



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

CONSECUENCIAS DE LA PANDEMIA  
COVID-19 EN LOS TRASTORNOS DE  
REFRACCIÓN: UNA REVISIÓN  
SISTEMÁTICA

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE  
MAESTRO EN MEDICINA CON MENCIÓN  
EN OFTALMOLOGÍA

JAVIER EDUARDO TEJADA ARCE

LIMA – PERÚ

2026



**ASESOR**

**DR. RAUL SALVADOR CORDERO GARCIA ZAPATERO**

**JURADO DE TESIS**

DR. ANTONIO ORMEA VILLAVICENCIO

PRESIDENTE

MG. PEDRO AUGUSTO MURO MANSILLA

VOCAL

MG. MARIA DE LOS ANGELES LAZO PORRAS

SECRETARIO (A)

## **DEDICATORIA.**

A mis padres Liliana y Edgar, por su amor incondicional y ser un constante ejemplo de esfuerzo y superación.

A Silvana y mi hermosa Antonella por su amor y paciencia por el tiempo dedicado a este trabajo.

## **AGRADECIMIENTOS.**

A mi familia y amigos por sus ánimos y cariño.

## **FUENTES DE FINANCIAMIENTO.**

Tesis Autofinanciada



### DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Los egresados:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES
1.	TEJADA ARCE JAVIER EDUARDO

Pertenecientes al programa de la **MAESTRÍA EN MEDICINA CON MENCIÓN**, autores del trabajo titulado: **CONSECUENCIAS DE LA PANDEMIA COVID-19 EN LOS TRASTORNOS DE REFRACCIÓN: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA**, el cual ha sido elaborado, sustentado y aprobado, según corresponda, para optar por el grado de **MAESTRO EN MEDICINA CON MENCIÓN** bajo la modalidad de **TESIS**.

En calidad de docentes asesores de la Universidad Peruana Cayetano Heredia:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES DEL DOCENTE	FACULTAD	NIVEL DE ASESORÍA
1.	CORDERO GARCIA ZAPATERO RAUL SALVADOR	FAMED	ASESOR

Declaramos que el contenido del presente documento es original y que las citas y referencias a otros autores cumplen con las normas académicas establecidas. En ese sentido, hacemos constar que:

- El documento presenta un porcentaje de similitud de **6%**, según el reporte emitido por el software **Turnitin®** (identificador de entrega: **2988891398**; fecha de entrega: **24-06-2026**).
- Tras una revisión detallada del reporte y del contenido del trabajo en cuestión, no se han identificado indicios de plagio.
- Se certifica que el documento respeta los principios de integridad académica y cumple con los requisitos institucionales de originalidad.

Lugar y fecha: Lima, 24 de junio de 2026

Firma del asesor  
N° DNI: 07194650  
ORCID: 0000-0002-9396-1104

Firma del Co-asesor  
N° DNI:  
ORCID:

## ÍNDICE

RESUMEN

ABSTRACT

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
II.	OBJETIVOS .....	12
III.	MARCO TEÓRICO .....	13
IV.	METODOLOGÍA .....	20
V.	RESULTADOS .....	27
VI.	DISCUSIÓN .....	58
VII.	CONCLUSIONES .....	88
VIII.	RECOMENDACIONES .....	90
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	92
X.	ANEXOS	

## **RESUMEN**

La pandemia por COVID-19 generó cambios importantes en el estilo de vida de los niños y adolescentes. Esto se debió principalmente a un aumento del tiempo de uso de pantallas digitales, mayor trabajo de cerca y reducción de las actividades al aire libre. Estos son factores de riesgo ya descritos como asociados al desarrollo y progresión de los errores refractivos. Dichos cambios obligados en el estilo de vida debido al confinamiento, sumados a las limitaciones para el acceso a la atención oftalmológica, hacen necesario evaluar las consecuencias de la pandemia sobre los trastornos de refracción en este grupo etario.

**Objetivos:** Analizar, mediante una revisión sistemática, los cambios en los trastornos de refracción de niños y adolescentes antes y durante la pandemia por COVID-19, y evaluar los factores de riesgo asociados.

**Métodos:** Se realizó una revisión sistemática siguiendo la guía PRISMA 2020. La búsqueda bibliográfica se realizó en las bases de datos PubMed, Google Scholar, SciELO y ScienceDirect, siendo inicialmente amplia y sensible. Posteriormente, mediante proceso de selección se incluyeron estudios observacionales longitudinales de tipo cohorte que evaluaron cambios en el Equivalente Esférico (EE) y/o la longitud axial (LAX) del globo ocular en población pediátrica y adolescente. Los riesgos de sesgo fueron evaluados mediante la escala modificada de Newcastle–Ottawa.

**Resultados:** Se incluyeron 15 estudios que cumplieron los criterios de inclusión y exclusión establecidos. La mayoría reportó una mayor progresión de la miopía durante la pandemia al expresar un desplazamiento del Equivalente Esférico (EE) hacia valores más negativos. En los estudios donde realizaron mediciones

biométricas, se observó un aumento de la longitud axial (LAX) ocular. Sin embargo, los resultados variaron entre estudios, esto debido a la diversidad de las poblaciones evaluadas, diseños metodológicos y los distintos niveles de confinamiento en los países donde se realizaron las investigaciones. Los factores de riesgo asociados fueron el incremento del tiempo de uso de pantallas digitales y la reducción de actividades al aire libre, se asociaron con mayor progresión de la miopía, sobre todo en estudios que hicieron análisis multivariado.

**Conclusiones:** Los resultados sugieren que la pandemia por COVID-19 se asoció a una mayor progresión de la miopía en niños y adolescentes, no solo por cambios refractivos, sino también por cambios anatómicos del globo ocular. Estos hallazgos refuerzan la importancia de evaluaciones refractivas oportunas en la población pediátrica y la promoción de ergonomía visual en la población. Además, esto favorecería la detección temprana de errores refractivos en niños y adolescentes, lo que sería importante para el control oportuno y así evitar las complicaciones y riesgos derivados de este trastorno de refracción.

**Palabras clave:** Miopía, Refracción, Longitud axial, COVID-19, Pediatría.

## **ABSTRACT**

The COVID-19 pandemic led to significant changes in the lifestyle of children and adolescents, mainly due to increased use of digital screens, greater engagement in near work, and reduced outdoor activities. These factors have been previously described as risk factors influencing the development and progression of refractive errors. The enforced lifestyle changes caused by lockdown measures, together with limited access to ophthalmic care, make it necessary to evaluate the consequences of the pandemic on refractive disorders in this age group.

**Objectives:** To analyze, through a systematic review, changes in refractive disorders in children and adolescents before and during the COVID-19 pandemic, and to evaluate the associated risk factors.

**Methods:** A systematic review was conducted in accordance with the PRISMA 2020 guidelines. The literature search was performed in PubMed, Google Scholar, SciELO, and ScienceDirect databases and was initially designed to be broad and sensitive. Subsequently, through the PRISMA selection process, observational longitudinal cohort studies evaluating changes in spherical equivalent (SE) and/or ocular axial length (AL) in pediatric and adolescent populations were included. Risk of bias was assessed using the modified Newcastle–Ottawa Scale (NOS).

**Results:** Fifteen studies met the established inclusion and exclusion criteria. Most studies reported greater myopia progression during the pandemic, reflected by a shift of the spherical equivalent (SE) toward more negative values. In studies that included biometric measurements, an increase in ocular axial length (AL) was observed. However, results varied across studies due to differences in the

populations evaluated, methodological designs, and the varying levels of confinement implemented in the countries where the studies were conducted. Associated risk factors, such as increased screen time and reduced outdoor activities, were linked to greater myopia progression, particularly in studies that performed multivariate analyses.

**Conclusions:** The findings suggest that the COVID-19 pandemic was associated with increased myopia progression in children and adolescents, not only through refractive changes but also through anatomical changes of the ocular globe. These results highlight the importance of timely refractive assessments in the pediatric population and the promotion of visual ergonomics. Furthermore, they support early detection of refractive errors in children and adolescents, which is essential for timely management and for preventing complications and risks associated with these refractive disorders.

**Keywords:** Myopia, Refraction, Axial length, COVID-19, Pediatrics.

## I. INTRODUCCIÓN

En diciembre del 2019, se presentó en Wuhan - China el brote de un síndrome respiratorio agudo severo conocido como COVID-19, producido por un nuevo coronavirus denominado SARS-CoV-2(1). Uno de los primeros médicos en describir esta enfermedad, fue precisamente el Dr. Wenliang Li, un médico oftalmólogo chino que falleció contagiado por esta nueva enfermedad(2) mientras trataba a un paciente con glaucoma. Según reportes posteriores, el primer caso del mundo (paciente cero) se presentó el 17 de noviembre del 2019 en una persona de 55 años en la provincia de Hubei, en China. El brote se expandió rápidamente por el resto del país asiático, siendo declarado epidemia el 21 de enero del 2020(3), diseminándose hasta prácticamente cada rincón del país. La gran facilidad actual de movilizarse de un país a otro tanto vía aérea, terrestre o marítima, facilitaron que los contagios continuaran su paso galopante cruzando toda frontera, encontrándose el 13 de enero el primer caso fuera de China, en Tailandia y al día siguiente en Japón. Esta progresiva diseminación posterior por todos los continentes del mundo le valieron para ser catalogado el 11 de marzo del 2020 por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como pandemia, produciendo graves problemas de salud con un índice de contagio alarmante(4). Esto obligó a estrictas y prolongadas cuarentenas con cierres de fronteras por todo el mundo para intentar controlar los contagios.

Las clases escolares pasaron a la virtualidad en prácticamente todo el mundo al igual que se promovió el trabajo remoto. Las actividades recreativas al aire libre se redujeron drásticamente, y ese escenario se asoció a un incremento de tiempo de exposición a pantallas digitales y trabajo de cerca. Además, hubo muchas restricciones y temores para que la población acuda a los hospitales y centros

médicos, influyendo en que los controles oftalmológicos disminuyeran fuertemente durante el periodo de confinamiento(5).

La virtualidad académica y laboral afectó negativamente el bienestar ocular, produciendo patologías de superficie ocular como el ojo seco(6) y cambios refractivos como la miopía(7). Un estudio por Wang et al en China, reportó sobre todo en pacientes pediátricos entre los 6 a 8 años un empeoramiento de aproximadamente 0.3 dioptrías en comparación a periodos pre-pandemia. Además describe un aumento de su prevalencia entre el 21 a 37% en ese rango de edad(8), incluso afectando los tratamientos con atropina para control de la miopía(9).

Sin embargo, los reportes sobre los cambios refractivos varían considerablemente entre estudios, en parte por diferencias metodológicas, medición refractiva sin cicloplejia(10) o con cicloplejia incompleta(11), y limitada incorporación de biometría ocular(12). Estas limitaciones condicionan la comparabilidad y la interpretación clínica de los hallazgos, lo que justifica una revisión sistemática enfocada en sintetizar la evidencia disponible sobre cambios refractivos y biométricos en población pediátrica y adolescente antes y durante la pandemia por COVID-19.

## **Antecedentes de Investigación**

### **Internacionales - Revisiones Sistemáticas Previas**

La importancia de los problemas refractivos debido a los súbitos cambios de hábitos durante el periodo de pandemia creó la imperiosa necesidad de investigar este fenómeno, desarrollándose múltiples estudios a fin de dar respuesta a estas interrogantes. Como parte del desarrollo de la investigación, se desarrollaron

diversos estudios secundarios, como revisiones sistemáticas y metaanálisis en busca de evaluar el impacto de la pandemia por COVID-19 sobre la miopía en población pediátrica. De esta forma se constituyó un cuerpo de evidencia relevante para comprender la magnitud del fenómeno y sus posibles determinantes. No obstante, estas revisiones difieren de manera sustancial en sus enfoques metodológicos(13), particularmente en el tipo de estudios incluidos(14), los métodos de medición refractiva empleados(15), la incorporación de biometría ocular y la forma de comparar los periodos pre-pandemia y de pandemia(16), lo que condiciona la interpretación de sus resultados.

Entre las revisiones sistemáticas con mayor rigor metodológico destacan aquellas que restringieron su análisis a estudios longitudinales con mediciones objetivas comparables. La revisión sistemática con meta-análisis de Laan et al. (2024)(17) representa uno de los aportes más sólidos, al centrar su análisis en estudios de cohorte que evaluaron cambios refractivos y biométricos en niños antes y durante los periodos de confinamiento. Esta revisión incluyó 5 estudios y priorizó la medición del Equivalente Esférico (EE) y de la longitud axial (LAX) ocular, excluyendo estudios transversales y aquellos sin comparación pre y post pandemia. Sus resultados mostraron una aceleración significativa en la progresión de la miopía durante el periodo de confinamiento, acompañada de un aumento en la longitud axial (LAX) ocular, aunque con heterogeneidad considerable y limitada generalización geográfica, dado que los estudios incluidos procedían principalmente de Asia oriental.

El estudio de Li et al. (2022)(18), es una revisión sistemática con meta-análisis de 7 estudios, centrada en el impacto de los cambios en el estilo de vida asociados a la pandemia sobre la miopía pediátrica. A diferencia de otras revisiones, este trabajo priorizó estudios con refracción bajo cicloplejia, lo que fortalece la validez de sus estimaciones refractivas. La síntesis cuantitativa evidenció una mayor progresión de la miopía durante la pandemia en comparación con el periodo pre-pandemia. Sin embargo, la evaluación de la Longitud Axial (LAX) ocular fue limitada a un número reducido de estudios y mostró resultados heterogéneos. Esta discrepancia entre los cambios refractivos y biométricos subraya la complejidad de interpretar la progresión de la miopía únicamente a partir del Equivalente Esférico (EE).

Otras revisiones sistemáticas adoptaron un enfoque más amplio, incorporando estudios tanto longitudinales como transversales. Abounoori et al. (2022)(16) llevaron a cabo una revisión sistemática con meta-análisis de 10 estudios sobre el “desplazamiento miópico” durante la pandemia, incluyendo estudios con diferentes diseños y métodos de medición. Aunque sus resultados apoyan la existencia de un cambio refractivo hacia la miopía en población infantil durante el periodo de confinamiento, la inclusión de estudios sin cicloplejia y la ausencia de una evaluación sistemática de la Longitud Axial (LAX) ocular limitan la inferencia sobre cambios estructurales oculares.

En el estudio de Au Eong et al. (2024)(15) sintetizaron la evidencia disponible sobre progresión, prevalencia e incidencia de miopía durante la pandemia. Esta revisión sistemática de 23 estudios ofrece una visión panorámica

del problema y resalta la consistencia direccional de los hallazgos de mayor carga miópica durante el periodo de pandemia, pero combina estudios con heterogeneidad metodológica importante, incluyendo diferentes rangos etarios, métodos refractivos y periodos de comparación. Por ello sus conclusiones son útiles más para contextualizar la magnitud del fenómeno que para estimar con precisión la progresión miópica atribuible al confinamiento.

Las revisiones sistemáticas de Cortés-Albornoz et al. (2022)(14) y Kurupp et al. (2022)(13) aportan evidencia adicional al analizar el impacto de la educación remota y del confinamiento domiciliario sobre la salud visual infantil. Si bien ambas coinciden en señalar un incremento en la progresión de la miopía durante el periodo de pandemia, sus enfoques incluyen variables visuales más amplias y una mezcla de diseños observacionales, con uso variable de ciclopejia y escasa incorporación de biometría ocular para la medición de longitud axial (LAX) ocular. Estas características metodológicas refuerzan el impacto global del efecto pandémico, pero limitan la precisión clínica de los resultados.

Las revisiones que combinan estudios observacionales transversales con cohortes longitudinales pueden capturar desplazamiento miópico poblacional pero no necesariamente progresión individual, por lo que su inferencia clínica es limitada frente a estudios longitudinales pre y post pandemia con mediciones seriadas.

Las revisiones sistemáticas previas coinciden en señalar una asociación entre la pandemia por COVID-19 y un aumento de la miopía en la población pediátrica. Sin embargo, las diferencias metodológicas, especialmente en el tipo de estudios incluidos, el uso o no de ciclopejia, la medición de longitud axial (LAX)

ocular y la comparación estricta entre periodos pre y post pandemia, generan resultados heterogéneos y, en algunos casos, limitan la inferencia clínica. Este escenario evidencia la necesidad de revisiones sistemáticas focalizadas en estudios longitudinales con mediciones refractivas y biométricas estandarizadas, que permitan una evaluación más precisa de los cambios refractivos y estructurales asociados al periodo pandémico, como la que se plantea en el presente estudio.

### **Antecedentes Nacionales**

En el contexto peruano, la evidencia sobre los cambios refractivos en población pediátrica asociados a la pandemia por COVID-19 es limitada y metodológicamente heterogénea, proviniendo principalmente de análisis poblacionales, informes institucionales y proyectos académicos en desarrollo. A diferencia del escenario internacional, no se dispone de estudios longitudinales multicéntricos que hayan evaluado de manera sistemática los cambios refractivos y biométricos comparando periodos pre-pandemia y pandemia mediante mediciones estandarizadas.

A nivel poblacional, un estudio basado en los datos de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES) 2018–2021, desarrollado por Albinco (2024)(19) en el marco de una tesis universitaria, describió la frecuencia de miopía reportada por el responsable del cuidado en niños y adolescentes, con valores que oscilaron aproximadamente entre 10% y 12% a nivel nacional. Asimismo, durante el periodo de pandemia se evidenció un incremento en conductas potencialmente asociadas a miopía, como el uso de pantallas a corta distancia, así como asociaciones estadísticas entre variables conductuales (distancia de visualización,

condiciones de iluminación y hábitos de lectura) y la presencia de miopía reportada. Sin embargo, dado que la identificación del error refractivo se basó en autorreporte y no en evaluación refractiva objetiva bajo cicloplejia, estos hallazgos deben interpretarse como una aproximación epidemiológica y conductual, más que como una estimación clínica directa de progresión de la miopía.

Desde el ámbito clínico hospitalario, un informe institucional del Instituto Nacional de Salud del Niño (INSN – Sede Breña) elaborado por la Dra. Marchena y Peña (2024)(20) evaluó retrospectivamente a pacientes de 6 a 15 años atendidos en el servicio de Oftalmología que contaban con una refracción previa al periodo pandémico (2019) y un control posterior (2021–2022). En este estudio se analizaron 156 pacientes y se reportó una incidencia acumulada de miopía de 8.33% en el ojo derecho y 6.5% en el ojo izquierdo, así como una variación del Equivalente Esférico (EE) hacia valores más miópicos entre ambos periodos. El incremento promedio del Equivalente Esférico (EE) fue de 0.10 dioptrías en el ojo derecho y de 0.27 dioptrías en el ojo izquierdo, sin asociación significativa con edad, sexo o procedencia. Sin embargo, al no consignarse el signo en el documento disponible, estos cambios se interpretan como tendencia compatible con miopización “según la narrativa del informe”, aunque no permiten cuantificar con precisión la progresión refractiva. Si bien estos resultados sugieren un cambio refractivo durante el periodo pandémico en población pediátrica atendida en un centro de referencia nacional del Perú, el diseño retrospectivo, la ausencia de mediciones biométricas como Longitud Axial (LAX) ocular y el carácter institucional del informe limitan su comparabilidad con estudios longitudinales internacionales.

Adicionalmente, existen iniciativas académicas en desarrollo orientadas a explorar este fenómeno a nivel nacional. Un Proyecto de investigación elaborado en el Hospital Nacional Daniel Alcides Carrión (Callao) por Gerónimo (2024)(21) plantea evaluar la progresión y prevalencia de miopía en población pediátrica durante los periodos de pre-pandemia y pandemia. Reconoce explícitamente la interrupción del seguimiento oftalmológico regular como una potencial limitación en la atención infantil durante los años 2020–2022. La existencia de este tipo de Proyectos de Investigación evidencia el interés creciente por el tema en el ámbito nacional, pero también pone de manifiesto la escasez de estudios publicados con resultados consolidados y metodológicamente comparables.

Los antecedentes nacionales disponibles sugieren que la pandemia por COVID-19 pudo haber influido en los cambios refractivos observados en niños y adolescentes en el Perú; sin embargo, la evidencia actual es predominantemente descriptiva, con limitaciones en la medición refractiva, ausencia de biometría ocular y falta de comparaciones longitudinales estandarizadas. Este vacío de conocimiento contrasta con la creciente literatura internacional y refuerza la necesidad de revisiones sistemáticas que integren evidencia clínica de mayor calidad metodológica para una interpretación más precisa de los cambios refractivos asociados al periodo pandémico.

Por tal motivo, con el presente estudio se buscan conocer las consecuencias de la pandemia por COVID-19 en la refracción de los niños y adolescentes, los cambios en refracción objetiva, sus características epidemiológicas y factores de riesgo asociados.

## **Planteamiento del Problema**

La pandemia por COVID-19 tuvo un impacto muy significativo en la vida de las personas a nivel mundial, afectando muchos ámbitos de la sociedad, vida laboral y educativa de las personas(22). Millones de personas enfermaron con riesgo vital personal o familiar, cambio de hábitos laborales o académicos, costumbres, creencias y formas de ver la vida y, en muchos ámbitos se marcó un antes y un después. Durante los primeros meses de la pandemia a inicios del 2020, como parte de las medidas sanitarias implementadas para controlar la propagación del virus, se impusieron cuarentenas estrictas en casi todos los países del mundo con la intención de controlar el explosivo contagio, promoviendo el trabajo remoto y educación virtual durante periodos prolongados.

Durante la cuarentena y confinamiento, muchas empresas hicieron recortes en la cantidad de trabajadores, aumentando la inseguridad laboral por riesgo a desempleo y tensión emocional en los consumidores por ir a locales cerrados o tener contacto con otras personas(22). Las profesiones con potencial teletrabajo se vieron beneficiadas con un mayor tiempo libre y equilibrio entre su vida personal, familiar y laboral. Las nuevas condiciones obligaron al cambio del trabajo y educación presencial por un sistema virtual, haciendo que las personas permanezcan dentro de sus hogares durante casi todo el día y, tanto por trabajo, estudios(23) o entretenimiento, se pasó más tiempo que nunca frente a una pantalla digital como un celular, tablet, computadora o televisor(24). Adicionalmente, la reducción de actividades al aire libre y aumento de trabajo o actividades de cerca generaron preocupación respecto a sus posibles efectos en la salud visual por el riesgo de

desarrollo y progresión de problemas refractivos como la miopía, especialmente en población pediátrica, considerada más susceptible por encontrarse en etapa de desarrollo ocular(8).

Esto, agregado a que, debido al confinamiento obligatorio, la mayoría de las personas vieron suspendidos súbitamente sus controles médicos(25), para interés del estudio los chequeos oftalmológicos y graduación de lentes, creándose y/o agravándose muchos problemas en la salud ocular de las personas debido a falta de atención, acceso a medicamentos, consultas, cirugías(26), procedimientos, etc., con graves consecuencias en la salud ocular de las personas, como por ejemplo la discapacidad por ceguera.

### **Justificación del Estudio**

Durante la pandemia del COVID-19, las cuarentenas estrictas limitaron el acceso a las evaluaciones y controles oftalmológicos, provocando la evolución de enfermedades oculares y limitación a tratamientos médicos o quirúrgicos. Esto sumado al trabajo y educación virtual, donde el tiempo frente a pantallas digitales fue prolongado con menos tiempo al aire libre, provocó que las afecciones refractivas y enfermedades de superficie ocular aparezcan o se agraven. No es menor mencionar que el tiempo de ocio, sobre todo en casa por las cuarentenas fue muy elevado, haciendo que muchas personas pasaran demasiado tiempo frente a sus teléfonos celulares, computadora o televisores, haciendo que la suma de todas las actividades mencionadas nos tenga frente a una pantalla digital prácticamente todo el día.

La persistencia del uso prolongado de dispositivos digitales en niños y adolescentes, incluso tras el retorno progresivo a actividades presenciales, constituye un escenario relevante por su potencial asociación con progresión miópica y otros desenlaces visuales, además de afectar su desarrollo emocional y relaciones interpersonales.

Por ello, resulta relevante evaluar y conocer el impacto de la pandemia del COVID-19 en los trastornos de refracción de las personas, debido a que los pacientes con estos problemas discontinuaron su seguimiento, produciéndole limitaciones visuales. Además, quienes sintieron problemas visuales no tuvieron acceso a evaluaciones lo cual es crítico sobre todo en niños cuya falta de acción correctiva puede desencadenar en una ambliopía con consecuencias permanentes y discapacitantes. Este es un problema que antes de la pandemia ya era crítico por la cantidad de personas con discapacidad visual en el mundo, que los servicios de salud no alcanzaban a cubrir y cuya brecha no ha hecho más que aumentar.

### **Pregunta de Investigación (PECO)**

¿Qué cambios refractivos se observaron en niños y adolescentes antes y durante la pandemia por COVID-19?

P: Niños y adolescentes evaluados en estudios longitudinales primarios.

E: Pandemia por COVID-19 y condiciones asociadas al confinamiento.

C: Periodo prepandemia comparado con periodo de pandemia.

O: Cambios refractivos objetivos observados durante la pandemia.

## II. OBJETIVOS

### **Objetivo General:**

- Determinar las consecuencias de la Pandemia COVID-19 en los Trastornos de Refracción en Niños y Adolescentes.

### **Objetivos específicos:**

- Identificar los trastornos de refracción que se reportaron debido a la pandemia por COVID-19 en niños y adolescentes.
- Evaluar los cambios en la refracción observados antes y durante la pandemia por COVID-19 en niños y adolescentes.
- Identificar los factores de riesgo asociados a la pandemia COVID-19 que contribuyeron a los cambios de refracción en niños y adolescentes.
- Analizar las diferencias de los cambios refractivos según región geográfica y nivel de confinamiento.

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 Miopía: definición y clasificación

La miopía es un error refractivo caracterizado por causar baja visión a larga distancia, debido a la formación de la imagen de los objetos por delante de la retina, esto debido a que el globo ocular tiene una mayor longitud axial (miopía axial). Esta condición constituye uno de los trastornos visuales más prevalentes a nivel mundial y representa un problema creciente de salud pública, estimándose que aproximadamente el 50% de la población mundial tendrá miopía para el año 2050.(27)

La Academia Americana de Oftalmología (AAO) define la miopía basada en su severidad refractiva. De manera general, se reconoce la miopía cuando el equivalente esférico (EE) es menor o igual a -0.50 Dioptrías (D). Se clasifica como leve cuando el EE es menor de -3.00 D, moderada entre -3.00 a -6.00 D y miopía alta con un EE mayor de -6.00 D. Esta última es de particular relevancia clínica debido a su asociación con complicaciones oculares potencialmente graves, como la maculopatía miópica, desprendimiento de retina, glaucoma y catarata de aparición temprana. Es por ello que no solo la presencia de miopía, sino especialmente su progresión durante la infancia y adolescencia, adquiere una importancia fundamental en la morbilidad oftalmológica.(28)

En las últimas décadas, se ha ido documentando un incremento sostenido en la prevalencia de la miopía, particularmente en población pediátrica y adolescente, catalogándose como “epidemia de miopía”. Este fenómeno ha sido descrito con

especial énfasis en regiones de Asia Oriental y Sudeste Asiático. Se plantea que el fenómeno ha progresado demasiado rápido para explicarse por factores genéticos, por lo que se proponen factores ambientales o educativos. El impacto de la miopía trasciende de la neta corrección óptica, sino considerar que su aparición en edades más tempranas produce que haya más tiempo para progresar antes de estabilizarse incrementando el riesgo de desarrollar miopía alta y degenerativa en el futuro.(29)

Si bien la miopía puede originarse por alteraciones en otros componentes ópticos del ojo, como cambios en la curvatura corneal (queratocono, queratoglobos) o del cristalino (lenticono, esquerofaquia), o por el cambio de índice de refracción del cristalino como en las cataratas, estas formas son poco frecuentes en población pediátrica general y no se asocian a cambios ambientales transitorios, por lo que la mayoría de los estudios epidemiológicos se centran en la miopía axial.(30)

### **3.2 Progresión de la miopía en la población pediátrica**

La progresión de la miopía se refiere al empeoramiento gradual y cambio del Equivalente Esférico (EE) hacia valores refractivos más negativos a lo largo del tiempo. Este fenómeno ocurre predominantemente durante la infancia y adolescencia y está influenciado por una interacción compleja entre factores biológicos, ambientales y conductuales, y su velocidad puede variar considerablemente entre individuos.

Desde el punto de vista clínico, la progresión de la miopía suele ser más rápida en edades tempranas entre los 7 a 9 años(31). A medida que el crecimiento ocular se estabiliza, generalmente en la adolescencia tardía o adultez temprana entre

los 20 a 29 años, la velocidad de progresión tiende a disminuir(28). No obstante, una progresión acelerada en edades tempranas se asocia con una mayor probabilidad de alcanzar grados elevados de miopía en etapas posteriores de la vida por mayor tiempo para desarrollarse. Es por ello por lo que el monitoreo de la progresión de la miopía en niños reviste especial importancia, ya que permite identificar oportunamente a aquellos individuos con mayor riesgo y considerar intervenciones dirigidas a ralentizar dicho proceso.

La progresión de la miopía ha sido tradicionalmente estudiada en relación con factores de riesgo como el trabajo de cerca, el rendimiento académico, la exposición a actividades al aire libre y la predisposición familiar. Antes de la pandemia por COVID-19, estos factores ya eran reconocidos como moduladores relevantes del desarrollo y progresión de la miopía(32), lo que proporciona un marco conceptual esencial para interpretar los cambios observados en contextos de alteración súbita del estilo de vida y hábitos conductuales.

### **3.3 Equivalente Esférico (EE) y Longitud Axial (LAX) Ocular**

El **equivalente esférico (EE)** es una medida utilizada para la evaluación del estado refractivo, calculada como la suma del componente esférico más la mitad del componente cilíndrico. En población pediátrica, la medición del Equivalente Esférico (EE) bajo cicloplejia es considerada el estándar de referencia, ya que minimiza la influencia de la acomodación y permite una estimación más precisa del error refractivo real.(33)

Sin embargo, la evaluación refractiva por sí sola no siempre permite distinguir entre cambios refractivos transitorios (pseudomiopía) y progresión estructural verdadera. Es por ello por lo que la medición de la **longitud axial (LAX)** del globo ocular adquiere un papel central como el principal determinante anatómico de la miopía. La elongación axial del globo ocular se reconoce como el mecanismo estructural subyacente a la mayoría de los casos de miopía progresiva, especialmente en población pediátrica.(34)

### **3.4 Pseudomiopía**

La acomodación es un proceso fisiológico mediante el cual el cristalino cambia su forma para permitir enfocar mejor los objetos cercanos debido a la contracción del músculo ciliar. Es un mecanismo muy potente en población pediátrica que luego va disminuyendo progresivamente desde los 40 años debido a la presbicia, que se caracteriza por dificultad para enfocar objetos cercanos debido a pérdida de la capacidad acomodativa, requiriendo correctores.

Cuando esta acomodación no se relaja adecuadamente debido a actividades prolongadas de visión cercana y dificulta la visión a distancia, aparece la pseudomiopía o exceso acomodativo, también llamado espasmo acomodativo transitorio. El diagnóstico se realiza mediante una medición refractiva ciclopléjica, usando unas gotas como el ciclopentolato o la tropicamida, que relajan temporalmente el músculo ciliar, lo que permite obtener una medida más precisa.(35)

### 3.5 Factores asociados a la miopía

Antes de la pandemia por COVID-19, la progresión de la miopía en población pediátrica ya había sido ampliamente estudiada en relación con diversos factores ambientales, conductuales y biológicos. Entre los factores ambientales más consistentes se encuentra el **trabajo de cerca**, que incluye actividades como la lectura prolongada, la escritura y el uso de dispositivos electrónicos. Numerosos estudios han descrito una asociación entre una mayor intensidad y duración del trabajo de cerca y un mayor riesgo de desarrollo y progresión de la miopía, aunque la magnitud de este efecto puede variar según la edad y el contexto educativo.(36)

Además, la **exposición a pantallas digitales** ha cobrado creciente relevancia en la literatura, particularmente en las últimas dos décadas. Si bien el uso de dispositivos electrónicos se solapa en gran medida con el trabajo de cerca tradicional, se ha sugerido que la continuidad de la exposición, la reducción de pausas visuales y las condiciones de iluminación podrían desempeñar un papel adicional en la progresión de la miopía.

Las **actividades al aire libre** han sido identificadas como un factor potencialmente protector frente al desarrollo y progresión de la miopía.(37) Estudios previos sugieren que esta relación se da por mecanismos biológicos como la exposición a niveles elevados de luz natural, que podría inhibir el crecimiento axial del globo ocular, y la estimulación de la liberación de dopamina retiniana, reconocida como un modulador negativo del alargamiento axial. Otros mecanismos propuestos incluyen la composición espectral de la luz diurna y posibles efectos indirectos de la vitamina D.(38)

Entre los factores biológicos, la **edad** constituye un determinante clave, con mayores tasas de progresión observadas en niños más pequeños(8). La **predisposición familiar** con la presencia de miopía parental se ha asociado con un mayor riesgo de desarrollo y progresión de la miopía. Estos factores reflejan la naturaleza multifactorial de esta condición con la interacción entre componentes genéticos y ambientales.

### **3.6 Impacto de los cambios ambientales y educativos en la Salud Visual**

La relación entre el entorno educativo y la progresión de la miopía ha sido objeto de interés desde antes de la pandemia. Incrementos en la exigencia académica, mayor tiempo dedicado a las tareas escolares y menores actividades recreativas al aire libre han sido vinculados con una mayor prevalencia y progresión de la miopía.(29)

La digitalización progresiva de la educación fomentada incluso antes de la pandemia ya despertaba preocupaciones sobre sus posibles efectos sobre la salud visual. Estudios previos han señalado que la intensificación del trabajo escolar en interiores combinado con el uso prolongado de dispositivos electrónicos, puede modificar los hábitos visuales de niños y adolescentes.(39)

Esto proporciona un marco conceptual para comprender cómo alteraciones súbitas del entorno educativo y del estilo de vida como las experimentadas durante la pandemia, podrían tener un impacto significativo sobre la progresión de la miopía.

### **3.7 Pandemia por COVID-19 como evento disruptivo**

La pandemia por COVID-19 constituyó un evento disruptivo sin precedentes debido a la implementación de estrictas medidas de confinamiento, la suspensión de actividades escolares presenciales y la migración hacia la educación virtual. Esto obligó a cambios profundos en los hábitos de niños y adolescentes, incluyendo un aumento del tiempo de exposición a pantallas, del trabajo de cerca y una reducción de las actividades al aire libre.(23)

La presencia súbita de estos factores durante un periodo crítico del desarrollo visual en los niños plantea la posibilidad de un impacto sobre la progresión de la miopía. A diferencia de las progresiones graduales observadas en contextos educativos regulares, la pandemia ocasionó modificaciones abruptas del entorno visual(40). Es por ello de que es importante evaluar si dichas alteraciones se tradujeron en cambios en el estado refractivo y biométrico de los niños.

## **IV. METODOLOGÍA**

### **Diseño del Estudio**

- Se realizó una Revisión Sistemática de la literatura científica orientada a evaluar los cambios refractivos asociados a la pandemia por COVID-19 en niños y adolescentes, siguiendo los lineamientos de la guía PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses)(41).

### **Población**

- La población está conformada por los estudios primarios encontrados.

### **Criterios de Elegibilidad**

#### **a) Criterios de Inclusión**

- Estudios que hayan estudiado los cambios refractivos que se presentaron antes y durante la pandemia por COVID-19.
- Estudios Observacionales Longitudinales de Tipo Cohorte tanto prospectivas como retrospectivas.

#### **b) Criterios de Exclusión**

- Artículos que no tengan disponibilidad a texto completo que impidiera la extracción de datos necesarios para el análisis.
- Artículos duplicados.
- Estudios que consideren pacientes con tratamiento para control de miopía como uso de atropina al 0.01%, ortoqueratología o lentes de desenfoque periférico.

- Estudios en cuya evaluación no hayan usado ningún tipo de medición refractiva objetiva, ni refracción ciclopléjica ni medición de la longitud axial (LAX) del globo ocular.

### **Fuentes de Información**

- Los estudios fueron recopilados en bases de datos internacionales confiables y reconocidas como PubMed, SciELO, Science Direct y Google Scholar.
- La búsqueda se realizó hasta el 11 de Noviembre del 2025.

### **Estrategia de Búsqueda**

- Se realizó una búsqueda híbrida, utilizando términos libres y controlados MeSH/DeCS relacionados con errores refractivos y pandemia por COVID-19.
- La búsqueda con términos controlados MeSH para la base de datos PubMed fue con la siguiente estrategia: ("Refractive Errors"[Mesh] OR "Myopia"[Mesh] OR "Hyperopia"[Mesh] OR "Astigmatism"[Mesh]) AND ("COVID-19"[Mesh] OR "Pandemics"[Mesh] OR "Coronavirus"[Mesh]).
- La búsqueda con términos controlados DeCS para la base de datos SciELO fue con la siguiente estrategia: “(errores refractivos OR miopia OR hipermetropia OR astigmatismo) AND (COVID OR pandemia OR confinamiento OR coronavirus)”.
- La búsqueda con términos libres usada en todas las bases de datos fue con siguiente estrategia: “(refractive errors OR myopia OR hyperopia OR

astigmatism OR amblyopia) AND (COVID OR pandemic OR confinement OR coronavirus)”.

- Se emplearon los operadores booleanos como “AND” y “OR”, además de filtros de antigüedad a máximo de 5 años para clasificar y seleccionar los artículos más actualizados y acordes a responder nuestra pregunta de investigación.
- Debido a las diferencias de indexación entre bases de datos y rápida producción científica durante el periodo de pandemia por COVID-19, se priorizó una búsqueda sensible con el objetivo de maximizar la captación de estudios potencialmente relevantes, sin aplicar restricciones de diseño metodológico. (Anexo A, B, C y D)
- 

### **Proceso de Selección de Estudios**

- Los estudios fueron seleccionados en etapas sucesivas mediante revisión de títulos, resúmenes y evaluación a texto completo según criterios de elegibilidad previamente establecidos.
- La revisión final fue evaluada de manera independiente, aunque retrospectiva por un segundo revisor con experiencia en metodología, las discrepancias fueron resueltas por consenso.

### **Proceso de recolección de Información**

- Para la organización bibliográfica, se utilizó el programa Zotero versión 7, además de sus extensiones para los navegadores web Microsoft Edge y Google Chrome, lo que ayudó al almacenaje y organización de los artículos

encontrados, clasificación y uso de metadatos para la cita correcta según Vancouver de la bibliografía encontrada.

### **Datos Evaluados**

- a) Los principales resultados evaluados fueron los cambios refractivos reportados antes y durante la pandemia por COVID-19 en niños y adolescentes, incluyendo Equivalente Esférico (EE) y cuando fue evaluado, la medición de longitud axial (LAX) ocular.
- b) Otras variables: Autor y año de publicación, país del estudio, tamaño muestral, rango etario, tiempo de seguimiento, métodos de evaluación refractiva, duración del confinamiento, factores asociados reportados y características metodológicas de los estudios.

### **Clasificación Metodológica de los Estudios**

- Con el objetivo de diferenciar el nivel de evaluación refractiva y estructural de los estudios incluidos, se realizó una clasificación metodológica en dos categorías:
  - A = Estudios con refracción objetiva usando cicloplejia + medición de longitud axial (LAX) ocular.
  - B = Estudios con refracción objetiva que emplearon solo uno de ambos métodos, cicloplejia o medición de longitud axial (LAX).
- Esto permitió diferenciar los estudios con evaluación completa de cambios refractivos y biométricos con los que realizaron evaluación parcial, facilitando el análisis comparativo narrativo de los resultados.

### **Evaluación de Riesgo de Sesgo**

- La calidad metodológica y riesgo de sesgo de los estudios incluidos fueron evaluados mediante la escala Newcastle-Ottawa - NOS (Anexo E), considerando los dominios de Selección, Medición y Confusión.
- Los estudios fueron clasificados según riesgo bajo, moderado y alto.
- Riesgo global establecido por: Riesgo **ALTO** cuando el sesgo crítico de **medición** es ALTO (refracción sin cicloplejia) o  $\geq 2$  tipos de sesgo ALTOS; Riesgo **MODERADO** cuando hubo 1 tipo de sesgo no crítico en ALTO y los demás MODERADO o BAJO; Riesgo **BAJO** cuando no hubo ningún tipo de sesgo en ALTO y la mayoría tuvo sesgo BAJO.

### **Medidas de Efecto**

- Debido a la heterogeneidad metodológica de los estudios incluidos y a la ausencia de metaanálisis cuantitativo, no se emplearon medidas de efecto. La síntesis de resultados se realizó de manera descriptiva y narrativa.

### **Métodos de Síntesis**

- a) Los estudios fueron agrupados para síntesis según características metodológicas, métodos de evaluación refractiva, medición de longitud axial ocular, región geográfica y tiempo de seguimiento,
- b) Los resultados reportados por los estudios fueron organizados y estandarizados para facilitar su comparación narrativa, priorizando valores anualizados,

- c) Los resultados fueron presentados mediante tablas descriptivas y comparativas estructuradas según características metodológicas y resultados principales.
- d) Los resultados fueron sintetizados mediante análisis descriptivo y comparativo narrativo. Debido a la heterogeneidad metodológica no se realizó metaanálisis.
- e) Se exploraron posibles fuentes de heterogeneidad considerando diferencias poblacionales, métodos de medición refractiva, duración de confinamiento, tiempo de seguimiento y región geográfica.
- f) No se realizaron análisis de sensibilidad debido a la heterogeneidad metodológica y naturaleza narrativa de la síntesis.
- g) La categorización del nivel de confinamiento y cierre escolar fue realizada utilizando el reporte internacional de UNESCO.(42)

### **Evaluación de Sesgo de Reporte**

- No se realizó evaluación de sesgo de publicación o reporte debido a la ausencia de metaanálisis y heterogeneidad metodológica entre los estudios incluidos.

### **Evaluación de Certeza**

- No se realizó evaluación de certeza mediante metodología GRADE, sin embargo, se realizó evaluación de calidad metodológica y riesgo de sesgo de los estudios incluidos mediante la escala Newcastle-Ottawa (NOS).

➤ **Unidad de análisis**

- La unidad de análisis estuvo representada por los resultados de los estudios primarios revisados en las bases de datos para responder a la pregunta de investigación y objetivos planteados.

➤ **Consideraciones éticas**

- Debido a que la presente investigación correspondió a una revisión sistemática, por lo que se basó en los resultados e información publicada por los estudios primarios, y no involucró intervención directa ni recolección de datos primarios de participantes humanos, no existieron riesgos directos para las personas incluidas en los estudios analizados.
- El protocolo de investigación de este estudio fue evaluado y aprobado por el Comité Institucional de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia bajo el documento CAR-DUARI-O-463-25, previo al inicio de la investigación.

## V. RESULTADOS

Se identificaron inicialmente 3615 estudios en la búsqueda a través de las bases de datos señaladas. La estrategia de búsqueda incluyó términos libres y términos controlados MeSH/DeCS relacionados con trastornos refractivos y pandemia por COVID-19, combinados mediante operadores booleanos “AND” y “OR”.

Tras la eliminación de registros duplicados y evaluación inicial por títulos y resúmenes, 134 estudios fueron considerados potencialmente elegibles para revisión a texto completo. Posteriormente, luego de aplicar los criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos, se descartaron estudios que no cumplían seguimiento longitudinal, evaluaciones objetivas como refracciones con cicloplejia ni medición de longitud axial (LAX) ocular, quedando 14 estudios para la revisión sistemática.

Entre los estudios descartados, se encontraron 22 revisiones sistemáticas y metaanálisis, las cuales fueron revisadas en búsqueda de estudios primarios adicionales para su ingreso manual según criterios de elegibilidad, pudiendo anexar 1 estudio adicional a la base de datos final, quedando finalmente con 15 estudios incluidos para el análisis y respuesta de las preguntas de investigación.

Un segundo revisor realizó una evaluación retrospectiva complementaria de elegibilidad sobre los estudios incluidos, revisando el 60% de los artículos seleccionados a texto completo. No se identificaron discrepancias en relación con los criterios de inclusión y exclusión establecidos, confirmándose la consistencia del 100% del proceso de selección final.

## DIAGRAMA DE FLUJO PRISMA 2020

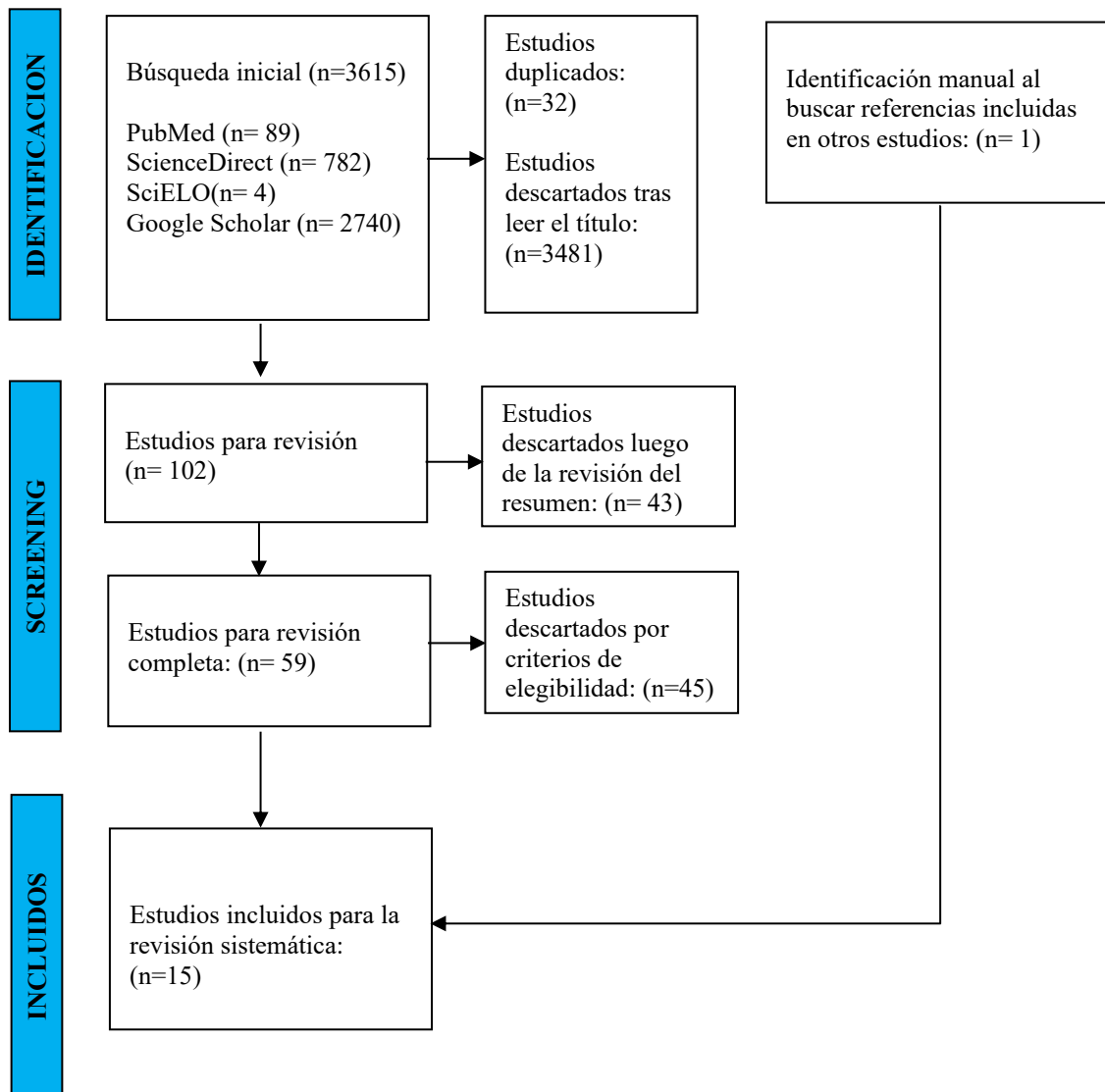


Figura N°1: Diagrama de Flujo PRISMA 2020 para la selección de estudios.

Se incluyeron finalmente 15 estudios (Tabla N°1) que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión requeridos, de los cuales 6 fueron realizados con el método ideal para la evaluación de problemas refractivos que es la medición objetiva: estudio con Ciclopejía y medición de la Longitud Axial (LAX). Los 9

estudios restantes fueron realizados utilizando 1 de ambos métodos de medición objetiva.

Se realizó una clasificación metodológica de los estudios incluidos con el objetivo de diferenciar el tipo de evaluación refractiva y estructural utilizada en cada artículo:

**CATEGORIA A:** Estudios con refracción objetiva usando Cicloplejia + medición de Longitud Axial (LAX) ocular.

**CATEGORIA B:** Estudios con refracción objetiva de Cicloplejia o medición de Longitud Axial (LAX) ocular.

En la distribución geográfica de los 15 estudios, 10 fueron realizados en Asia (5 en China, 2 en Arabia Saudita, 2 en la India y 1 en Hong Kong), 3 en las Américas (1 en Estados Unidos, 1 en Argentina y 1 en Cuba) y 2 en Europa (1 en Rusia y 1 en Eslovaquia). En cuanto a los idiomas de los estudios publicados, no aplicamos restricciones por lo que 14 se encontraron en idioma inglés y 1 en castellano.

En cuanto a los rangos de edad encontrados en los estudios seleccionados, la totalidad de ellos (15/15) evaluaron a población pediátrica y adolescente entre los 2 a 18 años. Es importante señalar que, durante la revisión de los estudios inicialmente sí había publicaciones con población adulta, pero fueron progresivamente descartados en las diversas etapas de tamizaje al no cumplir con los criterios de inclusión y exclusión establecidos.

## Calidad Metodológica y Riesgo de Sesgos

La evaluación de los sesgos de investigación de los estudios incluidos fue muy importante para determinar la rigurosidad de la metodología empleada en los estudios de investigación primarios.

El riesgo de sesgos de los estudios incluidos fue evaluado con una adaptación de la Escala Newcastle-Ottawa(43) (Anexo E), organizada en 3 tipos: sesgo de selección, sesgo de medición y sesgo de confusión.

Para cada tipo de sesgo, se valoraron diversos ítems relacionados con la representatividad de la muestra (poblacional u hospitalaria y tamaño), calidad de medición de la refracción objetiva (uso de cicloplejia y/o medición de la longitud axial (LAX) ocular) y control de factores de confusión como la determinación de tiempos de uso de pantallas digitales, tiempo de actividades al aire libre y variables sociodemográficas o nivel de confinamiento.

Cada tipo de sesgo se clasificó como BAJO, MODERADO o ALTO riesgo de sesgo, y luego se asignó un riesgo de sesgo global para cada estudio (BAJO, MODERADO o ALTO).

### Riesgo global:

Riesgo **ALTO** cuando el sesgo crítico de **medición** es ALTO (refracción sin cicloplejia) o  $\geq 2$  tipos de sesgo ALTOS; Riesgo **MODERADO** cuando hubo 1 tipo de sesgo no crítico en ALTO y los demás MODERADO o BAJO; Riesgo **BAJO** cuando no hubo ningún tipo de sesgo en ALTO y la mayoría tuvo sesgo BAJO.

**Tabla N°1: Características Generales de los Estudios Incluidos**

Autor/Año	País/Región	Diseño	Tamaño Muestra	Rango Edad	Periodos Evaluados	Refracción Ciclopléjica	Longitud Axial	Categoría
Prsova, Linda (2023)(44)	Eslovaquia (Europa)	Observacional Longitudinal Cohorte	47 escolares	7 a 12 años	2 Mediciones: Mayo19 y Mayo22	SI	SI	A
Bikbov, Mukharram (2023)(11)	Rusia (Europa)	Observacional Longitudinal Cohorte	461 escolares	6 a 17 años	2 Mediciones, 1 Pre-Pandemia y 1 Control 1-2 años Postpandemia	SI	SI	A
Sibello, Deustua (2023)(45)	Cuba (Américas)	Observacional Longitudinal Cohorte	12 escolares	5 a 18 años	3 Mediciones: 2019, 2020 y 2021	SI	SI	A
Hu, Yin (2021)(46)	China (Asia)	Observacional Longitudinal Cohorte	2114 escolares	7 a 8 años	Cohorte No Expuesta: Nov18 - Dic19 Cohorte Expuesta: Nov19 – Dic20 <b>Poblaciones diferentes</b>	SI	SI	A
Zhang, Xiujuan (2021)(47)	Hong Kong (Asia)	Observacional Longitudinal Cohorte	Pre: 1048/ Post: 709	6 a 8 años	Cohorte Pre-COVID: 3 años / Cohorte COVID: 8 meses <b>Poblaciones diferentes</b>	SI	SI	A
Ma, Dandan (2021)(48)	China (Asia)	Observacional Longitudinal Cohorte	208 escolares	8 a 10 años	Pre-COVID: Jul19 a Enero20 (7 meses) COVID: Enero20 a Ago20 (7 meses)	SI	SI	A
Kim, Eugene (2024)(49)	EE. UU. (Américas)	Observacional Longitudinal Cohorte	2064 escolares	2 a 17 años	3 Mediciones: 2019, 2020 y 2021	SI	NO	B

Althnayan, Yasser (2023)(50)	Arabia Saudita (Asia)	Observacional Longitudinal Cohorte	150 escolares	6 a 14 años	Seguimiento 36 meses: Pre-pandemia 2018 – Inicios 2020 Control 2020 – 2021	SI	NO	B
AlShamlan, Fatemah (2023)(51)	Arabia Saudita (Asia)	Observacional Longitudinal Cohorte	80 escolares	6 a 12 años	3 Mediciones, 2 Prepandemia (2018-19 y 2019-Feb20) y 1 en Confinamiento (Ago20-Dic21)	SI	NO	B
Chande, Prema (2023)(52)	India (Asia)	Observacional Longitudinal Cohorte	56 escolares	7 a 11 años	Pre-pandemia: 1 control Post-COVID: 1 control (28 meses después)	SI	NO	B
Yao, Yao (2022)(12)	China (Asia)	Observacional Longitudinal Cohorte	1819 escolares	7 a 9 años	3 Mediciones: Oct19, Nov20 y Jul21 LAX solo en 2020	SI	NO	B
Cai, Tao (2022)(10)	China (Asia)	Observacional Longitudinal Cohorte	115 escolares	7 a 12 años	Pre-pandemia: Sep19 a Ene20 Confinamiento: Feb20 a May20 (3 meses)	NO	SI	B
Picotti, Carolina (2022)(53)	Argentina (Américas)	Observacional Longitudinal Cohorte	39 escolares	5 a 18 años	3 Mediciones: Pre-pandemia 2018 y 2019 Control: Sep2020 y Mayo2021	SI	NO	B
Ma, Mingming (2021)(54)	China (Asia)	Observacional Longitudinal Cohorte	201 escolares	7 a 12 años	3 Mediciones: Basal entre Abr-May19 Pre-COVID: Oct-Nov19 Post-COVID: Mayo 2020	SI	NO	B
Mohan, Amit (2021)(55)	India (Asia)	Observacional Longitudinal Cohorte	133 escolares	6 a 18 años	1 año: A: Nov19-Ene20 / B: May-Jul20 / C: Nov20-Ene21	SI	NO	B

**Tabla N°2: Calidad Metodológica y Riesgo de Sesgo de los Estudios Incluidos**

Estudio	Dominio			Riesgo Global
	Selección	Medición	Confusión	
Prsova, Linda (2023)				
Bikbov, Mukharram (2023)				
Sibello, Deustua (2023)				
Hu, Yin (2021)				
Zhang, Xiujuan (2021)				
Ma, Dandan (2021)				
Kim, Eugene (2024)				
Althnayan, Yasser (2023)				
AlShamlan, Fatemah (2023)				
Chande, Prema (2023)				
Yao, Yao (2022)				
Cai, Tao (2022)				
Picotti, Carolina (2022)				
Ma, Mingming (2021)				
Mohan, Amit (2021)				

Leyenda:

- Bajo Riesgo
- Moderado Riesgo
- Alto Riesgo

Debido a las características particulares de los estudios refractivos pediátricos incluidos, se realizó una adaptación narrativa basada en los dominios e ítems de la escala Newcastle-Ottawa (NOS) (Anexo E), incorporando criterios específicos relacionados con calidad de medición refractiva y biometría ocular.

### **Criterios para cada Tipo de Sesgo:**

#### **a) Sesgo de Selección:**

Se consideró la representatividad de la muestra (poblacional u hospitalaria), tamaño muestral, criterios de inclusión o exclusión establecidos y la estructura de seguimiento longitudinal.

Se clasificó como BAJO riesgo a las muestras amplias y representativas (poblacionales), MODERADO riesgo cuando existían limitaciones de muestreo o tamaño de muestra moderado, y ALTO riesgo en el caso de muestras muy pequeñas o demasiado seleccionadas (miopes altos específicos).

#### **b) Sesgo de Medición**

Se consideró la calidad de la refracción objetiva, como la realización de cicloplejia y la medición de la longitud axial (LAX) ocular mediante biometría, protocolos adecuados para los procedimientos y el riesgo de variabilidad inter-operador.

Se clasificó como BAJO riesgo cuando la refracción se realizó bajo cicloplejia y medición de longitud axial (LAX) ocular con protocolos adecuados (uso de ciclopentolato para la refracción ciclopléjica y

biometría), MODERADO riesgo cuando se realizó refracción ciclopléjica sin medición de longitud axial (LAX) ocular y viceversa, o la refracción ciclopléjica se realizó de manera incompleta solo con tropicamida, y ALTO riesgo cuando se realizó la refracción SIN cicloplejia.

### c) Sesgo de Confusión

Se evaluó por si el estudio de investigación incluido realizó mediciones de los factores de riesgo asociados a la progresión de los errores refractivos, como el tiempo de uso pantallas digitales al día, tiempo de actividades al aire libre, trabajo de cerca, educación virtual, antecedente de miopía parental y nivel socioeconómico.

Se calificó como BAJO riesgo cuando se midieron y ajustaron múltiples confusores en modelos multivariados, MODERADO riesgo cuando se evaluaron parcialmente o con modelos univariado, y ALTO riesgo cuando no se midió ningún factor de riesgo asociado o no se realizó ajuste estadístico.

### **Resultados de la Evaluación de cada Tipo de Sesgo:**

De los 15 estudios incluidos, se obtuvieron los siguientes resultados (Tabla N°2):

- Riesgo Global **BAJO**: 4 estudios

Bikbov (Rusia – 2023)(11), Zhang (Hong Kong – 2021)(47), Ma Dandan (China - 2021)(48) y Yao (China – 2022)(12)

Estos estudios mostraron alta calidad metodológica, pues realizaron sus estudios con muestras poblacionales con adecuada representatividad,

mediciones refractivas cicloplégicas y biometrías adecuadas y evaluación de factores de riesgo asociados, constituyendo el núcleo de la mayor validez interna de esta revisión sistemática.

- Riesgo Global **MODERADO**: 10 estudios

Debido a limitaciones de representatividad de la muestra seleccionada por ser estudios hospitalarios o de población pequeña, ausencia de medición de longitud axial (LAX) ocular o evaluación parcial de los factores de riesgo asociados sin análisis multivariado.

Sin embargo, todos cumplieron con los estándares adecuados para análisis narrativo y fueron incluidos en el cuerpo principal del estudio.

- Riesgo Global **ALTO**: 1 estudio

Cai (China – 2022)(10)

Este estudio presentó Sesgo de Medición ALTO, que es crítico en nuestra Revisión Sistemática por falta de refracción cicloplégica. Si bien aportan información relevante por medición seriada de longitud axial (LAX) ocular.

### **Cambios Refractivos**

De los 15 estudios incluidos, la mayoría reportó un aumento de la miopía en la población estudiada durante el periodo de pandemia COVID-19 en comparación con el periodo pre-pandemia. Este cambio se demuestra por la disminución tanto en el Equivalente Esférico (EE) encontrándose niños cada vez más miopes, como en los estudios donde se midió la longitud axial (LAX) del globo ocular reportando

mayores mediciones (Tabla N°3). Pero hubo un estudio (Chande - India 2023)(52), que describe un enlentecimiento de la progresión de miopía de -0.72 D/año en el periodo pre-pandemia a -0.36 D/año en el periodo COVID-19, con un intervalo de seguimiento post pandemia mayor.

En términos refractivos, 14 de los 15 los estudios que evaluaron la progresión de la miopía en niños y adolescentes reportaron:

- Un **incremento de progresión de la miopía** durante el periodo de pandemia por COVID-19 en comparación con el periodo pre-pandemia.
- Un **cambio del equivalente esférico (EE) hacia valores más negativos** (EE más miope) haciendo que los hipermétropes se vuelvan emétropes, los emétropes pasen a ser miopes y los miopes sean más miopes.
- **Aumento de los casos nuevos de miopía** descritos por Zhang (Hong Kong - 2021)(47) y Hu (China - 2021)(46) donde reportan una duplicación de la incidencia de miopía durante el periodo de pandemia con relación a los estudios y reportes pre-pandemia.

En los 7 estudios donde se midió la longitud axial (LAX) del globo ocular, se observó un patrón consecuente, todos reportaron un aumento de la longitud axial (LAX) del globo ocular durante el periodo de pandemia. De los 4 estudios (Hu, 2021(46) / Zhang, 2021(47) / Ma Dandan, 2021(48) / Cai, 2022(10)) que hicieron además el comparativo de progresión con mediciones pre-pandemia, todos reportaron también un aumento de la longitud axial (LAX).

Hubo algunos trabajos que evaluaron a población general en estudios escolares o poblacionales y otros que evaluaron a población miope en sus diversas etapas, como miopía en debut (Picotti – Argentina 2022)(53), miopes en general (Althnayan – Arabia Saudita 2023(50), Chande – India 2023(52), Cai – China 2022(10), Ma Mingming – China 2021(54) y Mohan – India 2021(55)), miopes moderados y altos (Sibello – Cuba 2023)(45) en estudios hospitalarios o clínicos. Al estratificar estos estudios, considerando a los que solo evaluaron a poblaciones escolares generales, no seleccionadas por miopía, con mediciones comparativas pre y post pandemia y con refracciones ciclopléjicas, se reportó que:

- Presentaron mayores tasas de progresión refractiva anualizada, con incrementos en periodo de pandemia de dos a tres veces en comparación a periodos pre-pandemia (Ma Dandan, China 2021(48) / Hu, China 2021(46) / Zhang, Hong Kong 2021(47) / AlShamlan, Arabia Saudita 2023(51) / Kim, Estados Unidos 2024(49)).
- Los estudios con población miope presentaron tasas de progresión más variable según sus reportes.

### **Factores Asociados a la Progresión de la Miopía**

Entre los estudios que evaluaron factores de riesgo (11 de los 15 incluidos), se reporta que la progresión de la miopía durante la pandemia estuvo influenciada por una combinación de factores biológicos y conductuales. Sin embargo, la fuerza de asociación no es homogénea: primero porque solo una parte de los estudios realizó análisis multivariados (5 de los 11), los de Sesgo de Confusión BAJO, con

medición detallada de las exposiciones a estudiar, mientras que otros se limitaron a descripciones generales o no evaluaron factores de riesgo (Tabla 4). Por ello, la interpretación debe centrarse en estos estudios por su mayor peso metodológico.

Entre los **factores biológicos**, varios estudios reportaron una asociación independiente entre las características oculares de los pacientes evaluados y una mayor progresión de la miopía durante el periodo de pandemia. Entre ellos, una **mayor longitud axial (LAX) inicial** (Bikbov – Rusia 2023)(11) y el **antecedente de rápida progresión de miopía previa** (Mohan – India 2021)(55) se identificaron como factores de riesgo estadísticamente significativos para la progresión de la miopía, incluso tras ajustar por variables demográficas y conductuales. Además, la **edad** mostró resultados interesantes en algunos estudios, observándose una mayor progresión de miopía en niños de menor edad (Bikbov – Rusia 2023)(11), mientras que la edad mayor actuó como un factor protector (Ma Mingming – China 2021)(54). Sin embargo, variables como el sexo o los antecedentes familiares de miopía no mantuvieron una asociación significativa constante en los estudios incluidos.

En cuanto a los **factores conductuales y ambientales**, los estudios con mayor peso metodológico por un sesgo de confusión BAJO al utilizar modelos estadísticos multivariados reportaron un **aumento del tiempo de uso de pantallas digitales** y del **trabajo de visión de cerca** durante el periodo de pandemia. Se identificó que un mayor tiempo dedicado a **lectura/escritura** (Zhang – Hong Kong 2021)(47), **educación virtual** (Ma Dandan – China 2021)(48) y Ma Mingming –

China 2021(54)) y **uso de pantallas digitales** (Ma Dandan – China 2021)(48) se asociaron, en dichos estudios, a una mayor progresión de la miopía o mayor aumento de longitud axial (LAX) ocular. Incluso describen un mayor cambio refractivo conforme aumentan las horas de exposición a pantallas digitales, donde por cada 1 hora al día de uso, se asocia a un equivalente esférico -0.21 D adicional de progresión de la miopía (Ma Mingming – China 2021)(54). Agrego que algunos trabajos de menor peso metodológico reportaron una relación entre el tiempo de uso de dispositivos electrónicos de pequeño tamaño (teléfonos celulares y tablets) y la mayor progresión de la miopía.

Por el contrario, la variable de **tiempo al aire libre** no reportó resultados consistentes de asociación entre los estudios incluidos. En el trabajo de Mohan (India – 2021)(55) una **menor exposición diaria a luz solar**, menos de 1 hora al día, se asoció estadísticamente con una **mayor progresión de la miopía** durante el periodo de estudio, mientras que en el estudio de Bikbov (Rusia 2021)(11) la asociación fue débil, no alcanzando significación estadística tras el ajuste por covariables.

**Tabla N°3: Resultados Refractivos y Biométricos de los Estudios Incluidos**

<b>Autor/ Año/Lugar</b>	<b>Población</b>	<b>Edad</b>	<b>Progresión Refractiva Pre-Pandemia</b>	<b>Progresión Refractiva Pandemia</b>	<b>Cambio Longitud Axial Pre-Pandemia</b>	<b>Cambio Longitud Axial Pandemia</b>	<b>Comentario</b>
Prsova, Linda (2023 - Eslovaquia)(44)	47 (Escolar/ Poblacional)	7-12 años	No hubo seguimiento seriado antes de 2019; sólo una medición basal pre-COVID.	EE medio pasó de aprox. +1,0 D a +0,7 D en 3 años (aumento de miopía global -0,30 D, <b>-0,10 D/año</b> ). Prevalencia de miopía >4,2%	No hubo seguimiento seriado antes de 2019	LAX media aumentó de 23,05 a 23,30 mm en 3 años (+0,25 mm; <b>+0,08 mm/año</b> ).	Categoría A (EE+LAX), muestra pequeña. Selección por conveniencia en 1 escuela primaria. Aumento leve de miopía y elongación axial durante periodo COVID. Control post pandemia muy prolongado: 3 años.
Bikbov, Mukharram (2023 - Rusia)	461 (Escolar/ Poblacional)	6-17 años	Progresión no evaluada, solo medidas basales	EE: cambio total OD: -0.12 D en 1.41 años: <b>-0.085 D/año</b> .	Progresión no evaluada	LAX global +0,26 mm en 1,41 años ( <b>+0,19 mm/año</b> ); Niños <9,6 años, +0,41 mm en 1,41 años ( <b>+0,29 mm/año</b> ).	Categoría A (EE incompleto +LAX) Tropicamida Estudio de 4 escuelas muestra un incremento de elongación axial durante periodo COVID, especialmente en los más pequeños <9.6 años, aunque sin grandes cambios en EE. Control postpandemia prolongado 1.41 años.
Sibello, Deustua (2023 - Cuba)	12 (Clínica/ Hospitalaria) Miopes moderados y altos	5-18 años	EE medio (OD): -4,11 D (2019) a -5,00 D (2020) y -6,08/-6,9 D (2021) Incremento de la miopía de <b>-0,89 D</b> el primer año (No anualizado)	EE medio (OD) tuvo disminuyó <b>-1,97 D</b> acumulados a los 2 años, similar OS (No anualizado).	LAX media aumentó de +23,0 mm (2019) a +23,6 mm (2020) y +25,5 mm (2021), es decir, LAX <b>+0,55 mm</b> el primer año.	LAX media aumentó <b>+1,90 mm</b> en dos años respecto a 2019.	Categoría A (EE incompleto +LAX) Tropicamida, muestra muy pequeña. Disminución importante del EE y aumento de LAX durante el periodo COVID. No representativa de población general, no anualizado por no precisar meses de seguimiento.

Hu, Yin (2021 - China)	2114 (Escolar/ Poblacional)	7-8 años	Cohorte no expuesta del 2018–2019: cambio EE <b>-0.31 D/año</b> .	Cohorte expuesta cambio EE <b>-0.67 D/año</b> Incidencia >7,9%. Prevalencia 3.º grado de 13,3% a 20,8% (+7,5%).	LAX cohorte no expuesta <b>+0.22 mm/año</b> .	Cohorte expuesta <b>+0.31 mm/año</b> . Elongación axial adicional de +0,09 mm vs no expuesto.	Categoría A (EE+LAX) Poblaciones diferentes.  Gran cohorte de 12 escuelas, en 1 año de pandemia presentaron una <b>uplicación</b> de su miopía y una incidencia de miopía también duplicada de 7.5% a 15.3%, con un incremento significativo de LAX.
Zhang, Xiujuan (2021 – Hong Kong)	Pre: 1048/ Post: 709 (Escolar/ Poblacional)	6-8 años	Cohorte histórica pre-COVID, en 3 años: EE medio de +0,34 a -0,93 D (-1,27 D; <b>-0,41 D/año</b> )	Cohorte COVID, 8 meses de seguimiento, EE disminuyó en -0,50 ± 0,51 D: <b>-0,75 D/año</b>	Elongación axial de 23,02 a 23,89 mm en 3 años (+0,88 mm; <b>+0,29 mm/año</b> ).	8 meses seguimiento, LAX aumentó +0,29 ± 0,35 mm ( <b>+0,43 mm/año</b> ), adicional +0.14mm	Categoría A (EE+LAX) Poblaciones diferentes.  Incremento casi <b>duplicado</b> de la velocidad > miopía y LAX durante periodo COVID. > Incidencia de miopía pre vs post COVID de 14 a 28% al año (anualizado).
Ma, Dandan (2021 - China)	208 (Escolar/ Poblacional)	8-10 años	Cambio medio 7 meses: EE fue -0,30 D ± 0,50 D ( <b>-0.51 D/año</b> )	Cambio medio 7 meses: EE -0,90 D ( <b>-1.54 D/año</b> ), (p < 0,001).	Elongación axial media de +0,23 mm ± 0,18 mm ( <b>+0.39 mm/año</b> )	LAX > +0,24 ± 0,19 mm ( <b>+0.41 mm/año</b> ), adicional 0.02mm, sin diferencia significativa (p = 0,37).	Categoría A (EE+LAX)  Cambio refractivo se <b>triplica</b> durante la educación en casa, mientras que la elongación axial tuvo un incremento no significativo.
Kim, Eugene (2024 – EE. UU)	2064 (Clínica/ Hospitalaria)	2-17 años	EE medio de +0,12 ± 3,70 D a -0,07 ± 3,95 D ( <b>-0,19 D/año</b> ).	EE medio de -0,07 ± 3,95 D a -0,49 ± 3,85 D ( <b>-0,42 D/año</b> ), (p < 0,0001).	No se midió longitud axial.	No se midió longitud axial.	Categoría B (EE)  Estudio hospitalario grande. Se <b>duplica</b> la progresión de miopía en periodo COVID. El aumento fue mayor en niños con miopía baja.

Althnayan, Yasser (2023 – Arabia Saudita)	150 (Clínica/ Hospitalaria)  Miopes	6-14 años	Evaluación basal 2 años el EE medio era de aprox. <b>-0,29 D/año.</b>	EE medio luego de 27 a 36 meses de seguimiento, cambió a <b>-0,40 D/año</b>	No se midió longitud axial.	No se midió longitud axial.	Categoría B (EE)  Aumento pequeño pero significativo, seguimiento postpandemia prolongado.
AlShamlan, Fatemah (2023 – Arabia Saudita)	80 (Escolar/ Poblacional)	6-12 años	Cambio EE a positivo - hipermetrópico ( <b>+0.24 D/año</b> ) en la mayoría de los subgrupos.	Todos: cambios hacia miopía <b>-0.29 D/año</b> ; significativamente mayor en el ojo más miope/menos hipermetrope de cada niño.	No se midió longitud axial.	No se midió longitud axial.	Categoría B (EE)  Antes del confinamiento predominan cambios hipermetrópicos; post confinamiento hay cambio hacia la miopía en prácticamente todos los ojos.
Chande, Prema (2023 - India)	56 (Clínica/ Hospitalaria)  Miopes	7-11 años	EE medio: Basal: $-4,74 \pm 3,83$ D. 1ª visita: $-5,46 \pm 3,81$ D Cambio de EE: $-0,72 \pm 0,84$ D en 14,6 meses. Tasa mensual: <b><math>-0,06 \pm 0,07</math> D/mes. (<math>-0.72</math> D/año)</b>	EE medio 2ª visita: $-6,42 \pm 3,66$ D. Cambio medio entre 1ª y 2ª visita: $-0,96 \pm 0,88$ D en 28 meses. Tasa mensual: <b><math>-0,03 \pm 0,03</math> D/mes (<math>-0.36</math> D/año)</b> , significativamente <b>más lenta</b> que en el periodo previo ( $p = 0,019$ ).	No se midió longitud axial	No se midió longitud axial.	Categoría B (EE)  A diferencia de los demás estudios incluidos, muestra que la tasa mensual de miopía cambió a un ritmo <b>más lento</b> después del confinamiento ( $-0,06$ a $-0,03$ D/mes). El periodo de seguimiento postpandemia fue casi el doble al del periodo pre-pandemia.
Yao, Yao (2022 - China)	1819 (Escolar/ Poblacional)	7-9 años	No hay medidas seriadas antes de 2019; solo una medición basal (oct-2019).	EE medio de $+1,07 \pm 0,92$ D a $+0,59 \pm 1,08$ D ( <b><math>-0,48</math> D/año</b> ). La prevalencia aumentó de 3,9% a 10,9%.	No se midió longitud axial	LAX media tras la cuarentena: $22,79 \pm 0,78$ mm (nov-2020); no LAX previa.	Categoría B (EE)  Gran cohorte de 7 escuelas en una región de altitud geográfica en China (Tibet).

Cai, Tao (2022 - China)	115 (Clínica/ Hospitalaria)  Miopes	7-12 años	EE: -0,20 D/3 meses ( <b>-0.80 D/año</b> )	Cambio EE: -0.45 D/3 meses ( <b>-1.80 D/año</b> )	LAX mensual: 0,033 mm/mes ( <b>+0.396 mm/año</b> )	LAX mensual: 0,046 mm/mes ( <b>+0.552 mm/año</b> ), adicional de +0.156 mm	Categoría B (LAX) EE sin ciclopejia  Estudio hospitalario con biometría seriada (+35% en la tasa de crecimiento durante confinamiento).
Picotti, Carolina (2022 - Argentina)	39 (Clínica/ Hospitalaria)  Debut miopía	5-18 años	2018: +0,29 ± 0,56 D, 2019: -0,12 ± 0,70 D (> <b>-0,37 ± 0,43 D/año</b> )	Debut miopía: EE -1,33 ± 0,73 D. Aumento: <b>-1,12 ± 0,70 D/año.</b>	No se midió longitud axial.	No se midió longitud axial.	Categoría B (EE), muestra pequeña.  Estudio realizado en varios centros oftalmológicos públicos y privados: levemente hipermetropes o casi emétopes pasan a ser miopes.
Ma, Mingming (2021 - China)	201 (Clínica/ Hospitalaria)  Miopes	7-12 años	Cambio medio de EE entre basal a visita 1: -0,39 ± 0,58 D en 6 meses ( <b>-0,78 D/año</b> ).	Cambio medio de EE entre visita 1 y 2 (cuarentena): -0,98 ± 0,52 D en 6 meses ( <b>-1,96 D/año</b> ).	No se midió longitud axial.	No se midió longitud axial.	Categoría B (EE)  Estudio que demuestra de forma muy clara que la tasa de miopía <b>aumenta 2.5 veces</b> durante el periodo COVID.
Mohan, Amit (2021 - India)	133 (Clínica/ Hospitalaria)  Miopes	6-18 años	Cambio medio <b>-0,25 D/año</b> , con solo 10,5% de niños mostrando progresión rápida ≥1 D/año.	Cambio medio: <b>-0,90 D/año</b> , significativamente mayor que periodo previo (p < 0,00001). Niños con progresión rápida ≥1 D/año aumentó de 10,5% a 45,9%.	No se midió longitud axial.	No se midió longitud axial.	Categoría B (EE)  Aumento <b>más del triple</b> de miopía durante la pandemia y casi la mitad de los niños pasan a ser progresores rápidos (≥1 D/año).

**Tabla N°4: Factores de Riesgo Asociados en los Estudios Incluidos**

Autor/ Año/Lugar	Factores de Riesgo Evaluados	Asociación con Progresión	Comentario
Prsova, Linda (2023)	No evaluados, solo mediciones refractivas y biométricas.	No evaluado.	No evalúa factores de riesgo asociados.
Bikbov, Mukharram (2023)	Edad, sexo, duración del seguimiento, tiempo al aire libre (entre semana y fines de semana), alimentación, actividad física, parámetros psicológicos (estrés, ansiedad, síntomas de visión por computadora), sueño, antecedentes parentales de miopía, y múltiples variables socioeconómicas.	En el análisis <b>multivariado</b> , los factores independientes (ajustados) asociados a mayor longitud axial ( <b>LAX</b> ) fueron: <b>menor edad, sexo femenino, mayor duración del período estudiado y mayor LAX basal</b> . El tiempo al aire libre mostró asociación débil/no concluyente.	Resultados que muestran que el efecto de la pandemia fue pequeño y la asociación con factores ambientales fue débil, lo que limita su peso en la interpretación causal.
Sibello, Deustua (2023)	Edad, sexo, antecedentes familiares de miopía y horas de pantalla. El único factor ambiental cuantificado fue tiempo de pantalla, sin medir actividades al aire libre ni trabajo de cerca de forma diferenciada.	Aunque se midió tiempo de pantalla, el estudio no logró demostrar asociación estadística debido al tamaño muestral pequeño (n=12).	Su peso para factores de riesgo es bajo, porque el análisis es descriptivo y no evalúa tiempo al aire libre, lectura cercana, ni modelos ajustados.
Hu, Yin (2021)	No evaluados, solo mediciones refractivas y biométricas.	No evaluado.	No evalúa factores de riesgo asociados.

Zhang, Xiujuan (2021)	Tiempo al aire libre, tiempo de lectura/escritura, tiempo de pantallas, trabajo de cerca total, miopía parental, edad y sexo.	Cambios conductuales: <b>tiempo al aire libre</b> bajó de 1.27 a 0.41 h/día, <b>tiempo de pantallas</b> aumentó de 2.45 a 6.89 h/día. Sin embargo, en regresión <b>multivariada</b> , ningún factor conductual (tiempo al aire libre, tiempo de uso de pantallas digitales, trabajo de cerca) se asoció con incidencia de miopía. En cambio, el <b>Tiempo de lectura/escritura</b> sí se asoció como factor independiente (ajustado) con mayor <b>progresión del EE</b> y mayor longitud axial ( <b>LAX</b> ) ocular.	Estudio que muestra gran cambio en hábitos, pero solo el <b>tiempo de lectura/escritura</b> se relacionó con progresión objetiva; tiempo de pantallas y al aire libre no mostraron asociación independiente en modelos ajustados.
Ma, Dandan (2021)	Tiempo en pantallas, tiempo en aprendizaje online, trabajo de cerca total, tiempo al aire libre, edad y sexo.	En <b>multivariado</b> : Factores independientes (ajustado): la <b>progresión del EE</b> se relacionó a <b>aprendizaje online, tiempo de uso de pantallas</b> y <b>LAX inicial mayor</b> durante el periodo de pandemia. Tiempo al aire libre no fue significativo.	Estudio demuestra factores de riesgo ajustados como el <b>tiempo de pantallas</b> y <b>tiempo de aprendizaje online</b> como factores independientes.
Kim, Eugene (2024)	Edad, sexo y zona residencial (urbano vs suburbano).	No hubo diferencias por sexo; patrones similares en zonas urbanas y suburbanas.	Sin medición directa de factores de riesgo, por lo que solo permite inferencias ambientales.
Althayan, Yasser (2023)	Sexo; tiempo de pantalla educativo (bajo 0.5–2 h, medio >2–4 h, alto >4 h/día); tiempo de pantalla recreativo; tiempo al aire libre (suficiente $\geq 2$ h/día vs insuficiente <2 h/día); tipo de dispositivo usado para aprendizaje (TV, computadora, tablet, celular).	Al evaluarse el cambio del EE: <b>Tiempo al aire libre insuficiente (&lt;2 h/día), mayor tiempo de pantallas recreativas</b> . Edad mayor factor protector. No hubo asociación significativa para Pantallas educativas, sexo ni tipo de dispositivo.	Estudio que cuantifica tiempo al aire libre y pantallas, y aplica análisis de supervivencia. Aporta evidencia fuerte de que <b>menos tiempo al aire libre</b> y más <b>tiempo de pantalla recreativa</b> se asocian de forma independiente con mayor progresión, mientras que la pantalla educativa y el tipo de dispositivo no parecen determinantes.

AlShamlan, Fatemah (2023)	Tipo de dispositivo usado para clases virtuales (tablet, teléfono celular, PC, TV); tiempo de trabajo escolar de cerca y no escolar; tiempo al aire libre; edad, sexo, vivienda (apartamento vs casa), educación de los padres, historia familiar de miopía.	Se observó mayor progresión de miopía solo en <b>usuarios de tablet</b> . Durante el periodo de pandemia aumentó significativamente el trabajo escolar de cerca y disminuyó el tiempo al aire libre. Mayor progresión: <b>edad &gt;8 años</b> , vivir en <b>apartamento</b> , padres con <b>educación universitaria</b> y niños <b>sin historia familiar</b> de miopía. Uso de teléfono celular, PC y TV no mostraron asociación significativa.	Estudio que identifica factores de riesgo específicos: uso de <b>tablet</b> (distancia de trabajo de cerca), <b>bajo tiempo al aire libre</b> y mayor carga de <b>trabajo escolar de cerca</b> ; además de factores demográficos (vivienda, edad).
Chande, Prema (2023)	No evaluados, solo mediciones refractivas.	No evaluado.	No evalúa factores de riesgo asociados.
Yao, Yao (2022)	Analizaron solo factores demográficos: edad, sexo, etnia, localización escolar (urbano/suburbano), IMC, presión intraocular, saturación de oxígeno.	En la regresión multivariable, la <b>saturación de oxígeno</b> fue significativa. Ninguna variable demográfica (edad, sexo, etnia) fue significativa.	La saturación de oxígeno mostró asociación estadística, pero no representa un factor de riesgo clínico ni conductual para progresión de miopía; características propias de la altitud.
Cai, Tao (2022)	Herencia (miopía parental y grado), horas/día de lectura y escritura en interior, tiempo total de trabajo en cerca (lectura, escritura, computador, celular/tablet), horas de uso de computador y de celular/tablet, tiempo de exposición a luz exterior, forma de exposición (luz al aire libre vs “luz desde balcón”), distancia al computador/TV, tiempo de descanso tras trabajo continuo, horas de sueño.	Mayor longitud axial (LAX) se correlacionó con: <b>miopía parental</b> , mayor <b>tiempo de trabajo de cerca</b> total y de lectura/escritura, más uso de <b>computador</b> y <b>celular/tablet</b> , y método de luz “dentro de casa/balcón”. Factores protectores: <b>mayor edad</b> , más <b>tiempo de descanso</b> tras uso continuo, más tiempo de <b>sueño</b> , mayor <b>distancia al computador</b> y mayor <b>luz del exterior</b> . La <b>astenopia</b> mostró una tasa de aumento de longitud axial (LAX) significativamente más alta.	Identifica un patrón coherente de riesgo por trabajo en cerca + pantallas y protección por descanso, sueño y luz exterior, aunque basado en correlaciones y sin cicloplejia.

Picotti, Carolina (2022)	No evaluados, solo mediciones refractivas.	No evaluado.	No evalúa factores de riesgo asociados.
Ma, Mingming (2021)	Edad, sexo, tiempo diario en pantallas para educación online (celular, tablet, TV, proyector, separado entre semana/fin de semana), otras tareas de trabajo de cerca (lectura, tareas, música), tiempo en actividades al aire libre y tipo de dispositivo usado para las clases.	El <b>tiempo en pantallas</b> pasó de 0.67 a 5.24 h/d y el <b>tiempo al aire libre</b> de 1.11 a 0.49 h/d. En <b>regresión múltiple</b> , factores independientes (ajustado): más horas de <b>pantalla para educación online</b> se asociaron con mayor <b>progresión del EE</b> , donde por cada 1 hora al día de uso, se asoció a un equivalente esférico (EE) -0.21 D adicional de progresión de la miopía, mientras que la <b>edad mayor</b> fue protectora. Los niños que usaban <b>celular/tablet</b> tuvieron una mayor <b>progresión del EE</b> que los que usaban TV/proyector. El tiempo al aire libre no alcanzó significancia en el modelo ajustado.	Demuestra la casi duplicación de la tasa de progresión de miopía durante la cuarentena y vincula de forma independiente la progresión con el <b>aumento de tiempo de pantallas educativo</b> y con el <b>tipo de dispositivo</b> (celular/tablet).
Mohan, Amit (2021)	Tiempo diario de clases online, duración de videojuegos en celular, uso de TV, tiempo al aire libre, exposición solar, historia de miopía parental y antecedente de progresión rápida de miopía (>1 D/año).	En <b>multivariado</b> , dos factores independientes (ajustados): Exposición <b>solar &lt;1 h/día</b> y <b>progresión rápida de miopía previas</b> se asociaron a mayor <b>progresión del EE</b> . El uso de celular $\geq 1$ h/día fue significativo en bivariado, no en ajustado.	Evidencia de que el <b>antecedente de progresión rápida de miopía</b> y de un factor modificable fuerte como la <b>exposición al sol &lt;1 h/d</b> fueron factores independientes.

### **Comparación de la progresión antes, durante y después de la pandemia**

Los 15 estudios incluidos fueron de corte temporal longitudinal, observacional, lo que nos permite evaluar al menos dos momentos de medición, periodo pre-pandemia vs periodo de pandemia. De todos los estudios, 11 reportan a su vez mediciones seriadas previas a la pandemia lo que nos brinda información adicional comparando cambios de **progresión pre-pandemia** y cambios de **progresión en periodo de pandemia**. Algunos incorporan algún seguimiento adicional posterior al levantamiento parcial de las medidas de confinamiento en sus países. Esta estructura permitió comparar la progresión de la miopía en tres escenarios:

1. Periodo previo a la pandemia, evolución natural.
2. Periodo de confinamiento estricto y educación a distancia.
3. Etapa de reapertura o retorno gradual de la presencialidad.

En estos 11 estudios seriados, se observa una clara tendencia hacia una mayor progresión de la miopía durante la pandemia (Tabla N°3). Entre los trabajos que aportan datos anualizados comparables (10 de 11), la **progresión pre-pandemia** del equivalente esférico (EE) osciló aproximadamente entre **-0.19 y -0.80 D/año**, mientras que en el **periodo pandemia** estos mismos estudios presentaron tasas entre **-0.29 y -1.96 D/año**, mostrando un aumento de la progresión de la miopía comparando ambos periodos. Un caso particular es el estudio de AlShamlan (Arabia Saudita – 2023)(51), donde el error refractivo pasó de una ligera tendencia hipermetrope (**+0.24 D/año**) a una progresión miópica franca (**-0.29 D/año**) durante el periodo de pandemia por COVID-19, registrándose

un cambio de trastorno refractivo más que un incremento sobre una refracción ya miópica.

La única excepción al aumento de progresión de la miopía fue el estudio de Chande (India - 2023)(52), donde la progresión se redujo de **-0.72 a -0.36 D/año**, aunque con un mayor intervalo de seguimiento post pandemia. Algunos trabajos como los de Prsova (Eslovaquia – 2023)(44), Bikbov (Rusia – 2023)(11) y Yao (China – 2022)(12) solo aportan valores del periodo de pandemia (aproximadamente entre **-0.08 y -0.48 D/año**), sin datos previos para comparación con mediciones pre-pandemia. Finalmente, el estudio de Sibello (Cuba - 2023)(45), realizado con una pequeña muestra de miopes moderados y altos, reporta cambios de progresión importantes (**-0.89 D a -1.97 D** en intervalos no anualizados), aunque con refracción incompleta usando Tropicamida, que confirman una progresión intensa pero no son directamente comparables con las tasas anuales estandarizadas del resto de los estudios incluidos.

En cuanto a la longitud axial (LAX) ocular, el número de estudios con datos comparativos de mediciones pre-pandemia vs mediciones en periodo de pandemia es menor, pero el patrón de progresión se mantiene. En los 4 estudios que reportaron valores anualizados comparables (Hu – China 2021(46), Zhang – Hong Kong 2021(47), Ma Dandan – China 2021(48) y Cai – China 2022(10)), la longitud axial (LAX) ocular del periodo pre-pandemia se reportó entre **+0.22 mm y +0.39 mm/año**, mientras que durante el periodo pandemia aumentó hasta valores en torno

a **+0.31 mm a +0.55 mm/año**, lo que implica un incremento adicional de alrededor de **+0.09 mm a +0.156 mm/año** en la tasa de progresión de longitud axial (LAX).

Otros estudios, como los de Prsova (Eslovaquia -2023)(44) y Bikbov (Rusia – 2023)(11), solo disponen de mediciones en periodo durante la pandemia COVID-19 (con progresiones de **+0.08 mm/año** y hasta **+0.29 mm/año** en los más pequeños, respectivamente) pero con periodos de medición post pandemia prolongados. El estudio de Sibello (Cuba – 2023)(45) en miopes moderados y altos, se reportan incrementos acumulados muy elevados de la longitud axial (LAX) ocular, con una progresión de **+0.55 mm a +1.90 mm** (tasas no anualizadas) aunque con cicloplejia incompleta, que muestran la particularidad de este subgrupo, pero que por su naturaleza estadística no pueden integrarse en los rangos cuantitativos generales.

En términos generales, los resultados muestran que:

- Durante el periodo de pandemia por COVID-19, casi todos los estudios que realizaron comparaciones longitudinales pre vs post documentaron un **aumento de la progresión de miopía y/o aumento de la longitud axial (LAX) ocular**, con pendientes de cambio mayores que en el periodo pre-pandemia.

Un subgrupo de los estudios incluidos extendió el seguimiento con mediciones posteriores al periodo de confinamiento estricto, permitiendo evaluar la evolución refractiva y biométrica tras la reapertura progresiva de las actividades

escolares y sociales. Los estudios de Bikbov (Rusia - 2023)(11), Sibello (Cuba - 2023)(45), Kim (Estados Unidos - 2024)(49), AlShamlan(51) y Althnayan(50) (Arabia Saudita – 2023) y Yao (China - 2022)(12), realizaron mediciones después del levantamiento de las restricciones más estrictas. En estos trabajos, se observó que la progresión de la miopía y la longitud axial (LAX) ocular, **no mostraron una desaceleración inmediata tras el confinamiento**, manteniéndose en algunos casos dentro de los rangos reportados en el periodo de pandemia, esto además observado con distinta duración de seguimiento entre estudios.

Asimismo, los estudios de Zhang (Hong Kong - 2021)(47) y Hu (China - 2021)(46) reportaron una duplicación de la incidencia de miopía (casos nuevos) durante el periodo de pandemia con relación a los estudios y reportes pre-pandemia.

**Tabla N°5: Comparación por Región Geográfica y Nivel de Confinamiento**

<b>País / Región</b>	<b>Estudios Incluidos</b>	<b>Progresión Pre-COVID (EE)</b>	<b>Progresión COVID (EE)</b>	<b>Aceleración</b>	<b>Tiempo de Cierre Escolar (Semanas)</b>	<b>Comentario</b>
<b>China (Asia)</b>	Ma, Dandan(48)	-0.51 D/año	-1.54 D/año	-1.03 D/año	Total: 9 sem. Parcial: 21 sem.	Aceleración refractiva marcada, aunque con valores heterogéneos atribuible a diferencias etarias, duración de seguimiento y metodología. Cierre escolar temprano pero muy estricto.
	Ma, Mingming(54)	-0.78 D/año	-1.96 D/año	-1.18 D/año		
	Hu(46)	-0.31 D/año	-0.67 D/año	-0.36 D/año		
	Cai(10)	-0.80 D/año (No ciclopejia)	-1.80 D/año (No ciclopejia)	-1.00 D/año		
	Yao (Tibet)(12)	No disponible	-0.48 D/año	No calculable		
	Zhang (Hong Kong)(47)	-0.41 D/año	-0.75 D/año	-0.34 D/año		
<b>India (Asia)</b>	Mohan(55)	-0.25 D/año	-0.90 D/año	-0.65 D/año	Total: 25 sem. Parcial: 68 sem.	Mohan muestra gran impacto en la India, pero Chande es la excepción por desaceleración.
	Chande(52)	-0.72 D/año	-0.36 D/año	+0.36 D/año		
<b>Arabia Saudita (Asia)</b>	AlShamlan(51)	+0.24 D/año	-0.29 D/año	-0.53 D/año	Total: 50 sem. Parcial: 18 sem.	AlShamlan muestra cambio de hipermetropía a miopía, Althnayan cambio leve. Cierre escolar muy prolongado.
	Althnayan(50)	-0.29 D/año	-0.40 D/año	-0.11 D/año		

<b>Argentina (Américas)</b>	Picotti(53)	-0.37 D/año	-1.12 D/año	-0.75 D/año	Total: 22 sem. Parcial: 60 sem.	Gran impacto refractivo, asociado a cierre escolar prolongado.
<b>Estados Unidos (Américas)</b>	Kim(49)	-0.19 D/año	-0.42 D/año	-0.23 D/año	Total: 0 sem. Parcial: 77 sem.	Duplicación en la progresión de miopía, confinamiento parcial muy prolongado.
<b>Cuba (Américas)</b>	Sibello(45)	-0.89 D (no anualizado)	-1.97 D (no anualizado)	No calculable	Total: 19 sem. Parcial: 57 sem.	Miopes altos, no anualizado. No generalizable, pero muestra progresión.
<b>Eslovaquia (Europa)</b>	Prsova(44)	No disponible	-0.10 D/año	No calculable	Total: 10 sem. Parcial: 28 sem.	Cambios leves, sin comparativo pre-COVID. Restricciones cortas y solo parciales.
<b>Rusia (Europa)</b>	Bikbov(11)	No disponible	-0.08 D/año	No calculable	Total: 0 sem. Parcial: 19 sem.	Cambios leves, sin comparativo pre-COVID. Restricciones cortas y solo parciales.

Nota 1: Tiempo de Cierre Escolar. Total = cierre completo de escuelas; Parcial = reaperturas intermitentes o educación híbrida, según datos de la UNESCO(42)

Nota 2: Aceleración = Progresión COVID – Progresión Pre-COVID (D/año)

### Comparación por Región Geográfica y Nivel de Confinamiento

La Tabla N°5 representa la comparación de los cambios refractivos antes y durante la pandemia por COVID-19, estratificada por país/región geográfica, estudios incluidos y duración de cierre escolar, expresada en semanas de cierre Total y Parcial. En la mayoría de los estudios incluidos se observó un incremento en la progresión de la miopía durante el periodo de pandemia, aunque con una magnitud variable entre regiones y estudios dentro del mismo país.

#### Asia

De los estudios realizados en Asia, particularmente en **China**, se reportó de una **mayor aceleración en la progresión de la miopía durante la pandemia** en comparación con el periodo pre-pandemia, considerando la política de confinamiento temprano y estricto. Los estudios de Ma Dandan (2021)(48), Ma Mingming (2021)(54) y Hu (2021)(46) mostraron aceleraciones refractivas entre **-0.36 D y -1.18 D/año**, siendo los dos primeros los que mostraron valores de progresión más altos entre los periodos pre y post pandemia de todos los estudios incluidos. En el estudio de Cai (2022)(10), también se reportó una aceleración importante (-1.00 D/año), aunque los resultados deben interpretarse con cautela debido a que las refracciones no fueron realizadas bajo cicloplejia. Por el contrario, el estudio de Yao (Tíbet - 2022)(12) no permitió el cálculo de aceleración al no reportarse mediciones con un periodo pre-pandemia comparable. En **Hong Kong**, el estudio de Zhang (2021)(47) mostró un aumento moderado en la progresión de la miopía durante la pandemia, con una aceleración de **-0.34 D/año** respecto al periodo pre-pandemia.

En la **India**, país con un periodo de confinamiento prolongado y severo, los resultados fueron heterogéneos. El estudio de Mohan (2021)(55) reportó una **aceleración** importante en la progresión de la miopía con un cambio del equivalente esférico (EE) de **-0.65 D/año** durante el periodo de pandemia por COVID-19. Por el contrario, el estudio de Chande (2023)(52) mostró una **reducción de la progresión** de la miopía durante la pandemia, con un aumento del equivalente esférico (EE) de **+0.36 D/año**, aunque con un mayor intervalo de seguimiento post pandemia, constituyendo la única excepción dentro del conjunto de estudios incluidos.

Entre los 2 estudios de **Arabia Saudita**, país que también reportó un periodo de confinamiento importante, ambos trabajos mostraron progresión de la miopía durante el periodo de pandemia, aunque en distinta magnitud. AlShamlan (2023)(51) reportó una aceleración marcada (**-0.53 D/año**), mostrando un cambio desde la hipermetropía en periodo pre-pandemia hacia la miopía durante el periodo de pandemia. Sin embargo, Althnayan (2023)(50) mostró un cambio refractivo leve (**-0.11 D/año**).

### **Américas**

Los 3 estudios incluidos de esta región geográfica mostraron aumentos en la progresión de la miopía durante la pandemia. El estudio de Picotti (Argentina – 2022)(53) reportó una aceleración importante en la disminución del equivalente esférico (EE) de **-0.75 D/año** en un periodo de cierre escolar prolongado(42), similar al resto de Latinoamérica. En **Estados Unidos**, el estudio de Kim (2024)(49) mostró una duplicación en la progresión de la miopía durante el periodo de

pandemia por COVID-19, con una aceleración de **-0.23 D/año**, a pesar de no reportarse un cierre escolar total y el predominio de restricciones parciales prolongadas.

El estudio de Sibello (Cuba - 2023)(45) no permitió el cálculo de aceleración debido a que los cambios refractivos reportados no se encontraban anualizados; sin embargo, sus resultados muestran progresión importante de la miopía durante el periodo de pandemia en una población pequeña de miopes altos.

### **Europa**

Los estudios incluidos correspondientes a esa región geográfica mostraron **cambios leves** en la progresión de la miopía durante la pandemia. Los trabajos tanto de Prsova (Eslovaquia - 2023)(44) como Bikbov (Rusia 2023)(11) reportaron tasas de progresión bajas durante el periodo de pandemia por COVID-19 (**-0.10 D** y **-0.08 D/año**, respectivamente), aunque no se pudo calcular aceleración por ausencia de mediciones en un periodo pre-pandemia comparable.

La comparación por país / región y nivel de confinamiento por tiempo de cierre escolar mostró que la **aceleración en la progresión de la miopía durante el periodo de pandemia fue más marcada en los estudios de Asia y América**, con valores especialmente elevados en varios estudios chinos y latinoamericanos, mientras que los estudios europeos reportaron cambios leves. Asimismo, se observó **variabilidad intrarregional**, con una excepción como el estudio de Chande (2023)(52) en la India, lo que muestra la heterogeneidad de los resultados entre poblaciones y diseños de estudio.

## VI. DISCUSIÓN

El principal hallazgo de la presente revisión sistemática es que la mayoría de los estudios incluidos reportaron una **aceleración en la progresión de la miopía durante el periodo de la pandemia por COVID-19**, evidenciada por un cambio del **equivalente esférico (EE) hacia valores más negativos** en comparación con el periodo de pre-pandemia. Este cambio se observó en las distintas regiones geográficas de los estudios reportados, lo que sugiere que la pandemia tuvo un impacto consistente a pesar de las diversidades poblacionales, étnicas, sistemas educativos y severidad del confinamiento en cada país.

En aquellos estudios donde se realizaron **mediciones biométricas**, se reportó un **aumento de la longitud axial (LAX)** del globo ocular, reforzando la hipótesis de que los cambios refractivos observados no pueden justificarse solo por fluctuaciones transitorias acomodativas, sino que indican **cambios estructurales del globo ocular**. Los cambios observados a nivel refractivo y biométrico indican mayor solidez a la evidencia reportada, sobre todo en los estudios con mejor metodología como el uso de refracción bajo cicloplejia adecuada y seguimiento longitudinal con mediciones comparativas pre y post pandemia.

Sin embargo, el grado de aceleración de la miopía no fue homogénea entre todos los estudios incluidos. Se evidenció una importante **heterogeneidad** en los resultados reportados en cuanto a los cambios refractivos y aumento de la longitud axial (LAX) ocular. Esto es probable por las diferencias en las características de las poblaciones estudiadas (rangos de edad, etnia, estado refractivo basal), en la intensidad y duración de las medidas de confinamiento o cierre de escuelas, así

como en los métodos empleados para la evaluación refractiva (retinoscopía o auto refractómetro). Esta variabilidad indica que es necesario interpretar los resultados reportados considerando el contexto de cada estudio y para evitar asumir un impacto uniforme de la pandemia sobre la progresión de la miopía.

### **Interpretación Clínica: Equivalente Esférico (EE) vs Longitud Axial (LAX)**

La interpretación clínica de los cambios refractivos observados durante el periodo de pandemia requiere evaluar de manera conjunta las variaciones del **Equivalente Esférico (EE)** y de la **Longitud Axial (LAX)** del globo ocular. El cambio del equivalente esférico (EE) hacia valores más negativos junto con un incremento de la longitud axial (LAX) del globo ocular (en los estudios donde ambos fueron medidos) fortalece la interpretación de que la aceleración de la miopía en esos pacientes se da en un proceso de **cambio estructural real** del globo ocular, y no es solo una variabilidad refractiva o un fenómeno acomodativo transitorio.

Las mediciones de la longitud axial (LAX) ocular aportan un valor clínico importante, dado que este cambio representa el principal componente anatómico de la progresión de la miopía axial, que es la predominante en población pediátrica. Es por ello que los estudios que evaluaron ambos parámetros de manera objetiva con refracción bajo cicloplejia y biometría ocular como en los trabajos de Hu(46) (China – 2021) y Zhang(47) (China – 2021), se demuestra con mayor relevancia metodológica el impacto de la pandemia sobre la progresión de la miopía. Esto en comparación con aquellos estudios que realizaron mediciones refractivas sin cicloplejia o sin medición de la longitud axial (LAX) ocular.

Sin embargo, no todos los estudios mostraron una relación directa entre la magnitud del cambio en el equivalente esférico (EE) y el aumento de la longitud axial (LAX) ocular. Por ejemplo, en el estudio de Ma Dandan(48) (China – 2021) se observó una progresión refractiva importante sin un incremento proporcional de la longitud axial (LAX) del globo ocular, o con cambios biométricos de menor magnitud.

Esta diferencia podría explicarse por diversos factores metodológicos y clínicos como:

- a) La **duración limitada y variable del periodo de seguimiento** durante la pandemia podría no haber sido suficiente para detectar cambios anatómicos axiales significativos, los cuales pueden manifestarse de forma más lenta y progresiva. Por ejemplo, el estudio de Hu (China - 2021)(46) realizó un seguimiento en el periodo de pandemia de 1 año, el de Zhang (Hong Kong - 2021)(47) de 8 meses y el de Ma Dandan (China - 2021)(48) de 7 meses.
- b) La **diferencia entre las poblaciones estudiadas**, tanto por la cantidad de niños evaluados como las edades de estos, también debe ser considerada, ya que hubo gran variabilidad entre los estudios incluidos. Por ejemplo, el estudio de Hu (China - 2021)(46) incluyó 2114 niños entre los 7 a 8 años, el de Zhang (Hong Kong - 2021)(47) fue de 1048 niños entre los 6 a 8 años y el de Ma Dandan (China - 2021)(48) a 208 niños ente los 8 a 10 años. Considerando que, a menor edad del niño, la velocidad de crecimiento del globo ocular es mayor, debe de tomarse en

cuenta que los estudios con niños de mayor edad pueden estar sujetos a estas diferencias en sus reportes.

- c) Los **antecedentes de la población** estudiada son un parámetro importante, ya que 7 de los 15 estudios evaluaron niños y adolescentes con miopía previa en sus diversos grados de severidad, desde debut hasta miopes altos. Esto dado que los niños con miopía axial suelen tener un aumento progresivo de longitud axial (LAX) mayor que los niños que aún presentan este problema refractivo.
- d) La **variabilidad en los métodos de medición**, debido al uso de diferentes dispositivos biométricos, así como posibles diferencias en la reproducibilidad inter-observador, podrían haber contribuido a la falta de similitud entre los resultados de medición del Equivalente Esférico (EE) y Longitud Axial (LAX) del globo ocular en algunos estudios.

En un subanálisis considerando estudios en población escolar general (no miopes), refracción con cicloplejia y mediciones comparativas pre y post pandemia se evidencia también una **aceleración en la progresión de la miopía** durante el periodo de pandemia. El estudio de Hu(46) (China – 2021) en 2114 niños de 7 a 8 años reportó un cambio anualizado del equivalente esférico (EE) de  $-0.31$  D/año en la cohorte no expuesta frente a  $-0.67$  D/año en la cohorte expuesta, duplicando la tasa de progresión, acompañado además del aumento de la longitud axial (LAX) ocular ( $+0.22$  mm vs  $+0.31$  mm/año), lo que indica que la aceleración refractiva se asocia a cambios estructurales anatómicos. El estudio de Zhang(47) (Hong Kong

– 2021) en 1048 niños entre los 6 a 8 años, evidenció también un incremento en la velocidad de progresión de la miopía reportando un Equivalente Esférico (EE) más negativo anualizado, desde  $-0.41$  D/año en el periodo pre-pandemia a  $-0.75$  D/año durante la pandemia, casi duplicando la tasa de progresión, con aumento paralelo de la longitud axial (LAX) ocular ( $+0.29$  mm a  $+0.43$  mm/año), reforzando la hipótesis con los hallazgos reportados. El estudio de Ma Dandan(48) (China – 2021) en 208 niños entre los 8 a 10 años, que realizó cohortes en tiempos similares de 7 meses pre y post pandemia, mostró una aceleración aún mayor (de  $-0.51$  D/año a  $-1.54$  D/año), triplicando la tasa de progresión. Mientras que el aumento de longitud axial (LAX) ocular presentó cambios más modestos ( $+0.39$  mm a  $+0.41$  mm/año), lo que sugiere de que parte del cambio refractivo durante el periodo de pandemia incluye también un componente acomodativo o de alteración de hábitos visuales, aparte de la progresión anatómica. Además, hay que considerar que el tamaño de la muestra fue menor disminuyendo en parte la representatividad.

En otro estudio asiático pero esta vez fuera de China como el de AlShamlan(51) (Arabia Saudita – 2023) en 80 niños entre los 6 a 12 años, documentó una inversión de la alteración refractiva, desde un cambio anualizado del Equivalente Esférico (EE) positivo en el periodo pre-pandemia ( $+0.24$  D/año) hacia el negativo, con miopización durante el periodo de confinamiento ( $-0.29$  D/año), con una duplicación de la tasa de progresión. Este cambio es interesante ya se reporta en un entorno de cierre escolar muy severo y prolongado.

En un contexto occidental, el estudio de Kim(49) (Estados Unidos – 2024) que evalúa a 2064 niños entre los 2 a 17 años, el cambio anualizado del Equivalente

Esférico (EE) en el periodo de pandemia fue aproximadamente 2 veces mayor que el periodo pre-pandemia ( $-0.19$  D/año a  $-0.42$  D/año), sugiriendo que este fenómeno refractivo no se limita a Asia, aunque con heterogeneidad por edad.

Estas consideraciones sugieren que la interpretación de los cambios refractivos durante la pandemia debe realizarse según el contexto de cada estudio, valorando los cambios tanto refractivos como los biométricos, y teniendo en cuenta las limitaciones propias de los diseños de los estudios y métodos de medición empleados. Los estudios incluidos demuestran en su mayoría, una **tendencia general hacia la progresión de la miopía**, pero también pone sobre la mesa la necesidad de estudios con seguimiento más prolongado, poblaciones más homogéneas y mediciones estandarizadas para ayudar a confirmar la relación entre cambios refractivos y aumento de la longitud axial (LAX) en este contexto de pandemia por COVID-19.

### **Heterogeneidad de los Estudios Incluidos**

A pesar de que la mayoría de los estudios incluidos reportó una aceleración en la progresión de la miopía durante la pandemia, los resultados **no fueron uniformes**, observándose una marcada heterogeneidad en la magnitud e incluso en la dirección de los cambios refractivos reportados. La presencia de estudios como el de Chande (India – 2023)(52) con menor aceleración de la miopía durante la pandemia o con resultados atípicos no invalida el hallazgo global, sino que pone de

demuestra la presencia de múltiples factores contextuales, poblacionales y metodológicos.

El **tipo de estudio evaluado** constituye un factor importante de variabilidad. Los resultados deben interpretarse considerando la heterogeneidad metodológica de los estudios incluidos. Los 15 trabajos correspondieron a estudios observacionales con temporalidad longitudinal y mediciones repetidas pre y post pandemia, incluyendo cohortes longitudinales prospectivas y retrospectivas, tanto poblacionales/escolares como clínicas/hospitalarias, junto con estudios longitudinales clínicos y series de casos con mediciones repetidas. Estas diferencias en el diseño, el marco poblacional y la estrategia de seguimiento pueden contribuir a la variabilidad observada en los cambios refractivos y biométricos reportados, así como en la identificación de factores asociados. No obstante, dicha heterogeneidad refleja las limitaciones a la evidencia bibliográfica disponible por un evento no planificado como la pandemia por COVID-19 y no invalida la consistencia global de los hallazgos. Los estudios basados en poblaciones **hospitalarias o clínicas**, que incluyen predominantemente niños con miopía previa o en seguimiento oftalmológico, tienden a reportar tasas de progresión refractiva con mayor variabilidad, en comparación con aquellos estudios **poblacionales o escolares**, donde se incluyen niños y adolescentes emétopes o con errores refractivos leves. Además, los padres de los niños con problemas refractivos ya conocidos tienden a ser más adherentes con el problema de sus hijos y acudir con mayor regularidad a sus controles hospitalarios. Esta diferencia puede presentar un sesgo de selección inherente al entorno clínico.

La **edad de los participantes** representa otro factor importante. Es de conocimiento que a menor edad, el globo ocular mantiene un crecimiento aun constante, hay mayor plasticidad de los tejidos oculares y velocidad de progresión en etapas tempranas del desarrollo visual(8). Por lo tanto, cohortes con participantes de mayor edad o adolescentes tardíos mostraron cambios más modestos, lo que podría atenuar el resultado global observado en ciertos estudios.

La **duración y severidad de las medidas de confinamiento**, sobre todo considerando el tiempo de cierre escolar según UNESCO(42), variaron considerablemente entre países y regiones, influyendo de manera directa en los patrones de exposición visual. Entornos con confinamientos prolongados como en la región de Asia y las Américas, educación virtual estricta y limitaciones severas para actividades al aire libre tendieron a asociarse a mayores incrementos en la progresión de la miopía, mientras que regiones con restricciones más breves o intermitentes mostraron resultados menos consistentes.

La heterogeneidad observada entre los estudios incluidos puede explicarse por una combinación de factores poblacionales (edad de los participantes), ambientales (confinamiento y cierre de escuelas) y metodológicos (tipo y tamaño de la población evaluada). Reconocer y considerar esta variabilidad resulta fundamental para evitar conclusiones prematuras y para entender el contexto de cada estudio en el impacto de la pandemia sobre la progresión de la miopía en diferentes escenarios.

## Comparación por País/Región y Tiempo de Confinamiento (Escuelas)

El análisis comparativo por país y región geográfica es interesante porque revela patrones diferenciados en la progresión de la miopía durante la pandemia, que parecen relacionarse más estrechamente con la intensidad y duración de las medidas de confinamiento/tiempo de cierre de escuelas, así como con cambios hacia la educación virtual o trabajo remoto y hábitos de conducta.

### **Región Asia**

Los estudios incluidos realizados en los países asiáticos mostraron, las mayores magnitudes de aceleración de la progresión de miopía durante el periodo pandémico, aunque con heterogeneidad entre subregiones. En Asia Oriental, particularmente en **China** (Ma Dandan(48) – 2021, Ma Mingming(54) – 2021, Hu(46) – 2021) y **Hong Kong** (Zhang(47) – 2021), los estudios con población escolar general y refracción ciclopléjica comparativa reportaron incrementos cercanos al doble y hasta el triple en la tasa anualizada de progresión del Equivalente Esférico (EE), acompañados en varios casos por un aumento paralelo de la Longitud Axial (LAX) ocular. Estos hallazgos se observaron predominantemente en estudios con población evaluada de menor edad (6–8 años) y en contextos de cierre escolar temprano y estricto, aunque de duración relativamente limitada.

En otras regiones asiáticas como **Arabia Saudita**, el estudio de Althnayan(50) (2023) documentó una inversión del error refractivo de la hipermetropía hacia la miopía durante el confinamiento, pasando de cambios

positivos del Equivalente Esférico (EE) en el periodo pre-pandemia a valores negativos durante el cierre escolar, en un contexto de cierre escolar muy prolongado.

En la **India**, el estudio de Mohan(55) (2021) identificó una mayor progresión de la miopía durante el periodo de pandemia, asociada a menor exposición solar y a una progresión refractiva rápida previa en su evaluación de factores asociados. Cabe mencionar que no todos los estudios mostraron una aceleración de la progresión refractiva. El estudio hospitalario de Chande(52) (2023) realizado en 56 escolares entre los 7 a 11 años exclusivamente miopes, no evidenció una aceleración comparable a la observada en estudios de población escolar general, lo que pone de manifiesto la heterogeneidad entre estudios. Pero hay que resaltar que el intervalo de seguimiento posterior al confinamiento fue considerablemente más prolongado (casi el doble) que en el periodo pre-pandemia (15 meses vs 28 meses), lo que pudo atenuar la detección de una aceleración temprana en la progresión de la miopía. En ausencia de mediciones realizadas durante el periodo de confinamiento, no puede descartarse que una mayor progresión temprana haya ocurrido y se haya diluido al promediarse sobre un intervalo de seguimiento más largo.

### **Región Américas**

En el continente americano, la evidencia mostró igualmente una señal consistente de aceleración de la miopía durante el periodo de pandemia. El estudio de Kim (Estados Unidos – 2024)(49) reportó un cambio anualizado del Equivalente Esférico (EE) aproximadamente dos veces mayor durante el periodo de pandemia

en comparación con el periodo pre-pandemia, con heterogeneidad según la edad (2 a 17 años) y un mayor impacto en niños más pequeños. En América Latina, el estudio de Picotti (Argentina – 2022)(53), en un contexto de confinamiento escolar prolongado durante gran parte de 2020, evaluó niños con miopía de inicio reciente y documentó una aceleración aún mayor del cambio refractivo, con un incremento cercano a tres veces en la tasa anualizada de progresión de miopía en comparación con los periodos pre-pandemia. Dado que las evaluaciones pandémicas se realizaron al final del periodo de confinamiento o tras la reapertura escolar, estos resultados sugieren un efecto acumulado de las restricciones sobre el inicio de la miopía. La presencia de una aceleración refractiva en esta zona geográfica occidental sugiere que el fenómeno no fue exclusivo de Asia y respalda la hipótesis de un impacto ambiental global asociado a los cambios en el estilo de vida durante la pandemia.

**Región Europa.** La evidencia procedente de Europa fue más escasa y se caracterizó por diferencias en el enfoque metodológico. El estudio de Bikbov (Rusia – 2023)(11) se centró en la progresión biométrica mediante mediciones de longitud axial (LAX) ocular, más que en cambios refractivos del Equivalente Esférico (EE). Este trabajo mostró un mayor aumento de la longitud axial (LAX) ocular durante el periodo de pandemia, particularmente en niños de menor edad (menos de 9 años), con mayor longitud axial (LAX) basal y con un seguimiento más prolongado. Aunque el estudio también evaluó progresión de la miopía, sus resultados fueron discretos y sin mediciones para evaluar comparación con progresión en periodo pre-pandemia. El estudio de Pršová (Eslovaquia - 2023)(44) aporta evidencia poblacional complementaria al analizar la prevalencia y

distribución de los errores refractivos en escolares antes y después de la pandemia. Sus resultados muestran un incremento discreto en la prevalencia de miopía en el periodo post pandemia, sugiriendo que los cambios conductuales asociados al confinamiento también tuvieron un impacto en Europa. Ambos estudios indican que, si bien el efecto del confinamiento sobre la miopía pediátrica en Europa fue menos marcado, este también estuvo presente expresándose como un aumento gradual de la longitud axial (LAX) ocular en cohortes longitudinales y como un aumento de la miopía refractiva a nivel poblacional. Pero estos datos deben tomarse con precaución, ya que, si bien las progresiones mostradas fueron discretas, ambos estudios presentan seguimientos realizados tras periodos prolongados posteriores al confinamiento, lo que podría haber atenuado la detección de una aceleración refractiva transitoria. En el caso de Bikbov, esta limitación se ve parcialmente compensada por la medición de la longitud axial (LAX) ocular como marcador estructural acumulativo.

Estas diferencias regionales refuerzan la noción de que el impacto de la pandemia sobre la miopía estuvo condicionado no solo por la duración del confinamiento, sino también por la susceptibilidad biológica basal (menor edad, LAX basal mayor), la prevalencia previa de miopía y el diseño metodológico de los estudios disponibles.

El momento del seguimiento es crítico para detectar la magnitud real del impacto del confinamiento sobre la miopía. Los estudios con mediciones durante o inmediatamente posteriores al confinamiento muestran efectos más intensos,

mientras que aquellos con seguimientos prolongados tienden a mostrar una “dilución” del cambio refractivo o solo efectos acumulativos.

La comparación por región sugiere que, aunque la aceleración miópica durante la pandemia fue observada en distintos contextos geográficos, su magnitud varió entre regiones, posiblemente influenciada por la edad de las muestras medidas, la susceptibilidad poblacional basal, las características del confinamiento escolar y las diferencias metodológicas en la medición por parte de los estudios.

Por lo tanto, la relación entre región geográfica y progresión de la miopía durante el periodo de pandemia debe interpretarse, en función del contexto ambiental y social, más que como una predisposición directa de diferencias biológicas entre poblaciones. Aunque la mayor prevalencia basal de miopía en Asia oriental ha sido ampliamente documentada en la literatura(56), los datos incluidos en esta revisión no permiten atribuir los cambios observados únicamente a factores genéticos.

### **Factores Asociados a Progresión de la Miopía**

Diversos estudios incluidos en la presente revisión sistemática exploraron factores asociados a la progresión de la miopía durante la pandemia, principalmente relacionados con cambios en el estilo de vida por el confinamiento y a las características biológicas basales predisponentes. Estos hallazgos son consistentes con lo previamente descrito en la literatura sobre progresión de la miopía(28); sin embargo, la fortaleza de la evidencia varía entre estudios debido a diferencias

metodológicas en el diseño analítico, el método de medición de las exposiciones y el control de factores de confusión.

En términos metodológicos, las asociaciones conductuales y ambientales fueron medidas en 5 de los 15 estudios incluidos, que aplicaron modelos multivariados ajustados, mientras que otros trabajos se limitaron a análisis univariado, correlacional o descripciones de exposición, lo que dificulta la comparabilidad e inferencia como factor de riesgo para la progresión de la miopía.

#### **a) Factores conductuales y ambientales**

##### **Tiempo de Uso de Pantallas Digitales y Trabajo de Cerca**

Un hallazgo recurrente fue el aumento del tiempo dedicado a pantallas digitales y actividades de visión cercana durante el periodo de pandemia por motivos laborales o académicos, en paralelo a la transición hacia educación virtual y restricciones de movilidad. Algunos de los estudios incluidos reportaron asociaciones entre mayor exposición a pantallas digitales (Ma Dandan – China 2021)(48) con una mayor progresión de la miopía. Esta tendencia resulta clínicamente importante, dado que el incremento sostenido de actividades de visión cercana se ha relacionado con mayor riesgo de miopía y mayor velocidad de progresión especialmente en la población pediátrica, tal y como describe el metaanálisis de Yang et al. (2022)(57), que identificó el uso de pantallas digitales como el factor conductual con mayor magnitud de asociación durante el confinamiento (OR= 4.56), así como un efecto adverso de la reducción del tiempo al aire libre. No obstante, es importante considerar que, en varios de los estudios

incluidos, estas exposiciones fueron obtenidas mediante cuestionarios a los padres, lo cual puede estar sujeto a sesgo de confusión por recuerdo y variabilidad entre contextos.

### **Lectura, Escritura y Educación virtual**

La educación virtual o trabajo remoto durante la pandemia no solo aumentó el tiempo frente a pantallas digitales, sino también la intensidad y continuidad del trabajo académico en interiores. Algunos estudios sugieren que la combinación de actividades escolares virtuales prolongadas (Ma Dandan(48) – China 2021 / Ma Mingming(54) – China 2021), incremento de tiempo en actividades de lectura o escritura (Zhang – Hong Kong 2021)(47) y reducción de pausas de reposo visual podría haber amplificado el estímulo de visión a corta distancia y, por lo tanto, contribuir a la aceleración de la progresión de la miopía con Equivalentes Esféricos (EE) más negativos en las refracciones y aumento de la longitud axial (LAX) ocular. Aun así, las diferencias en cuanto al tiempo de cierre total o parcial de las escuelas entre países y la duración de las clases virtuales, exigencia curricular y acceso a dispositivos electrónicos generan un marco heterogéneo, que dificulta la comparación directa entre estudios y el impacto en su problema refractivo.

### **Tiempo al Aire Libre y Exposición a Luz Natural**

En la presente revisión sistemática, el tiempo al aire libre no mostró una asociación consistente con la progresión de la miopía en los modelos multivariados: mientras Mohan (India – 2021)(55) identificó como predictor independiente una menor exposición diaria a la luz solar (<1 hora/día), en Bikbov (Rusia – 2023)(11)

la asociación fue débil y no alcanzó significación estadística tras el ajuste por covariables. Los estudios de Zhang (Hong Kong – 2021)(47), Ma Dandan (China – 2021)(48) y Ma Mingming (China – 2021)(54), reportaron que hubo una marcada disminución del tiempo al aire libre pero tampoco mostraron significancia estadística en el ajustado. Esta heterogeneidad contrasta con el metaanálisis de estudios longitudinales de Yu et al. (2023)(56), centrado en la incidencia de miopía, donde reporta que un mayor tiempo de actividades al aire libre se asocia con menor riesgo de desarrollar miopía (RR= 0.97), mientras que mayor tiempo de trabajo de cerca incrementa dicho riesgo (RR=1.05).

Estos hallazgos sugieren que el rol protector del tiempo al aire libre podría tener mayor impacto para la prevención del inicio de miopía (incidencia) a nivel poblacional, mientras que en escenarios de confinamiento y miopía ya establecida su efecto puede verse enmascarado por mediciones sesgadas y cambios simultáneos con aumento de trabajo de cerca o uso de pantallas digitales.

## **b) Factores Biológicos**

### **Edad, Sexo y Antecedentes Familiares de Miopía**

En relación con los factores biológicos, la edad se mostró como uno de los determinantes más consistentes en la progresión de la miopía durante el periodo de pandemia. Tanto los estudios incluidos en la presente revisión sistemática como los metaanálisis disponibles coinciden en que los niños de menor edad presentan una mayor aceleración en la progresión de la miopía, particularmente en etapas tempranas del desarrollo visual. El estudio de Ma Mingming (China – 2021)(54)

identifica la mayor edad como un factor protector tras el ajuste multivariado. Esto concuerda con el metaanálisis de Yang et al.(57), quien reporta que el efecto del confinamiento fue significativo en los grupos de 5–7 y 8–10 años, mientras que en edades mayores el impacto fue menos evidente. Esto refuerza la importancia de la edad como factor biológico asociado a progresión de la miopía.

El sexo femenino fue identificado como un factor de riesgo en algunos estudios como el de Bikbov (Rusia – 2023)(11), y ha sido descrito como un factor asociado en la incidencia de miopía en el metaanálisis de Yu et al.(56); sin embargo, la evidencia disponible sugiere que su influencia sobre la progresión de la miopía durante la pandemia es secundaria y dependiente del contexto, sin considerarse un determinante principal del efecto sobre la miopía.

### **Longitud Axial Basal**

En cuanto a los parámetros biométricos, la longitud axial (LAX) ocular basal se comportó como una variable estructural de susceptibilidad. El estudio de Bikbov (Rusia – 2023)(11), enfocó su análisis de los factores asociados específicamente a los cambios en la longitud axial (LAX) ocular. Este reportó que una mayor longitud axial (LAX) inicial, junto con menor edad y mayor duración de seguimiento, se asoció con un mayor aumento de la longitud axial (LAX) durante el periodo de pandemia. El trabajo de Ma Dandan (China – 2021)(48) también reportó la importancia de una mayor longitud axial (LAX) basal, pero este lo relacionó con una mayor aceleración en la progresión de la miopía. Estos hallazgos son coherentes con la evidencia sintetizada en el metaanálisis de Yu et al.(56), donde una mayor longitud axial (LAX) basal y el menor equivalente esférico (EE)

inicial se identifican como predictores del inicio de miopía (incidencia). Esto sugiere que los cambios súbitos de estilo de vida por la pandemia actuaron con mayor severidad sobre ojos con una predisposición estructural previa.

### **Velocidad de Progresión Refractiva Previa**

El estudio de Mohan (India - 2021)(55) aportó información adicional al identificar que una mayor velocidad de progresión refractiva previa a la pandemia se asoció con una progresión de la miopía más rápida durante el periodo de confinamiento, entendiendo la existencia de progresiones refractivas individualizadas y la amplificación de patrones de aceleración ya establecidos frente a exposiciones ambientales desfavorables.

Además de los factores biológicos evaluados directamente en los estudios incluidos en la presente revisión sistemática, el metaanálisis de Yu et al.(56) sugiere que la susceptibilidad poblacional puede desempeñar un rol importante en la magnitud de los cambios observados durante la pandemia. Este trabajo identificó a la miopía parental como un factor de riesgo para el inicio de miopía (incidencia), con un mayor riesgo en niños con uno o ambos padres miopes, y reportó una incidencia sustancialmente más alta en poblaciones de Asia Oriental, particularmente en China, en comparación con regiones occidentales. Esta predisposición basal podría contribuir a explicar por qué en escenarios como el observado en China, con cierres escolares tempranos, estrictos, pero de duración limitada, se mostraron elevadas tasas de progresión e incidencia de miopía durante el periodo de pandemia. Esto nos indica que los cambios ambientales asociados al

confinamiento habrían actuado como un acelerador sobre una población con mayor susceptibilidad genética y estructural preexistente.

### **Comparación con Revisiones Sistemáticas Previas**

Los hallazgos de la presente revisión sistemática son concordantes con la evidencia sintetizada por revisiones sistemáticas previas que han evaluado el impacto de la pandemia por COVID-19 sobre la refracción en la población pediátrica. Sin embargo, existen algunas diferencias metodológicas entre dichas revisiones y el presente estudio, particularmente en relación con el tipo de diseño de los estudios incluidos, las variables analizadas y el énfasis otorgado a la evaluación biométrica, que condicionan la interpretación clínica de los resultados.

La revisión sistemática y metaanálisis de **Laan** et al.(17) constituye el antecedente más cercano al enfoque del presente trabajo, al considerar exclusivamente estudios longitudinales con mediciones comparativas pre y post pandemia y evaluar tanto el Equivalente Esférico (EE) como la Longitud Axial (LAX) ocular. Dichos autores reportaron una **aceleración en la progresión de la miopía y de la longitud axial (LAX)** ocular durante el periodo de confinamiento, lo que sugiere un cambio estructural real más allá de un fenómeno refractivo acomodativo transitorio. Estos hallazgos son consistentes con los resultados observados en los estudios longitudinales incluidos en la presente revisión. Sin embargo, como diferencias, nuestra revisión incluye mayor número de estudios y un análisis narrativo más detallado de las características metodológicas refractivas, considerando aspectos como la cicloplejia, medida de longitud axial (LAX) ocular y diferencias entre muestras poblacionales escolares y clínicas. Además, se priorizó una evaluación crítica de la heterogeneidad metodológica de los estudios incluidos,

especialmente en relación con la calidad de las mediciones refractivas y el potencial riesgo de sesgos asociados a poblaciones parcialmente intervenidas o con protocolos refractivos incompletos.

El estudio de **Li et al.**(18), una la revisión sistemática con metaanálisis aportó evidencia sobre la progresión de la miopía durante la pandemia, con un diseño metodológico que incluye únicamente estudios con refracción ciclopléjica. Sus resultados confirman una **mayor progresión refractiva** anualizada y un **incremento en la incidencia de miopía** durante el periodo de pandemia. Sin embargo, los estudios incluidos presentaron una mayor heterogeneidad en diseño y población.

La revisión sistemática y metaanálisis de **Abounoori et al.**(16) fue más amplio en su diseño al incluir estudios longitudinales y transversales, realizando análisis por subgrupos según edad y condición refractiva basal. Sus resultados sugieren que la **aceleración de la miopía durante la pandemia fue mayor en niños con miopía previa** y en estudios con **menor edad media** de la población evaluada según análisis de meta-regresión; pero la ausencia de estratificación etaria y la heterogeneidad de los diseños limitan la definición de rangos etarios específicos de mayor riesgo. La inclusión de diseños heterogéneos y la ausencia de evaluación de longitud axial (LAX) ocular limitan la posibilidad de discriminar entre cambios refractivos transitorios y modificaciones estructurales reales del globo ocular.

En la revisión sistemática de **Au Eong et al.**(15) reportaron incrementos no solo en la **progresión de la miopía**, sino también en la **prevalencia e incidencia** de miopía durante la pandemia. Esto aporta una visión epidemiológica mayor del

impacto del confinamiento. Sus hallazgos respaldan la idea de que los cambios observados a nivel individual se reflejan también a nivel poblacional. Sin embargo, la inclusión de estudios con distintos diseños con múltiples tipos de resultados, dificultan la interpretación de los cambios refractivos y biométricos longitudinales.

El trabajo de Cortés-Albornoz et al.(14) documentó un deterioro generalizado de la salud visual infantil durante el aprendizaje remoto, incluyendo **progresión de la miopía**, mayor riesgo entre los 6 a 8 años, **síntomas visuales** (como astenopia y ojo seco) y **alteraciones acomodativas** (insuficiencia de convergencia y esotropía adquirida aguda). Si bien estos hallazgos refuerzan el impacto multidimensional del confinamiento sobre la salud visual, la amplia heterogeneidad metodológica y la inclusión de estudios con resultados no refractivos limitan el análisis específico en la progresión miopía longitudinal.

La revisión sistemática de Kurupp et al.(13) sintetizó estudios mayormente transversales orientados a la asociación entre confinamiento, aumento del tiempo de **exposición a pantallas y progresión de la miopía**, introduciendo el concepto de “miopía por cuarentena”. Sus conclusiones sugieren un vínculo entre los cambios en el estilo de vida y la progresión refractiva, pero la predominancia de estudios transversales, el uso extensivo de cuestionarios con posible sesgo de memoria y la evaluación limitada de parámetros biométricos restringen la interpretación longitudinal de los cambios refractivos.

Las revisiones sistemáticas previas coinciden en señalar una **aceleración en la progresión de la miopía** durante la pandemia por COVID-19, particularmente en contextos de **confinamiento estricto y aumento del trabajo de cerca**. Sin

embargo, el presente estudio se enfoca en el análisis a estudios observacionales longitudinales comparativos pre y post pandemia y priorizar la evaluación de parámetros refractivos y biométricos. Esto permite una interpretación clínica más específica de los cambios observados, complementando la evidencia existente y contribuyendo a clarificar el impacto refractivo y estructural de la pandemia en población pediátrica.

### **Calidad de la Evidencia y Limitaciones de la Revisión**

La interpretación de los hallazgos de la presente revisión sistemática debe realizarse considerando las limitaciones tanto de los estudios primarios incluidos como al propio proceso de revisión. Reconocer estas restricciones no invalida los resultados observados, sino que permite contextualizarlos adecuadamente y delimitar el alcance de las conclusiones.

### **Limitaciones de los Estudios Primarios**

Una de las principales limitaciones identificadas se relaciona con la variabilidad en los métodos de medición refractiva. No todos los estudios realizaron la refracción de forma estandarizada, algunos fueron con retinoscopia y otros con auto refractómetro, además de que tampoco todos fueron homogéneos en la realización de refracción ciclopléjica (ciclopentolato o tropicamida) lo que introduce la posibilidad de un componente acomodativo residual y limita la comparabilidad entre trabajos. Asimismo, la medición de la longitud axial (LAX) ocular no fue incorporada de manera sistemática en todos los estudios incluidos,

reduciendo la capacidad para confirmar si los cambios refractivos se relacionan con progresión estructural real en todos los casos.

Otra limitación importante fue el uso frecuente de cuestionarios autorreportados por los padres de familia para evaluar exposiciones conductuales como tiempo de uso de pantallas digitales, trabajo de cerca o actividades al aire libre. Este proceso es susceptible a sesgos de confusión por memoria de los encuestados, y puede contribuir a la heterogeneidad de los resultados reportados.

Además, no todos los estudios realizaron análisis multivariados ajustados (5 de 15), lo que limita la capacidad para controlar factores de confusión relevantes, como la edad, el estado refractivo basal, antecedentes familiares o características educativas. Esto sugiere que algunas asociaciones reportadas deben interpretarse con cautela, particularmente en aquellos trabajos que se limitaron a análisis descriptivos o univariados.

El tamaño muestral constituyó otra fuente de variabilidad. Mientras algunos estudios incluyeron muestras amplias y de base poblacional, otros presentaron muestras reducidas o de carácter clínico hospitalario, lo que puede afectar la precisión de las estimaciones y la generalización de los resultados hacia la población general y comparación entre estudios. Finalmente, los periodos temporales comparados no siempre fueron equivalentes entre los estudios incluidos, ya sea en duración del seguimiento o en la definición de las etapas pre-pandemia y pandémica, lo cual puede influir en la magnitud de los cambios refractivos reportados.

## **Limitaciones de la revisión**

En cuanto a las limitaciones propias de esta revisión, la heterogeneidad metodológica y clínica entre los estudios incluidos descritos previamente (diseño, población, métodos de medición y variables analizadas) impidió la realización de un metaanálisis cuantitativo, haciendo necesario un enfoque de síntesis cualitativa narrativa de la evidencia.

Asimismo, a pesar de la intensa búsqueda bibliográfica realizada intentando recopilar la mayor cantidad de estudios posibles considerando nuestros criterios de elegibilidad para responder las preguntas de investigación, esta se restringió a determinadas bases de datos (PubMed, SciELO, Google Scholar y ScienceDirect) que, aunque son de denotada importancia internacional, no terminan incluyendo el total de las investigaciones realizadas globalmente, por lo que se podrían haber excluido estudios relevantes no indexados.

Otra limitación importante fue la variabilidad en los sistemas de indexación y estrategias de búsqueda entre las diferentes bases de datos consultadas, especialmente en buscadores de alta sensibilidad, pero menor estandarización metodológica como Google Scholar y SciELO, donde la recuperación de los resultados puede variar según términos libres empleados, idioma, uso de tildes o estructura de operadores booleanos.

Aunque posteriormente se incorporaron términos MeSH y DeCS como complemento metodológico para mejorar sensibilidad y reproducibilidad de la búsqueda, la estrategia inicial de identificación se realizó predominantemente con

términos libres, lo que podría haber condicionado diferencias en la recuperación de determinados artículos indexados de manera heterogénea.

Finalmente, el proceso de selección de estudios y extracción inicial de datos fue realizado por un único investigador, incorporándose posteriormente una revisión complementaria para evaluación de discrepancias y consistencia metodológica. Esta situación podría incrementar potencialmente el sesgo de selección durante las etapas iniciales de la elección de artículos.

### **Implicancias Clínicas y de Salud Pública**

Los hallazgos de la presente revisión sistemática tienen implicancias relevantes tanto en la práctica clínica oftalmológica como en el ámbito de la salud pública, particularmente relacionada con la atención de la población pediátrica en el periodo post pandémico y ante escenarios futuros de educación virtual o restricciones de movilidad.

Desde el punto de vista clínico, los resultados refuerzan la necesidad de **un seguimiento refractivo más estrecho en niños y adolescentes**, especialmente en aquellos con miopía conocida o factores de riesgo conocidos. La aceleración de la progresión de la miopía observada durante la pandemia sugiere que los controles oftalmológicos periódicos no deberían postergarse, aun en contextos de restricciones, y que la evaluación refractiva bajo cicloplejia adecuada, complementada con mediciones de longitud axial (LAX) ocular cuando sea posible, resulta fundamental para una detección temprana de cambios clínicamente significativos.

Asimismo, estos hallazgos subrayan la importancia de la **educación a padres, cuidadores y docentes** sobre hábitos visuales saludables. La promoción de la denominada *ergonomía visual*, que incluye pausas regulares de 5 o 10 minutos cada hora durante el trabajo de cerca, limitación del tiempo continuo frente a pantallas, condiciones adecuadas de iluminación y distancia de lectura entre 50 a 70 cm, constituye una intervención de bajo costo y potencial impacto poblacional(58). De manera complementaria, la **promoción de actividades al aire libre** emerge como una estrategia relevante, no solo por su posible efecto protector frente a la progresión de la miopía, sino también por sus beneficios generales para la salud física y mental de los niños y adolescentes.

Desde una perspectiva de salud pública, los resultados adquieren especial relevancia al considerar que **la educación virtual y el uso intensivo de dispositivos digitales** están consolidándose como modalidades académicas permanentes o recurrentes de los diversos sistemas educativos a todo nivel, ya sea por razones sanitarias, tecnológicas o económicas. Es por ello, que la experiencia de la pandemia por COVID-19 ofrece una oportunidad para anticipar y mitigar los efectos no deseados sobre la salud visual, mediante la incorporación de recomendaciones oftalmológicas en políticas educativas, guías escolares y programas de promoción de la salud.

Finalmente, ante la posibilidad de **futuras pandemias o escenarios de virtualidad prolongada**, los resultados de esta revisión apoyan la necesidad de estrategias preventivas integradas que contemplen la salud visual infantil como un componente esencial. La implementación oportuna de medidas de evaluación y

seguimiento refractivo en las escuelas, educación sobre ergonomía visual y promoción de estilos de vida saludables podría contribuir en reducir el impacto a largo plazo de estos cambios y alarmantes estadísticas futuras sobre la prevalencia de miopía a nivel mundial.

### **Líneas futuras de investigación**

Los resultados y limitaciones identificados en esta revisión sistemática ponen de manifiesto la necesidad de **estudios longitudinales y prospectivos mejor diseñados** que permitan comprender con mayor precisión el impacto de los cambios ambientales y educativos abruptos sobre la progresión de la miopía en niños y adolescentes.

En primer lugar, futuras investigaciones deberían priorizar el desarrollo de **cohortes longitudinales** que integren de manera sistemática y estandarizada la medición de refracción objetiva del Equivalente Esférico (EE) bajo cicloplejia junto con evaluaciones seriadas de la Longitud Axial (LAX) del globo ocular, con intervalos de seguimiento mayores para detectar cambios estructurales clínicamente relevantes y consistentes. La incorporación de medidas objetivas de exposición, tales como aplicaciones de monitoreo del uso de dispositivos digitales, sensores de luz ambiental o registros automatizados de actividad, permitiría reducir la dependencia de cuestionarios con potenciales sesgos con confusión por memoria y mejorar la validez de las asociaciones observadas.

Asimismo, resulta relevante profundizar en el análisis de subgrupos con mayor riesgo, como a los niños con miopía ya diagnosticada, antecedentes

familiares de miopía o mediciones basales de longitud axial (LAX) ocular elevados. La diferenciación y vigilancia de estos grupos podría facilitar la identificación de perfiles de susceptibilidad y orientar estrategias preventivas y de intervención más personalizadas.

En resumen, los resultados de esta revisión sistemática indican que durante la pandemia por COVID-19, se produjo una aceleración en la progresión de la miopía en niños y adolescentes. Esto se observó sobre todo en aquellos estudios longitudinales que compararon periodos pre-pandemia y pandemia bajo diseños metodológicos controlados. Los resultados fueron más sólidos en los trabajos que utilizaron refracción objetiva bajo cicloplejia y, en algunos estudios, la medición de longitud axial (LAX) ocular, lo que respalda la interpretación de que los cambios observados no se debieron únicamente a fenómenos acomodativos transitorios, sino que se presentaron cambios estructurales del globo ocular.

Sin embargo, la magnitud de estos cambios no fue similar entre los estudios incluidos. La heterogeneidad observada se relaciona con diferencias en el diseño metodológico, las características de la población evaluada, la duración del seguimiento y con la severidad de las medidas de confinamiento en cada país con la pandemia. Es por ello de que los estudios realizados en contextos de restricciones más estrictas mostraron una mayor aceleración de la miopía. Esta variabilidad sugiere que el impacto de la pandemia sobre la progresión de la miopía estuvo influenciado por factores contextuales y ambientales.

Los hallazgos reportados relacionan la progresión de la miopía con la disminución de la exposición a luz natural y el incremento del trabajo de cerca.

Aunque es importante considerar que los estudios incluidos fueron observacionales y que las exposiciones ambientales fueron evaluadas mediante cuestionarios o autorreporte con posibles sesgos de memoria. Es por ello de que, si bien la asociación entre los cambios en el estilo de vida durante la pandemia y la progresión de la miopía se reporta consistente, no es posible establecer una relación causal directa ni considerar el confinamiento por la pandemia como el efecto específico ni aislarlo de otros factores potenciales como cambios en la rutina escolar, el estrés o la reducción del acceso a controles oftalmológicos.

La comparación con otras revisiones sistemáticas permite contextualizar estos resultados dentro de la evidencia previa. Aunque algunos autores optaron por realizar metaanálisis para estimar un efecto promedio de la pandemia sobre la progresión de la miopía, estos fueron realizados con estudios de gran heterogeneidad. Es por ello de que, en la presente revisión, debido a la diversidad de diseños, poblaciones, tiempos variables de seguimiento y métodos de medición, se priorizó una síntesis narrativa enfocada en la interpretación contextual y clínica de los resultados.

Por estos motivos, los estudios longitudinales considerados sugieren que la pandemia por COVID-19 se presentó con un periodo de mayor progresión de la miopía en niños y adolescentes, con resultados más consistentes en estudios de metodologías más sólidas y mediciones objetivas. Sin embargo, la variabilidad de los hallazgos y las limitaciones inherentes de los diseños observacionales obligan a interpretar estos resultados con cautela. Esto refuerza la necesidad de futuros estudios longitudinales con seguimiento más prolongado, evaluación de la longitud

axial (LAX) y métodos de medición más precisos de las exposiciones ambientales, que permitirán comprender con mayor precisión el verdadero impacto de la pandemia sobre el desarrollo y la progresión de la miopía.

## VII. CONCLUSIONES

1. La mayoría de los estudios longitudinales incluidos mostraron que, durante la pandemia por COVID-19 hubo un aumento de la progresión de miopía en niños y adolescentes.
2. Al comparar mediciones de los periodos pre-pandemia versus periodo durante la pandemia, la mayoría de los estudios incluidos evidenció una aceleración de los cambios refractivos hacia miopía, con valores de Equivalente Esférico (EE) más negativos durante el periodo de pandemia. En cuanto a los cambios en la longitud axial (LAX) ocular, los estudios mostraron mayores incrementos respecto a periodos previos, reforzando que el cambio también fue estructural.
3. Los cambios refractivos observados durante la pandemia se asociaron a una combinación de factores biológicos, conductuales y ambientales. Entre los factores biológicos, una mayor longitud axial inicial, el antecedente de rápida progresión miópica previa y la menor edad se relacionaron con mayor susceptibilidad a la progresión de la miopía, mientras que la edad mayor se comportó como un factor protector. Los factores conductuales y ambientales como el incremento del tiempo de uso de pantallas y del trabajo de cerca, así como la reducción de actividades al aire libre y menor exposición diaria a luz solar, se asociaron con una mayor progresión de la miopía.
4. El análisis comparativo por región geográfica mostró que la progresión fue variable entre países y regiones, y se relacionó con el nivel e intensidad del confinamiento, particularmente con el tiempo de cierre escolar. Los estudios

realizados en Asia, como en China, donde se implementaron confinamientos tempranos y cierres escolares estrictos, evidenciaron las mayores aceleraciones refractivas con tasas que duplicaron o triplicaron las observadas en el periodo pre-pandemia. Sin embargo, mayores tasas de aceleración también fueron reportadas en países de América, como Estados Unidos y Argentina, en escenarios de cierre escolar prolongado o confinamiento parcial sostenido. Por el contrario, los estudios de Europa, donde las restricciones educativas fueron más breves o intermitentes, mostraron cambios refractivos leves o aceleraciones mínimas.

## VIII. RECOMENDACIONES

En base a los hallazgos de la presente revisión sistemática, se proponen las siguientes recomendaciones dirigidas a la práctica clínica, la salud pública y la investigación futura:

### 8.1 Recomendaciones para la práctica clínica

- Fortalecer el **seguimiento refractivo periódico en niños y adolescentes**, especialmente en niños con miopía conocida o si presentan factores de riesgo asociados, priorizando la evaluación objetiva bajo cicloplejia adecuada para asegurar mayor precisión.
- Considerar la **medición de la longitud axial (LAX) ocular** como complemento a las refracciones en el seguimiento de la progresión de la miopía para determinar cambios estructurales reales.
- Promover de forma activa las buenas prácticas de **ergonomía visual a padres y cuidadores**, enfatizando la importancia de pausas de 5 a 10 minutos por cada hora durante el trabajo de cerca, adecuada iluminación y limitación del tiempo continuo frente a pantallas digitales.

### 8.2 Recomendaciones para la salud pública y el entorno educativo

- Incorporar lineamientos de **ergonomía visual y salud ocular** en los programas escolares, especialmente en contextos de educación virtual.
- Fomentar políticas que promuevan **actividades al aire libre** en niños y adolescentes, reconociendo su potencial rol protector frente a la progresión de la miopía.

- Considerar la salud visual infantil en la **planificación de respuestas** ante futuras emergencias sanitarias o escenarios de virtualidad prolongada.

### 8.3 Recomendaciones para la investigación

- Desarrollar **estudios longitudinales** con que consideren en la metodología la refracción objetiva bajo cicloplejia adecuada y medición seriada de longitud axial (LAX) ocular.
- Priorizar el uso de **herramientas objetivas** para la cuantificación de exposiciones visuales, como aplicaciones de monitoreo del tiempo de uso de pantallas digitales o sensores de luz ambiental.
- Establecer **criterios de investigación homogéneos** para la definición de periodos de seguimiento comparables y anualización de los resultados de cambios refractivos, que faciliten la comparación entre estudios y futuros metaanálisis.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. World Health Organization (WHO) [Internet]. [citado 19 de junio de 2025]. Coronavirus disease (COVID-19) pandemic. Disponible en: <https://www.who.int/europe/emergencies/situations/covid-19>
2. Parrish RK, Stewart MW, Duncan Powers SL. Ophthalmologists Are More Than Eye Doctors—In Memoriam Li Wenliang. *Am J Ophthalmol*. 2020;213:A1-2. doi:10.1016/j.ajo.2020.02.014
3. Yu X, Li N. Understanding the beginning of a pandemic: China's response to the emergence of COVID-19. *J Infect Public Health*. 2021;14(3):347-52. doi:10.1016/j.jiph.2020.12.024
4. Organización Panamericana de la Salud (OPS) [Internet]. 2020 [citado 19 de junio de 2025]. La OMS caracteriza a COVID-19 como una pandemia. Disponible en: <https://www.paho.org/es/noticias/11-3-2020-oms-caracteriza-covid-19-como-pandemia>
5. Ting DSJ, Deshmukh R, Said DG, Dua HS. The impact of COVID-19 pandemic on ophthalmology services: are we ready for the aftermath? *Ther Adv Ophthalmol*. 2020;12:2515841420964099. doi:10.1177/2515841420964099
6. Zou Y, Li D, Gianni V, Congdon N, Piyasena P, Prakalapakorn SG, et al. Prevalence of dry eye disease among children: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open Ophthalmol*. 2025;10(1):e002014. doi:10.1136/bmjophth-2024-002014
7. Najafzadeh MJ, Zand A, Shafiei M, Sharifi M, Nasiri N, Sharifi A. Myopia Progression during the COVID-19 Era: A Systematic Review and Meta-analysis. *Semin Ophthalmol*. 2023;38(6):537-46. doi:10.1080/08820538.2023.2168490 PubMed PMID: 36734046.
8. Wang J, Li Y, Musch DC, Wei N, Qi X, Ding G, et al. Progression of Myopia in School-Aged Children After COVID-19 Home Confinement. *JAMA Ophthalmol*. 2021;139(3):293-300. doi:10.1001/jamaophthalmol.2020.6239 PubMed PMID: 33443542; PubMed Central PMCID: PMC7809617.
9. Erdinest N, London N, Levinger N, Lavy I, Pras E, Morad Y. Decreased effectiveness of 0.01% atropine treatment for myopia control during prolonged COVID-19 lockdowns. *Contact Lens Anterior Eye*. 2022;45(4):101475. doi:10.1016/j.clae.2021.101475 PubMed PMID: 34238687; PubMed Central PMCID: PMC9278875.
10. Cai T, Zhao L, Kong L, Du X. Complex Interplay Between COVID-19 Lockdown and Myopic Progression. *Front Med*. 2022;9. doi:10.3389/fmed.2022.853293
11. Bikbov MM, Kazakbaeva GM, Fakhretdinova AA, Tuliakova AM, Rakhimova EM, Panda-Jonas S, et al. Myopic axial elongation in school children and the COVID-19 lockdown in Russia: The Ural Children Myopia Study. *PloS One*. 2023;18(1):e0279020. doi:10.1371/journal.pone.0279020 PubMed PMID: 36696436; PubMed Central PMCID: PMC9876376.
12. Yao Y, Fu J, Liu J, Li L, Chen W, Meng Z, et al. Distribution, Progression, and Associated Factors of Refractive Status of Children in Lhasa, Tibet, after

- COVID-19 Quarantine. *Ophthalmic Res.* 2022;65(3):321-7.  
doi:10.1159/000522548 PubMed PMID: 35172321.
13. Cyril Kurupp AR, Raju A, Luthra G, Shahbaz M, Almatooq H, Foucambert P, et al. The Impact of the COVID-19 Pandemic on Myopia Progression in Children: A Systematic Review. *Cureus.* 2022;14(8):e28444.  
doi:10.7759/cureus.28444 PubMed PMID: 36176879; PubMed Central PMCID: PMC9512310.
  14. Cortés-Albornoz MC, Ramírez-Guerrero S, Rojas-Carabali W, de-la-Torre A, Talero-Gutiérrez C. Effects of remote learning during the COVID-19 lockdown on children's visual health: a systematic review. *BMJ Open.* 2022;12(8):e062388. doi:10.1136/bmjopen-2022-062388 PubMed PMID: 35922104; PubMed Central PMCID: PMC9352565.
  15. Au Eong JTW, Chen KS, Teo BHK, Lee SSY, Au Eong KG. Impact of the coronavirus disease 2019 pandemic on the progression, prevalence, and incidence of myopia: A systematic review. *Taiwan J Ophthalmol.* 2024;14(2):159-71.  
doi:10.4103/tjo.TJO-D-24-00027 PubMed PMID: 39027071; PubMed Central PMCID: PMC11253998.
  16. Abounoori M, Aghajani A, Chaibakhsh S, Babakhanian M, Pourazizi M, Peyman A. Paediatric myopia shift during the COVID-19 pandemic home quarantine: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Paediatr Open.* 2022;6(1):e001755. doi:10.1136/bmjpo-2022-001755 PubMed PMID: 36645798; PubMed Central PMCID: PMC9805827.
  17. Laan D, Tan ETC, Huis in het Veld PI, Jellema HM, Jenniskens K. Myopia progression in children during home confinement in the COVID-19 pandemic: A systematic review and meta-analysis. *J Optom.* 2024;17(1):100493.  
doi:10.1016/j.optom.2023.100493
  18. Li M, Xu L, Tan CS, Lanca C, Foo LL, Sabanayagam C, et al. Systematic Review and Meta-Analysis on the Impact of COVID-19 Pandemic-Related Lifestyle on Myopia. *Asia-Pac J Ophthalmol.* 2022;11(5):470-80.  
doi:10.1097/APO.0000000000000559
  19. Albinco G. Factores relacionados a miopía en escolares del 2018 al 2021 según la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar- Perú [Internet]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2024 [citado 16 de diciembre de 2025]. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/item/1574ce38-2822-49bf-86ea-db35fe3d23e3>
  20. Marchena C, Peña C. Incidencia y progresión de miopía en pacientes entre los 6 a 15 años de edad atendidos en el Instituto Nacional de Salud del Niño, Lima, en el periodo 2019-2022 [Informe Institucional INSN - Breña]. Instituto Nacional de Salud del Niño (INSN) Breña; 2024. Informe Institucional INSN - Breña PI-14/2022.
  21. Geronimo C. La progresión de miopía en la población pediátrica durante la pandemia del Covid-19, en el servicio de oftalmología pediátrica del Hospital Nacional Daniel Alcides Carrión, Callao-Perú [Proyecto para optar el Título de Segunda Especialidad Profesional en Oftalmología] [Internet]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2024 [citado 16 de diciembre de 2025]. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/item/f20604d6-7e55-4353-902b-ec14bbff26b8>

22. Organización de las Naciones Unidas (ONU) [Internet]. United Nations; [citado 19 de junio de 2025]. Estudiar los efectos de la pandemia de la COVID-19 en la salud mental, las condiciones de trabajo y los hábitos de vida. Disponible en: <https://www.un.org/es/impacto-acad%C3%A9mico/estudiar-los-efectos-de-la-pandemia-de-la-covid-19-en-la-salud-mental-las>
23. Carpio Fernández M de la V, García Linares MC, Cerezo Rusillo MT, Casanova Arias PF. Covid-19: uso y abuso de internet y teléfono móvil en estudiantes universitarios. *Int J Dev Educ Psychol.* 2021;2:107-16. doi:10.17060/ijodaep.2021.n1.v2.2123
24. Salmeron Ruiz M. Salud digital en tiempos de coronavirus ¿qué cambió? *Rev Form Contin Soc Esp Med Adolesc* [Internet]. 2020 [citado 19 de junio de 2025];VIII(3):6-10. Disponible en: <https://www.adolescere.es/salud-digital-en-tiempos-de-coronavirus-que-cambio/>
25. Moynihan R, Sanders S, Michaleff ZA, Scott AM, Clark J, To EJ, et al. Impact of COVID-19 pandemic on utilisation of healthcare services: a systematic review. *BMJ Open.* 2021;11(3):e045343. doi:10.1136/bmjopen-2020-045343
26. Chavez Vallejos J. Impacto de la pandemia por COVID – 19 en la cirugía de glaucoma [Internet]. Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2021 [citado 19 de junio de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.upch.edu.pe/handle/20.500.12866/9593>
27. Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, Jong M, Naidoo KS, Sankaridurg P, et al. Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology.* 2016;123(5):1036-42. doi:10.1016/j.ophtha.2016.01.006 PubMed PMID: 26875007.
28. American Academy of Ophthalmology (AAO) [Internet]. 2025 [citado 17 de diciembre de 2025]. Visión de cerca: ¿Qué es la miopía? Disponible en: <https://www.aao.org/salud-ocular/enfermedades/miopia>
29. Morgan IG, French AN, Ashby RS, Guo X, Ding X, He M, et al. The epidemics of myopia: Aetiology and prevention. *Prog Retin Eye Res.* 2018;62:134-49. doi:10.1016/j.preteyeres.2017.09.004
30. Saluja G, Kaur K. Childhood Myopia and Ocular Development. En: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 [citado 17 de diciembre de 2025]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK587350/> PubMed PMID: 36508524.
31. Tricard D, Marillet S, Ingrand P, Bullimore MA, Bourne RRA, Leveziel N. Progression of myopia in children and teenagers: a nationwide longitudinal study. *Br J Ophthalmol.* 2022;106(8):1104-9. doi:10.1136/bjophthalmol-2020-318256 PubMed PMID: 33712479.
32. American Academy of Ophthalmology (AAO) [Internet]. 2023 [citado 17 de diciembre de 2025]. Prescripción para mantener a los niños sin gafas: sol. Disponible en: <https://www.aao.org/salud-ocular/noticias/prescripci%C3%B3n-para-mantener-los-ni%C3%B1os-sin-gafas-sol>
33. Ho M, Morjaria P. Cycloplegic refraction in children. *Community Eye Health.* 2024;37(122):14-5. PubMed PMID: 38827966; PubMed Central PMCID: PMC11141127.
34. Vera-Diaz FA. Review of Myopia Management [Internet]. 2019 [citado 17 de diciembre de 2025]. The Importance of Measuring Axial Length. Disponible

en: <https://reviewofmm.com/the-importance-of-measuring-axial-length-when-managing-childhood-myopia/>

35. American Academy of Ophthalmology (AAO) [Internet]. 2021 [citado 13 de mayo de 2026]. How can you tell pseudomyopia from true myopia? Disponible en: <https://www.aao.org/eye-health/ask-ophthalmologist-q/how-can-you-tell-pseudomyopia-from-true-myopia>
36. Organización Mundial de la Salud (OMS) [Internet]. 2019 [citado 17 de diciembre de 2025]. La OMS presenta el primer Informe mundial sobre la visión. Disponible en: <https://www.who.int/es/news/item/08-10-2019-who-launches-first-world-report-on-vision>
37. American Academy of Ophthalmology (AAO) [Internet]. 2017 [citado 31 de diciembre de 2025]. Más tiempo al aire libre puede reducir el riesgo de miopía en los niños. Disponible en: <https://www.aao.org/salud-ocular/noticias/mas-tiempo-al-aire-libre-puede-reducir-miopia>
38. Zhang J, Deng G. Protective effects of increased outdoor time against myopia: a review. *J Int Med Res.* 2019;48(3):0300060519893866. doi:10.1177/0300060519893866 PubMed PMID: 31854216; PubMed Central PMCID: PMC7607527.
39. Zong Z, Zhang Y, Qiao J, Tian Y, Xu S. The association between screen time exposure and myopia in children and adolescents: a meta-analysis. *BMC Public Health.* 2024;24:1625. doi:10.1186/s12889-024-19113-5 PubMed PMID: 38890613; PubMed Central PMCID: PMC11186094.
40. American Academy of Ophthalmology (AAO) [Internet]. 2021 [citado 18 de diciembre de 2025]. Cómo el aislamiento a causa del COVID-19 cambió los ojos de los niños. Disponible en: <https://www.aao.org/salud-ocular/consejos/c%C3%B3mo-el-aislamiento-causa-del-covid-19-cambi%C3%B3-los->
41. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ.* 2021;372:n71. doi:10.1136/bmj.n71
42. UNESCO. Global Monitoring of School Closures Caused by COVID-19 Pandemic [Internet]. [citado 13 de diciembre de 2025]. Disponible en: <https://covid19.uis.unesco.org/global-monitoring-school-closures-covid19/>
43. Wells G, Shea B, O'Connell D, Peterson J, Welch V, Losos M, et al. The Ottawa Hospital [Internet]. [citado 14 de diciembre de 2025]. The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of nonrandomised studies in meta-analyses. Disponible en: <https://ohri.ca/en/who-we-are/core-facilities-and-platforms/ottawa-methods-centre/newcastle-ottawa-scale>
44. Pršová L, Halička J, Kozár M, Kuderavá Z, Pršo M, Jakušová Ľ, et al. THE PREVALENCE OF MYOPIA IN SCHOOL-AGE CHILDREN IN SLOVAKIA AND THE COVID-19 PANDEMIC. *Ceska Slov Oftalmol Cas Ceske Oftalmol Spolecnosti Slov Oftalmol Spolecnosti.* 2023;79(4):186-90. doi:10.31348/2023/24 PubMed PMID: 37567774.
45. Sibello Deustua S, Nambótya Caluyua AM, Méndez Sánchez T de J, Pons Castro L, Hernández Perugorría A, Sibello Deustua S, et al. Impacto de la COVID-19 en la progresión de la miopía en niños. *Rev Cuba Oftalmol* [Internet]. 2023 [citado 23 de septiembre de 2025];36(1). Disponible en:

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0864-21762023000100002&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-21762023000100002&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

46. Hu Y, Zhao F, Ding X, Zhang S, Li Z, Guo Y, et al. Rates of Myopia Development in Young Chinese Schoolchildren During the Outbreak of COVID-19. *JAMA Ophthalmol.* 2021;139(10):1115-21. doi:10.1001/jamaophthalmol.2021.3563
47. Zhang X, Cheung SSL, Chan HN, Zhang Y, Wang YM, Yip BH, et al. Myopia incidence and lifestyle changes among school children during the COVID-19 pandemic: a population-based prospective study. *Br J Ophthalmol.* 2022;106(12):1772-8. doi:10.1136/bjophthalmol-2021-319307 PubMed PMID: 34340973.
48. Ma D, Wei S, Li SM, Yang X, Cao K, Hu J, et al. Progression of myopia in a natural cohort of Chinese children during COVID-19 pandemic. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2021;259(9):2813-20. doi:10.1007/s00417-021-05305-x PubMed PMID: 34287693; PubMed Central PMCID: PMC8294263.
49. Kim E, Stec M, Shaikh N, Huang J, Ranaivo HR, Mets-Halgrimson R. Refractive changes in children in the Chicago area during the COVID-19 pandemic: a retrospective observational study. *Br J Ophthalmol.* 2025;109(5):543-8. doi:10.1136/bjo-2024-325984 PubMed PMID: 39557566.
50. Althnayan YI, Almotairi NM, Alharbi MM, Alamer HB, Alqahtani HB, Alfreihi S. Myopia Progression Among School-Aged Children in the COVID-19 Distance-Learning Era. *Clin Ophthalmol.* 2023;17:283-90. doi:10.2147/OPTH.S381061 PubMed PMID: 36711259; PubMed Central PMCID: PMC9880015.
51. AlShamlan FT, Bubshait LK, AlAhmad EA, AlOtaibi BS, AlShakhs AA, AlHammad FA. Myopia progression in school children with prolonged screen time during the coronavirus disease confinement. *Med Hypothesis Discov Innov Ophthalmol J.* 2023;12(2):90-7. doi:10.51329/mehdiophthal1474 PubMed PMID: 38357611; PubMed Central PMCID: PMC10862027.
52. Chande PK, Dave NT, Qazi M, Vora PB. Myopia progression in children before and after the coronavirus disease lockdown. *Med Hypothesis Discov Innov Optom.* 2022;3(4):136-41. doi:10.51329/mehdiopometry162
53. Picotti C, Sanchez V, Fernandez Irigaray L, Iurescia A, Iribarren R. Rapid progression of myopia at onset during home confinement. *J AAPOS Off Publ Am Assoc Pediatr Ophthalmol Strabismus.* 2022;26(2):65.e1-65.e4. doi:10.1016/j.jaapos.2021.11.014 PubMed PMID: 35314313.
54. Ma M, Xiong S, Zhao S, Zheng Z, Sun T, Li C. COVID-19 Home Quarantine Accelerated the Progression of Myopia in Children Aged 7 to 12 Years in China. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2021;62(10):37. doi:10.1167/iovs.62.10.37 PubMed PMID: 34463719; PubMed Central PMCID: PMC8411864.
55. Mohan A, Sen P, Peeush P, Shah C, Jain E. Impact of online classes and home confinement on myopia progression in children during COVID-19 pandemic: Digital eye strain among kids (DESK) study 4. *Indian J Ophthalmol.* 2022;70(1):241-5. doi:10.4103/ijo.IJO\_1721\_21 PubMed PMID: 34937246; PubMed Central PMCID: PMC8917570.
56. Yu M, Hu Y, Han M, Song J, Wu Z, Xu Z, et al. Global risk factor analysis of myopia onset in children: A systematic review and meta-analysis.

PLOS ONE. 2023;18(9):e0291470. doi:10.1371/journal.pone.0291470 PubMed PMID: 37729320; PubMed Central PMCID: PMC10511087.

57. Yang Z, Wang X, Zhang S, Ye H, Chen Y, Xia Y. Pediatric Myopia Progression During the COVID-19 Pandemic Home Quarantine and the Risk Factors: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Public Health*. 2022;10:835449. doi:10.3389/fpubh.2022.835449 PubMed PMID: 35937221; PubMed Central PMCID: PMC9355634.

58. Kanwal B, Khalil I. Computer Vision Syndrome and Ergonomic Practices among Students and Professionals. *Pak J Ophthalmol*. 2024;40(4). doi:10.36351/pjo.v40i4.1858

## X. ANEXOS

### ANEXO A

#### Búsqueda en PubMed

The screenshot shows the PubMed search interface. The search query is "(refractive errors OR myopia OR hyperopia OR astigmatism OR amblyopia) A". The results are sorted by "Best match" and show 89 results. The first result is "Review on the Myopia Pandemic: Epidemiology, Risk Factors, and Prevention." by Landreneau JR, Heseemann NP, Cardonell MA, published in Mo Med. 2021 Mar-Apr;118(2):156-163. The filters applied are: in the last 5 years, Adaptive Clinical Trial, Clinical Study, Clinical Trial, Comparative Study, Congress, Controlled Clinical Trial, English Abstract, Meta-Analysis, Multicenter Study, Network Meta-Analysis, Observational Study, Practice Guideline, Pragmatic Clinical Trial, Preprint, Randomized Controlled Trial, Retracted Publication, Retraction of Publication, Review, Scientific Integrity Review, Scoping Review, Systematic Review, Validation Study.

La búsqueda se realizó desde el 29 de Septiembre hasta el 04 de Octubre del 2025 con una actualización final el 11 de Noviembre del 2025.

The screenshot shows the PubMed search interface. The search query is "Refractive Errors[Mesh] OR Myopia[Mesh] OR Hyperopia[Mesh] OR \*A:". The results are sorted by "Best match" and show 41 results. The first result is "Effect of Repeated Low-level Red Light on Myopia Prevention Among Children in China With Premyopia: A Randomized Clinical Trial." by He X, Wang J, Zhu Z, Xiang K, Zhang X, Zhang B, Chen J, Yang J, Du L, Niu C, Leng M, Huang J, Liu K, Zou H, He M, Xu X, published in JAMA Netw Open. 2023 Apr 3;6(4):e239612. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2023.9612. The filters applied are: in the last 5 years, Comparative Study, Meta-Analysis, Multicenter Study, Network Meta-Analysis, Observational Study, Randomized Controlled Trial, Review, Scoping Review, Systematic Review.

## ANEXO B

### Búsqueda en ScienceDirect

ScienceDirect Journals & Books Help My account Sign in

Find articles with these terms

[refractive errors OR myopia OR hyperopia OR astigmatism OR amblyopia] AND (COVID O

Advanced search

782 results sorted by relevance | date

Refine by:

Years

- 2025 (166)
- 2024 (154)
- 2023 (188)
- 2022 (148)
- 2021 (108)
- 2020 (19)

Custom range

Show less ^

Article type

- Review articles (197)
- Research articles (564)
- Conference abstracts (16)

Research article • Open access

**Slowing of Greater Axial Length Elongation Stemming from the Coronavirus Disease 2019 Pandemic with Increasing Time Outdoors: The Tokyo Myopia Study**

Ophthalmology Science, September–October 2024

Erisa Yatsukura, Hidemasa Torii, ... Kazuo Tsubota

View PDF

Research article • Full text access

**Prevalence Trend of Myopia after Promoting Eye Care in Preschoolers: A Serial Survey in Taiwan before and during the Coronavirus Disease 2019 Pandemic**

Ophthalmology, February 2022

Yu-Chieh Yang, Nai-Wei Hsu, ... Der-Chong Tsai

View PDF

Want a richer search experience?  
Sign in for article previews, additional search fields & filters, and multiple article download & export options.

FEEDBACK

La búsqueda se realizó desde el 29 de Septiembre hasta el 04 de Octubre del 2025 con una actualización final el 11 de Noviembre del 2025.

## ANEXO C

### Búsqueda en SciELO

The screenshot shows the SciELO search interface. The search query is: "(refractive errors OR myopia OR hyperopia OR astigmatism OR amblyopia) AND (COVID OR pandemic OR confinement OR coronavirus)". The results are sorted by "Publicación - Mais novos primeiro" (Publication - Newest first). There are 4 results displayed. The first result is titled "Prevalência de erros refracionais e fatores associados em crianças no período pré-pandemia da COVID-19 na Região Sul do Brasil" by Proff, Flávia et al. The second result is titled "Alterações oculares em escolares e adolescentes após início da pandemia por COVID-19 COVID-19 COVID-1 COVID-1 COVID-19" by Costa, Isabela Porto Silva et al. The interface includes filters for "Web Areas Temáticas" (Oftalmologia) and "Coleções" (Todos, México).

La búsqueda se realizó desde el 29 de Septiembre hasta el 04 de Octubre del 2025 con una actualización final el 11 de Noviembre del 2025.

The screenshot shows the SciELO search interface. The search query is: "(errores refractivos OR miopia OR hipermetropia OR astigmatismo) AND (COVID OR pandemia OR confinamiento OR coronavirus)". The results are sorted by "Publication - Newest first". There are 11 results displayed. The first result is titled "Impacto de la simulación clínica en la educación en odontología: Una reflexión actualizada" by Miquel-Luco, Matias. The second result is titled "Otra lección de la pandemia: Apoyo social de superiores para la protección de la salud mental en trabajadores de la salud, Chile" by Cruz, Andrés González-Santa Ansoleaga et al. The interface includes filters for "Collection", "Journal", "Language", and "Publication Year" (2024, 2020, 2021, 2023).

## ANEXO D

### Búsqueda en Google Scholar

The screenshot shows the Google Scholar search results for the query "(refractive errors OR myopia OR hyperopia OR astigmatism OR amblyopia) A". The search is dated from 2020 to 2025. The results list several articles, including:

- The association between environmental and social factors and myopia: a review of evidence from COVID-19 pandemic** (PDF) frontiersin.org
- Pediatric myopia progression during the COVID-19 pandemic home quarantine and the risk factors: a systematic review and meta-analysis** (PDF) frontiersin.org
- Myopia progression in children during home confinement in the COVID-19 pandemic: A systematic review and meta-analysis** (HTML) sciencedirect.com
- Systematic review and meta-analysis on the impact of COVID-19 pandemic-related lifestyle on myopia** (HTML) sciencedirect.com

La búsqueda se realizó desde el 29 de Septiembre hasta el 04 de Octubre del 2025 con una actualización final el 11 de Noviembre del 2025.

## ANEXO E

**Escala Newcastle-Ottawa (NOS) Modificada:** Utilizada para fines descriptivos y de clasificación cualitativa del riesgo de sesgos.

### **Dominio 1: Sesgo de Selección**

<b>Criterio evaluado</b>	<b>Bajo riesgo</b>	<b>Moderado riesgo</b>	<b>Alto riesgo</b>
<b>Representatividad de la Muestra</b>	Muestra poblacional o escolar de múltiples escuelas o áreas geográficas, representativa de población pediátrica general.	Muestra hospitalaria o de centro único, con población no seleccionada.	Muestra altamente seleccionada (ej. solo miopes moderados–altos, casos clínicos específicos)
<b>Tamaño Muestral (Orientativo)</b>	Tamaño suficiente para análisis longitudinal de cambios refractivos clínicamente relevantes, $\geq 300$ participantes o cohortes completas de un área definida.	Tamaño intermedio (50–300), adecuado para análisis descriptivo o narrativo.	Tamaño muy reducido (<30–40), con alta variabilidad y resultados inestables.
<b>Diseño Longitudinal y Seguimiento</b>	Seguimiento con mediciones comparativas pre y post pandemia, intervalos definidos.	Seguimiento longitudinal con limitaciones (pérdidas, intervalos irregulares)	Seguimiento incompleto o poco definido.
<b>Criterios de Inclusión y Exclusión</b>	Claramente definidos y coherentes con los objetivos del estudio	Parcialmente definidos	No definidos o inconsistentes

## Dominio 2: Sesgo de Medición

Criterio evaluado	Bajo riesgo	Moderado riesgo	Alto riesgo
<b>Refracción objetiva</b>	Refracción ciclopléjica adecuada (ej. ciclopentolato)	Refracción ciclopléjica incompleta (ej. solo tropicamida)	Refracción sin cicloplejia
<b>Medición de longitud axial (LAX)</b>	Medición seriada mediante biometría óptica estandarizada	Medición parcial o no seriada	No medición de LAX
<b>Protocolos de medición</b>	Protocolos descritos y reproducibles	Protocolos parcialmente descritos	Protocolos no descritos
<b>Variabilidad inter-operador</b>	Controlada o no relevante	Parcialmente controlada	No controlada

## Dominio 3: Sesgo de Confusión

Criterio evaluado	Bajo riesgo	Moderado riesgo	Alto riesgo
<b>Evaluación de factores de riesgo</b>	Medición detallada de múltiples confusores relevantes	Evaluación parcial de confusores	No evaluación de confusores
<b>Factores considerados</b>	Tiempo de pantallas, trabajo de cerca, actividades al aire libre, edad, variables sociodemográficas	Algunos factores evaluados	Ningún factor evaluado
<b>Análisis estadístico</b>	Modelos multivariados con ajuste de confusores	Análisis univariado o descriptivo	Sin ajuste estadístico

## ANEXO F

### PRISMA 2020: Check-List

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
<b>TITLE</b>			
Title	1	Identify the report as a systematic review.	
<b>ABSTRACT</b>			
Abstract	2	See the PRISMA 2020 for Abstracts checklist.	
<b>INTRODUCTION</b>			
Rationale	3	Describe the rationale for the review in the context of existing knowledge.	
Objectives	4	Provide an explicit statement of the objective(s) or question(s) the review addresses.	
<b>METHODS</b>			
Eligibility criteria	5	Specify the inclusion and exclusion criteria for the review and how studies were grouped for the syntheses.	
Information sources	6	Specify all databases, registers, websites, organisations, reference lists and other sources searched or consulted to identify studies. Specify the date when each source was last searched or consulted.	
Search strategy	7	Present the full search strategies for all databases, registers and websites, including any filters and limits used.	
Selection process	8	Specify the methods used to decide whether a study met the inclusion criteria of the review, including how many reviewers screened each record and each report retrieved, whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	
Data collection process	9	Specify the methods used to collect data from reports, including how many reviewers collected data from each report, whether they worked independently, any processes for obtaining or confirming data from study investigators, and if applicable, details of automation tools used in the process.	
Data items	10a	List and define all outcomes for which data were sought. Specify whether all results that were compatible with each outcome domain in each study were sought (e.g. for all measures, time points, analyses), and if not, the methods used to decide which results to collect.	
	10b	List and define all other variables for which data were sought (e.g. participant and intervention characteristics, funding sources). Describe any assumptions made about any missing or unclear information.	
Study risk of bias assessment	11	Specify the methods used to assess risk of bias in the included studies, including details of the tool(s) used, how many reviewers assessed each study and whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	
Effect measures	12	Specify for each outcome the effect measure(s) (e.g. risk ratio, mean difference) used in the synthesis or presentation of results.	
Synthesis methods	13a	Describe the processes used to decide which studies were eligible for each synthesis (e.g. tabulating the study intervention characteristics and comparing against the planned groups for each synthesis (item #5)).	
	13b	Describe any methods required to prepare the data for presentation or synthesis, such as handling of missing summary statistics, or data conversions.	
	13c	Describe any methods used to tabulate or visually display results of individual studies and syntheses.	
	13d	Describe any methods used to synthesize results and provide a rationale for the choice(s). If meta-analysis was performed, describe the model(s), method(s) to identify the presence and extent of statistical heterogeneity, and software package(s) used.	
	13e	Describe any methods used to explore possible causes of heterogeneity among study results (e.g. subgroup analysis, meta-regression).	
	13f	Describe any sensitivity analyses conducted to assess robustness of the synthesized results.	
Reporting bias assessment	14	Describe any methods used to assess risk of bias due to missing results in a synthesis (arising from reporting biases).	
Certainty assessment	15	Describe any methods used to assess certainty (or confidence) in the body of evidence for an outcome.	

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
<b>RESULTS</b>			
Study selection	16a	Describe the results of the search and selection process, from the number of records identified in the search to the number of studies included in the review, ideally using a flow diagram.	
	16b	Cite studies that might appear to meet the inclusion criteria, but which were excluded, and explain why they were excluded.	
Study characteristics	17	Cite each included study and present its characteristics.	
Risk of bias in studies	18	Present assessments of risk of bias for each included study.	
Results of individual studies	19	For all outcomes, present, for each study: (a) summary statistics for each group (where appropriate) and (b) an effect estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval), ideally using structured tables or plots.	
Results of syntheses	20a	For each synthesis, briefly summarise the characteristics and risk of bias among contributing studies.	
	20b	Present results of all statistical syntheses conducted. If meta-analysis was done, present for each the summary estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval) and measures of statistical heterogeneity. If comparing groups, describe the direction of the effect.	
	20c	Present results of all investigations of possible causes of heterogeneity among study results.	
	20d	Present results of all sensitivity analyses conducted to assess the robustness of the synthesized results.	
Reporting biases	21	Present assessments of risk of bias due to missing results (arising from reporting biases) for each synthesis assessed.	
Certainty of evidence	22	Present assessments of certainty (or confidence) in the body of evidence for each outcome assessed.	
<b>DISCUSSION</b>			
Discussion	23a	Provide a general interpretation of the results in the context of other evidence.	
	23b	Discuss any limitations of the evidence included in the review.	
	23c	Discuss any limitations of the review processes used.	
	23d	Discuss implications of the results for practice, policy, and future research.	
<b>OTHER INFORMATION</b>			
Registration and protocol	24a	Provide registration information for the review, including register name and registration number, or state that the review was not registered.	
	24b	Indicate where the review protocol can be accessed, or state that a protocol was not prepared.	
	24c	Describe and explain any amendments to information provided at registration or in the protocol.	
Support	25	Describe sources of financial or non-financial support for the review, and the role of the funders or sponsors in the review.	
Competing interests	26	Declare any competing interests of review authors.	
Availability of data, code and other materials	27	Report which of the following are publicly available and where they can be found: template data collection forms; data extracted from included studies; data used for all analyses; analytic code; any other materials used in the review.	