



GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

TRABAJO FINAL DE GRADO

ERROR REFRACTIVO Y RENDIMIENTO ESCOLAR

MARTA GREGORIO FIGUEROA

DIRECTORA

NURIA VILA
LAURA GUIASOLA

DEPARTAMENTO DE ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

OCTUBRE 2019



GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

El/la Sr./Sra., como tutor/a del trabajo y el /la Sr./Sra. como director/a del trabajo

CERTIFICAN

Que el/la Sr./Sra. ha realizado bajo su supervisión el trabajo recogido en esta memoria para optar al título de grado en Óptica y Optometría.

Y para que conste, firmo/firmamos este certificado.

Sr/Sra.....
Tutor/a del trabajo

Sr/Sra.....
Director/a del trabajo

Terrassa, de de 20.....



GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

ERROR REFRACTIVO Y RENDIMIENTO ESCOLAR

RESUMEN

Objetivo: realizar una búsqueda bibliográfica sobre la influencia de los errores de refracción en el rendimiento académico de niños en edad escolar.

Método: Se realizó una búsqueda bibliográfica en la base de datos Pubmed, BVS y ScienceDirect, con palabras clave *Refractive defects, Defects of refraction, Refractive errors, Childrens y School performance* y sus combinaciones. Los artículos seleccionados fueron publicados en los últimos 10 años y los participantes tenían una edad máxima de hasta 12 años. Los artículos obtenidos se han organizado en una tabla resumen con la descripción de las características principales de cada uno de ellos.

Resultados: Se obtuvo un total de 1129 artículos. Se utilizó un primer filtro para acotar la fecha, centrando la búsqueda en artículos publicados durante los últimos 10 años. La búsqueda se redujo a 326 resultados. Se agregó otro filtro de artículos en seres humanos, obteniendo 106 artículos. Posteriormente se aplicó el filtro por edad (menores de 12 años), obteniendo 62 artículos. Se realizó una nueva búsqueda seleccionando únicamente los *Review y Clinical trial*, obteniendo 59 artículos, de los cuales se eliminaron 47 por no cumplir con los criterios de inclusión y 2 artículos por tratarse de estudios realizados por empresas comercializadoras de productos ópticos. Finalmente se seleccionaron 10 artículos, de los cuales 3 correspondían a reviews, 2 a estudios descriptivos, 4 a estudios experimentales y 1 estudio piloto.

Conclusiones: Las anomalías en la refracción pasan desapercibidas por padres y maestros. Existe una clara correlación entre los errores de refracción sin corregir y la disminución del rendimiento académico entre los alumnos. La hipermetropía, la miopía y el astigmatismo son los errores refractivos más relacionados con problemas en el rendimiento escolar.

Palabras clave: errores de refracción, niños, escolares, rendimiento escolar.



GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

ERROR REFRACTIU I RENDIMENT ESCOLAR

RESUM

Objectiu: Realitzar una recerca bibliogràfica sobre la influència dels errors de refracció en el rendiment acadèmic de nens en edat escolar.

Mètode: Es va realitzar una recerca bibliogràfica a la base de dades Pubmed, BVS i ScienceDirect, amb paraules clau *Refractive defects*, *defects of refraction*, *Refractive errors*, *Childrens* i *School performance* i les seves combinacions. Els articles seleccionats van ser publicats en els últims 10 anys i els participants tenien una edat màxima de fins a 12 anys. Els articles obtinguts s'han organitzat en una taula resum amb la descripció de les característiques principals de cada un d'ells.

Resultats: Es va obtenir un total de 1129 articles. Es va utilitzar un primer filtre per a limitar la data, centrant la recerca en articles publicats durant els últims 10 anys. La recerca es va reduir a 326 resultats. Després es va afegir un altre filtre d'articles en éssers humans, obtenint 106 articles. Posteriorment es va aplicar el filtre per edat (menors de 12 anys), obtenint 62 articles. Es va fer una nova cerca seleccionant únicament els *Review* i *Clinical trial*, obtenint 59 articles, dels quals se'n van eliminar 47 per no complir amb els criteris d'inclusió i 2 articles per tractar-se d'estudis realitzats per empreses comercialitzadores de productes òptics. Finalment es van seleccionar 10 articles., Dels quals 3 corresponien a reviews, 2 a estudis descriptius, 4 a estudis experimentals i 1 estudi pilot.

Conclusions: Les anomalies en la refracció sovint passen desapercebudes per pares i mestres. Hi ha una clara correlació entre els errors de refracció sense corregir i la disminució del rendiment acadèmic entre l'alumnat. La hipermetropia, la miopia i l'astigmatisme són els errors refractius més relacionats amb problemes en el rendiment escolar.

Paraules clau: errors de refracció, nens, escolars, rendiment escolar.



GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

REFRACTIVE ERROR AND SCHOOL PERFORMANCE

ABSTRACT

Objective: to carry out a bibliographic search on the influence of refractive errors in the academic performance of school-age children.

Method: A bibliographic search was carried out in the Pubmed, BVS and ScienceDirect database, with keywords Refractive defects, Defects of refraction, Refractive errors, Childrens and School performance and their combinations. The selected articles were published in the last 10 years and the participants had a maximum age up to 12 years. The articles obtained have been organized in a summary table with the description of the main characteristics of each of them.

Results: A total of 1129 articles were obtained. A first filter was used to narrow the date, focusing the search on articles published during the last 10 years. The search was reduced to 326 results. Then another filter of articles in humans was added, obtaining 106 articles. Subsequently, the filter was applied by age (under 18), obtaining 62 articles. A new search is performed by selecting only the *Review* and *Clinical trial*, obtaining 59 articles, of which 47 were eliminated because they did not meet the inclusion criteria and 2 articles because they were studies carried out by companies that sell optical products. Finally, 10 articles were selected, of which 3 corresponded to reviews, 2 to descriptive studies, 4 to experimental studies and 1 pilot study.

Conclusions: Refraction anomalies go unnoticed by parents and teachers on many occasions. There is a clear correlation between uncorrected refractive errors and the decline in academic performance among students. Hyperopia, myopia and astigmatism are the refractive errors most related to problems in school performance.

Keywords: refractive errors, children, school children, school performance.



GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

REFRACTIVE ERROR AND SCHOOL PERFORMANCE

SUMMARY

This study contains information related to possible refractive errors such as myopia, farsightedness and astigmatism, as well as its direct relationship with school performance.

Refractive defects or ametropias are known to all those conditions in which the eye loses the ability to provide a clear image due to a mismatch of the optical elements that make up the image (Ferrán et al., 2013). These defects represent a reason for frequent professional consultation and are a significant public health problem, not only because of their economic impact due to the costs involved in their management and treatment but also because of their social impact as they are often a cause of reduced visual acuity (Curbelo et al., 2005).

At birth, it is normal for children to have a certain degree of farsightedness and even the power of the eye changes in the first years of life with the purpose to achieve emmetropia. Several aspects intervene in the result of the refractive value of the eye (López, 2010); the cornea and the lens flattens as the axial length of the eye changes, thus generating the change in the refractive state (Figuerola and Molina, 2011).

For the child to develop correctly, their eyesight must be fit. The first years of life play a crucial role in this process. If during the early childhood exist a defect in refraction and this is not treated, can have serious consequence. This untreated defect can result in the impediment of the development of some visual functions. There is the possibility that the recovery of visual acuity is not complete (Herreman R, 2006). In childhood, these errors should be diagnosed and treated early to avoid possible consequences (Krachmer, 2001; Solans, García, Martínez, 2003; Curbelo et al., 2005).

Visual ability is among the most decisive individual variables that interfere with children's performance in school classrooms. Reason why, it is an essential task the early detection and the creation of a line of priority educational research on any type of anomaly that affects the sense of vision in children, and consequently affects their school performance (Lázaro et al., 2013)

The main refractive errors are the following:

- **Hypermetropia:** farsightedness is the most common refractive error in children (Figuroa and Molina, 2011). It is the normal optical condition in the child and persists throughout life in 50% of the population. It tends to decrease in adolescence, it stabilises in the middle age and increases in advanced age, due to changes in the lens.
- **Myopia:** this refractive error is the most common worldwide. In this type of refractive error, the visual acuity is reduced for distant vision. Other symptoms for infants suffering from myopia are also headache and eye fatigue (Estévez et al., 2011).
- **Astigmatism:** in this type of refractive error, there are differences between the radius of the curvature of the cornea. This makes the optical power of the eye diverse in the different meridians. This refractive error may be associated with farsightedness or myopia. Children suffering from astigmatism have relatively low visual acuity, due to the impossibility to focus images neither distant vision nor in the near one. Among the most frequent symptoms, the conjunctival congestion after reading, positional modifications of the head, headache, blinking, and poor school performance are the most common.(Ferrán et al., 2013).

According to the World Health Organization, in 2017 it is estimated that the number of children with visual disturbances is approximately 19 million, 12 million of these children suffer from these alterations due to refractive errors. (Trejo et al., 2018).

The objective of this work is to conduct a bibliographic search on the influence of refractive errors in the academic performance of school-age children.

For this purpose, a descriptive investigation was carried out, consisting of a systematic review of scientific articles. To obtain the relevant information, a search was performed in the following databases: PubMed, ScienceDirect and the Virtual Health Library (VHL), with keywords Refractive defects, Defects of refraction, Refractive errors, Children's and School performance and their combinations.

In total, 1129 articles were obtained. A first filter was used to narrow the date, focusing the search on articles published during the last 10 years. The search was reduced to 326 results. Another filter of articles in humans was added, obtaining 106 articles. Afterwards, the filter was applied by age (under 12 years old), obtaining 62 articles. A new search was performed by selecting only the Review and Clinical trial, obtaining 59 articles. 47 were eliminated because they did not meet the criteria and 2 articles because they were studies carried out by

companies that sell optical products. Finally, 10 articles were selected, 3 are reviews, 2 descriptive studies, 4 experimental studies and 1 pilot study.

Lázaro, García and Perales. (2013), conducted a pilot study in a population of Granada to show a definition and systematic classification of the visual defects identified in a large sample of primary school students and relate the results to the assessment of the performance of the participants provided by their teachers. They conclude that there is a high percentage of incidence of diagnosed refractive anomalies, and there is also a notable influence of some refractive errors, which are not usually diagnosed in schools, on such performance.

On the other hand, Orlansky et al. (2015), also investigated the relationship between uncorrected astigmatism and early academic preparation in preschoolers at risk. They found that the astigmatism was negatively associated with multiple domains of academic preparation. The authors conclude that the presence of astigmatism identified in the school environment was associated with a pattern of reduced academic preparation in multiple domains of development and education among preschoolers at risk.

In a review by Hopkins, Narayanasamy, Vincent, Sampson and Wood. (2019), try to provide clarity when reviewing and criticizing relevant peer-reviewed publications and also summarizing what is known regarding the visual demands of modern classroom environments.

The results of this systematic review suggest that, although several studies have investigated the role of vision in relation to children's academic performance, the veracity of the evidence obtained from most of these studies is affected by methodological limitations. Comparisons between studies are limited by differences in experimental designs, instrumentation and sample characteristics. Rosner and Rosner (1997), on the other hand, compared the refractive status and performance test scores of 782 children in first through fifth grade, finding significantly lower scores on performance tests among hypermetropic children whose refractive errors exceeded 1.25 D.

Summarizing all the articles made, we observe that, the ages included in this review range from 3 to 12 years of age and the sample size varies greatly and is directly related to the type of study. On the one hand the experimental studies treat samples from 15 schoolchildren to 1056, hence we highlight 3 studies in Australia with the smallest samples of 15 to 20 children, where the refractive errors analyzed are farsightedness and astigmatism.

We review 3 other experimental studies with larger samples ranging from 122 children to 1056, where they evaluate all types of refractive error, but we want to highlight the study of uncorrected astigmatism to conclude by saying that it is associated with lower scores in personal and social development, in language and literacy

If we look at the descriptive studies analyzed, we observe that they use larger samples, in a descriptive and retrospective study conducted by Mayro et al.,

(2018), whose purpose was to determine the prevalence and severity of uncorrected refractive errors in children School-age attending public schools in Philadelphia This study found a 13.1% prevalence in uncorrected refractive errors in this urban population of school-age children.

We also deal with 2 bibliographic review articles in which all types of refractive errors are addressed and where they show that there is an association between academic performance, visual acuity and refractive errors and, in addition, is influenced by the socioeconomic situation

The conclusions of this bibliographic search are:

- Refractive errors can create harm for students in the classroom. These anomalies go unnoticed on many occasions, by parents and teachers, with the negative consequences for the normal school performance of affected children. There is a clear correlation between refractive errors, the decrease in academic performance among affected students.
- Astigmatism leads to a 5% to 12% reduction in performance in academic-related outcome measures. Correction of low to moderate levels of astigmatism can improve the functional performance of children in the classroom.
- When farsightedness is combined with sustained close work, it results in school performance reductions of between 5 and 24% across the entire range of academic measures. However, more research is required to determine the impact of correcting low levels of farsightedness in academic performance in children.
- Anisometropics can also significantly impair academic performance, particularly in combination with sustained close work, causing a reduction of up to 12% in performance across the entire range of academic measures related to sustained close work performed.
- School-based vision problem detection programs can provide a way to identify and correct refractive errors. They are also valuable for preventing vision loss related to refractive errors in children. In addition, awareness campaigns and education can help overcome all barriers against visual rehabilitation. The collaboration between the teacher, the parents, the ophthalmologist and the child should be well established to prevent visual impairment and future related socioeconomic problems.



ÍNDICE

1.	Introducció.....	10
2.	Objetivos.....	12
	2.1. Objetivo Principal	
	2.1. Objetivos específicos	
3.	Marco teórico.....	13
	3.1 Desarrollo visual	
	3.2 Principales errores refractivos	
	3.3 Rendimiento académico	
4.	Metodología	18
5.	Resultados.....	21
6.	Discusión.....	22
7.	Conclusiones.....	28
8.	Bibliografía.....	29
9.	Anexos.....	31

1. Introducció

La visió és un sentit vital per al desenvolupament i autonomia de la persona. El 80 % de la informació obtinguda del entorn se percep a través d'aquest sentit, per lo tant la majoria de les habilitats, coneixements i activitats desenvolupades depenen en gran part de la capacitat visual (Estévez et al., 2011).

Se coneix com a defectes de refracció o ametropies a totes aquelles condicions en les que l'ull perd la capacitat de proporcionar una imatge nítida a causa d'un desajuste dels elements òptics que formen la imatge (Ferrán et al., 2013). Aquests errors representen un motiu de consulta molt freqüent i constitueixen un problema de salut pública important, no només per la seva repercussió econòmica a causa dels costos que impliquen el seu maneig i tractament, sinó també per l'impacte social de ser amb freqüència una causa de disminució de la agudeza visual (Curbelo et al., 2005).

Segons l'Organització Mundial de la Salut, el 2017 s'estima que el nombre de nens amb alteracions visuals és de 19 milions aproximadament, 12 milions dels quals pateixen aquestes alteracions a causa d'errors de refracció. (Trejo et al., 2018).

Perquè el nen es desenvolupi correctament és necessari que vea bé i els primers anys de vida juguen un paper crucial en aquest procés. Si durant la primera infància es presenta un defecte de refracció i aquest no es corregeix, pot provocar com a conseqüència l'impediment del desenvolupament de certes funcions visuals. Existeix la possibilitat que la recuperació de la agudeza visual no sigui completa (Herreman R, 2006). En l'edat infantil aquests errors han de ser diagnosticats i tractats de manera precoz per evitar les possibles conseqüències (Krachmer, 2001; Solans, García, Martínez, 2003; Curbelo et al., 2005). La capacitat visual es troba entre les variables individuals més determinants que interfiren en el rendiment dels nens a les aules escolars. Tal i com s'ha mencionat anteriorment, l'ésser humà capta gran quantitat i qualitat d'informació a través del sentit de la visió, jugant un paper especial en l'era actual, on existeix gran quantitat d'informació visual continguda en llibres de text, ordinadors, presentacions dels professors, etc. A pesar d'això, els progenitors i mestres desconocen moltes d'aquestes alteracions visuals que afecten als nens a l'edat escolar. Per això, resulta una tasca imprescindible la detecció precoz i la creació d'una línia d'investigació educativa prioritària sobre qualsevol tipus d'anomalia que afecti el sentit de la visió dels nens, i consegüentment afecti el seu rendiment escolar (Lázaro et al., 2013)



2. Objectivos

2.1. Objetivo principal:

- Realizar una búsqueda bibliográfica sobre la influencia de los errores de refracción en el rendimiento académico de niños en edad escolar.

2.2. Objetivos específicos:

- Identificar los errores refractivos más comunes en niños en edad escolar y su relación con el rendimiento escolar.

3. Marco teórico

3.1 Desarrollo visual

El desarrollo del sentido de la visión se inicia desde el nacimiento (Kanski, 2009). Durante los primeros cuatro meses de vida postnatal el ojo humano madura de manera gradual, desarrollando así las vías visuales. En los primeros 5 años de vida las vías visuales permanecen flexibles. Este proceso continúa hasta la edad de 6 a 7 años. Para que el desarrollo visual ocurra de manera normal, es necesario que el cerebro reciba simultáneamente, imágenes claras y focalizadas de ambos ojos (Estévez et al., 2011).

Durante el desarrollo visual postnatal existe un periodo crítico en el que la corteza visual continúa siendo lo suficientemente frágil para lograr adaptarse a las influencias provenientes de la interacción y experiencias con el medio externo. Durante este periodo crítico cualquier obstáculo o interferencia puede producir alteraciones visuales de tipo orgánico y refractivo. No es sino hasta los 8 años de edad aproximadamente cuando ocurre la disminución de la plasticidad visual, en este momento el sistema visual tiene la madurez suficiente para tolerar los efectos de los estímulos visuales anormales (Prieto-Díaz et al., 2005).

A lo largo de todo este periodo pueden ocurrir situaciones diversas que afecten el desarrollo visual y si no es diagnosticada y tratada a tiempo puede dejar secuelas (Kanski, 2009). Cualquier interferencia que se presente durante el proceso de aprendizaje visual, y dependiendo de la intensidad y duración de la misma, traerá como consecuencia la disminución de la agudeza visual en mayor o menor grado, incluso pudiendo llegar a producir ceguera (Estévez et al., 2011).

Además de esta maduración funcional a nivel cerebral, el ojo también crece y modifica su capacidad refractiva. Este proceso es conocido con el nombre de emetropización. La emetropización no es más que el proceso en donde una hipermetropía fisiológica se desarrolla hasta lograr la madurez del ojo desde el punto de vista anatómico. La emetropización ideal no ocurre de la misma manera en todas las personas y esta es la razón por la que se presentan los errores de refracción (Estévez et al., 2011).

3.2 Principales errores refractivos

Al momento del nacimiento, es normal que los niños tengan cierto grado de hipermetropía y que incluso el poder del ojo cambie en los primeros años de vida con la finalidad de alcanzar la emetropía. En el resultado del valor refractivo del ojo intervienen varios aspectos (López, 2010); la córnea y el cristalino se aplanan a medida que la longitud axial del ojo cambia, produciéndose así el cambio en el estado refractivo (Figueroa y Molina, 2011).

Los principales errores de refracción son tres:

- Hipermetropía: en niños la hipermetropía es el error refractivo más común (Figueroa y Molina, 2011). Es la condición óptica normal en el niño y persiste durante toda la vida en el 50% de la población. Tiende a decrecer en la adolescencia, estacionarse en la edad media y aumentar en la vejez, debido a los cambios del cristalino (Ferrán et al., 2013).

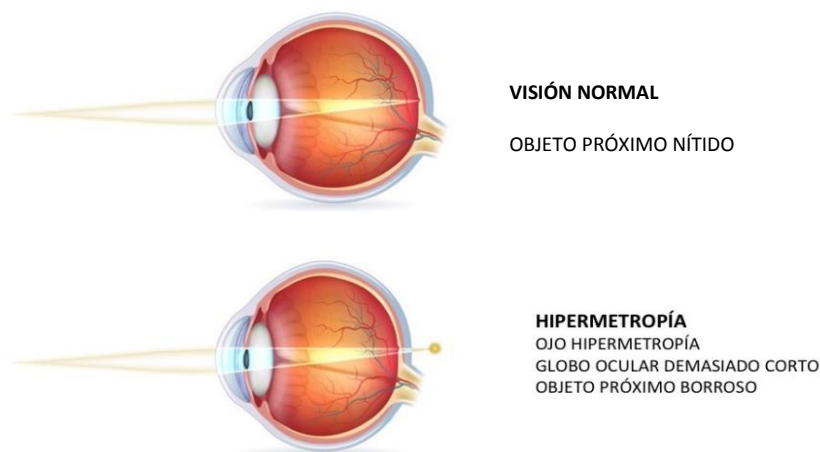


Figura 1. Visión normal e hipermetropía.

- Miopía: este error de refracción es el de mayor prevalencia a nivel mundial. En este tipo de error refractivo se disminuye la agudeza visual para la visión lejana. Además de la dificultad para la visión de objetos lejanos, otro de los síntomas que presentan los niños que padecen de miopía también se encuentra la cefalea y la fatiga ocular (Estévez et al., 2011). Los niños miopes al no poder ver bien de lejos, se acercan a los objetos para verlos mejor (Ferrán et al., 2013).

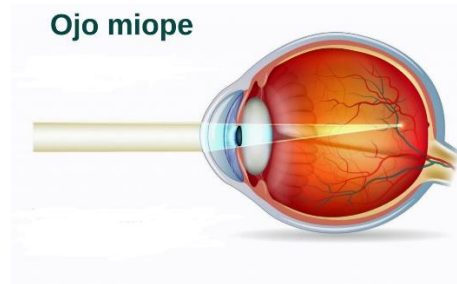


Figura 2. Ojo Miope.

- Astigmatismo: en este tipo de error refractivo, existen diferencias entre los radios de la curvatura de la córnea, haciendo que la potencia óptica del ojo sea diferente en los distintos meridianos (Figura 3). Este error refractivo puede estar asociado a hipermetropía o miopía. Los niños que padecen de astigmatismo presentan una agudeza visual relativamente baja, ya que ni en la visión lejana, ni en la cercana es posible enfocar las imágenes con nitidez. Dentro de los síntomas más frecuentes se encuentran la congestión conjuntival después de la lectura, las modificaciones posicionales de la cabeza, cefalea, parpadeo, y bajo rendimiento escolar (Ferrán et al., 2013).

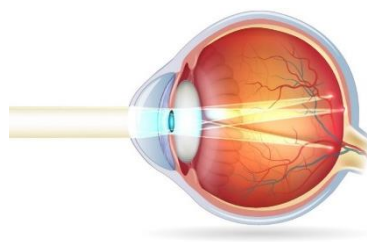


Figura 3. Ojo astigmático.

3.3 Rendimiento académico

El rendimiento académico no es más que el resultado del aprendizaje producido en el alumno por la actividad didáctica del profesor. El rendimiento escolar es un problema que preocupa profundamente no solo a los estudiantes y a sus padres, sino también a profesores y a las autoridades competentes (Lamas, 2015). Para que el rendimiento escolar sea satisfactorio es necesario que el alumno cumpla ciertos objetivos, logros y metas, establecidos previamente en el programa académico o asignatura que curse el estudiante. El resultado del rendimiento escolar es expresado a través de calificaciones, las cuales se obtienen a través de evaluaciones que determinan la superación o no de las distintas pruebas, materias o cursos del alumno (Caballero et al., 2007)

Al revisar las múltiples definiciones relacionadas con el rendimiento escolar, y con el éxito y fracaso del mismo, se observa que la mayoría de ellas concuerdan en el mismo punto: la relación entre el rendimiento escolar y la calificación obtenida en las distintas asignaturas. Por lo tanto se considera como fracaso escolar al alumno cuyas calificaciones se encuentran por debajo de la media (medina et al., 2008)

Existen ciertos factores que pueden influir en el rendimiento escolar dentro de las cuales se encuentran los factores socioeconómicos, los conceptos previos y el nivel de pensamiento formal de los alumnos, el método de enseñanza utilizado, el diseño de los programas de estudio y la dificultad para llevar a cabo una enseñanza personalizada (Edel, 2003).

La inteligencia emocional, el sentimiento de fracaso, la insuficiencia intelectual, la fragilidad del aprendizaje adquirido, la cultura, el entorno familiar, las relaciones con los amigos y compañeros, las diferencias entre un individuo y otro, el desarrollo heterogéneo de las inteligencias múltiples, las características propias de cada institución educativa, el modelo pedagógico que aplican y la forma en que este se adapta a las características del alumno, son otras de las variables relacionadas con el rendimiento escolar (Medina et al., 2008)

La identificación temprana de alteraciones en los factores que interfieren en el rendimiento escolar constituye una acción sumamente importante para disminuir la probabilidad de potenciales fracasos escolares e implementar las medidas preventivas y los programas de intervención necesarios (Lamas, 2015).

Con respecto a la relación entre anomalías de la visión y rendimiento escolar, no existe un consenso con respecto a la incidencia de estas anomalías sobre el rendimiento escolar. La mayor parte de los estudios realizados al respecto se centran fundamentalmente en la habilidad lectora, y no en el resto de las tareas escolares, las cuales también pueden verse afectadas por



alteraciones en la agudeza visual, en la convergencia y motilidad ocular, y en las habilidades de acomodación. No obstante, el diagnóstico precoz y el tratamiento adecuado de estas anomalías de la visión produce una mejoría significativa del rendimiento escolar (Lázaro et al., 2013).

4. Metodología

Se realiza una investigación de carácter descriptivo, consistente en una revisión sistemática de artículos científicos. Para la obtención de la información relevante sobre el estado actual del tema del trabajo se realizó una búsqueda en las bases de datos seleccionadas: PubMed, ScienceDirect y en la Biblioteca Virtual de Salud (BVS).

Comenzamos el estudio realizando una búsqueda bibliográfica general de artículos científicos en las bases de datos Pubmed. Para realizar la búsqueda se utilizaron palabras clave tales como *Refractive defects* y *Defects of refraction*. El número de artículos encontrados en esta búsqueda inicial era demasiado elevado por lo que se optó por realizar una búsqueda más específica utilizando combinaciones de palabras clave para crear ecuaciones de búsqueda. Las ecuaciones de búsqueda son formuladas a partir de la definición de palabras clave traducidas al lenguaje científico o lenguaje controlado. Este lenguaje se forma mediante descriptores del tesoro MeSH (Medical Subject Headings), perteneciente a PubMed, y que al igual que el DeCS (Descriptores en Ciencias de la Salud), es un amplio vocabulario de lenguaje controlado.

Para combinar dichos términos y formular las ecuaciones de búsqueda, se utilizarán los operadores booleanos o lógicos AND y OR. Realizamos una búsqueda introduciendo las siguientes combinaciones *Defects of refraction AND School performance AND Children*; *Refractive Error AND Children AND Scholars* y *Refractive defects AND Academic performance*. Se obtuvieron 30 resultados. Posteriormente se realizó una nueva búsqueda en la base de datos BVS, encontrando sólo 2 artículos. En la base de datos Science direct se obtuvieron 1097 resultados. Con todo ello se obtuvo pues un total de 1129 artículos.

A partir de esos resultados se procedió a realizar una búsqueda más avanzada mediante el uso de filtros. El primer filtro utilizado fue para acotar la fecha de publicación de los artículos encontrados, centrando la búsqueda en artículos publicados durante los últimos 10 años. El número de artículos encontrados se redujo a 326 resultados. Luego se agregó otro filtro para centrar la búsqueda en artículos que se basaban en seres humanos. Los resultados obtenidos fueron de 106 artículos. Posteriormente los artículos fueron filtrados por edad (menores de 12 años), obteniendo un total de 62 artículos.

Con estos resultados se dió inicio a la lectura de los artículos, comprobando que a pesar de los filtros y palabras clave utilizados, gran cantidad de artículos no tenían relación con esta investigación por lo que se realiza una nueva búsqueda filtrando los artículos por tipo de artículo, seleccionando



únicamente los *Review* y *Clinical trial*, obteniendo como resultado final 59 artículos. De estos 59 artículos finales, se realizó una lectura a texto completo de aquellos artículos cuyo título y resumen tenía relación con el tema de estudio, eliminando 47 artículos por no cumplir con los objetivos e esta investigación y 2 artículos por tratarse de estudios realizados por empresas comercializadoras de productos ópticos. Por lo tanto, los artículos finalmente seleccionados, han sido publicados en los 10 últimos años, centrándonos en niños menores de 12 años con errores de refracción, para finalmente tener un total de 10 artículos (Figura 5).

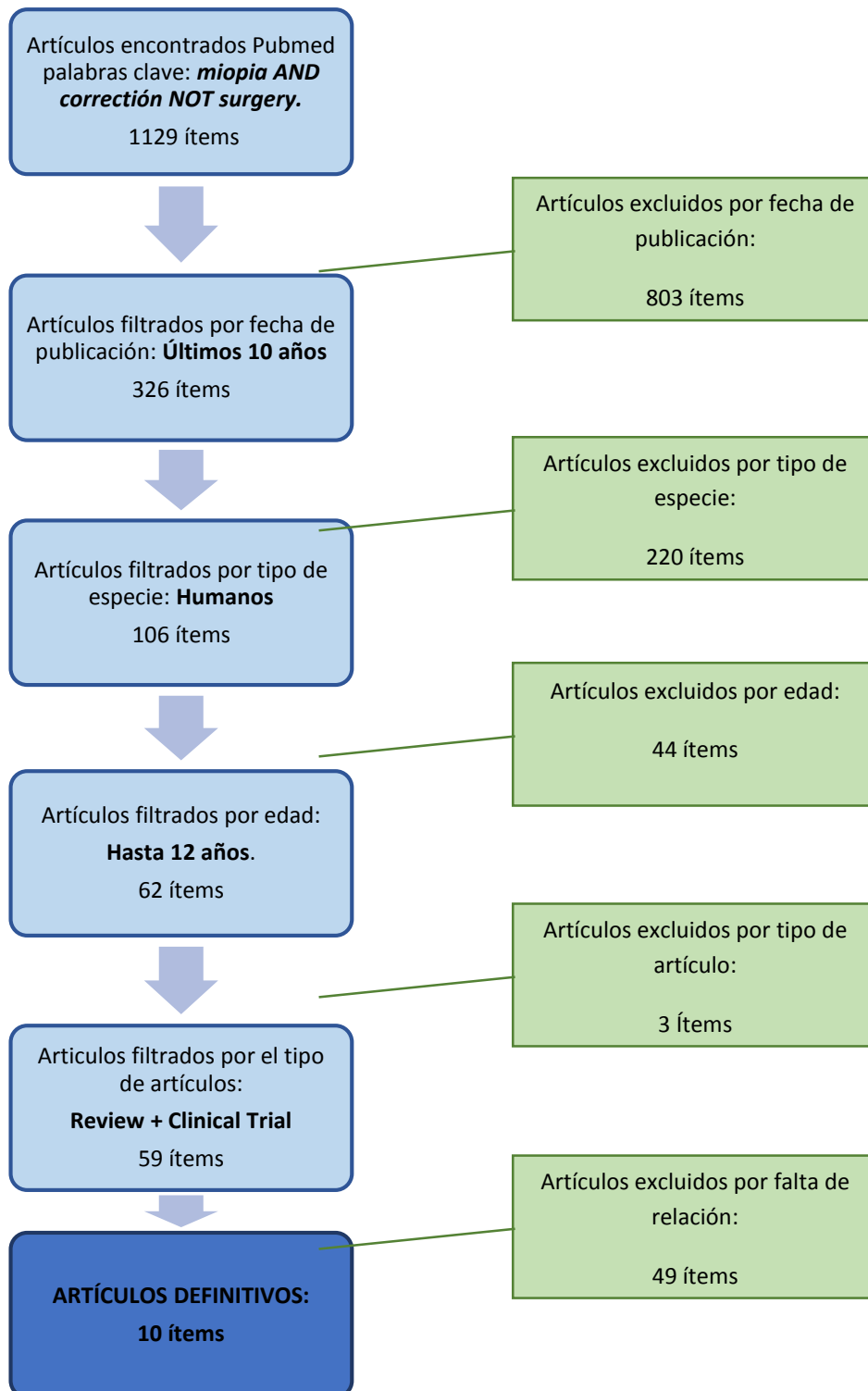


Figura 5. Diagrama de flujo de la metodología.

5. Resultados

Con el objetivo de mostrar los estudios incluidos en la revisión de una forma resumida, se elaboró un Excel con la información más importante de cada uno de los artículos revisados. (Anexo 1)

Las edades incluidas en esta revisión van desde los 3 a los 12 años de edad y el tamaño de la muestra varía bastante y se relaciona directamente con el tipo de estudio. Por una parte los estudios experimentales tratan muestras desde 15 escolares hasta 1056, de ahí destacamos 3 estudios en Australia con las muestras más pequeñas de 15 a 20 niños, donde los errores refractivos que se analizan son la hipermetropía y el astigmatismo.

Revisamos otros 3 estudios experimentales con muestras más amplias que van desde 122 niños a 1056, donde evalúan todos los tipos error refractivo, pero queremos destacar el estudio de astigmatismos sin corregir para concluir diciendo que éste se asocia a puntuaciones más bajas en desarrollo personal y social, en lenguaje y en alfabetización

Si atendemos a los 2 estudios descriptivos analizados, observamos que utilizan muestras más amplias, llegando incluso uno de ellos a examinar 1056 escolares y concluyendo que el 13.1% de niños en edad escolar exhibieron errores de refracción no corregidos y que además con una agudeza visual baja los resultados académicos en cálculo y gramática son peores.

También tratamos 2 artículos de revisión bibliográfica en los que se abordan todos los tipos de errores refractivos y donde ponen de manifiesto que existe una asociación entre rendimiento académico, agudeza visual y errores de refracción y, que además, está influida por la situación socioeconómica.

6. Discussión:

El objetivo de este trabajo fue determinar la influencia de los errores de refracción en el rendimiento académico de los niños en edad escolar. En la presente revisión se demostró que existe una correlación importante entre los errores de refracción y el rendimiento escolar. Antes de entrar al trapo explicando uno a uno los hallazgos de cada artículo, haz una breve introducción.

En un estudio descriptivo y retrospectivo realizado por Mayro et al., (2018), cuya finalidad fue determinar la prevalencia y la gravedad de los errores de refracción no corregidos en niños en edad escolar que asisten a las escuelas públicas de Filadelfia, se describe que el *Wills Eye Vision Screening Program for Children* es un programa comunitario de detección de la visión pediátrica diseñado para detectar y corregir errores de refracción y derivar a aquellos con enfermedades oculares no refractivas para que un oftalmólogo pediátrico los examine. Entre enero de 2014 y junio de 2016, este programa evaluó a 18,974 niños en los grados K-5 en las escuelas públicas de Filadelfia. En este estudio los niños que no pasaron el examen de la vista fueron examinados in situ por un oftalmólogo u optometrista. Los niños cuya disminución de la agudeza visual no era susceptible de corrección de gafas fueron remitidos a un oftalmólogo pediátrico. De los 18,974 niños examinados, 2,492 (13.1%) exhibieron errores de refracción no corregidos: 1,776 (9.4%) niños tenían miopía, 459 (2.4%) tenían hipermetropía, 1,484 (7.8%) tenían astigmatismo y 846 (4.5%) tenían anisometropía. De los 2,492 con error de refracción no corregido, 368 niños (14.8%) tenían más de un diagnóstico de error de refracción. Al estratificar los diagnósticos de error refractivo por gravedad, la miopía leve (equivalente esférico de -0.50 D a <-3.00 D) fue el diagnóstico más común, presente en 1,573 (8.3%) niños. Este estudio encontró una prevalencia del 13.1% en los errores de refracción no corregidos en esta población urbana de niños en edad escolar.

Lázaro, García y Perales. (2013), realizaron un estudio piloto en la población granadina con la finalidad de mostrar una definición y clasificación sistemática de los defectos visuales identificados en una amplia muestra de escolares de Educación Primaria y relacionar los resultados con la valoración del rendimiento de los participantes proporcionada por sus maestros. En este estudio piloto se encontró que el 53,5 % de los participantes tenía Hipermetropía 8,6 % Miopía, 10,4 % presentaba Astigmatismo, 2,9 % tenía Miopía y astigmatismo, 4,3 % Hipermetropía y astigmatismo, 1,8 % Anisometropía miópica, 2,5 % Anisometropía hipermetrópica, 2,9 % Anisometropía astigmática y 0,3 % Antimetropía. Estos resultados evidencian un alto porcentaje de incidencia de las anomalías de refracción diagnosticadas. En este estudio se aprecia una

influencia notable de algunos errores refractivos, que no se diagnostican habitualmente en los centros escolares, sobre dicho rendimiento.

Según el estudio de Wood, Black, Hopkins y White., (2018), titulado "Vision and academic performance in primary school children" o Visión y rendimiento académico en niños de primaria., cuyo objetivo fue explorar la asociación entre la función de visión y las medidas de procesamiento de información visual y los puntajes estandarizados de rendimiento académico en niños australianos de tercer grado. En este estudio descriptivo se incluyeron 108 niños de primaria de tercer grado ($M = 8.82 \pm 0.32$ años) de tres escuelas primarias estatales en el sureste de Queensland. Todos los participantes se sometieron a un examen de visión estándar, que incluye agudeza visual a distancia, pruebas de visión binocular y estereoacuidad. También se administró una batería de pruebas de procesamiento de información visual basadas en computadora, incluida la prueba de Desarrollo del Movimiento del Ojo (DEM), Memoria Secuencial Visual (VSM) y Búsqueda de Símbolo (SS). Se obtuvieron puntajes del Programa de Evaluación Nacional Australiano para Alfabetización y Matemática (NAPLAN) en cinco subpruebas de rendimiento académico para cada niño: lectura, escritura, ortografía, gramática / puntuación y aritmética..

Wood et al. (2018), encontraron que quince niños tenían agudeza visual de 6/9 y todos fueron identificados con errores de refracción no corregidos. Sin embargo, en el estudio Wood et al. (2018), solo se evaluó el estado refractivo de aquellos niños en los que fallaron las pruebas de detección de agudeza visual a distancia o en la prueba de lente plus; por lo tanto, es posible que niveles bajos y moderados de hipermetropía pudieron haberse pasado por alto

Las puntuaciones de VSM y SS se asociaron significativamente con una o más subpruebas de NAPLAN, al igual que peor y mejor agudeza visual a distancia; la estereoacuidad no mostró asociación significativa con ninguna de las subpruebas de NAPLAN. En este estudio el rendimiento en las subpruebas DEM horizontales y verticales se asoció más fuertemente con el rendimiento académico. Estos datos, junto con otros datos clínicos, podrían proporcionar información útil a los médicos con respecto a su filosofía de prescripción y manejo para niños con niveles más bajos de error de refracción no corregido y anomalías de visión binocular.

Por su parte Orlansky et al. (2015), también investigaron la relación entre el astigmatismo no corregido y la preparación académica temprana en niños en edad preescolar en riesgo. En este estudio comparativo se realizó un examen de la vista basado en la técnica clínica modificada. La prueba de cover unilateral se utilizó para identificar la presencia de estrabismo, y se utilizó la prueba de cover alternante para cuantificar la magnitud del giro de los ojos o la foria del niño. El error de refracción se midió con retinoscopia estática no ciclopléjica

mientras el niño miraba a un objetivo distante. La salud ocular externa, el nervio óptico y la vasculatura de la parte posterior polo y mácula fueron evaluados por oftalmoscopia directa, además se realizó una revisión de los registros académicos de 122 niños de tres a cinco años inscritos en el programa *Head Start* de Filadelfia.

Los resultados del examen de la vista se relacionaron con dos medidas de preparación académica temprana, el Sistema de muestreo de trabajo (WSS) informado por el maestro y el Cuestionario de edades y etapas (ASQ) informado por los padres. Ambas medidas evalúan múltiples dominios de desarrollo y habilidades que se consideran relacionados con la preparación académica. En este estudio se compararon los niños con astigmatismo (definido como $> | -0.25 |$ en cualquier ojo) con los niños que no tenían astigmatismo. Orlansky et al. (2015), encontraron que la presencia de astigmatismo se asoció negativamente con múltiples dominios de preparación académica. Los niños con astigmatismo tuvieron puntuaciones medias significativamente más bajas en los dominios de Desarrollo personal y social, lenguaje, alfabetización y desarrollo físico del WSS, y en los dominios personal, social, comunicación y motricidad fina del ASQ. Estas diferencias entre los niños con astigmatismo y los niños sin astigmatismo persistieron después de ajustar estadísticamente la edad y la magnitud del error de refracción esférica. Los autores concluyen que la presencia de astigmatismo detectado en el entorno escolar se asoció con un patrón de preparación académica reducida en múltiples dominios de desarrollo y educación entre los niños en edad preescolar en riesgo. Este estudio puede ayudar a establecer el papel de los exámenes de visión temprana, los exámenes integrales de visión y la necesidad de corrección refractiva para mejorar el éxito académico en niños en edad preescolar.

En una revisión realizada por Hopkins, Narayanasamy, Vincent, Sampson y Wood. (2019), con la finalidad de proporcionar claridad al revisar y criticar las publicaciones relevantes revisadas por pares y también de resumir lo que se sabe con respecto a las demandas visuales de los entornos modernos de aula.

En esta revisión se incluyeron 23 estudios realizados en diferentes países. Los test académicos utilizados en los diferentes estudios fueron similares: Pruebas de dominio de lectura de Woodcock Subtest revisado: identificación de letras (estandarizado), Prueba de lectura de Salzberg: velocidad de lectura, examen nacional estándar nivel final de 4 grado: idioma inglés, competencia de lengua materna y matemáticas, así como el número de libros leídos por semana (a través del cuestionario administrado por padres), prueba de detección de lectura de Altalef, prueba de Neale de capacidad de lectura: lectura precisión y comprensión lectora, entre otras. Los resultados de esta revisión sistemática sugieren que, si bien varios estudios han investigado el papel de la visión en relación con el rendimiento académico de los niños, la veracidad de la evidencia

obtenida de la mayoría de estos estudios se ve afectada por limitaciones metodológicas. Las comparaciones entre los estudios están limitadas por las diferencias en los diseños experimentales, la instrumentación y las características de la muestra.

Por su parte, Narayanasamy, Vincent, Sampson y Wood. (2015), investigaron el impacto del astigmatismo bilateral simulado en tareas académicas relacionadas antes y después del trabajo cercano sostenido en niños. En este estudio experimental veinte niños visualmente normales (edad media: 10.8 ± 0.7 años; seis varones y 14 hembras) completaron un rango de pruebas académicas estandarizadas con y sin 1.50 D de astigmatismo bilateral simulado (con ambas pruebas académicas y la condición visual administrada en orden aleatorio). El astigmatismo simulado se indujo usando una lente cilíndrica positiva mientras se mantenía un equivalente esférico plano. El rendimiento se evaluó antes y después de 20 minutos de trabajo cercano sostenido, durante dos sesiones de prueba separadas. Las medidas académicas incluyeron una prueba de lectura estandarizada (el Análisis de Neale de la capacidad de lectura), pruebas de procesamiento de información visual (subpruebas de codificación y búsqueda de símbolos de la Escala de inteligencia de Wechsler para niños) y una prueba de movimiento ocular relacionada con la lectura (prueba de desarrollo del movimiento ocular del desarrollo). A cada participante se le asignó sistemáticamente astigmatismo simulado con la regla (WTR, eje 180°) o contra la regla (ATR, eje 90°) para evaluar la influencia de la orientación del eje en cualquier disminución en el rendimiento. La lectura, el procesamiento de la información visual y el rendimiento del movimiento ocular relacionado con la lectura se vieron significativamente afectados por el astigmatismo bilateral simulado ($p < 0.001$) y el trabajo cercano sostenido ($p < 0.001$), sin embargo, no hubo interacción significativa entre estos factores ($p > 0.05$). El astigmatismo simulado condujo a una reducción de entre 5% y 12% en el rendimiento en las medidas de resultado relacionadas con lo académico, pero no hubo un efecto significativo del eje (WTR o ATR) del astigmatismo ($p > 0.05$). El astigmatismo bilateral simulado perjudicó el rendimiento de los niños en una variedad de medidas de resultado académicas independientemente de la orientación del astigmatismo. Estos hallazgos tienen implicaciones para el manejo clínico de los niveles no ambliogénicos de astigmatismo en relación con el rendimiento académico en niños.

En el caso de la hipermetropía bilateral, Narayanasamy, Vincent, Sampson y Wood. (2015), también investigaron el impacto de la hipermetropía simulada y el trabajo cercano sostenido sobre la capacidad de los niños para realizar una variedad de tareas académicas. En este estudio experimental se reclutaron quince niños visualmente normales (edad media $[\pm DE]$, $10.9 [\pm 0.8]$ años; 10 varones y 5 hembras). El rendimiento fue evaluado en una variedad de

medidas de resultado estandarizadas relacionadas con lo académico con y sin 2.50 dioptrías de hipermetropía bilateral simulada (administrada en un orden aleatorio), antes y después de 20 minutos de trabajo cercano sostenido, en dos sesiones de prueba separadas. Las medidas académicas incluyeron una prueba de lectura estandarizada (el Análisis de Neale de la capacidad de lectura), pruebas de procesamiento de información visual (las subpruebas de Codificación y Búsqueda de símbolos de la Escala de inteligencia de Wechsler para niños) y una prueba de movimiento ocular relacionada con la lectura (Prueba del desarrollo del movimiento ocular). La Hipermetropía bilateral simulada y el trabajo cercano sostenido, tuvieron discapacidad independiente con cada lectura, mientras que el procesamiento de información visual y el rendimiento del movimiento ocular estuvo relacionado con la lectura ($p < 0.001$). También se demostró una interacción significativa entre estos factores ($p < 0.05$), con la mayor disminución en el rendimiento observado cuando la hipermetropía simulada se combinó con un trabajo cercano sostenido. Esta combinación dio como resultado reducciones de rendimiento escolar de entre 5 y 24% en todo el rango de medidas académicas (Narayanasamy et al., 2015),

También se encontró una correlación moderada significativa entre el cambio en la heteroforia horizontal cercana y el cambio en varias de las medidas de resultado relacionadas con lo académico, después de la adición de hipermetropía simulada. Por lo tanto, los autores sugieren que un nivel relativamente bajo de hipermetropía bilateral simulada perjudicó el rendimiento de los niños en una variedad de medidas de resultado académicas, con un trabajo cercano sostenido que exacerba aún más este efecto. (Narayanasamy et al., 2015).

Por su parte Rosner y Rosner (1997), compararon el estado de refracción y las puntuaciones de las pruebas de rendimiento de 782 niños de primero a quinto grado, encontrando puntuaciones significativamente menores en las pruebas de rendimiento entre los niños hipermetrópicos cuyos errores refractivos excedieron 1.25 D.

En otro estudio experimental realizado por (Narayanasamy et al., 2014), con la finalidad de investigar el impacto de la anisometropía hipermetrópica simulada y el trabajo cercano mantenido en el desempeño de medidas académicas relacionadas en niños (Narayanasamy et al., 2014). En este estudio se incluyeron 16 niños (edad media: $11,1 \pm 0,8$ años) con un mínimo error de refracción. Las medidas de resultado académicas relacionadas incluyeron una prueba de lectura (Análisis de Neale de la capacidad de lectura), pruebas de procesamiento de información visual (subpruebas de codificación y búsqueda de símbolos de la Escala de inteligencia de Wechsler para niños) y una prueba de movimiento ocular relacionada con la lectura (prueba de desarrollo del

movimiento ocular) El rendimiento se evaluó con y sin 0,75 dioptrías de desenfoque hiperópico monocular simulado (administrado en un orden aleatorio), antes y después de 20 minutos de trabajo cercano sostenido. El desenfoque hipermetrópico unilateral se asignó sistemáticamente al ojo de observación dominante o no dominante para evaluar el impacto de la dominación ocular en cualquier disminución del rendimiento. La anisometropía hipermetrópica simulada y el trabajo cercano sostenido redujeron de forma independiente el rendimiento en todas las medidas de resultado ($P < 0,001$). También se observó una interacción significativa entre la anisometropía simulada y el trabajo cercano ($P < 0.05$), con la mayor disminución en el rendimiento observado durante la anisometropía simulada en combinación con el trabajo cercano sostenido. La lateralidad de la simulación de error refractivo (dominancia ocular) no influyó significativamente en las medidas de resultado ($P > 0.05$). Se observó una reducción de hasta el 12% en el rendimiento en toda la gama de medidas académicas relacionadas con el trabajo cercano sostenido realizado durante la simulación anisométrica. Este estudio sugiere que la anisometropía hipermetrópica simulada puede perjudicar significativamente el rendimiento académico, particularmente en combinación con el trabajo cercano sostenido. Por lo tanto, el impacto de la anisometropía habitual no corregida en el rendimiento académico en niños requiere una mayor investigación.

En cuanto a los efectos futuros de los errores de refracción, Kilic-Topraka y Toprak (2014), revisaron la literatura para revelar los efectos futuros de los errores de refracción en niños. En esta revisión bibliográfica realizada por Kilic-Topraka y Toprak (2014), se sugiere que los problemas de refracción pueden corregirse fácilmente con anteojos como modalidad de tratamiento rentable. Sin embargo, lo primordial es reconocer los errores de refracción en los niños a nivel familiar o escolar.

7. Conclusiones

- Los errores refractivos pueden crear perjuicios para los estudiantes en el aula. Estas anomalías pasan desapercibidas en muchas ocasiones, por padres y maestros, con las consecuencias negativas para el desempeño escolar normal de los niños afectados. Existe una clara correlación entre los errores refractivos la disminución del rendimiento académico entre los alumnos afectados.
- El astigmatismo conduce a una reducción de entre 5% y 12% en el rendimiento en las medidas de resultado relacionadas con lo académico. La corrección de los niveles de astigmatismo de bajo a moderado puede mejorar el rendimiento funcional de los niños en el aula.
- Cuando la hipermetropía se combina con un trabajo cercano sostenido da como resultado reducciones de rendimiento escolar de entre 5 y 24% en todo el rango de medidas académicas. Sin embargo, se requieren más investigaciones para determinar el impacto de corregir los bajos niveles de hipermetropía en el rendimiento académico en los niños.
- La anisometropía también puede perjudicar significativamente el rendimiento académico, particularmente en combinación con el trabajo cercano sostenido, causando una reducción de hasta el 12% en el rendimiento en toda la gama de medidas académicas relacionadas con el trabajo cercano sostenido realizado.
- Los programas de detección de problemas de la vista basados en la escuela pueden proporcionar una vía para identificar y corregir errores de refracción. También son valiosos para prevenir la pérdida de visión relacionada con errores de refracción en niños. Además, las campañas de sensibilización y la educación pueden ayudar a superar todas las barreras contra la rehabilitación visual. La colaboración entre el maestro, los padres, el oftalmólogo y el niño debe ser bien establecida para prevenir la discapacidad visual y los futuros problemas socioeconómicos relacionados.

8. Bibliografía

- Curbelo L, Hernández J, Machado E. (2005). Frecuencia de ametropías. Rev Cubana Oftalmol. 18(1). Disponible en http://bvs.sld.cu/revistas/oft/vol18_1_05/oft06105.htm.
- Estévez Y, Naranjo R, Pons L, Méndez T, Rúa R y Dorrego M (2011). Defectos refractivos en estudiantes de la Escuela “Pedro D. Murillo”. Revista Cubana de Oftalmología, 24(2), 331-344.
- Ferrán V, Clement A y Jiménez C. (2013). Detección precoz de los defectos de refracción. Pediatr Integral. XVII(7): 483-488
- Figueroa L y Molina M. (2011). Errores refractivos en niños de tres a siete años en la localidad de Chapinero de la ciudad de Bogotá. Cien. Tecnol. Salud. Vis. Ocul. Vol. 9, no. 2, pp. 55-61.
- Herreman R. De los anteojos a la cirugía refractiva. [Internet] 2006. [Citado: septiembre 2, 2019]. Disponible en: <http://www.omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/076/htm/anteojos.htm>
- Hopkins S, Narayanasamy S, Vincent S, Sampson G y Wood J. (2019). Do reduced visual acuity and refractive error affect classroom performance?. Clin Exp Optom.
- Kanski J. (2009). Oftalmología Clínica. Elsevier. p. 733-6.
- Krachmer J. (2001). Oftalmología pediátrica y estrabismo. Los requisitos en Oftalmología. p. 1-10. 8.
- Kilic-Topraka E y Toprak I. (2014). Procedia - Social and Behavioral Sciences. Procedia - Social and Behavioral Sciences. Volume 159, 23 December 2014, Pages 534-536
- Lázaro M, García J y Perales F. (2013). Anomalías de la visión y rendimiento escolar en Educación Primaria. Un estudio piloto en la población granadina. Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 76 (27,1) 101-119.
- López M. (2010). Una revisión sobre el proceso de emetropización. Ciencia & Tecnología para la Salud Visual y Ocular, 8 (1).
- Mayro E et al. (2018). Prevalence of uncorrected refractive errors among school-age children in the School District of Philadelphia. Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus. 22(3), 214–217.e2. doi:10.1016/j.jaapos.2018.01.011
- Narayanasamy S, Vincent S, Sampson G y Wood J. (2015). Simulated astigmatism impairs academic-related performance in children. Ophthalmic Physiol Opt. 35(1):8-18. doi: 10.1111/opo.12165. Epub 2014 Nov 25.

- Narayanasamy S, Vincent S, Sampson G y Wood J. (2015). Impact of simulated hyperopia on academic-related performance in children. *Optom Vis Sci.* 92(2):227-36. doi: 10.1097/OPX.0000000000000467.
- Narayanasamy S, Vincent S, Sampson G y Wood J. (2014). Simulated hyperopic anisometropia and reading, visual information processing, and reading-related eye movement performance in children. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 55(12):8015-23. doi: 10.1167/iov.14-15347.
- Orlansky G et al. (2015). Astigmatism and early academic readiness in preschool children. *Optom Vis Sci.* 92(3):279-85. doi: 10.1097/OPX.0000000000000485.
- Prieto-Díaz J, Souza-Díaz C. (2005). *Estrabismo*. 5ed. Buenos Aires: Ediciones Científicas Argentinas. p. 133-51.
- Solans T, García J, Martínez A. (2003). *Refracción ocular y baja visión*. SEO.
- Rosner J y Rosner J. (1997). The relationship between moderate hyperopia and academic achievement: how much plus is enough?. *J Am Optom Assoc.* 68(10):648-50.
- Wood J, Black A, Hopkins S y White S. (2018). Vision and academic performance in primary school children. *Ophthalmic Physiol Opt.* 38(5):516-524. doi: 10.1111/opo.12582. Epub Sep 16.

8. Anexos

Anexo 1. Características principales de los artículos seleccionados en la búsqueda bibliográfica.

ARTICULO	ANO	EDAD MUESTRA	MUESTRA	TIPO ERROR	MEDIDA DE RENDIMIENTO	LUGAR	TIPO DE ESTUDIO
Vision and academic performance in primary school children	2018	8,82 +- 0,35	108	todos	NAPLAN	Australia	descriptivo
Astigmatism and early academic readiness in preschool children	2015	3 a 5	122	astigmatismo sin corregir	WSS Y ASQ	Philadelphia (USA)	experimental
Do reduced visual acuity and refractive error affect classroom performance?	2019	no especifica	23 artículos	todos	no especifica		revisión bibliográfica
Simulated astigmatism impairs academic-related performance in children	2015	10.8 ± 0.7	20	astigmatismo	the Neale Analysis of Reading Ability	Australia	experimental
Impact of simulated hyperopia on academic-related performance in children	2015	10.9 [±0.8]	15	hipermetropía	the Neale Analysis of Reading Ability	Australia	experimental
Simulated hyperopic anisometropia and reading, visual information processing, and reading-related eye movement performance in children.	2014	11.1 ± 0.8	16	hipermetropía	Neale Analysis of Reading Ability	Australia	experimental
Prevalence of uncorrected refractive errors among school-age children in the School District of Philadelphia.	2018	5	18,974	todos	The Wills Eye Vision Screening Program	Philadelphia (USA)	descriptivo
Future Problems of Uncorrected Refractive Errors in Children	2014	no especifica	no especifica	todos	no especifica	Turquía	revisión bibliográfica
Anomalías de la visión y rendimiento escolar en Educación Primaria. Un estudio piloto en la población granadina	2013	6 y 12	1056	todos	checklist y pruebas funcionales y perceptivas	España	experimental
The relationship between moderate hyperopia and academic achievement: how much plus is enough?	1997	3 a 6	782	hipermetropía	Iowa	Texas (USA)	experimental