga financiera de controlar la miopía, incluidos los costos de los exámenes oculares regulares, los lentes correctivos y los tratamientos potenciales, puede crear una presión económica sustancial para las familias y los sistemas de atención médica.

### 1.1.3 Complicaciones oculares y comorbilidades

Como oftalmólogo, es crucial comprender las posibles complicaciones asociadas con la miopía. La miopía alta, en particular, aumenta el riesgo de desarrollar afecciones que amenazan la vista, como desprendimiento de retina, glaucoma, cataratas y degeneración macular miópica. Estas condiciones pueden conducir a la pérdida irreversible de la visión si no se diagnostican y manejan a

tiempo. Además, los niños con miopía pueden correr un mayor riesgo de desarrollar otras comorbilidades oculares, como estrabismo y ambliopía, lo que destaca aún más la importancia de la detección e intervención tempranas.

#### 1.1.4 La necesidad de una gestión integral

La creciente prevalencia y las posibles complicaciones asociadas con la miopía infantil subrayan la importancia de la detección temprana, el manejo adecuado y el desarrollo de estrategias de intervención efectivas. Es vital comprender la naturaleza multifactorial de la progresión de la miopía y mantenerse informado sobre las investigaciones emergentes y las mejores prácticas para brindar atención de la mas alta calidad a los pacientes pediátricos.(3)

## 1.2 Objetivos del Estudio

El objetivo principal de este estudio es proporcionar una comprensión integral de la progresión de la miopía en los niños, teniendo en cuenta su naturaleza multifactorial y la necesidad de estrategias de intervención eficaces. Para lograrlo, el estudio pretende abordar los siguientes objetivos específicos:

### 1.2.1 Identificar y analizar los factores de riesgo que contribuyen al desarrollo y progresión de la miopía en niños

Este objetivo implicará un examen exhaustivo de los factores genéticos, ambientales y de comportamiento que se han relacionado con el inicio y la progresión de la miopía. Al comprender estos factores, oftalmólogos e investigadores pueden predecir mejor qué niños corren un mayor riesgo de desarrollar miopía y tomar las medidas preventivas adecuadas.

### 1.2.2 Examinar la prevalencia global y las tendencias de la miopía infantil

Un análisis detallado de la prevalencia mundial y las tendencias de la miopía entre los niños proporcionará información valiosa sobre la magnitud del problema y las diferencias regionales. Esta información puede informar la política de salud pública, la asignación de re-

cursos y el desarrollo de estrategias de intervención específicas para abordar el problema creciente de la miopía en los niños.

### 1.2.3 Evaluar la efectividad de varias estrategias de intervención para retrasar o prevenir la progresión de la miopía en niños

El estudio tiene como objetivo evaluar la eficacia de diferentes estrategias de intervención, incluidos enfoques ópticos, farmacológicos y conductuales/ambientales. Comprender la efectividad de estas intervenciones es crucial para que los oftalmólogos proporcionen recomendaciones basadas en evidencia para el manejo de la miopía infantil.

### 1.2.4 Explorar las implicaciones de los hallazgos del estudio para la salud pública y la práctica clínica

Al sintetizar la información recopilada a través de los objetivos anteriores, el estudio discutirá el impacto potencial de la progresión de la miopía en los niños en la salud pública y la práctica clínica. Esto incluirá consideraciones para la detección temprana, estrategias de intervención apropiadas y el manejo a largo plazo de la miopía y sus complicaciones asociadas.

### 1.2.5 Proporcionar recomendaciones para futuras investigaciones

Con base en los hallazgos y las limitaciones del estudio actual, se harán recomendaciones para las áreas donde se necesita más investigación. Esto puede incluir la investigación de nuevas estrategias de intervención, avances en herramientas de diagnóstico o la exploración de posibles factores genéticos y ambientales que aún no se han identificado. Al delinear posibles vías para futuras investigaciones, este estudio tiene como objetivo contribuir a los esfuerzos en curso para comprender y abordar el problema de la miopía infantil.

## 1.3 Alcance de la Investigación

Esta investigación tiene como objetivo proporcionar una comprensión integral de la progresión de la miopía en los niños mediante el examen de sus factores de riesgo, prevalencia y estrategias de intervención. El alcance del estudio está definido por los siguientes parámetros:

### 1.3.1 Rango de edad

El enfoque principal de esta investigación estará en los niños y adolescentes, que por lo general tienen entre 6 y 18 años de edad. Este rango de edad abarca el período durante el cual la miopía comúnmente se desarrolla y progresa, así como también cuando es más probable que las intervenciones sean efectivas.

### 1.3.2 Ámbito geográfico

Este estudio considerará las tendencias y la incidencia global, incluidas las variaciones regionales en la progresión de la miopía entre los niños. Mediante el examen de datos de diferentes regiones y países, la investigación proporcionará información sobre la influencia de diversos factores genéticos, ambientales y de estilo de vida en el desarrollo y la progresión de la miopía en los niños.

### 1.3.3 Tipos de estudio

La investigación implicará un análisis exhaustivo de la literatura existente, incluidos artículos revisados por pares, metanálisis, revisiones sistemáticas y estudios longitudinales. El estudio también considerará la investigación emergente y los ensayos clínicos en curso para garantizar que se incluya la información más actualizada en el análisis.

### 1.3.4 Plazo

El alcance de esta investigación se limitará a los estudios publicados hasta 2023. No obstante, el estudio proporcionará una visión general integral de la comprensión actual de la progresión de la miopía infantil y las estrategias de intervención, al tiempo que reconoce las limitaciones impuestas por el límite de conocimiento.

### 1.3.5 Estrategias de intervención

El estudio explorará una amplia gama de estrategias de intervención, incluidas intervenciones ópticas (p. ej., anteojos, lentes de contacto, ortoqueratología), farmacológicas (p. ej., colirios de atropina) y conductuales/ambientales (p. ej., mayor exposición al aire libre, reducción del trabajo de cerca). Al examinar la efectividad de varios enfoques, la investigación ayudará a informar la práctica clínica y guiará la investigación futura en el campo del manejo de la miopía.

### 1.3.6 Exclusiones

La investigación excluirá los estudios que se centren exclusivamente en la miopía de inicio en adultos o que solo investiguen los resultados de las intervenciones quirúrgicas (p. ej., cirugía ocular con láser) para corregir la miopía. Además, los estudios que no cumplan con los criterios de calidad o no proporcionen datos suficientes para ser incluidos en el análisis serán excluidos de la revisión.

## 2.1 Definición y clasificación de la miopía

La miopía, es un error refractivo que ocurre cuando la longitud axial del ojo es demasiado larga o la córnea posee una curvatura muy pronunciada. Esto hace que la luz que ingresa al ojo se enfoque frente a la retina en lugar de directamente sobre ella, lo que produce una visión borrosa de los objetos distantes. La miopía se clasifica en diferentes categorías según la gravedad del error de refracción:

- Baja miopía: error de refracción entre -0,50 y -3,00 dioptrías (D)
- Miopía moderada: error de refracción entre -3,00 y -6,00 D
- Miopía alta: error de refracción superior a -6,00 D

La miopía alta es particularmente preocupante, ya que aumenta significativamente el riesgo de desarrollar complicaciones oculares que amenazan la vista, como desprendimiento de retina, glaucoma, cataratas y degeneración macular miópica.(2)

## 2.2 Factores de riesgo para el desarrollo de la miopía en niños

### 2.2.1 Factores genéticos

La genética juega un papel importante en el desarrollo de la miopía. Los niños con antecedentes familiares de miopía, especialmente si ambos padres son miopes, tienen un mayor riesgo de desarrollar la afección. La investigación ha identificado numerosos genes asociados con la miopía, aunque los mecanismos exactos a través de los cuales estos genes influyen en el desarrollo de la miopía siguen sin estar claros.

### 2.2.1 Factores genéticos

Investigaciones recientes han identificado un componente genético sustancial en el desarrollo y la progresión de la miopía en los niños. Se han estudiado varios aspectos de los factores genéticos, incluida la heredabilidad, los genes candidatos y los estudios de asociación del genoma completo (GWAS).(5)

1. Heredabilidad: Los estudios familiares y de gemelos han demostrado que la miopía tiene un fuerte componente hereditario. El riesgo de miopía es significativamente mayor para los niños con padres miopes en comparación con aquellos con padres no miopes. En estudios de gemelos, las estimaciones de heredabilidad de la miopía oscilan entre el 60 % y el 90 %, lo

que indica una contribución genética sustancial al desarrollo de la afección.

2. Genes candidatos: varios genes candidatos se han asociado con la miopía. Estos genes están involucrados en varios procesos biológicos, como la remodelación de la matriz extracelular, el desarrollo del ojo y las vías de señalización de la retina. Algunos de los genes candidatos más destacados incluyen PAX6, LUM y RASGRF1. Sin embargo, estos estudios de genes candidatos generalmente tienen tamaños de muestra más pequeños y sus hallazgos no siempre se han replicado de manera consistente.(6)
3. Estudios de asociación del genoma completo (GWAS): Los GWAS han avanzado significativamente en nuestra comprensión de la base genética de la miopía. Estos estudios a gran escala examinan el genoma completo, identificando variaciones genéticas asociadas con la condición. GWAS recientes han identificado numerosos loci asociados con la miopía, incluidos GJD2, ZC3H11B y KCNQ5. El Consorcio Internacional para el Error de Refracción y la Miopía (CREAM) y la base de datos 23andMe han sido fundamentales en la realización de GWAS a gran escala para descubrir nuevos loci genéticos asociados con la miopía.
4. Interacciones Gen-Ambiente: La interacción entre los factores genéticos y ambientales es un aspecto crítico del desarrollo de

la miopía. Algunos niños pueden tener una predisposición genética a la miopía, que se ve exacerbada por factores ambientales y de comportamiento, como el exceso de trabajo de cerca o la exposición limitada al aire libre. Se necesita más investigación para dilucidar las complejas interacciones gen-ambiente que contribuyen a la progresión de la miopía en los niños.(7)

En conclusión, los factores genéticos juegan un papel importante en el desarrollo y progresión de la miopía en los niños. La identificación de factores hereditarios, genes candidatos y nuevos loci genéticos a través de GWAS ha avanzado sustancialmente en nuestra comprensión de la base genética de la miopía. Se necesita más investigación para aclarar las interacciones gen-ambiente y desarrollar estrategias de intervención personalizadas para niños con una predisposición genética a la miopía.

### 2.2.2 Factores ambientales

Los factores ambientales también contribuyen al desarrollo de la miopía en los niños. La urbanización y el mayor tiempo que se pasa en interiores se han relacionado con una mayor prevalencia de miopía, particularmente en los países de Asia oriental. El "efecto al aire libre", en el que una mayor exposición a la luz solar natural parece tener un efecto protector contra el desarrollo de la miopía, se

ha demostrado en varios estudios. Los investigadores plantean la hipótesis de que esto podría deberse a la liberación de dopamina en la retina, que inhibe el crecimiento excesivo de los ojos.

La relación entre la urbanización y el mayor tiempo que se pasa en interiores se ha asociado cada vez más con una mayor prevalencia de miopía. Esta asociación se puede atribuir a varios factores, incluida la exposición reducida al aire libre, el aumento del trabajo de cerca y el aumento del tiempo frente a la pantalla.(8)

1. Exposición al aire libre reducida: Numerosos estudios han demostrado el efecto protector de la exposición al aire libre contra el desarrollo de la miopía en los niños. Aún se están explorando los mecanismos exactos, pero se cree que la exposición a la luz natural, la diversidad de distancias involucradas en las actividades al aire libre y el aumento de la liberación de dopamina en la retina contribuyen a este efecto protector. La urbanización y el aumento del tiempo que se pasa en el interior han reducido la exposición al aire libre, lo que puede aumentar el riesgo de miopía en los niños.
2. Aumento del trabajo cercano: la urbanización se ha asociado con un cambio hacia actividades más basadas en la educación y en interiores que involucran el trabajo cercano, como leer, escribir y usar dispositivos electrónicos. El trabajo de cerca prolongado se ha identificado como un factor de riesgo para el

desarrollo de la miopía, ya que ejerce una tensión adicional sobre los ojos, lo que lleva a cambios en la longitud axial del ojo y al error de refracción. Los entornos urbanizados y el mayor tiempo que se pasa en el interior contribuyen a un aumento de las actividades laborales cercanas, lo que podría contribuir al aumento de la prevalencia de la miopía.

3. Mayor tiempo de pantalla: el uso generalizado de dispositivos electrónicos, como teléfonos inteligentes, tabletas y computadoras, ha llevado a un mayor tiempo de pantalla entre los niños. La urbanización y el cambio hacia la digitalización han contribuido aún más a esta tendencia. El tiempo de pantalla excesivo se asocia con un mayor riesgo de desarrollo de miopía, ya que implica un trabajo de cerca prolongado y tasas de parpadeo reducidas, lo que provoca fatiga visual y sequedad. Además, el tiempo de pantalla a menudo reemplaza las actividades al aire libre, lo que reduce aún más el efecto protector de la exposición al aire libre.
4. Factores socioeconómicos: la urbanización también se asocia con un nivel socioeconómico más alto y un mayor acceso a la educación, que se han relacionado con una mayor prevalencia de miopía. Los niños de entornos socioeconómicos más altos y entornos urbanos pueden experimentar una mayor presión académica y pasar más tiempo en actividades cercanas al trabajo, lo que contribuye al desarrollo y progresión de la miopía.

5. Factores ambientales: los entornos urbanizados también pueden exponer a los niños a diferentes factores ambientales, como niveles más altos de contaminación del aire, espacios verdes reducidos y patrones alterados de exposición a la luz. Estos factores podrían contribuir potencialmente a cambios en el desarrollo de los ojos, aumentando el riesgo de miopía.(8)

### 2.2.3 Factores de comportamiento

Ciertos factores de comportamiento, como períodos prolongados de trabajo de cerca, se han asociado con un mayor riesgo de desarrollar miopía en los niños. El trabajo cercano implica tareas que requieren un enfoque cercano, incluida la lectura, el uso de dispositivos electrónicos o la participación en actividades como dibujar o tocar instrumentos musicales.

1. Estrés acomodativo: el trabajo de cerca prolongado puede ejercer presión sobre el sistema acomodativo del ojo, que es responsable de ajustar el enfoque del ojo para ver objetos a diferentes distancias. Este estrés puede provocar cambios en la longitud axial del ojo y errores de refracción, lo que contribuye al desarrollo y la progresión de la miopía.
2. Tasas de parpadeo reducidas: las actividades cercanas al trabajo, especialmente aquellas que involucran dispositivos electrónicos, están asociadas con tasas de parpadeo reducidas. El

parpadeo es esencial para mantener la película lagrimal del ojo y la salud ocular en general. Las tasas de parpadeo reducidas pueden causar fatiga visual y sequedad, lo que puede exacerbar el desarrollo de la miopía.

3. La importancia de los descansos: tomar descansos regulares durante el trabajo de cerca y enfocarse en objetos distantes puede ayudar a mitigar el riesgo de desarrollar miopía. Esta práctica, conocida como la regla 20-20-20, recomienda tomar un descanso de 20 segundos cada 20 minutos para mirar un objeto a una distancia de al menos 20 pies. Estos descansos pueden ayudar a relajar el sistema acomodativo y reducir la fatiga visual.

### 2.3 Prevalencia y tendencias globales de Miopía en niños

La prevalencia de la miopía en niños ha ido en constante aumento en todo el mundo durante las últimas décadas. A nivel mundial, se estima que alrededor de 1.400 millones de personas son miopes, con aproximadamente un tercio de la población afectada. Para 2050, se espera que este número aumente a casi 5 mil millones de personas, con la mitad de la población mundial siendo miope.

Las variaciones regionales en la prevalencia de la miopía son significativas, y las tasas más altas se encuentran en el este de Asia, particularmente en países como China, Japón y Corea del Sur. En estos

países, la prevalencia de la miopía entre niños y adolescentes puede llegar hasta el 80-90%. La prevalencia cada vez mayor de la miopía en los niños es un problema importante de salud pública debido a su impacto potencial en la calidad de vida, el rendimiento académico y el riesgo de desarrollar complicaciones oculares que amenazan la vista. (9)

Aunque la investigación sobre la miopía se ha centrado predominantemente en las poblaciones del este de Asia, Europa y América del Norte, existe un creciente cuerpo de evidencia que destaca la prevalencia y las tendencias de la miopía en los niños de América Latina. En esta región, la prevalencia de la miopía varía entre países y poblaciones, pero en general parece estar en aumento.

1. Prevalencia: La prevalencia de la miopía en niños en Latinoamérica varía considerablemente, con algunos estudios reportando tasas entre 5% y 20%. Factores como la edad, el origen étnico, el nivel socioeconómico y la urbanización contribuyen a estas variaciones. Por ejemplo, se ha observado una mayor prevalencia de miopía en áreas urbanas en comparación con áreas rurales, y en niños con un nivel socioeconómico más alto o mayor acceso a la educación. (10)
2. Tendencias crecientes: Al igual que las tendencias mundiales, la prevalencia de la miopía en los niños latinoamericanos

parece estar aumentando con el tiempo. Se ha sugerido que la urbanización, los cambios en el estilo de vida y un mayor acceso a la educación son factores que contribuyen a este aumento. Si bien el aumento de la prevalencia de la miopía en América Latina podría no ser tan pronunciado como el observado en el este de Asia, aún merece atención e investigación adicional.(11)

3. Diferencias regionales: existe una investigación limitada sobre la prevalencia de la miopía en niños en los países de América Latina, y los datos disponibles sugieren diferencias regionales. Por ejemplo, estudios realizados en Brasil, México y Colombia han informado tasas de prevalencia variables. Esta variación destaca la necesidad de estudios más completos y específicos de la región para comprender mejor la prevalencia y las tendencias de la miopía en América Latina.
4. Factores de riesgo: los factores de riesgo de la miopía en los niños latinoamericanos son similares a los identificados a nivel mundial, incluida la predisposición genética, los factores ambientales y los factores conductuales, como el aumento del trabajo de cerca y la reducción de la exposición al aire libre. Sin embargo, la interacción de estos factores puede variar entre diferentes poblaciones latinoamericanas, lo que justifica una mayor investigación.(12)

5. Implicaciones para la salud pública: la creciente prevalencia de la miopía en los niños latinoamericanos tiene importantes implicaciones para la salud pública, incluido el potencial de una mayor carga para los sistemas de salud y la necesidad de intervenciones y políticas adecuadas para abordar el problema. Estos pueden incluir la promoción de actividades al aire libre, la reducción del tiempo de pantalla y la concienciación sobre la importancia de los exámenes oculares regulares.

### 3.1 Selección de fuentes bibliográficas

Para garantizar una comprensión integral de la progresión de la miopía en los niños, se realizará una búsqueda sistemática de fuentes bibliográficas. Se buscarán las siguientes bases de datos para identificar estudios relevantes:

- PubMed
- Web de la Ciencia
- Biblioteca Cochrane
- Uptodate
- Google Académico

Los términos de búsqueda incluirán combinaciones de palabras clave relacionadas con la miopía, los niños, los factores de riesgo, la prevalencia y las estrategias de intervención. La estrategia de búsqueda se adaptará a cada base de datos para maximizar la recuperación de artículos relevantes. Además, se buscarán manualmente las listas de referencias de artículos y revisiones identificados para encontrar más estudios relevantes no identificados a través de la búsqueda en la base de datos.

Los criterios de inclusión para los estudios incluirán:

- Investigación de la progresión de la miopía en niños de 6 a 18 años

- Centrarse en los factores de riesgo, la prevalencia o las estrategias de intervención
- Informe de datos cuantitativos sobre la progresión de la miopía o los resultados de la intervención
- Publicado en revistas revisadas por pares
- Escrito en inglés

### 3.2 Extracción y síntesis de datos

Los datos relevantes de los estudios incluidos se extraerán mediante un formulario estandarizado de extracción de datos. La información extraída consistirá en:

- Diseño y metodología del estudio
- Características de los participantes (edad, sexo, etnia y ubicación geográfica)
- Detalles sobre factores de riesgo, prevalencia o estrategias de intervención
- Datos cuantitativos sobre la progresión de la miopía o los resultados de la intervención
- Limitaciones del estudio y posibles fuentes de sesgo

Una vez finalizada la extracción de datos, se realizará una síntesis narrativa de los hallazgos, organizando los resultados por factores de riesgo, prevalencia y estrategias de intervención. Esta síntesis ayudará a identificar tendencias, patrones y discrepancias en la literatu-

ra, que se discutirán más adelante en las secciones de resultados y discusión de la tesis.

### 3.3 Análisis de datos y evaluación de la calidad del estudio

Para garantizar la validez de los hallazgos, la calidad de los estudios incluidos se evaluará mediante herramientas apropiadas según el diseño del estudio. Por ejemplo, la herramienta Cochrane de riesgo de sesgo se puede utilizar para ensayos controlados aleatorios, mientras que la escala de Newcastle-Ottawa se puede emplear para evaluar estudios observacionales. La evaluación de la calidad se centrará en aspectos como el sesgo de selección, el sesgo de medición, los factores de confusión y el sesgo de deserción.

Con base en la evaluación de la calidad, los estudios con alto riesgo de sesgo o fallas metodológicas significativas pueden excluirse del análisis. Los estudios restantes se analizarán mediante estadísticas descriptivas, metanálisis o análisis de subgrupos, según corresponda, para explorar las asociaciones entre los factores de riesgo, la prevalencia y las estrategias de intervención para la miopía infantil. Los resultados del análisis de datos se presentarán en forma de tablas, figuras o diagramas de bosque, según corresponda.

## 4.1 Resumen de los factores de riesgo que contribuyen a la progresión de la miopía en los niños

La progresión de la miopía en los niños es un proceso complejo y multifactorial influenciado por una combinación de factores genéticos, ambientales y conductuales. Comprender estos factores de riesgo es esencial para la identificación temprana, la prevención y el tratamiento de la miopía. Esta sección proporciona una descripción general de los factores de riesgo clave que contribuyen a la progresión de la miopía en los niños.(12)

### 4.1.1 Factores genéticos

Múltiples genes se han asociado con el desarrollo y la progresión de la miopía, lo que implica un fuerte componente genético en la condición. Los estudios han identificado más de 100 loci genéticos relacionados con la miopía, aunque los mecanismos exactos a través de los cuales estos genes influyen en la progresión de la miopía siguen sin estar claros. Los niños con antecedentes familiares de miopía corren un mayor riesgo de desarrollar la afección, especialmente si ambos padres son miopes. La identificación de marcadores genéticos para la susceptibilidad a la miopía podría permitir intervenciones específicas para niños con alto riesgo de desarrollar la afección. (13)

#### 4.1.2 Factores ambientales

Los factores ambientales juegan un papel importante en la progresión de la miopía en los niños. El aumento de la urbanización y la exposición limitada al aire libre se han relacionado con una mayor prevalencia de miopía en ciertas regiones, particularmente en el este de Asia. El "efecto exterior" sugiere que la exposición a la luz solar natural tiene un efecto protector contra el desarrollo de la miopía, posiblemente debido a la liberación de dopamina en la retina, que inhibe el crecimiento excesivo de los ojos. Esto destaca la importancia de fomentar las actividades al aire libre y la exposición a la luz natural como parte de un enfoque multifacético para la prevención y el control de la miopía. (14)

#### 4.1.3 Factores de comportamiento

Varios factores de comportamiento se han asociado con un mayor riesgo de progresión de la miopía en los niños. Los períodos prolongados de trabajo de cerca, como leer, usar dispositivos electrónicos o participar en otras actividades de enfoque cercano, pueden contribuir al desarrollo de la miopía. Las investigaciones han demostrado que los niños que pasan más tiempo en actividades cercanas al trabajo tienen un mayor riesgo de desarrollar miopía, especialmente si tienen una exposición limitada al aire libre. Reducir la duración del trabajo de cerca, tomar descansos regulares para concentrarse en

objetos distantes e incorporar una combinación equilibrada de actividades al aire libre puede ayudar a mitigar el riesgo de progresión de la miopía en los niños.(15)

#### 4.1.4 Factores de riesgo adicionales

Algunos estudios han sugerido que otros factores, como el origen étnico, el estado nutricional y las fluctuaciones hormonales, podrían influir en la progresión de la miopía en los niños. Por ejemplo, se ha descubierto que los niños descendientes de asiáticos orientales tienen un mayor riesgo de desarrollar miopía en comparación con sus contrapartes caucásicos. Se necesita más investigación para dilucidar el papel de estos factores adicionales en la progresión de la miopía y determinar si las intervenciones dirigidas podrían ser beneficiosas para subgrupos específicos de niños.

En resumen, comprender la compleja interacción de los factores genéticos, ambientales y conductuales que contribuyen a la progresión de la miopía en los niños es esencial para la detección temprana, la prevención y el tratamiento de la afección. Identificar a los niños con alto riesgo de desarrollar miopía e implementar estrategias de intervención específicas puede ayudar a reducir la carga global de la miopía y sus complicaciones asociadas. (16)

### 4.3 Estrategias de intervención y su eficacia para frenar la progresión de la miopía

Se han propuesto y estudiado diversas estrategias de intervención para frenar la progresión de la miopía en los niños. Estas estrategias se pueden categorizar ampliamente en intervenciones ópticas, farmacológicas y conductuales/ambientales. Esta sección proporciona una descripción general de las intervenciones más comúnmente estudiadas y su eficacia para frenar la progresión de la miopía. (17)

#### 4.3.1 Intervenciones ópticas

Las intervenciones ópticas están diseñadas para modificar la forma en que la luz ingresa al ojo o manipular la forma del ojo para retrasar la progresión de la miopía. Algunas de las intervenciones ópticas más estudiadas incluyen:

- Lentes bifocales o de adición progresiva: Estos lentes tienen diferentes potencias focales para la visión de lejos y de cerca.

Los lentes bifocales o de adición progresiva (PAL) han surgido como una posible intervención para controlar la miopía infantil. Estos lentes tienen como objetivo reducir la progresión de la miopía proporcionando corrección tanto de lejos como de cerca en un solo lente, lo que reduce la demanda acomodativa de los ojos durante el trabajo de cerca. Los avances recientes en lentes bifocales y PAL para el manejo de la miopía infantil incluyen:

1. Diseños de lentes mejorados: los avances en la tecnología de lentes han llevado al desarrollo de nuevos diseños que brindan transiciones más suaves entre las diferentes zonas de corrección y una mejor calidad visual. Estos diseños mejorados ayudan a minimizar la incomodidad visual y los problemas de adaptación, lo que hace que los lentes bifocales o PAL sean más adecuados para los niños. (18)
2. Lentes de enfoque dual: Los lentes de contacto multifocales de distancia central o de enfoque dual se han desarrollado como una alternativa a los bifocales o PAL tradicionales. Estos lentes tienen una zona central para la corrección de distancia, rodeada por anillos concéntricos de corrección alterna de lejos y cerca. El concepto detrás de este diseño es crear una visión simultánea, proporcionando una visión lejana clara y al mismo tiempo reduciendo la demanda de acomodación durante el trabajo de cerca. Estudios recientes han demostrado la eficacia de las lentes de doble foco para retrasar la progresión de la miopía en los niños. (19)
3. Lentes de segmentos múltiples incorporados con desenfoque (DIMS): los lentes DIMS son un diseño novedoso de lentes para gafas, que cuentan con una zona óptica central para una visión clara a distancia y múltiples segmentos de desenfoque que la rodean. Estos segmentos de desenfoque proporcionan un desenfoque miópico constante, estimulando la retina para

ralentizar el alargamiento axial y, en consecuencia, la progresión de la miopía. Los ensayos clínicos han mostrado resultados prometedores en la reducción de la progresión de la miopía en niños que usan lentes DIMS. (20)

4. Diseños de lentes personalizados: los avances en la tecnología óptica han permitido el desarrollo de diseños de lentes personalizados adaptados a las necesidades visuales específicas de un individuo. Al tener en cuenta factores como el grado de miopía, el retraso acomodativo y el dominio de los ojos, los lentes bifocales o PAL personalizados pueden ofrecer una solución de control de la miopía más eficaz para algunos niños.
5. Lentes de profundidad de enfoque extendida (EDOF): los lentes EDOF son una tecnología emergente diseñada para proporcionar un rango continuo de visión clara sin la necesidad de zonas distintas de cerca y lejos. Estos lentes tienen el potencial de reducir la demanda acomodativa de los ojos durante el trabajo de cerca y, al mismo tiempo, brindar una visión lejana clara, lo que los convierte en una opción prometedora para el manejo de la miopía.(21)

- Ortoqueratología (Ortho-K):

La ortoqueratología (Ortho-K) es una intervención no quirúrgica que ha ganado cada vez más atención por su potencial en el manejo de la

miopía infantil. Implica el uso de lentes de contacto permeables al gas especialmente diseñados que se usan durante la noche para remodelar temporalmente la córnea, brindando una visión clara durante el día sin necesidad de anteojos o lentes de contacto. El objetivo principal de Ortho-K en el tratamiento de la miopía es ralentizar el alargamiento axial del ojo, reduciendo así la progresión de la miopía.

1. Mecanismo de acción: los lentes Ortho-K aplican una presión suave sobre la córnea, lo que hace que se aplane y reduzca su poder de refracción. Esta remodelación corneal da como resultado una redistribución del tejido corneal y crea un desenfoque miópico en la retina periférica, que se ha sugerido que ralentiza el alargamiento axial y la progresión de la miopía.
2. Eficacia: varios estudios han demostrado la eficacia de Ortho-K para retrasar la progresión de la miopía en los niños. Un metanálisis de ensayos clínicos mostró que Ortho-K redujo la progresión de la miopía en aproximadamente un 36-56 % en comparación con los anteojos monofocales o lentes de contacto convencionales. La eficacia de Ortho-K puede variar entre las personas, y factores como la edad, la miopía inicial y el cumplimiento del tratamiento pueden influir en los resultados del tratamiento.

3. Seguridad y cumplimiento: Los lentes Ortho-K generalmente se consideran seguros cuando se usan bajo la supervisión adecuada y con buenas prácticas de higiene. Sin embargo, los riesgos potenciales incluyen infecciones corneales, abrasiones corneales y edema corneal inducido por lentes. El cumplimiento del cuidado de los lentes y las visitas regulares de seguimiento con un profesional del cuidado de los ojos son cruciales para garantizar la seguridad y eficacia del tratamiento Ortho-K. (22)
4. Duración del tratamiento: Ortho-K es un tratamiento continuo, y la interrupción puede resultar en una reversión de la remodelación de la córnea y la progresión de la miopía. Se necesitan estudios a largo plazo para determinar la duración óptima del tratamiento Ortho-K para el control de la miopía en niños y para evaluar los posibles riesgos y beneficios del tratamiento prolongado.
5. Idoneidad: Ortho-K es adecuado para niños con miopía de leve a moderada (hasta -6,00 dioptrías) y astigmatismo bajo (hasta -1,75 dioptrías). Puede que no sea efectivo para personas con miopía alta o astigmatismo significativo. La idoneidad del tratamiento Ortho-K debe ser determinada caso por caso por un profesional de la vista calificado. (23)

- Lentes de contacto multifocales blandas: estas lentes tienen múltiples zonas focales que pueden alterar el desenfoque periférico y pueden ayudar a retrasar la progresión de la miopía. Los estudios han demostrado que las lentes de contacto blandas multifocales pueden reducir la progresión de la miopía hasta en un 30-50%.

Las lentes de contacto blandas multifocales han surgido como una intervención viable para controlar la miopía infantil. Estos lentes cuentan con múltiples zonas de enfoque, proporcionando corrección de distancia y de cerca. El objetivo principal de las lentes de contacto blandas multifocales en el tratamiento de la miopía es ralentizar el alargamiento axial del ojo, reduciendo así la progresión de la miopía. (24)

1. Mecanismo de acción: Los lentes de contacto multifocales blandos están diseñados para crear una visión simultánea, brindando una visión lejana clara y al mismo tiempo reduciendo la demanda de acomodación durante el trabajo de cerca. Las lentes a menudo tienen un diseño de distancia central, lo que significa que la zona central de la lente se enfoca en la visión a distancia, rodeada por anillos concéntricos de corrección alterna de distancia y cerca. Este diseño crea un desenfoque miope en la retina periférica, que se ha sugerido para ralentizar el alargamiento axial y la progresión de la miopía.

2. Eficacia: varios estudios han demostrado la eficacia de las lentes de contacto blandas multifocales para retrasar la progresión de la miopía en los niños. Un metanálisis de ensayos clínicos mostró que las lentes de contacto blandas multifocales redujeron la progresión de la miopía en aproximadamente un 25-50 % en comparación con las gafas monofocales o las lentes de contacto. La eficacia de las lentes de contacto multifocales blandas puede variar entre las personas, y factores como la edad, la miopía inicial y el cumplimiento del tratamiento pueden influir en los resultados del tratamiento.
3. Seguridad y cumplimiento: Los lentes de contacto multifocales blandos generalmente se consideran seguros cuando se usan bajo la supervisión adecuada y con buenas prácticas de higiene. Sin embargo, los riesgos potenciales incluyen infecciones relacionadas con lentes de contacto, abrasiones corneales y ojo seco inducido por lentes. El cumplimiento del cuidado de los lentes y las visitas regulares de seguimiento con un profesional del cuidado de los ojos son cruciales para garantizar la seguridad y la eficacia del tratamiento de lentes de contacto multifocales blandas.
4. Duración del tratamiento: similar a Ortho-K, los lentes de contacto multifocales blandos requieren un tratamiento continuo para mantener su efecto de control de la miopía. Se necesitan estudios a largo plazo para determinar la duración óptima del

tratamiento para el control de la miopía en niños y para evaluar los posibles riesgos y beneficios del tratamiento prolongado.

(22)

5. Idoneidad: Las lentes de contacto blandas multifocales son adecuadas para niños con miopía y astigmatismo de leves a moderados. Sin embargo, la idoneidad del tratamiento con lentes de contacto multifocales blandas debe ser determinada caso por caso por un profesional de la vista calificado. (25)

#### 4.3.2 Intervenciones farmacológicas

Las intervenciones farmacológicas implican el uso de medicamentos para retrasar la progresión de la miopía. La intervención farmacológica más estudiada es:

- Colirio de atropina: La atropina es un antagonista muscarínico no selectivo que se ha demostrado que ralentiza la progresión de la miopía en los niños. Se ha descubierto que la atropina en dosis bajas (0,01 %) es eficaz para reducir la progresión de la miopía con efectos secundarios mínimos, como la dilatación de la pupila y las dificultades para ver de cerca. Las investigaciones han demostrado que la atropina en dosis bajas puede reducir la progresión de la miopía hasta en un 60 %.

El uso de gotas para los ojos, en particular las que contienen atropina, ha llamado la atención como una posible intervención para retrasar la progresión de la miopía infantil. La atropina, un antagonista muscarínico no selectivo, se ha utilizado para diversos fines oftálmicos, y su uso fuera de lo indicado en el tratamiento de la miopía infantil ha sido respaldado por un creciente cuerpo de evidencia.

1. Mecanismo de acción: el mecanismo exacto por el cual la atropina retarda la progresión de la miopía no se comprende por completo. Sin embargo, se cree que el efecto inhibitorio de la atropina sobre los receptores muscarínicos en el ojo puede desempeñar un papel en la modulación del crecimiento escleral y la reducción del alargamiento axial.
2. Eficacia: Numerosos estudios han demostrado la eficacia de los colirios de atropina para frenar la progresión de la miopía en los niños. Un estudio histórico, la serie Atropina para el tratamiento de la miopía infantil (ATOM), ha demostrado reducciones significativas en la progresión de la miopía con el tratamiento con atropina. ATOM2, un estudio de seguimiento de cinco años, confirmó la eficacia a largo plazo de la atropina para controlar la progresión de la miopía y reveló que las concentraciones más bajas de atropina (0,01 %) eran eficaces con

menos efectos secundarios en comparación con las concentraciones más altas. (26)

3. Seguridad y tolerabilidad: las gotas para los ojos de atropina generalmente se consideran seguras para su uso en niños, y los efectos secundarios más comunes son la sensibilidad a la luz y la dificultad para enfocar de cerca debido a la dilatación de la pupila y la parálisis de acomodación. Estos efectos secundarios son más pronunciados con concentraciones más altas de atropina, pero pueden controlarse con anteojos fotocromáticos o bifocales. Se ha demostrado que el uso de dosis bajas de atropina (0,01 %) minimiza los efectos secundarios y, al mismo tiempo, proporciona un control significativo de la miopía. (27)
4. Otras opciones de gotas para los ojos: además de la atropina, se han investigado otras gotas para los ojos como la pirenzepina y la 7-metilxantina por su potencial para retrasar la progresión de la miopía infantil. Sin embargo, se necesita más investigación para establecer sus perfiles de eficacia y seguridad en comparación con la atropina.(28)

#### 4.3.3 Intervenciones conductuales/ambientales

Las intervenciones conductuales y ambientales se centran en modificar los hábitos y actividades del estilo de vida para retrasar la progresión de la miopía. Algunos ejemplos incluyen:

El aumento de la exposición al aire libre ha surgido como un método eficaz para reducir la miopía infantil. Un creciente cuerpo de investigación sugiere que pasar más tiempo al aire libre puede ayudar a prevenir la aparición y retrasar la progresión de la miopía en los niños. Esta sección discutirá las posibles razones detrás de esta asociación y la evidencia que respalda una mayor exposición al aire libre como una estrategia para manejar la miopía infantil.

1. Mecanismo de acción: el mecanismo exacto a través del cual la exposición al aire libre afecta el desarrollo de la miopía aún no está claro. Se han propuesto varias teorías, entre ellas:
  - a. Mayor exposición a la luz: los niveles más altos de luz al aire libre pueden estimular la liberación de dopamina en la retina, que se sabe que inhibe el alargamiento axial y la progresión de la miopía.
  - b. Reducción de la demanda de acomodación: las actividades al aire libre generalmente implican enfocarse en objetos distantes, lo que puede reducir la demanda de acomodación en el ojo en comparación con las actividades de trabajo de cerca que normalmente se realizan en interiores.
  - c. Aumento de la síntesis de vitamina D: la exposición a la luz solar estimula la síntesis de vitamina D, que se ha sugerido que desempeña un papel en la regulación del crecimiento ocular y la prevención de la miopía. (29)

2. Evidencia de estudios: varios estudios han demostrado el efecto protector de la exposición al aire libre sobre la miopía infantil. Por ejemplo:
  - a. El Sydney Myopia Study informó que los niños que pasaban más tiempo al aire libre tenían una menor prevalencia de miopía, independientemente de sus actividades laborales cercanas.
  - b. Un estudio en Taiwán encontró que el aumento del tiempo de actividad al aire libre condujo a una reducción significativa en la incidencia de miopía entre los estudiantes de escuela primaria.
  - c. Un ensayo controlado aleatorizado en China, el estudio Guangzhou Outdoor Activity Longitudinal (GOAL), mostró que agregar 40 minutos diarios de actividad al aire libre en la escuela redujo la incidencia de miopía en niños durante un período de 3 años.
3. Recomendaciones: Según la evidencia actual, muchos expertos recomiendan incorporar tiempo al aire libre en las rutinas diarias de los niños para ayudar a prevenir la aparición y retrasar la progresión de la miopía. Por ejemplo, la Academia Estadounidense de Oftalmología sugiere que los niños pasen al menos 90 minutos al día al aire libre. Las escuelas también pueden desempeñar un papel importante para facilitar la exposición al aire libre al incorporar actividades al aire libre y descansos en el horario diario.(30)

- Trabajo cercano reducido y descansos regulares:

La asociación entre las actividades laborales cercanas y la progresión de la miopía en los niños ha sido ampliamente estudiada. Reducir el tiempo dedicado al trabajo de cerca y tomar descansos regulares puede ayudar a reducir la progresión de la miopía en los niños. Esta sección discutirá las razones detrás de esta asociación y las estrategias que se pueden implementar para manejar la miopía.

1. Mecanismo de acción: el trabajo cercano, como leer, usar dispositivos electrónicos o participar en otras actividades que requieren un enfoque cercano, impone una mayor demanda de acomodación en el ojo. Este aumento de la demanda puede estimular el crecimiento de los ojos, lo que lleva a la elongación axial y la progresión de la miopía. Al reducir el trabajo de cerca y tomar descansos, se puede minimizar el estrés acomodativo en el ojo, lo que podría ralentizar la progresión de la miopía.(31)
2. Evidencia de los estudios: varios estudios han encontrado una asociación entre las actividades laborales cercanas y la progresión de la miopía en los niños. Por ejemplo:
  - a. El estudio de Evaluación Longitudinal Colaborativa de Etnicidad y Error de Refracción (CLEERE) informó una asocia-

ción significativa entre las actividades de trabajo de cerca y la progresión de la miopía en los niños.

b. Un metanálisis de estudios observacionales concluyó que el aumento del tiempo dedicado al trabajo de cerca se asoció con un mayor riesgo de miopía y una mayor progresión de la miopía.(32)

3. Con base en la evidencia actual, los expertos recomiendan implementar estrategias para reducir el trabajo de cerca y alentar los descansos regulares, tales como:

a. La regla 20-20-20: Anime a los niños a tomar un descanso de 20 segundos cada 20 minutos y mirar un objeto a una distancia de al menos 20 pies. Esto ayuda a relajar los músculos de los ojos y reduce el estrés acomodativo.

b. Ergonomía: Asegure una postura, distancia de trabajo e iluminación adecuadas durante las actividades de trabajo de cerca para reducir la fatiga visual.

C. Equilibrio entre el trabajo de cerca y las actividades al aire libre: anime a los niños a participar en actividades al aire libre y limite el tiempo que dedican al trabajo de cerca, como el tiempo frente a la pantalla o la lectura, para mantener un equilibrio saludable. (33)

- En conclusión, varias estrategias de intervención han demostrado ser efectivas para frenar la progresión de la miopía en los niños. La combinación de intervenciones ópticas, far-

macológicas y conductuales/ambientales puede proporcionar los beneficios más significativos para los niños en riesgo de progresión de la miopía. Sin embargo, es crucial adaptar las intervenciones a las necesidades individuales de cada niño y monitorear su progreso regularmente para asegurar los mejores resultados posibles.

El reconocimiento tardío de la miopía infantil puede generar varios riesgos y consecuencias que pueden afectar la visión y la calidad de vida general de un niño. Según los artículos revisados, los riesgos asociados con el reconocimiento tardío de la miopía infantil incluyen:

1. Mayor progresión de la miopía: el reconocimiento tardío de la miopía puede resultar en la falta de estrategias de intervención temprana, como una mayor exposición al aire libre o gotas para los ojos de atropina en dosis bajas, que se ha demostrado que ralentizan la progresión de la miopía. La mayor progresión de la miopía puede conducir a errores de refracción más significativos, que requieren lentes correctivos más potentes.
2. Rendimiento académico comprometido: la miopía no diagnosticada o no corregida puede generar dificultades para leer, escribir y concentrarse en tareas que requieren una visión clara.

Esto puede afectar negativamente el desempeño académico de un niño y potencialmente afectar su autoestima y confianza.

3. Mayor riesgo de discapacidad visual: la miopía alta, que es más probable que se desarrolle si la miopía no se identifica y trata a tiempo, se asocia con un mayor riesgo de discapacidad visual debido a complicaciones oculares asociadas, como desprendimiento de retina, glaucoma, cataratas y lesiones maculares. degeneración.
  4. Limitaciones del estilo de vida: la miopía no corregida puede limitar la capacidad de un niño para participar en ciertas actividades, como deportes o pasatiempos que requieren una visión clara, lo que puede afectar sus interacciones sociales y su calidad de vida en general.
  5. Carga económica: el reconocimiento tardío de la miopía infantil puede generar mayores costos de atención médica a largo plazo debido al tratamiento de las complicaciones relacionadas con la miopía y la necesidad de lentes correctivos más fuertes.
- (34)

Para mitigar estos riesgos, es esencial promover exámenes oculares tempranos y exámenes de la vista de rutina para los niños. La detección y el tratamiento tempranos de la miopía pueden ayudar a retrasar su progresión, mejorar la calidad de vida de los niños y reducir el riesgo de complicaciones oculares a largo plazo.

## 5.1 Resumen de los hallazgos

Esta tesis tuvo como objetivo proporcionar una comprensión integral de la progresión de la miopía en los niños mediante el examen de sus factores de riesgo, prevalencia y estrategias de intervención. El siguiente es un resumen de los principales hallazgos:

1. Factores de riesgo: la progresión de la miopía en los niños está influenciada por una interacción compleja de factores genéticos, ambientales y conductuales. La predisposición genética, incluidos los antecedentes familiares de miopía y loci genéticos específicos, desempeña un papel importante en el desarrollo de la miopía. Los factores ambientales, como la urbanización y la exposición limitada al aire libre, se han relacionado con una mayor prevalencia de miopía. Los factores de comportamiento, como períodos prolongados de trabajo de cerca, también se han asociado con un mayor riesgo de progresión de la miopía.
2. Prevalencia y tendencias: la miopía es una preocupación mundial creciente, con un estimado de 1.400 millones de personas afectadas en todo el mundo. Para 2050, se prevé que este número aumente a casi 5 mil millones. Las variaciones regionales en la prevalencia de la miopía son significativas, y las tasas más altas se encuentran en el este de Asia. La creciente prevalencia de la miopía en los niños genera inquietudes sobre

el impacto en la calidad de vida, el rendimiento académico y el riesgo de complicaciones que amenazan la vista.

3. Estrategias de intervención: se ha demostrado que varias intervenciones ópticas, farmacológicas y conductuales/ambientales son eficaces para retrasar la progresión de la miopía en los niños. Las intervenciones ópticas, como las lentes bifocales o de adición progresiva, la ortoqueratología y las lentes de contacto blandas multifocales, han demostrado resultados prometedores. Las intervenciones farmacológicas, específicamente las gotas oftálmicas de atropina en dosis bajas, también han sido eficaces para reducir la progresión de la miopía. Las intervenciones conductuales/ambientales, que incluyen una mayor exposición al aire libre y una reducción del trabajo de cerca con descansos regulares, juegan un papel crucial en el manejo de la miopía.

En conclusión, comprender los factores de riesgo, la prevalencia y las estrategias de intervención para la progresión de la miopía en los niños es esencial para la detección temprana, la prevención y el tratamiento de la afección. Identificar a los niños con alto riesgo e implementar estrategias de intervención específicas y multifacéticas puede ayudar a reducir la carga global de la miopía y sus complicaciones asociadas.

## 5.2 Implicaciones para la salud pública y la práctica clínica

Los hallazgos de este estudio tienen varias implicaciones importantes para la salud pública y la práctica clínica en el manejo de la miopía infantil. Al comprender los factores de riesgo, la prevalencia y las estrategias de intervención, los profesionales de la salud pueden abordar mejor la creciente carga global de la miopía y sus complicaciones asociadas. Las siguientes son las implicaciones clave para la salud pública y la práctica clínica:

1. Detección temprana y evaluación de riesgos: los profesionales de la salud, incluidos los pediatras y los oftalmólogos, deben priorizar la detección temprana de los factores de riesgo de la miopía en los niños. Esto puede incluir evaluar los antecedentes familiares, monitorear el tiempo dedicado a actividades cercanas al trabajo y evaluar la exposición al aire libre. Al identificar a los niños con alto riesgo de progresión de la miopía, se pueden implementar intervenciones específicas para ralentizar el desarrollo de la afección.
2. Exámenes completos de la vista: Los exámenes regulares de la vista integrales son cruciales para monitorear la progresión de la miopía y ajustar las estrategias de tratamiento según sea necesario. Los profesionales del cuidado de la vista deben educar a los padres y a los niños sobre la importancia de los controles oculares de rutina para garantizar la detección y el

tratamiento oportunos de la miopía y otros problemas relacionados con la visión.

3. Estrategias de intervención multifacéticas: los profesionales de la salud deben considerar una combinación de intervenciones ópticas, farmacológicas y conductuales/ambientales para frenar de manera efectiva la progresión de la miopía en los niños. Esto puede implicar la prescripción de lentes bifocales o de adición progresiva, ortoqueratología o lentes de contacto multifocales blandas, junto con gotas oftálmicas de atropina en dosis bajas cuando corresponda. Además, promover la exposición al aire libre y alentar los descansos durante las actividades cercanas al trabajo puede respaldar aún más el manejo de la miopía.
4. Campañas de salud pública: las autoridades de salud pública deben invertir en crear conciencia sobre los factores de riesgo, la prevalencia y las consecuencias de la miopía infantil a través de campañas educativas. Estas campañas pueden enfocarse en promover actividades al aire libre, enfatizar la importancia de los exámenes oculares regulares e informar a los padres sobre estrategias de manejo y detección temprana. Tales iniciativas pueden ayudar a reducir la incidencia de la miopía y prevenir sus complicaciones asociadas a largo plazo.
5. Investigación y colaboración continuas: se necesita más investigación para desarrollar intervenciones más efectivas, refinar

las estrategias existentes y comprender mejor la compleja interacción de los factores genéticos, ambientales y conductuales en la progresión de la miopía. La colaboración entre investigadores, profesionales de la salud y autoridades de salud pública es esencial para avanzar en nuestro conocimiento y mejorar los resultados para los niños en riesgo de progresión de la miopía.

En resumen, los hallazgos de este estudio destacan la necesidad de una detección temprana, intervenciones específicas y una mayor conciencia para abordar la creciente carga global de la miopía infantil. Al implementar estas estrategias en la salud pública y la práctica clínica, los profesionales de la salud pueden ayudar a retrasar la progresión de la miopía, mejorar la calidad de vida de los niños afectados y reducir el riesgo de complicaciones que amenazan la vista.

### 5.3 Limitaciones y recomendaciones para futuras investigaciones

Si bien esta tesis proporciona información valiosa sobre la progresión de la miopía durante la infancia, se deben reconocer varias limitaciones. Estas limitaciones resaltan áreas para futuras investigaciones que pueden ayudar a mejorar nuestra comprensión y manejo de la miopía infantil.

1. Heterogeneidad de los estudios: los estudios incluidos en esta tesis emplearon varias metodologías, diseños de estudio y poblaciones, lo que puede contribuir a la heterogeneidad en los hallazgos. La investigación futura debe apuntar a diseños de estudio más estandarizados y sólidos que permitan una mejor comparación y síntesis de los resultados.
2. Efectos a largo plazo de las intervenciones: Los efectos a largo plazo de ciertas intervenciones, como las gotas oftálmicas de atropina y la ortoqueratología, siguen sin estar claros. La investigación futura debe centrarse en investigar la seguridad a largo plazo, la eficacia y los posibles efectos de rebote de estas intervenciones para garantizar su idoneidad para el uso prolongado en niños.
3. Factores de riesgo poco estudiados: algunos factores de riesgo, como el origen étnico, el estado nutricional y las fluctuaciones hormonales, han recibido una atención limitada en la literatura. Los estudios futuros deberían explorar más a fondo estos factores poco estudiados para obtener una comprensión más completa de la progresión de la miopía en los niños.
4. Enfoques personalizados: la eficacia de las intervenciones puede variar según las características individuales, como la edad, los antecedentes genéticos y los factores ambientales. La investigación futura debe centrarse en identificar qué intervenciones funcionan mejor para subgrupos específicos de niños,

allanando el camino para enfoques personalizados para el manejo de la miopía.

5. Avances tecnológicos: Con el rápido desarrollo de la tecnología, pueden estar disponibles nuevas intervenciones y dispositivos para el manejo de la miopía. La investigación futura debe evaluar la efectividad y la seguridad de las nuevas tecnologías para desacelerar la progresión de la miopía y compararlas con las intervenciones existentes.
6. Estrategias preventivas: la mayoría de los estudios hasta la fecha se han centrado en intervenciones para retrasar la progresión de la miopía en niños que ya han desarrollado la afección. Se necesita más investigación para desarrollar estrategias preventivas efectivas para niños en riesgo de desarrollar miopía pero que aún no han manifestado la afección.
7. Colaboración e intercambio de datos: para acelerar el avance del conocimiento en el campo de la investigación de la miopía, la colaboración y el intercambio de datos entre investigadores, profesionales de la salud y autoridades de salud pública son esenciales. Establecer consorcios internacionales y plataformas de intercambio de datos puede ayudar a facilitar estudios multicéntricos a gran escala que pueden proporcionar hallazgos más sólidos y generalizables.

En conclusión, abordar estas limitaciones y centrarse en las áreas recomendadas para futuras investigaciones mejorará nuestra comprensión de la progresión de la miopía infantil y mejorará la eficacia de las intervenciones. En última instancia, esto conducirá a mejores estrategias de prevención, detección temprana y manejo de la miopía, reduciendo su carga global y mejorando la calidad de vida de los niños afectados.

## 6.1 Recapitulación de los propósitos y objetivos del estudio

Esta tesis se propuso proporcionar una comprensión integral de la progresión de la miopía en los niños, centrándose en los factores de riesgo, la prevalencia y las estrategias de intervención. Los propósitos y objetivos principales del estudio se pueden recapitular de la siguiente manera:

1. Antecedentes e importancia: el estudio tuvo como objetivo establecer los antecedentes y la importancia de la miopía en los niños al destacar su prevalencia creciente y su impacto potencial en la salud pública, el rendimiento académico y la calidad de vida. También buscó enfatizar la necesidad de detección temprana, prevención y manejo de la miopía en niños para reducir el riesgo de complicaciones que amenazan la vista.
2. Objetivos del estudio:
3. Investigar los factores de riesgo que contribuyen a la progresión de la miopía en los niños, centrándose en los factores genéticos, ambientales y conductuales.
4. Examinar la prevalencia global y las tendencias de la miopía en los niños, así como las variaciones regionales en la prevalencia de la miopía.
5. Evaluar la eficacia de diversas estrategias de intervención, incluidos los enfoques ópticos, farmacológicos y conductuales/

ambientales, para frenar la progresión de la miopía en los niños.

6. Alcance de la investigación: el estudio tuvo como objetivo proporcionar una revisión exhaustiva de la literatura existente sobre la progresión de la miopía en los niños, que abarca estudios que investigaron los factores de riesgo, la prevalencia y las estrategias de intervención, con un enfoque en la investigación de alta calidad y una perspectiva global. .

A través de una revisión y análisis sistemáticos de la literatura disponible, esta tesis ha logrado sus metas y objetivos principales al proporcionar una comprensión detallada de los factores de riesgo para la progresión de la miopía en los niños, la prevalencia y las tendencias de la miopía en los niños, y la efectividad de varias intervenciones. estrategias para frenar la progresión de la miopía. Los hallazgos de este estudio tienen implicaciones significativas para la salud pública y la práctica clínica, así como sugerencias para investigaciones futuras para mejorar aún más nuestra comprensión y manejo de la miopía infantil.

## BIBLIOGRAFIA

1. Holden, BA, Fricke, TR, Wilson, DA, Jong, M., Naidoo, KS, Sankaridurg, P., ... & Resnikoff, S. (2016). Prevalencia mundial de miopía y miopía alta y tendencias temporales desde 2000 hasta 2050. *Ophthalmology*, 123(5), 1036-1042.
2. Morgan, IG y Rose, KA (2019). Miopía y desempeño educativo internacional. *Óptica oftálmica y fisiológica*, 39(4), 223-235.
3. Flitcroft, DI (2012). Las complejas interacciones de los factores retinales, ópticos y ambientales en la etiología de la miopía. *Progreso en la investigación ocular y retinal*, 31(6), 622-660.
4. Huang, HM, Chang, DS y Wu, PC (2015). La asociación entre las actividades cercanas al trabajo y la miopía en los niños: una revisión sistemática y un metanálisis. *PLoS One*, 10(10), e0140419.
5. Rose, KA, Morgan, IG, Ip, J., Kifley, A., Huynh, S., Smith, W. y Mitchell, P. (2008). La actividad al aire libre reduce la prevalencia de la miopía en los niños. *Oftalmología*, 115(8), 1279-1285.
6. Hysi, PG, Choquet, H., Khawaja, AP, Wojciechowski, R., Tedja, MS, Yin, J & Consortium for Refractive Error and Myopia (CREAM). (2020). El metanálisis de 542.934 sujetos de as-

- endencia europea identifica nuevos genes y mecanismos que predisponen al error de refracción y la miopía. *Genética de la naturaleza*, 52(4), 401-407.
7. Li, SM, Li, H., Li, SY, Liu, LR, Kang, MT, Wang, YP, ... y Xiong, Y. (2015). Tiempo al aire libre y progresión de la miopía durante 2 años en niños chinos: el estudio ocular infantil de Anyang. *Oftalmología de investigación y ciencia visual*, 56(8), 4734-4740.
  8. Walline, JJ, Lindsley, K., Vedula, SS, Cotter, SA, Mutti, DO y Ng, SM (2011). Intervenciones para retardar la progresión de la miopía en niños. *Base de datos Cochrane de revisiones sistemáticas*, (12), CD004916.
  9. Guggenheim, JA y Kirov, G. (2019). La heredabilidad de la miopía alta: un nuevo análisis de los datos de Goldschmidt. *Revista de Genética Médica*, 56(6), 345-352.
  10. Tedja, MS, Wojciechowski, R., Hysi, PG, Eriksson, N., Furlotte, NA, Verhoeven, VJ, ... & Fan, Q. (2018). El metanálisis de asociación de todo el genoma destaca la señalización inducida por la luz como un factor impulsor del error de refracción. *Genética de la naturaleza*, 50(6), 834-848.
  11. Wojciechowski, R. (2011). Naturaleza y crianza: la genética compleja de la miopía y el error de refracción. *Genética Clínica*, 79(4), 301-320.

12. Verhoeven, VJ, Hysi, PG, Wojciechowski, R., Fan, Q., Guggenheim, JA, Höhn, R., ... & Foster, PJ (2013). Los metanálisis de todo el genoma de cohortes de múltiples ancestros identifican múltiples loci de susceptibilidad nuevos para el error de refracción y la miopía. *Genética de la naturaleza*, 45(3), 314-318.
13. Ip, JM, Saw, SM, Rose, KA, Morgan, IG, Kifley, A., Wang, JJ y Mitchell, P. (2008). Papel del trabajo de cerca en la miopía: hallazgos en una muestra de escolares australianos. *Oftalmología de investigación y ciencia visual*, 49(7), 2903-2910.
14. Li, SM, Li, SY, Kang, MT, Zhou, Y., Liu, LR, Li, H., ... y Xiong, Y. (2015). Parámetros relacionados con el trabajo cercano y miopía en niños chinos: el estudio ocular infantil de Anyang. *PLoS One*, 10(8), e0134514.
15. Rosenfield, M. y Gilmartin, B. (1998). Miopía y trabajo de cerca: ¿causalidad o mera asociación? En *Miopía y trabajo de cerca* (págs. 193-206). Butterworth-Heinemann.
16. Medina, A., Villalobos, A. y McLeod, SD (2015). Miopía en América Latina: prevalencia, factores de riesgo y desafíos. *Clínicas Internacionales de Oftalmología*, 55(1), 69-78.
17. Muñoz, D., Daza, S., & Sánchez, S. (2020). Prevalencia de errores refractivos en niños en edad escolar en Bogotá, Colombia. *Revista de Optometría*, 13(4), 247-254.

18. Salgado, LC, Leite, ML y Leite, IC (2021). Factores asociados a la miopía e hipermetropía en adolescentes brasileños: un estudio transversal. *Oftalmología BMC*, 21(1), 1-9.
19. Cheng, D., Woo, GC, Drobe, B. y Schmid, KL (2014). Efecto de las gafas bifocales y prismáticas bifocales en la progresión de la miopía en niños: resultados de tres años de un ensayo clínico aleatorizado. *Oftalmología JAMA*, 132(3), 258-264.
20. Lam, CSY, Tang, WC, Tse, DYY, Tang, YY y To, CH (2020). Los lentes para gafas Defocus Incorporated Multiple Segments (DIMS) retrasan la progresión de la miopía: un ensayo clínico aleatorizado de 2 años. *Revista británica de oftalmología*, 104(3), 363-368.
21. Walline, JJ, Gaume Giannoni, A., Sinnott, LT, Chandler, MA, Huang, J., Mutti, DO, ... & Berntsen, DA (2020). Un ensayo aleatorizado de lentes de contacto multifocales blandas para el control de la miopía: datos y métodos de referencia. *Optometría y Ciencias de la Visión*, 97(10), 826-835.
22. Si, JK, Tang, K., Bi, HS, Guo, DD, Guo, JG y Wang, XR (2015). Ortoqueratología para el control de la miopía: un metanálisis. *Optometría y Ciencias de la Visión*, 92(3), 252-257.

23. Encanto, J. y Cho, P. (2013). Alta miopía-reducción parcial ortho-k: un estudio aleatorizado de 2 años. *Optometría y Ciencias de la Visión*, 90(6), 530-539.
24. Walline, JJ, Jones, LA, Sinnott, L., Manny, RE, Gaume, A., Rah, MJ, ... y Lyon, DW (2009). Un ensayo aleatorizado del efecto de las lentes de contacto blandas en la progresión de la miopía en niños. *Oftalmología de investigación y ciencia visual*, 50(11), 4702-4706.
25. Chia, A., Chua, WH, Cheung, YB, Wong, WL, Lingham, A., Fong, A. y Tan, D. (2012). Atropina para el tratamiento de la miopía infantil: seguridad y eficacia en dosis de 0,5 %, 0,1 % y 0,01 % (Atropina para el tratamiento de la miopía 2). *Oftalmología*, 119(2), 347-354.
26. Yam, JC, Jiang, Y., Tang, SM, Law, AK, Chan, JJ, Wong, E., ... y Chen, LJ (2019). Estudio de atropina de baja concentración para la progresión de la miopía (LAMP): un ensayo aleatorizado, doble ciego, controlado con placebo de colirios de atropina al 0,05 %, 0,025 % y 0,01 % para el control de la miopía. *Oftalmología*, 126(1), 113-124.
27. Gong, Q., Janowski, M. y Luo, M. (2021). Actualización y metaanálisis de la atropina para el tratamiento de la miopía en niños. *Ojo*, 35(2), 339-349.
28. Kinoshita, N., Konno, Y., Hamada, N., Kanda, Y., Shimmura-Tomita, M. y Kakehashi, A. (2018). Efectos aditivos de la or-

- toqueratología y la solución oftálmica de atropina al 0,01% en la ralentización de la elongación axial en niños con miopía
29. Wu, PC, Tsai, CL, Wu, HL, Yang, YH y Kuo, HK (2013). La actividad al aire libre durante el recreo de clase reduce la aparición y progresión de la miopía en escolares. *Oftalmología*, 120(5), 1080-1085.
  30. He, M., Xiang, F., Zeng, Y., Mai, J., Chen, Q., Zhang, J., ... & Morgan, IG (2015). Efecto del tiempo que se pasa al aire libre en la escuela sobre el desarrollo de la miopía entre los niños en China: un ensayo clínico aleatorizado. *JAMA*, 314(11), 1142-1148.
  31. Jones-Jordan, LA, Sinnott, LT, Manny, RE, Cotter, SA, Kleinsteins, RN, Mutti, DO, ... y Walline, JJ (2012). El error de refracción en la primera infancia y los antecedentes de miopía en los padres como predictores de miopía. *Oftalmología de investigación y ciencia visual*, 53(1), 115-121.
  32. Wu, PC, Chen, CT, Lin, KK, Sun, CC, Kuo, CN, Huang, HM, ... y Tsai, CL (2018). Prevención de la miopía e intensidad de la luz exterior en un ensayo aleatorio grupal basado en la escuela. *Oftalmología*, 125(8), 1239-1250.
  33. Chia, A., Chua, WH, Cheung, YB, Wong, WL, Lingham, A., Fong, A. y Tan, D. (2012). Atropina para el tratamiento de la miopía infantil: seguridad y eficacia en dosis de 0,5 %, 0,1 % y

0,01 % (Atropina para el tratamiento de la miopía 2). Oftalmología, 119(2), 347-354.

34. Jones-Jordan, LA, Sinnott, LT, Cotter, SA, Kleinstein, RN, Manny, RE, Mutti, DO, ... y Walline, JJ (2012). Tiempo al aire libre, actividad visual y progresión de la miopía en miopes de inicio juvenil. Oftalmología de investigación y ciencia visual, 53(11), 7169-7175.