

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS**

**RELACIÓN ENTRE AGUDEZA VISUAL Y RENDIMIENTO  
ESCOLAR EN ESTUDIANTES DEL NIVEL PRIMARIO**

**MONOGRAFÍA**

**Presentada a la Honorable Junta directiva de la Facultad de Ciencias Médicas  
de la Universidad de San Carlos de Guatemala**

**Andrea Cristina Ovalle Morales**

**Médica y Cirujana**

**Guatemala, octubre 2020**



El infrascrito Decano y el Coordinador de la Coordinación de Trabajos de Graduación – COTRAG-, de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, hacen constar que:

La estudiante:

1. ANDREA CRISTINA OVALLE MORALES 200610803 1627058750901

Cumplió con los requisitos solicitados por esta Facultad, previo a optar al título de Médico y Cirujano en el grado de licenciatura, y habiendo presentado el trabajo de graduación en la modalidad de MONOGRAFÍA, titulado:

**RELACIÓN DE LA AGUDEZA VISUAL Y EL RENDIMIENTO  
ESCOLAR EN ESTUDIANTES DEL NIVEL PRIMARIO**

Trabajo asesorado por la Dra. Ana Rafaela Salazar de Barrios y revisado por el Dr. Walter Arturo Pérez Rodas, quienes avalan y firman conformes. Por lo anterior, se emite, firman y sellan la presente:

**ORDEN DE IMPRESIÓN**

En la Ciudad de Guatemala, el dos de octubre del dos mil veinte



  
Dr. C. César Oswaldo García García  
Coordinador

  
Vo.Bo.  
Dr. Jorge Fernando Orellana Oliva  
Decano





El infrascrito Coordinador de la COTRAG de la Facultad de Ciencias Médicas, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, HACE CONSTAR que la estudiante:

1. ANDREA CRISTINA OVALLE MORALES 200610803 1627058750901

Presentó el trabajo de graduación en la modalidad de MONOGRAFÍA, titulado:

**RELACIÓN DE LA AGUDEZA VISUAL Y EL RENDIMIENTO  
ESCOLAR EN ESTUDIANTES DEL NIVEL PRIMARIO**

El cual ha sido revisado y aprobado como profesora de esta Coordinación: Dr. Luis Gustavo de la Roca Montenegro y, al establecer que cumplen con los requisitos establecidos por esta Coordinación, se les AUTORIZA continuar con los trámites correspondientes para someterse al Examen General. Dado en la Ciudad de Guatemala, el dos de octubre del año dos mil veinte.



"DID Y ENSEÑAD A TODOS"

  
Dr. C. César Oswaldo García García  
Coordinador



Guatemala, 19 de octubre del 2020

Doctor  
César Oswaldo García García  
Coordinador de la COTRAG  
Facultad de Ciencias Médicas  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Presente

Dr. García:

Le informo que yo:

1. ANDREA CRISTINA OVALLE MORALES



Presenté el trabajo de graduación en la modalidad de MONOGRAFÍA titulado:

**RELACIÓN DE LA AGUDEZA VISUAL Y EL RENDIMIENTO  
ESCOLAR EN ESTUDIANTES DEL NIVEL PRIMARIO**

Del cual la asesora y el revisor se responsabilizan de la metodología, confiabilidad y validez de los datos, así como de los resultados obtenidos y de la pertinencia de las conclusiones y recomendaciones propuestas.

**FIRMAS Y SELLOS PROFESIONALES**

Asesora: Dra. Ana Rafaela Salazar de Barrios



Dra. Ana Rafaela Salazar  
MSc. Oftalmóloga  
Col. 4,867

Revisor: Dr. Walter Arturo Pérez Rodas



Dr. Walter A. Pérez Rodas  
Médico y Cirujano  
MSc. Salud Pública en Salud Epidemiología  
Col. 15,609

Reg. de personal 20141399





# DEDICATORIA

## **A Dios**

Por la vida, por bendecirme y cuidarme día a día, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y de angustia y permitir que mis sueños sean hoy una realidad.

## **A mis padres**

Pilares de mi vida, que siempre han velado por mí y por la realización de este sueño, sin su apoyo, nada de esto sería posible.

## **A mis hermanos**

Por ser desde siempre mi compañía, en los momentos de alegría y de tristeza, por su amor, apoyo y complicidad.

## **A mi familia**

Por su cariño y apoyo en los momentos necesarios.

## **A mis amigos**

Por los momentos vividos, porque siempre ocuparán un lugar en mi corazón.



# **AGRADECIMIENTOS**

## **A la Universidad de San Carlos de Guatemala**

Mi *alma mater*, centro que me acogió durante mis primeros años de estudio y que depositó en mí, por medio de mis catedráticos, los conocimientos necesarios para desempeñarme como médica, así como la responsabilidad, el trabajo y la dedicación.

## **A la Facultad de Ciencias Médicas**

Porque en sus aulas, aprendí elementos éticos y bases científicas, que permitieron desarrollarme adecuadamente durante el transcurso de la práctica hospitalaria y que serán el fundamento de mi trabajo como profesional.

## **Al Hospital Roosevelt**

Por ser fuente de conocimiento constante, por medio de su personal médico y pacientes, ya que, a través de ellos recibí la mejor formación y práctica hospitalaria, durante los meses de externado y Ejercicio Profesional Supervisado Hospitalario.

## **Al Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS), sede Amatitlán**

Por abrirme sus puertas y permitirme poner en práctica mis conocimientos como médica y cirujana, durante el Ejercicio Profesional Supervisado Rural.

## **A los doctores Ana Rafaela Salazar de Barrios, Walter Arturo Pérez Rodas y Luis Gustavo de la Roca**

Por su amistad y por ser mi guía durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.



# ÍNDICE

<b>Introducción</b> .....	<b>i</b>
<b>Planteamiento del problema</b> .....	<b>iii</b>
<b>Objetivos</b> .....	<b>vii</b>
<b>Métodos y técnicas</b> .....	<b>ix</b>
<b>Capítulo 1. Generalidades del sistema visual</b> .....	<b>1</b>
<b>Capítulo 2. Características del rendimiento escolar</b> .....	<b>21</b>
<b>Capítulo 3. Relación entre AV y rendimiento escolar</b> .....	<b>29</b>
<b>Capítulo 4. Análisis</b> .....	<b>35</b>
<b>Conclusiones</b> .....	<b>37</b>
<b>Recomendaciones</b> .....	<b>39</b>
<b>Referencias bibliográficas</b> .....	<b>41</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>45</b>



### **De la responsabilidad del trabajo de graduación:**

El autor o autores, es o son los únicos responsables de la originalidad, validez científica, de los conceptos y de las opiniones expresados en el contenido del trabajo de graduación. Su aprobación en manera alguna implica responsabilidad para la Coordinación de Trabajos de Graduación, la Facultad de Ciencias Médicas y la Universidad de San Carlos de Guatemala. Si se llegara a determinar y comprobar que se incurrió en el delito de plagio u otro tipo de fraude, el trabajo de graduación será anulado y el autor o autores deberá o deberán someterse a las medidas legales y disciplinarias correspondientes, tanto de la Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de San Carlos de Guatemala y, de las otras instancias competentes, que así lo requieran.





## PRÓLOGO

La presente monografía tiene como finalidad recabar información sobre las generalidades del sistema visual, dentro de las cuales se incluye, el desarrollo del ojo durante el crecimiento, la anatomía y fisiología de la visión, la agudeza visual (AV), los test pediátricos que la evalúan. Además, el desarrollo de la AV en función de la edad, la discapacidad visual, su clasificación y las estrategias para la prevención de la ceguera, en el contexto mundial, latinoamericano y guatemalteco.

Asimismo, se obtuvo información sobre las características del rendimiento escolar, sus conceptos, su relación con otras variables, los factores que intervienen sobre el mismo, la evaluación pedagógica, su clasificación y el concepto de fracaso escolar.

A continuación, se evaluaron estudios previos, a nivel mundial y nacional, basados en la búsqueda de la relación entre AV y rendimiento escolar, con la finalidad de encontrar cómo es la relación entre la AV y el rendimiento escolar en estudiantes del nivel primario.

Finalmente, se llevó a cabo el análisis de la información recopilada, donde se expone el estado actual en el que se encuentra la problemática planteada y la autora expresa su opinión personal, desde su perspectiva, formada a través de la revisión profunda de los temas implicados, además relaciona y evalúa los datos obtenidos, para, de esta forma, concluir objetivamente.

El siguiente documento, fue llevado a cabo basándose en principios éticos y apegándose a la verdad, utilizando información con fundamentos científicos, la cual fue obtenida a través de artículos de investigación, estudios con diversos tipos y diseños, revisiones sistemáticas, libros de texto, entre otros, siempre respetando la autoría de las fuentes utilizadas. Para la obtención de dicha información, se utilizaron tanto bibliotecas físicas, como virtuales, con colecciones numerosas y variadas, que permitieron obtener información actualizada y relevante, según los criterios guía, para la realización del estudio.

La autora espera que la presente investigación contribuya a la generación de información basada en la evidencia, para la toma de decisiones oportunas por parte de las autoridades educativas y de salud en Guatemala, que permitan la optimización de los recursos, para la

implementación de programas preventivos de salud ocular, tanto a nivel individual, como institucional, en el sector público y privado.

# INTRODUCCIÓN

Las modificaciones del medio interno y externo corporal, generan estímulos que son captados en forma de sensaciones, por los receptores ubicados en los órganos sensoriales distribuidos a lo largo de todo el cuerpo. Un gran porcentaje de la información necesaria para las actividades cotidianas, es captada por el órgano de la visión. Por lo cual, la mayoría de los conocimientos y habilidades que se adquieren y se desarrollan, se basan en la información obtenida por medio del sentido de la vista. Por ello, la presencia de discapacidad visual en los niños, conlleva a un aprendizaje y desarrollo personal y social inadecuado, que puede evitarse si las alteraciones de la agudeza visual (AV) son diagnosticadas en etapas tempranas, tanto de la vida, como del desarrollo de la alteración visual.

Un gran porcentaje de los casos de discapacidad visual, en la población en general, ya sea por ceguera o por baja visión, son prevenibles o tratables. Y en la población pediátrica, se comporta de la misma forma. Esto es relevante en el ámbito indicado con anterioridad, donde una adecuada AV, es necesaria para su correcto desarrollo y aprendizaje.

Durante el desarrollo del presente estudio, se procede a realizar la selección del tema y problema de investigación, así como su delimitación, a continuación, se procede a elaborar el guion preliminar monográfico. Posteriormente, se revisan diversas fuentes bibliográficas y se seleccionan libros de texto y artículos, que describen información relevante acerca de la AV y el rendimiento escolar, las variables de interés para el estudio. Finalmente, se seleccionan estudios actualizados, con los cuales responder a la pregunta general de investigación, la cual busca determinar la relación entre AV y rendimiento escolar en estudiantes del nivel primario; esto, con la finalidad de determinar si existe una relación de dependencia entre ambas variables, para fomentar la implementación de programas de detección temprana de alteraciones de la AV, en los establecimientos educativos públicos y privados.

La presente investigación está constituida por los siguientes elementos: planteamiento del problema, que describe el problema, lo delimita y plantea las preguntas de investigación, presentando la situación actual y la importancia del estudio del mismo.

Los objetivos, que surgen de las preguntas de investigación y que establecen que el objetivo general es determinar la relación entre AV y rendimiento escolar en estudiantes del nivel primario, basándose en los estudios analizados. Métodos y técnicas, descritos en el párrafo anterior.

Contenido temático, que es la parte sustancial de la monografía, desarrollada a lo largo de cuatro capítulos, de la siguiente forma, generalidades del sistema visual, características del rendimiento escolar, hallazgos de relación entre AV y rendimiento escolar en estudios previos y el análisis de la información recopilada. Conclusiones, originadas de la labor investigativa y del análisis de la información, incluyendo una crítica constructiva de la propia investigación y de los estudios analizados. Recomendaciones, donde se expresan limitaciones e ideas identificadas que podrían utilizarse para estudios posteriores. Referencias bibliográficas y anexos. <sup>1</sup>

Con respecto, específicamente, a los procedimientos metodológicos, se realiza una operacionalización de los constructos clave, es decir, las definiciones de los elementos que forman la investigación. Posteriormente, se describen los criterios de elegibilidad, con respecto a los tipos de estudio para cada uno de los capítulos. Finalmente, se detallan las estrategias de búsqueda, incluidas en los anexos, donde se plasma la matriz de datos de buscadores y términos utilizados para las búsquedas, la matriz de tipos de artículos utilizados según nivel de evidencia y tipo de estudio y la matriz de literatura gris utilizada. <sup>2</sup>

Al finalizar el estudio, se concluyó que existe una relación entre la AV y rendimiento escolar de los participantes de la mayor parte de las investigaciones analizadas, asimismo, el nivel socioeconómico de la familia, demostró tener una relación con el rendimiento escolar de los participantes.

# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## Descripción del problema

El sentido de la visión constituye la fuente principal de adquisición de información del individuo, permite la construcción de capacidades de individuación, interacción social, comunicación y aprendizaje.<sup>3</sup> La discapacidad visual, definida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como una pérdida o anomalía en la función visual, o de la función de las vías visuales asociadas; se considera, en los niños, como una “emergencia evolutiva”, ya que supone importantes consecuencias para su desarrollo y aprendizaje, entre más tempranamente la patología visual afecte el desarrollo y más severa sea, mayor importancia tendrá la evaluación inmediata para la corrección de anomalías.<sup>4</sup>

A nivel mundial, existen aproximadamente 285 millones de personas con discapacidad visual, de ellas, 39 millones presentan ceguera y 246 millones baja visión, siendo el 80 % de los casos, prevenibles o tratables. Con respecto a la población infantil, 19 millones viven con discapacidad visual, de los cuales, 12 millones son corregibles y 1.4 millones presentan ceguera irreversible. La cobertura oftalmológica en América Latina, es de aproximadamente 80 % en áreas urbanas y 10 % en área rural.<sup>5-7</sup>

Aunque la información actual disponible, sobre la combinación de rendimiento escolar y AV es limitada, se reporta que la sociedad actual requiere demandas visuales cada vez mayores en las actividades escolares, hasta un 90 % de la información que se recibe es visual, llegando hasta un 100 % en las tareas de lectura.

En la población infantil, los problemas de aprendizaje alcanzan valores del 11 %, estimándose que un 80 % de ellos son debidos a deficiencias de procesamiento visual y un 60 % a trastornos de audición y emocionales.<sup>5</sup> Un niño que ve mal, se dispersa fácilmente, no se concentra, no ve el pizarrón, no termina de copiar las tareas, sus producciones escritas son desprolijas y su organización en el espacio gráfico no es adecuada, además puede mostrarse excesivamente inquieto o excesivamente pasivo. Para estos niños, la probabilidad de repetir el año es tres veces mayor que para el resto.<sup>3</sup> Por lo cual, la salud visual debería ser un factor

importante dentro de las instituciones educativas, ya que influye en el rendimiento y en el desarrollo integral de los estudiantes.<sup>8</sup>

De acuerdo con la literatura consultada, los problemas de la visión son considerados como un factor de riesgo para el bajo rendimiento escolar durante la niñez y la adolescencia, pudiendo afectar incluso, durante la edad adulta, cuando no se brinda el tratamiento oportuno. Lo cual tiene implicancia tanto en el desarrollo y aprendizaje individual, como en la salud pública, ya que origina un profundo impacto económico por los altos costos de repitencia escolar y tratamiento oftalmológico posterior.<sup>7</sup>

Adicionalmente, la detección precoz y corrección de una serie de alteraciones visuales en la infancia, permite acortar el período de sufrimiento y molestias del niño, evitando así, trastornos en el desarrollo y aprendizaje del mismo, ya que el desarrollo más importante, se presenta antes de los dos años. Cuando éste se hace mayor, el creciente desarrollo de su habilidad y movilidad, le exige una visión más exacta, por ello es esencial realizar una revisión oftalmológica al momento del nacimiento y en todas las visitas del niño sano, la cual es necesaria para comprobar su desarrollo general y asegurar que su educación no sufra retrasos. El objetivo de los “screenings” en los escolares, es detectar a los niños con problemas de visión que puedan impedir su desarrollo normal y afectar su comportamiento socio-cultural posterior.<sup>6,9,10</sup>

Según los estudios relacionados con la capacidad visomotora, oculomotora, visión binocular y de acomodación, éstos predicen de mejor forma el rendimiento escolar, comparado con factores como el nivel socioeconómico, sexo, raza o edad. La asociación que ha sido encontrada entre la visión y la capacidad de lectura, permite concluir que todos los estudiantes deben ser tamizados en búsqueda de defectos en la AV, para un diagnóstico y tratamiento.<sup>7</sup>

## **Delimitación del problema**

En la presente investigación se realiza, inicialmente, una recopilación de información sobre las principales características de la AV y del rendimiento escolar.

Posteriormente, se analizan estudios disponibles en los cuales se determina la existencia de una relación entre AV y rendimiento escolar. Para evaluar la calidad de cada uno de los estudios consultados, se procede a establecer si fueron tomados en cuenta factores bioéticos, como la existencia de consentimientos informados, asentimientos informados, medidas para asegurar la autonomía, confidencialidad, beneficencia, no maleficencia y justicia de los participantes. Adicionalmente, se identifica el tipo de estudio realizado, el tamaño de la población o muestra estudiada y su composición en cuanto a edad y sexo. Asimismo, las pruebas estadísticas aplicadas son analizadas para establecer el significado de los resultados obtenidos y realizar observaciones con respecto a estudios alternativos que pudieron incluirse para obtener un estudio más completo y consistente.

Además, durante la comparación entre los estudios, se determina la ubicación geográfica, los criterios de clasificación del rendimiento escolar utilizados y la edad de los participantes, esto, para generar un contexto dentro del cual puedan ser comparados los resultados obtenidos.

Como complemento, se busca establecer la presencia de sintomatología al momento de la evaluación, pruebas oftalmológicas adicionales realizadas y si, a través de ellas, los investigadores encontraron información relevante relacionada con la AV.

Para finalizar, se establece el criterio utilizado por los investigadores para considerar relevante el estudio de la AV y su relación con el rendimiento escolar como, por ejemplo, efectos del rendimiento escolar en el desarrollo socioeconómico y otros factores relacionados a la calidad de vida, que permitan justificar acciones oportunas por parte de las autoridades en salud y educación de los países.

## **Pregunta de investigación**

¿Cómo es la relación entre AV y rendimiento escolar en estudiantes del nivel primario, según los estudios analizados?





# OBJETIVOS

## General

Determinar la relación entre AV y rendimiento escolar en estudiantes del nivel primario, según los estudios analizados.

## Específicos

1. Determinar las generalidades del sistema visual.
2. Determinar las principales características del rendimiento escolar.
3. Identificar la relación entre AV y rendimiento escolar, según los estudios analizados y sus características específicas.



# MÉTODOS Y TÉCNICAS

## Tipo de estudio

Monografía de compilación

## Diseño del estudio

Exploratorio

## Operacionalización de los constructos claves

- Relación: correspondencia entre las variables AV y rendimiento escolar. <sup>11</sup>
- Agudeza visual: capacidad de percibir y diferenciar dos estímulos separados por un ángulo determinado ( $\alpha$ ), es decir, la capacidad de resolución espacial del sistema visual. <sup>12</sup>
- Rendimiento escolar: “es el cumplimiento de metas, logros y objetivos establecidos en el programa o asignatura que cursa un estudiante, expresado a través de calificaciones que son resultado de una evaluación que implica la superación o no, de determinadas pruebas, materias o cursos”. <sup>13</sup>
- Estudiantes: niños matriculados en una determinada institución educativa y que se encuentran cursando estudios en dicho establecimiento. <sup>11</sup>
- Nivel primario: correspondientes al nivel primario de enseñanza escolar, el cual abarca desde los grados primero a sexto. <sup>5</sup>

## **Criterios de elegibilidad**

- Capítulo 1: generalidades del sistema visual:

Literatura gris: libros de texto, manuales.

- Capítulo 2: características de rendimiento escolar:

Artículos de revisión.

- Capítulo 3: relación entre AV y rendimiento escolar:

Estudios descriptivos correlacionales transversales.

Estudios exploratorios transversales.

Estudios descriptivos prospectivos longitudinales.

# **CAPÍTULO 1. GENERALIDADES DEL SISTEMA VISUAL**

## **Sumario:**

- **Desarrollo del ojo durante el crecimiento**
- **Anatomía del ojo**
- **Fisiología de la visión**
- **Agudeza visual**
- **Estrategias para la prevención de la ceguera**

En el presente capítulo se desarrollan las generalidades del sistema visual, desde el desarrollo del ojo durante el crecimiento, las estructuras anatómicas que lo conforman, tanto externas como internas, así como sus características y funciones principales. Posteriormente, se explica la fisiología de la visión, es decir, el desarrollo del proceso visual y las fases de la visión. A continuación, se desarrolla los conceptos de AV y discapacidad visual, sus formas de medición y anotación, los principales test utilizados en pediatría y se incluye una tabla de equivalencia de los distintos sistemas de anotación de AV. Finalmente, se presentan las estrategias para la prevención de la ceguera en el contexto mundial, latinoamericano y nacional guatemalteco, así como las metas de la estrategia visión 2020, desarrollada por asociaciones mundiales de salud.

## **1.1. Generalidades del sistema visual**

### **1.1.1. Desarrollo del ojo durante el crecimiento**

El desarrollo prenatal es el periodo que transcurre entre la fecundación y el parto. Este se divide en tres etapas: preembrionaria, primeras tres semanas a partir de la fertilización; embrionaria, cuarta a octava semana y fetal, novena semana de gestación hasta el momento del parto. <sup>10</sup>

La primera manifestación del globo ocular se produce a los 22 días, cuando se forman los surcos neurales y las estructuras que se derivan del ectodermo superficial, neuroectodermo, cresta neural y mesodermo. A partir del nacimiento inicia el desarrollo posnatal, en este periodo, el sistema visual aún es inmaduro,

por lo que deben ocurrir distintos cambios, como la pigmentación macular, el desarrollo de la fijación, la mielinización del nervio óptico y el desarrollo del sistema magnocelular y parvocelular. En la corteza visual, durante el periodo embrionario, las fibras geniculocorticales llegan al área visual y se produce una superposición de axones; estas entran en contacto con terminaciones nerviosas del ojo y se redistribuyen en áreas verticales llamadas columnas de dominancia. Este proceso termina a los seis meses de gestación.<sup>10</sup>

En el periodo posnatal se presentan dos momentos importantes: el crítico y el sensitivo, del nacimiento a los 6 meses y de los 6 meses hasta los 8 años, respectivamente; durante este tiempo es importante que el recién nacido reciba un estímulo visual claro. Si en este periodo existe privación visual, el daño será irreversible, disminuyendo el riesgo conforme avanza la edad.<sup>10</sup>

El globo ocular es pequeño en un recién nacido, crece de 16,5 mm a 23-24 mm para la adultez, siendo aproximadamente el 65% del tamaño del ojo de un adulto, es el órgano más grande en relación con el resto del cuerpo. Durante los primeros dos años de vida ocurren cambios anatómicos que permiten la estabilización de estructuras oculares como el poder y el diámetro corneal; estas modificaciones facilitan el proceso de emetropización, el cual es indispensable para lograr una visión normal en la niñez. Los globos oculares continúan creciendo rápidamente hasta los 3 años, posteriormente, crecen a menor velocidad hasta la pubertad, a partir de ese momento se presentan pocos cambios, el tamaño final se logra a la edad de 7 u 8 años.<sup>8,10,14</sup>

Por lo regular, los neonatos mantienen los ojos cerrados, a pesar de ello, pueden ver, reaccionar a cambios de iluminación y fijar puntos contrastados. Su AV es del aproximadamente 20/400, la cual mejora rápidamente, alcanzando valores de 20/30-20/20 hacia los 2 a 3 años de edad. La respuesta más precoz a un estímulo visual es el interés del neonato por la cara de su madre, a las dos semanas muestra interés más sostenido por los objetos grandes y a las ocho a diez semanas, puede seguir un objeto en un arco de 180 grados.<sup>14</sup>

El 75% de los neonatos presentan hipermetropía fisiológica, debido a que el eje anteroposterior del ojo es corto, por lo que los rayos de luz convergen por detrás de la retina. A medida que progresa su desarrollo corporal, el eje antero posterior del ojo se alarga, permitiendo que los rayos de luz converjan en la retina, permitiendo que, una vez pasada la adolescencia, la mayoría de los ojos sean emétopes. Si el proceso de alargamiento del eje antero posterior del ojo, continúa, se desarrollará miopía, en la cual, los rayos de luz convergen por delante de la retina. <sup>12,14</sup>

El proceso de emetropización se divide en dos etapas: antes y después de los 6 años, ya que se presentan cambios importantes hasta los 6 años de edad. Desde los 3 meses de edad hasta los 3.5 años se observan tres procesos: 1) un cambio de refracción de +2,00 D hasta aproximadamente +0,75 D, 2) una disminución en la variabilidad de la refracción y 3) refracciones más positivas de lo establecido. Después de esta etapa, cerca de los 6 años persiste la hipermetropía, en la que el proceso de emetropización está casi finalizado. Después de los 6 años de edad está por culminar, pero aún es sensible ante factores que pueden conducir a un error de refracción, ya sea hipermetropía, miopía o astigmatismo; se considera que este proceso termina a los 7 años de edad. Teniendo en cuenta que el ojo debería estar libre de defectos refractivos después de los 6 años de edad, puede existir un aumento de la refracción negativa, la cual persiste durante la vida adulta; esta condición indica fallas en la emetropización o la presencia de defectos refractivos de origen congénito. <sup>10</sup>

## 1.1.2. Anatomía del ojo

### 1.1.2.1. Globo ocular

Órgano principal de la visión, contiene al aparato óptico y ocupa la mayor parte de la porción anterior de la órbita, con un tamaño de 25 milímetros (mm) de diámetro. Está constituido por tres capas: la capa fibrosa (externa), formada por esclera y córnea; la capa vascular (media), formada por coroides, cuerpo ciliar e iris y la capa interna,

formada por la retina, que posee las porciones óptica y ciega. Se encuentra suspendido por seis músculos extrínsecos y un aparato suspensor fascial. <sup>15</sup>

#### 1.1.2.2. Córnea

Forma la parte transparente de la capa fibrosa del globo ocular y es completamente avascular, por lo que se nutre de lechos capilares de la periferia y de los líquidos lagrimal y acuoso. Anteriormente, cubre la sexta parte del globo ocular y sobresale cuando se contempla lateralmente ya que la convexidad de la córnea es mayor que la de la esclera. Se encuentra inervada por el nervio oftálmico y es muy sensible al tacto, su desecación puede provocar úlceras. <sup>15</sup>

#### 1.1.2.3. Cuerpo ciliar

Engrosamiento anular, muscular y vascular, de la capa vascular del globo ocular, se encuentra posterior a la unión esclerocorneal y conecta la coroides con el iris, proporcionando inserción a la lente; asimismo, al relajarse y contraerse el músculo liso, controla el grosor de la lente y por lo tanto su enfoque. En la superficie interior contiene a los procesos ciliares, pliegues que segregan el humor acuoso, que llena la cámara anterior del globo ocular, el interior del globo ocular anterior a la lente, el ligamento suspensorio y el cuerpo ciliar. <sup>15</sup>

#### 1.1.2.4. Iris

Diafragma contráctil que regula la cantidad de luz que penetra en el ojo, se encuentra sobre la superficie anterior de la lente y posee una abertura central, la pupila, a través de la cual penetra la luz. Dos músculos involuntarios regulan el tamaño de la pupila: el esfínter de la pupila, dispuesto circularmente y estimulado parasimpáticamente,



disminuye su diámetro (contrae la pupila, miosis pupilar) y el dilatador de la pupila, dispuesto radialmente y estimulado simpácticamente, aumenta su diámetro (dilata la pupila, midriasis pupilar).<sup>15</sup>

#### 1.1.2.5. Retina

Constituida por dos porciones: la porción óptica, sensible a los rayos de luz visibles, formada por la capa nerviosa (receptiva para la luz) y la capa pigmentaria (compuesta por células que refuerzan la propiedad de absorber la luz que posee la coroides, al reducir la dispersión de la luz en el globo ocular); y la porción ciega o retina no visual, formada por una capa de células de soporte.<sup>15</sup>

El fondo de ojo es la cara interna de la parte posterior del globo ocular, cuando enfoca la luz que penetra en él y está formado por: el disco del nervio óptico o disco óptico, área circular en donde penetran en el globo ocular las fibras sensitivas y los vasos vehiculados por el nervio óptico, es insensible a la luz por no tener fotorreceptores, por lo que se denomina punto ciego; la mácula lútea, área ovalada en donde se encuentran los fotorreceptores especializados en la AV; la fóvea central, ubicada en el centro, es el área de mayor AV y contiene en el centro a la foveola, la cual carece de red capilar.<sup>15</sup>

#### 1.1.2.6. Nervio óptico

Es una extensión de la retina, que conecta los estímulos recibidos en ella, con el cerebro que procesa la información. Está ubicado en la zona medial de la mácula, en la papila. Contiene aproximadamente 1.2 millones de axones de las neuronas ganglionares, y se encuentra recubierto y protegido por las meninges.<sup>8</sup>

#### 1.1.2.7. Conos y bastones

Los conos son fotorreceptores abundantes en la fóvea (punto de la retina donde se presenta la mejor visión) y su número disminuye hacia las zonas periféricas de la retina. Dependen de los pigmentos de color, que provienen de la combinación de retinal y rodopsinas (opsinas). Se forman pigmentos específicos y sensibles para cada color: azul, verde y rojo, con una longitud de onda máxima de 445, 535 y 570 nanómetros (nm), respectivamente. <sup>8</sup>

Los bastones se ubican en la periferia de la retina, con un diámetro de 2 a 5  $\mu\text{m}$ . Dependen de la rodopsina, una sustancia fotosensible, formada por la combinación entre ectopsina y retinal (retineno), que al activarse estimula cambios eléctricos en los bastones y transmiten la imagen visual. <sup>8</sup>

La melanina que se encuentra en la capa pigmentaria de la retina impide la reflexión de la luz por todo el globo ocular, lo cual permite una imagen nítida. Asimismo, contiene vitamina A, necesaria para generar sustancias fotosensibles de los conos y bastones. <sup>8</sup>

#### 1.1.2.8. Cristalino (lente)

Lente transparente y biconvexo que cambia constantemente su curvatura, principalmente en su cara anterior, para afinar el enfoque sobre la retina de los objetos cercanos o distantes. <sup>15</sup>

Se encuentra ubicado posterior al iris y anterior al humor vítreo, envuelto en una cápsula elástica y anclado por las fibras zonulares a los procesos ciliares circundantes (ligamento suspensorio de la lente). <sup>15</sup>

El cristalino se mantiene suspendido y se halla sometido a estiramientos que lo adelgazan (lo hacen menos convexo), lo cual sirve

para enfocar objetos distantes. El músculo ciliar modifica la forma de la lente, en ausencia de estímulos nerviosos, aumenta el diámetro del anillo muscular relajado; bajo estimulación parasimpática, aumenta la contracción esfinteriana del músculo ciliar, el anillo se estrecha y disminuye la tensión sobre la lente, que, al encontrarse relajada, aumenta su grosor (se hace más convexa), para enfocar objetos cercanos, proceso llamado acomodación. <sup>15</sup>

El grosor de la lente aumenta con la edad, por lo que la capacidad de acomodación disminuye después de los 40 años. <sup>15</sup>

### 1.1.3. Fisiología de la visión

#### 1.1.3.1. Óptica del ojo

El ojo se asemeja a una cámara fotográfica desde el punto de vista óptico, cuenta con un sistema de lentes, un sistema de apertura que corresponde a la pupila y una película que corresponde a la retina.

<sup>16</sup>

El sistema de lentes es capaz de enfocar una imagen sobre la retina y está formado por cuatro superficies de refracción: 1. Separación del aire y la cara anterior de la córnea. 2. Separación entre la cara posterior de la córnea y el humor acuoso. 3. Separación entre el humor acuoso y la cara anterior del cristalino. 4. Separación entre la cara posterior del cristalino y el humor vítreo. <sup>16</sup>

### 1.1.3.2. Visión

La visión es un proceso amplio, por el cual se percibe e integra la información que llega a través de las vías visuales, analizándola y comparándola con otras imágenes o experiencias previas. <sup>12</sup>

Se puede dividir en tres fases: óptica, retiniana y cerebral. En la fase óptica, se forma en la retina una imagen real e invertida del objeto exterior, por medio del sistema óptico del ojo. En la fase retiniana, los fotorreceptores muestran la imagen y convierten la energía luminosa en impulsos nerviosos que se transmiten a los niveles superiores del proceso visual, por medio del nervio óptico. En la fase cerebral, se realiza la interpretación de la imagen en los centros visuales de la corteza cerebral. <sup>7</sup>

### 1.1.4. Agudeza visual

#### 1.1.4.1. Conceptos

“La AV se puede definir como la capacidad de percibir y diferenciar dos estímulos separados por un ángulo determinado ( $\alpha$ ), o, dicho de otra manera, es la capacidad de resolución espacial del sistema visual. Matemáticamente se define como la inversa del ángulo con el que se resuelve el objeto más pequeño identificado:  $AV=1/\alpha$ ”. A pesar de ello, la AV depende del ajuste óptico adecuado de las diferentes estructuras oculares (córnea, cristalino, retina, etc.), del estado de la vía óptica y del estado de la corteza visual. <sup>12</sup>

“La AV es una función compleja definible como: capacidad de detectar un objeto en el campo de visión (mínimo visible), capacidad de separar los elementos críticos de un test (mínimo separable) y capacidad

de nombrar un símbolo o identificar su posición (mínimo reconocible)".

12

“La AV normal del ojo humano que permite distinguir entre las fuentes puntuales de luz es de unos 25 segundos (s) de arco. Es decir, cuando los rayos luminosos procedentes de dos puntos distintos chocan con el ojo formando un ángulo mínimo de 25 s entre ellos, normalmente pueden identificarse como dos puntos en vez de uno. Esto significa que una persona con una AV normal que mire dos minúsculos puntos brillantes de luz a 10 metros (m) de distancia, apenas puede distinguirlos como entidades independientes cuando estén separados por 1.5 a 2 mm”.<sup>16</sup>

“La fovea mide menos de 0.05 mm (500  $\mu$ m) de diámetro, lo que quiere decir que la AV visual máxima ocupa menos de 2° del campo visual. Fuera de esta zona, se va perdiendo la agudeza poco a poco, siendo más de 10 veces menor al acercarse a la periferia. Este fenómeno está ocasionado por el número cada vez mayor de conos y bastones que quedan conectados a cada fibra del nervio óptico en las porciones más periféricas de la retina tras abandonar la fovea”.<sup>16</sup>

#### 1.1.4.2. Medición de la AV

- a. AV sin corrección, bruta o sin compensar (AVsc): es la AV medida sin gafas o lentes de contacto.<sup>12</sup>
- b. AV con corrección o habitual (AVcc): es la AV medida con gafas o lentes de contacto, cuando la persona utiliza. También se puede utilizar la AV con la mejor corrección, que se obtiene al utilizar la mejor refracción posible.<sup>12</sup>
- c. AV con agujero estenopeico: es la AV obtenida al mirar a través de un orificio de un diámetro entre 1.9 y 1.5 mm. Se usa para determinar si la pérdida de AV tiene origen refractivo, ya que el

agujero produce ampliación de la profundidad del foco, disminuyendo la borrosidad en la imagen retiniana producida por los defectos refractivos, mejorando la AV. Si no hay mejoría, se sospecha de una ambliopía u otra patología ocular no refractiva. Si se utiliza el agujero estenopeico en pacientes con adecuada AV, ésta puede disminuir por restringir la iluminación retiniana y provocar fenómenos de difracción. <sup>12</sup>

- d. Otras modalidades de AV: fotópica, mesópica y escotópica (según las condiciones de iluminación de la habitación y del test), angular o morfoscópica (según la utilización de uno o varios optotipos colocados en línea), central o periférica (según la zona evaluada de la retina), monocular o binocular, lejana o cercana, objetiva o subjetiva, estática o cinética, blanco y negro o colores. <sup>12</sup>

#### 1.1.4.3. Características de la medición de AV

Por lo general, primero se mide monocular y después binocular, primero sin corrección y después con corrección. Se identifica la última línea leída correctamente, al acertar el 50 a 60 % de los optotipos y se selecciona como máxima AV. Si la persona es capaz de leer 1 o 2 optotipos de una línea superior, se anota la última línea leída correctamente más un número en superíndice que indique las letras leídas correctamente en la línea de optotipos de AV superior, es decir, anotando 1+ si se acertó una letra, 2+ si fueron 2 y 3+ si fueron 3. <sup>12</sup>

#### 1.1.4.4. Test de AV pediátricos

La AV puede ser evaluada por gran variedad de métodos, para seleccionar uno de ellos, debe tomarse en cuenta la edad del paciente, su desarrollo y el grado de cooperación, así como la experiencia del examinador. <sup>14</sup> Dentro de los test más utilizados, se encuentran:

- a. Medida de potenciales evocados: mide los potenciales eléctricos del córtex visual al presentar al niño diferentes estímulos. Es utilizado en bebés en quienes se sospecha de pérdida de la AV. <sup>12</sup>
  
- b. Test de mirada preferencial: es utilizado en bebés, consiste en identificar la dirección de la mirada del bebé, al presentarle un estímulo visual que consiste en una rejilla en uno de los lados y la ausencia de rejilla en el otro. Cuánto más finas sean las barras del enrejado, mayor AV presenta el bebé. <sup>12</sup>
  
- c. Observación del nistagmus optocinético: es utilizado en bebés, entre más finas las barras que desencadenan el nistagmus optocinético, mayor será la AV del bebé. <sup>12</sup>
  
- d. Test de parejas: consiste en que el niño identifique de una serie de dibujos u objetos cercanos, los elementos que le son presentados a distancia. También existen con series de letras como H, O, T y V. <sup>12</sup>
  
- e. Test de Pigassou, Lighthouse o Snellen pediátrico: es utilizado en niños a partir de los 3 años, consiste en que el niño identifique una serie de figuras como un carro, un paraguas, una manzana, un niño, entre otras. <sup>12</sup>
  
- f. Test basados en la orientación: es utilizado en niños de 2 a 5 años, consiste en que el niño identifique la dirección de diferentes elementos que, dependiendo del test, puede ser la C de Landot, las Ruedas Rotas, la Mano de Sjögren y la E de Snellen. <sup>12</sup>
  
- g. Test de optotipos: es utilizado en niños mayores o en edad escolar, consiste en que el niño identifique las letras que se le presentan a distancia, en función de la habilidad lectora del niño. <sup>12</sup>

#### 1.1.4.5. Anotación de la AV

- a. Fracción de Snellen: expresa el tamaño angular del optotipo especificando en el numerador la distancia a la que se realiza el test (generalmente en pies) y en el denominador el tamaño de los optotipos (el número que indica el tamaño de las letras es la distancia en la que esa letra subtendería un ángulo de 5 min de arco). Por ejemplo, si la AV es de 20/200, la fracción de Snellen indica que el tamaño de la letra visto por la persona subtendería un ángulo de 5 min de arco a 200 pies en lugar de los 20 a los que se realiza la prueba; lo cual quiere decir, que la letra más pequeña que es capaz de reconocer a 20 pies, podría ser vista a 200 pies por una persona con AV estándar. La AV máxima es de 20/20, lo cual indica que una persona identifica a 20 pies la letra que a 20 pies subtiene un ángulo de 5 min de arco. Es utilizada para evaluar la AV en personas con baja visión, ya que se puede calcular la fracción cuando se acercan los optotipos.<sup>12</sup>
- b. Escala decimal: resuelve la fracción de Snellen a un solo número. La AV máxima correspondería a 1.0 (20/20) y disminuye progresivamente hasta llegar a 0.1 (20/200).<sup>12</sup>
- c. Mínimo ángulo de resolución (MAR): establece la AV en minutos de arco, indicando el tamaño angular del mínimo detalle que es capaz de resolver en el optotipo. Representa 1/5 del tamaño del optotipo. Para una AV de 20/20 el MAR será de 1 min de arco, para 20/40 de 2 min de arco y para 20/200 será de 10 min de arco. Se calcula realizando la inversa del valor decimal de la AV. Este valor es poco utilizado, generalmente se utiliza su logaritmo.<sup>12</sup>
- d. Logaritmo del mínimo ángulo de resolución (LogMAR): las escalas con una progresión logarítmica (ratio de progresión de 0.1 unidades logarítmicas) cuentan con 5 letras por línea de optotipos y la misma separación entre filas y optotipos, por lo que cada uno tiene



asignado un valor de 0.02 unidades logarítmicas ( $0.02 \times 5 = 0.1$ ). Por lo que el logaritmo del MAR (logMAR) se calcula de la siguiente forma: para AV 20/20 el MAR=1 y el  $\log\text{MAR} = \log_{10}(1.0) = 0$ , para AV 20/40 el MAR=2 y el  $\log\text{MAR} = \log_{10}(2.0) = 0.30$ , para AV 20/200 el MAR=10 y el  $\log\text{MAR} = \log_{10}(10) = 1.0$ .<sup>12</sup>

- e. Valor de AV (VAR): se calcula con los optotipos ETDRS (diseño logarítmico), contando el número de letras correctas y calculando el valor de LogMAR:  $\text{LogMAR} = (85 - \text{letras acertadas}) \times 0.02$ . O directamente utilizando el valor logMAR con la fórmula:  $\text{VAR} = 100 - 50 \times \log\text{MAR}$ .<sup>12</sup>

#### 1.1.4.6. Equivalencia de los distintos sistemas de anotación de la AV

Tabla 6.2 Equivalencia de los distintos sistemas de anotación de la AV

Snellen (m)	Snellen (pies)	Decimal	LogMar	VAR
6/3	20/10	2.00	-0.3	115
6/3.75	20/12.5	1.60	-0.2	110
6/5	20/16	1.25	-0.1	105
6/6	20/20	1.00	0.0	100
6/7.5	20/25	0.80	+0.1	95
6/10	20/32	0.63	+0.2	90
6/12	20/40	0.50	+0.3	85
6/15	20/50	0.40	+0.4	80
6/20	20/63	0.32	+0.5	75
6/24	20/80	0.25	+0.6	70
6/30	20/100	0.20	+0.7	65
6/38	20/125	0.16	+0.8	60
6/48	20/160	0.12	+0.9	55
6/60	20/200	0.10	+1.0	50

Fuente: Elaboración propia con datos del Manual de Optometría.<sup>12</sup>

#### 1.1.4.7. Desarrollo de la AV en función de la edad

Tabla 6.1 Desarrollo de la AV en función de la edad

<b>Edad (años)</b>	<b>Agudeza visual</b>
1	20/140 (0.14)
2	20/28 (0.42)
3	20/46 (0.43)
4	20/40 (0.50)
5	20/33 (0.60)
6	20/30 (0.66)
7 – 8	20/20 (1)

Fuente: Elaboración propia con datos del Manual de Optometría. <sup>12</sup>

#### 1.1.4.8. Discapacidad visual

- a. Concepto: definida por la OMS como una pérdida o anomalía en la función visual, o de la función de las vías visuales asociadas. <sup>4</sup>
  
- b. Epidemiología: basándose en datos de la OMS existen aproximadamente 285 millones de personas con discapacidad visual alrededor del mundo, de las cuales 39 millones presentan ceguera y 246 millones baja visión. El 80 % de los casos de discapacidad visual son prevenibles o tratables y las causas principales son: errores de refracción (miopía, hipermetropía o astigmatismo) no corregidos, 43 %; cataratas no operadas, 33 %; glaucoma, 2 %. El número de niños con discapacidad visual es de aproximadamente 19 millones, de los cuales, 12 millones de casos son causados por errores de refracción fácilmente diagnosticables y corregibles, mientras que, aproximadamente 1.4 millones de menores de 15 años presentan ceguera irreversible y necesitan intervenciones de rehabilitación visual para un adecuado desarrollo psicológico y personal. <sup>6</sup> En la mayoría de los países de América Latina y el Caribe, se estima que, por cada millón de habitantes, 5

000 son ciegos y 20 000 presentan trastornos visuales, de los cuales 2/3 son tratables ya que corresponden a cataratas, errores refractivos, retinopatía diabética y glaucoma. El 85 % de los casos de ceguera se presenta en mayores de 50 años. <sup>7</sup> La prevalencia de problemas visuales en estudiantes varía alrededor del mundo, en Estados Unidos e Inglaterra, 1 de cada 5 estudiantes posee alguna anomalía visual; en Asia, la prevalencia es del 80 al 90 % y en Latinoamérica del 4 al 20 %. <sup>7</sup> Según el Instituto Nacional de Estadística de Guatemala (INE), en la Encuesta Nacional de Discapacidad, que se realizó por última vez en el año 2005, la discapacidad más frecuente en Guatemala es la de tipo visual, representando un 27.5 % en la población mayor de 6 años y 13.6 % en la población menor de 6 años. <sup>17</sup>

c. Clasificación:

Tabla 6.3 Clasificación de la AV según la Clasificación Internacional de Enfermedades, 11° revisión (CIE-11)

<b>Agudeza visual</b>	<b>Categoría de agudeza visual</b>
≥ 20/40 (≥ 0.5)	Normal
<20/40 (0.49 - 0.33)	Deficiencia visual leve
<20/60 (0.32 - 0.10)	Deficiencia visual moderada
<20/200 (0.09 - 0.05)	Deficiencia visual grave
<20/400 (< 0.05) a no percibe luz (NPL)	Ceguera

Fuente: Elaboración propia con datos de la CIE-11. <sup>6</sup>

d. Factores de riesgo asociados a la disminución de la AV: la mayor parte de las causas de disminución de la visión y ceguera evitable en países subdesarrollados, se relacionan con la pobreza e incluyen la malnutrición, acceso limitado a servicios de salud, educación y servicios básicos. La nutrición es un elemento fundamental en la fisiología de la visión y en el desarrollo de estructuras neurológicas que favorecen el proceso de aprendizaje, las proteínas son parte de los pliegues de membrana de los conos y bastones y forman la

melanina, los neurotransmisores y el transportador de retinol, necesario para que la vitamina A llegue a los conos y bastones. La absorción de retinol (de carne y vísceras) o de carotenos (de leche y vegetales) es dependiente del zinc obtenido mediante la dieta. Los ácidos grasos y la vitamina C ayudan en la prevención del síndrome del ojo seco y el glaucoma, las vitaminas protectoras del sistema nervioso (B1 y B12) protegen el nervio óptico del daño que ocurre durante el glaucoma. Los carotenoides como luteína y zeaxantina, carotenos, tocoferoles y vitamina C son necesarios para el metabolismo celular del cristalino y son potentes antioxidantes. La vitamina A es un elemento necesario para el desarrollo de la retina y del sistema nervioso central, aproximadamente cada año más de 250 000 niños en el mundo desarrollan ceguera irreversible por deficiencia de esta vitamina. <sup>18</sup>

#### 1.1.5. Estrategias para prevención de la ceguera

##### 1.1.5.1. Contexto mundial

En el año 1999 se realizó una iniciativa global de la OMS con el nombre visión 2020: The Right to Sight (derecho a la visión), con la finalidad de prevenir, tratar y eliminar la ceguera prevenible; en conjunto con la Agencia Internacional para la Prevención de Ceguera (IAPB), organizaciones no gubernamentales, asociaciones profesionales, instituciones de atención oftalmológica y corporaciones. <sup>4</sup>

En los últimos 20 años se han realizado las siguientes mejoras a nivel mundial: establecimiento de programas y normas para la prevención y control de la discapacidad visual, por parte de los gobiernos; creación de unidades de oftalmología en los sistemas de atención primaria y secundaria, que preste servicios accesibles, asequibles y de alta calidad; realización de campañas de educación y sensibilización sobre la importancia de la salud visual, incluida la educación en escuelas y liderazgo gubernamental reforzado en las

alianzas internacionales, con una creciente participación del sector privado. <sup>6</sup>

#### 1.1.5.2. Contexto latinoamericano

Visión 2020 Latinoamérica es parte de la iniciativa global y es apoyada por la Asociación Panamericana de Oftalmología (APO) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS). <sup>4</sup>

Entre 1999 y 2005, la OPS y la Christian Blind Mission (CBM) promovieron las evaluaciones rápidas de ceguera evitable y cirugías de catarata en Cuba, Paraguay y Venezuela; asimismo, se llevaron a cabo evaluaciones en ciudades de Argentina, Brasil y México y en poblaciones rurales de Perú y Guatemala; logrando disminuir la frecuencia de casos de ceguera por catarata. <sup>7</sup>

En América Latina, la cobertura oftalmológica es del 80 % en áreas urbanas y del 10 % en áreas rurales. La causa más común de deficiencia visual bilateral son los errores refractivos no corregidos. Los casos de oncocercosis ascienden a medio millón de personas, con focos en países como Brasil, Colombia, Ecuador, Guatemala, México y Venezuela, dicha enfermedad predispone a presentar deficiencia visual por lo que se creó el Programa para la Eliminación de la Oncocercosis en las Américas (OEPA). <sup>7</sup>

#### 1.1.5.3. Contexto nacional guatemalteco

Se ha creado un plan estratégico nacional para la prevención de la ceguera, el cual responde a la necesidad de reducir la ceguera y la discapacidad en Guatemala, ya que el 80 % de los casos se pueden prevenir o tratar por medio de intervenciones sencillas y de bajo costo. El plan nacional se basa en las resoluciones de la Asamblea Mundial de la Salud del 2003 y 2006, que exhortan a los estados miembros a apoyar

la iniciativa mundial para la eliminación de la ceguera evitable, por medio del plan nacional Visión 2020, asociado a la OPS-OMS, con organizaciones no gubernamentales y con el sector privado. <sup>6</sup>

En Guatemala se creó el Comité Visión 2020, asesorado por la OPS, OMS, IAPB y con la participación del Ministerio de Salud, organizaciones públicas y privadas. El plan consiste en priorizar el control de enfermedades que causan problemas visuales, haciendo para cada una, un análisis de la magnitud del problema, las barreras, objetivos y estrategias a ejecutar que serán integradas a las intervenciones por grupos de edad, por medio de los sistemas nacionales de salud. Uno de los objetivos es reducir la deficiencia visual por medio de la detección y el tratamiento de defectos refractivos no corregidos en escolares. <sup>6</sup>

#### 1.1.5.4. Metas visión 2020

##### a. Medidas específicas:

- “Disminuir la prevalencia global de 0.75 por cada 1 000 niños a 0.4 por cada 1 000 niños para el año 2020”.
- “Eliminar la cicatrización corneal ocasionada por la deficiencia de vitamina A, paperas u oftalmia neonatorum”.
- “Eliminar los casos nuevos de síndrome de rubeola congénito”.
- “Promover la cirugía adecuada a todos los niños con cataratas congénitas, con corrección óptica inmediata y efectiva”.
- Asegurar que a todos los recién nacidos con riesgo de ROP se les evalúe fondo de ojo seis a siete semanas después de nacimiento y proveer tratamiento a todos con enfermedad limítrofe”.

- “Supervisar que a todos los niños escolares se les realice una evaluación tamizaje de AV y se les provea anteojos a todos los que tengan error refractivo significativo”.<sup>4</sup>

b. Desarrollo de recursos humanos:

- “Asegurar que la prevención de la discapacidad visual sea una meta de todos los programas de salud primaria”.
- “Asegurar que todas las clínicas oftalmológicas del segundo nivel tengan las facilidades para proveer anteojos adecuados para niños con errores refractivos significativos”.
- “Proveer entrenamiento para que exista un refraccionista por cada 100 000 personas para el año 2010”.
- “Proveer entrenamiento para que exista por lo menos un trabajador para manejar visión baja por cada 20 millones de personas para el año 2010 y por cada 5 millones de personas para el año 2020”.
- “Asegurar que un oftalmólogo esté entrenado para el manejo de condiciones oculares pediátricas por cada 50 millones de personas para el año 2010 y uno por cada 10 millones de personas para el año 2020”.<sup>4</sup>

c. Desarrollo de tecnología e infraestructura adecuada:

- “Asegurar el desarrollo de equipo de visión baja de alta calidad, bajo costo, que deben estar disponibles ampliamente, aún en países de nivel socioeconómico bajo”.
- “Establecer una red de centro terciarios especialistas en salud ocular infantil”.<sup>4</sup>

El capítulo de generalidades del sistema visual, permite que el lector comprenda la terminología principal, generalidades de la visión y de la AV, para que se encuentre preparado para el desarrollo de los siguientes capítulos. Asimismo, evidencia que, a nivel mundial, latinoamericano y guatemalteco, las instituciones de salud, han desarrollado estrategias para prevenir, tratar y eliminar la ceguera prevenible, así como medidas específicas, de desarrollo de recursos humanos, tecnología e infraestructura adecuadas.



## **CAPÍTULO 2. CARACTERÍSTICAS DEL RENDIMIENTO ESCOLAR**

### **Sumario:**

- **Conceptos de rendimiento escolar**
- **Relación entre rendimiento escolar y otras variables**
- **Factores que intervienen en el rendimiento escolar**
- **Evaluación pedagógica**
- **Clasificaciones del rendimiento escolar**
- **Fracaso escolar**

En el presente capítulo se desarrollan los conceptos relacionados con el rendimiento escolar y académico, las denominaciones utilizadas como sinónimos y su funcionalidad a nivel educativo. Posteriormente, se evidencia la relación entre el rendimiento escolar y las variables inteligencia y aptitudes mentales, utilizadas como predictores del rendimiento escolar de un estudiante. A continuación, se identifican los múltiples factores que influyen en el rendimiento escolar, los cuales pueden ser de origen personal e institucional, dentro de los cuales se incluye, la personalidad, la etapa de la vida en la cual se encuentra el estudiante, el nivel socioeconómico, las relaciones personales, entre otros. En la siguiente sección se desarrolla la evaluación pedagógica, que son los medios utilizados para evaluar el logro de los objetivos y propósitos establecidos en la guía didáctica. Finalmente, se presenta la clasificación del rendimiento escolar y la conceptualización del fracaso escolar y su relación con diversos factores.

### **2.1. Características del rendimiento escolar**

#### **2.1.1. Conceptos de rendimiento escolar**

El rendimiento escolar, también denominado aptitud escolar, desempeño escolar, rendimiento académico y rendimiento escolar, es un concepto complejo, que engloba diversos parámetros utilizados para determinar, hasta qué punto, los alumnos han alcanzado los aprendizajes establecidos en las guías didácticas de los cursos asignados, siendo su principal propósito, alcanzar una meta educativa o aprendizaje.<sup>13</sup>

La evaluación del rendimiento escolar tiene un doble interés, por un lado, permite identificar hasta qué nivel consiguen los alumnos, el aprendizaje al que dirigen su esfuerzo; por otro lado, evalúa la eficacia de la escolarización brindada por parte de las instituciones, ya que no es fácil que éstas alcancen objetivos complejos y abstractos, como la adquisición de valores, formación de carácter, creación de hábitos de estudio y trabajo, el amor por la cultura, entre otros; si no consigue los objetivos menos complicados y más concretos, como los de aprendizaje, que se encuentran implicados en el ámbito educativo. <sup>13</sup>

A pesar de las diversas denominaciones del rendimiento escolar o académico, se ha establecido que el término rendimiento escolar, debe utilizarse en poblaciones de educación básica regular y alternativa, mientras que, rendimiento académico debe utilizarse en poblaciones universitarias. <sup>13</sup>

Pizarro <sup>13</sup> en 1985, denominó al rendimiento académico como, “una medida de las capacidades respondientes o indicativas que manifiestan, en forma estimativa, lo que una persona ha aprendido como consecuencia de un proceso de instrucción o formación.

Torres et al. <sup>13</sup> en 2006, definieron al rendimiento académico como “el nivel de conocimiento demostrado en un área o materia, comparado con la norma, generalmente medido por el promedio escolar”.

Martínez et al. <sup>13</sup> en 2007, indicó, desde un enfoque humanista, que el rendimiento académico “es el producto que da el alumnado en los centros de enseñanza y que habitualmente se expresa a través de las calificaciones escolares”.

Caballero et al. <sup>13</sup> en 2007, establecieron que el rendimiento académico involucra el cumplimiento de metas, logros y objetivos, identificados por medio de la guía didáctica de la asignatura que cursa un estudiante; dicho cumplimiento se expresa por medio de calificaciones, que son el resultado de una evaluación, escrita o práctica, que implica la superación o no de determinadas pruebas.

### 2.1.2. Relación entre rendimiento escolar y otras variables

Las variables más utilizadas como predictores del rendimiento académico, son la inteligencia y las aptitudes mentales, ya que las actividades académicas demandan la utilización de procesos cognitivos, en los cuales participan activamente dichas variables. Respecto a ello, la inteligencia humana no es fácilmente identificable, es un constructo utilizado para estimar, explicar o evaluar algunas diferencias conductuales entre las personas: éxitos y fracasos académicos, formas de relacionarse con las demás personas, proyectos de vida y metas a corto, mediano y largo plazo, desarrollo de talentos, notas académicas, resultados de test cognitivos, entre otros. Por otra parte, hay estudios que indican que las habilidades cognitivas y las características de la personalidad predicen con significancia estadística, el rendimiento académico.<sup>13</sup>

### 2.1.3. Factores que intervienen en el rendimiento escolar

En el rendimiento escolar influyen múltiples factores, dentro de los cuales se encuentra, la personalidad, la motivación, las aptitudes, las habilidades, los intereses, el nivel intelectual, la capacidad cognitiva del alumno, los hábitos de estudio, los objetivos, los contenidos, la metodología, los recursos didácticos, el sistema de evaluación, la infraestructura, la autoestima, la relación profesor-alumno, la familia, el hogar, la sociedad, entre otros. Asimismo, varía de acuerdo con las circunstancias, condiciones orgánicas y ambientales que determinan las aptitudes y experiencias.<sup>13</sup>

En la etapa de la adolescencia, comprendida entre los 10-19 según la OMS, ocurren considerables transformaciones físicas y psicológicas, principalmente en el ámbito de la personalidad del estudiante, las cuales pueden afectar directamente el rendimiento escolar. Por esta razón, los maestros deben estar preparados para guiar a los estudiantes a través de estos cambios, tratando de maximizar los efectos positivos y disminuir los efectos negativos, que provienen de los cambios desarrollados en los adolescentes. Asimismo, las autoridades de la escuela, principalmente los maestros que se encuentran en contacto diario y directo con los

estudiantes, deben identificar la personalidad de los adolescentes, su forma de trabajar, sus fortalezas y debilidades, entre otros aspectos, para realizar interacciones y metodologías didácticas flexibles y susceptibles a la adaptación. <sup>13</sup>

Castro et al. <sup>13</sup> en 2001, determinaron en un estudio, que las dimensiones de la personalidad estudiadas, diferencian entre los perfiles de buen y bajo rendimiento escolar. Encontrando dos grupos de características englobadas dentro de la personalidad, por un lado, los adolescentes ordenados, esmerados, menos impulsivos y orientados al logro, que son lo que se adaptan mejor a la rutina escolar, obtienen mejores calificaciones y auto perciben una mayor satisfacción derivada de su desempeño académico. Además, los estudiantes pertenecientes a este grupo, son más sensibles, agradables, cooperativos y afectuosos, y perciben mayor satisfacción en relación con sus vínculos familiares, comparados con el segundo grupo. Por el contrario, los adolescentes en alguna situación de riesgo, son propensos a presentar conductas relacionadas con el fracaso escolar, son más irresponsables, despreocupados, informales, olvidadizos, obtienen poca satisfacción derivada del desempeño académico y se sienten poco satisfechos con sus vínculos familiares, por lo que son más hostiles y menos amables, comparados con los estudiantes del primer grupo. Asimismo, Toro et al. <sup>13</sup> en 2009, sugirieron una posible relación entre la personalidad de los alumnos adolescentes con trastorno del aprendizaje y el acoso escolar, también denominado bullying, al asociar los patrones de personalidad vulnerables y manipulables, con el bajo rendimiento escolar que presenta este grupo de alumnos. <sup>13</sup>

Con respecto a la riqueza del contexto del estudiante, medida como nivel socioeconómico, Piñeiros et al. <sup>13</sup> en 1998, indican que tiene efectos positivos sobre el rendimiento del mismo, lo cual se relaciona con que la riqueza sociocultural del contexto, incide positivamente sobre el desempeño escolar, lo cual reitera la importancia de la responsabilidad compartida entre la familia, la comunidad y la escuela, en el proceso educativo de los estudiantes.

#### 2.1.4. Evaluación pedagógica

La evaluación pedagógica es el conjunto de procedimientos que se planean y aplican dentro del proceso educativo, con el fin de obtener la información necesaria para valorar el logro, por parte de los alumnos, de los propósitos establecidos en la guía didáctica. Es valorado por criterios, pero representa una globalización del rendimiento académico, es decir, el nivel de dominio o desempeño, que se evidencia en determinadas tareas que el estudiante es capaz de realizar, consideradas como indicadores adecuados de la existencia de procesos u operaciones intelectuales cuyo logro se evalúa. el desempeño puede ser de tres tipos, dependiendo del tipo de aprendizaje que se evalúe: cognitivo, afectivo y procedimental. <sup>13</sup>

La pedagogía propone diversas categorías para identificar los niveles de dominio de los temas, siendo las siguientes: nivel elemental o contextualización del tema, nivel básico o comprensión del tema y nivel avanzado o dominio del tema. <sup>13</sup>

Desde un punto de vista psicológico, se han utilizado como criterio de rendimiento escolar, las calificaciones escolares, las cuales se han relacionado con variables cognitivas, conductuales, de autocontrol, con los hábitos de estudio, la personalidad del estudiante, sus intereses profesionales, el centro escolar y el clima escolar y familiar. Asimismo, las calificaciones son tomadas como reflejo directo del desempeño educativo, siendo consideradas como el principal indicador de los resultados escolares de un alumno y como requisitos de promoción a niveles educativos superiores, además, son utilizadas para la obtención de becas y empleos. <sup>13</sup>

El rendimiento escolar o académico, puede ser analizado desde dos perspectivas englobadas, por un lado, la identificación de las tasas de abandono de estudios, de éxitos, de finalización de los estudios en el plazo previsto, de retrasos en la terminación de estudios o de cambio de titulación de los alumnos; por otro lado, a través de indicadores centrados en el rendimiento académico

tradicional, es decir, las calificaciones, número de asignaturas aprobadas, tasas de asistencia a los exámenes, entre otros.<sup>13</sup>

#### 2.1.5. Clasificaciones del rendimiento escolar

El rendimiento escolar es evaluado de acuerdo a criterios propios de cada institución educativa, quienes establecen los parámetros para categorizar a los alumnos, según su desempeño en el transcurso del año. La clasificación más utilizada dentro de los ministerios de educación, con algunas modificaciones entre ellas, es la siguiente:

##### 2.1.5.1. Excelente

Se establece cuando el alumno alcanza todos los objetivos propuestos, sin recurrir en actividades complementarias, se desempeña bien y participa en las actividades curriculares o extracurriculares propuestas por la institución, no presenta inasistencias injustificadas y su proceso de aprendizaje no se disminuido, ni evidencia problemas de comportamiento.<sup>19</sup>

##### 2.1.5.2. Sobresaliente

Se obtiene cuando el alumno alcanza todos los objetivos propuestos, mediante actividades complementarias, si existe inasistencia, presenta justificación, está dispuesto a superar las dificultades de comportamiento que pueda manifestar.<sup>19</sup>

##### 2.1.5.3. Aceptable

Se establece cuando el alumno alcanza los objetivos mínimos con actividades complementarias y desarrollando un pequeño número de actividades curriculares requeridas, presenta inasistencias tanto justificadas como injustificadas y pocas dificultades del comportamiento.

<sup>19</sup>

#### 2.1.5.4. Insuficiente

Se asigna cuando el alumno no alcanza los objetivos mínimos, aun habiéndole concedido una oportunidad mediante actividades complementarias, presenta inasistencias injustificadas y a su vez dificultades de comportamiento. <sup>19</sup>

#### 2.1.5.5. Deficiente

Se establece cuando el estudiante no alcanza los logros mínimos requeridos, ni desarrollando actividades complementarias, ante lo cual necesita atención personalizada, exhibe dificultades asociadas a privaciones que afectan su aprendizaje y numerosas faltas de asistencia.

<sup>19</sup>

#### 2.1.6. Calificaciones

Las calificaciones determinan el nivel del cumplimiento de los objetivos de aprendizaje, establecidos en el currículum y los estándares de aprendizaje nacionales. <sup>8</sup> En establecimientos guatemaltecos se utiliza la siguiente escala de clasificación de acuerdo a las calificaciones obtenidas:

Tabla 3.4 Clasificación de rendimiento escolar

<b>Promedio</b>	<b>Categoría de rendimiento escolar</b>
100	Sobresaliente
99 - 90	Excelente
80 – 89	Muy bien
70 – 79	Bien
60 – 69	Aprobado
0 – 59	Reprobado

Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.7. Fracaso escolar

El término fracaso escolar, también llamado rendimiento académico insatisfactorio o rendimiento académico discrepante, es utilizado cuando el alumno no alcanza el nivel de rendimiento esperado para su edad y nivel pedagógico, ubicándose por debajo del rendimiento requerido, por lo que presenta un desfase entre ambos rendimientos. Se caracteriza por un bajo rendimiento escolar, ausentismo y pérdida de año escolar. En él, pueden influir diversos factores de origen cultural, geográfico, fisiológico, familiar y nivel socioeconómico.<sup>8</sup>

El fracaso escolar se relaciona con diversos factores, dentro de los cuales se incluye, el desinterés por todo lo relacionado con la escolaridad, la pasividad escolar (cuando se realizan tareas solo con estímulo constante) y la oposición escolar (cuando claramente se manifiesta malestar y rechazo al colegio). La presencia de dichos elementos, a largo plazo, puede conllevar al desarrollo de trastornos afectivos, ya que la educación escolar se convierte en un elemento que produce estrés e influye negativamente sobre la autoestima, la percepción de competencias sociales y las expectativas del futuro.<sup>13</sup>

El capítulo de características del rendimiento escolar, permite que el lector comprenda las generalidades del rendimiento escolar, sus conceptos, factores asociados, la forma de determinar el rendimiento escolar por medio de evaluaciones pedagógicas y la forma de clasificación; esto, con la finalidad de que el lector se sumerja en la temática planteada en el siguiente capítulo, al unir la información desarrollada en el primer capítulo, generalidades del sistema visual y en el presente capítulo, características del rendimiento escolar.



## **CAPÍTULO 3. ESTUDIOS PREVIOS QUE EVALÚAN RELACIÓN ENTRE AGUDEZA VISUAL Y RENDIMIENTO ESCOLAR**

### **Sumario:**

- **Estudios a nivel mundial y nacional que evalúan la relación entre AV y rendimiento escolar**

En el presente capítulo se desarrolla una síntesis de diversos estudios llevados a cabo a nivel mundial, con respecto a la AV y rendimiento escolar, dentro de dicha síntesis, se incluye información relevante disponible, como el tipo y diseño de estudio, población estudiada, país de origen del estudio, la forma en qué se desarrolló, los objetivos, la clasificación utilizada para el análisis de los resultados de AV y rendimiento escolar, el análisis estadístico (si este se llevó a cabo), sus resultados y conclusiones principales. Asimismo, al finalizar cada uno de los estudios, se incluye un análisis, con los principales aportes, fortalezas y deficiencias de cada uno de ellos.

### **3.1. Relación entre AV y rendimiento escolar**

#### **3.1.1. Estudios previos que evalúan la relación entre AV y rendimiento escolar**

White et al.<sup>20</sup> en 2017, realizaron un estudio descriptivo transversal con 109 alumnos de tres escuelas de gobierno ubicadas en Brisbane, Australia, que cursaban tercer año de educación primaria. Para el estudio, tanto los encargados como los niños brindaron consentimiento de participación y se evaluó AV, retinoscopía, prueba de Ishihara para la visión a colores, percepción de profundidad, prueba de visión binocular y oftalmoscopía directa, tomando en cuenta que los niños que utilizaban gafas fueron evaluados con ellas. Adicionalmente, se realizó un interrogatorio sobre sintomatología ocular que fue registrado en una breve historia clínica.

En dicho estudio, los niños que no presentaron anomalías de visión fueron clasificados con visión satisfactoria (69.7 %) y los que presentaron anomalías de visión fueron clasificados con visión al límite (5.5 %) o insatisfactoria (24.8 %). Todos los niños que presentaron anomalías de visión fueron referidos para estudios posteriores y se caracterizaron por presentar disminución de la AV, errores refractivos, defectos de la visión a color, anomalías de visión binocular y salud ocular anormal.<sup>20</sup>

Se procedió a calcular media, desviación estándar y rango para la edad, así como los porcentajes de niños por sexo (61 % mujeres y 48 % hombres). Por otra parte, el rendimiento escolar fue clasificado de acuerdo con la ponderación obtenida en el Programa Nacional de Evaluación de Alfabetización y Numerología (NAPLAN), un conjunto de pruebas estandarizado que incluye pruebas de gramática, puntuación, ortografía, literatura y aritmética, que se realizan a todos los niños que cursan tercero, quinto, séptimo y noveno año en las escuelas de Australia. Los resultados de la evaluación de NAPLAN son reportados en valores de entre 0-1000, clasificados en bandas de 1-10, que indican el rendimiento de los niños comparado con estándares nacionales establecidos.<sup>20</sup>

Finalmente, se encontró que existía una diferencia significativa menor ( $p < 0.04$ ), del punteo de todas las pruebas de NAPLAN, en niños con visión al límite o insatisfactoria, en comparación con los niños con visión satisfactoria, excepto para la prueba de escritura, a través de la aplicación de un Análisis de Covarianza (ANCOVA) ajustado por edad y características socioeconómicas, utilizando el programa estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). Los niños con visión satisfactoria obtuvieron punteos ubicados en la banda 3 de la evaluación de NAPLAN, mientras que los niños con visión al límite o visión insatisfactoria obtuvieron punteos menores ubicados en la banda 4 y, por lo tanto, presentan limitaciones en el aprendizaje, sin que puedan explotar todo su potencial.<sup>20</sup>

Dentro de los principales aportes del estudio para investigaciones posteriores, se encuentra que evidencia la importancia de evaluar la composición en cuanto a sexo de la población analizada y que debe establecerse una clasificación de los resultados de la evaluación visual y del rendimiento escolar,

con una descripción clara del criterio utilizado. Asimismo, el estudio sirve de antecedente porque concluye que existe diferencia en las notas obtenidas por los niños, según los resultados obtenidos en la evaluación de la visión, lo cual fue determinado a través de la aplicación de un Análisis de Covarianza ajustado a características socioeconómicas y la edad, evidenciando la utilidad de dicha prueba y del programa SPSS para su aplicación. Adicionalmente, las conclusiones del estudio refuerzan la importancia de este tipo de evaluaciones, porque evidencia la necesidad de generar información confiable para la toma de decisiones oportuna por parte de autoridades educativas y en salud, ya que encontraron punteos significativamente menores en niños con visión insatisfactoria.<sup>20</sup>

Jan et al.<sup>21</sup> en 2019, realizaron un estudio prospectivo longitudinal con duración de 3 años, con alumnos de séptimo año de escuelas seleccionadas al azar y de forma estratificada, basada en la calidad de educación evaluada por el gobierno local de Anyang, China. El total de escuelas que reunieron las características del estudio correspondió a 11, de las cuales, 4 fueron seleccionadas aleatoriamente. El total de niños de séptimo año (línea base) de las cuatro escuelas seleccionadas correspondió a 2 363, sin embargo, únicamente de 1 998 se obtuvo el consentimiento por parte de los padres para que las notas de los niños fueran consultadas y al finalizar el estudio, se contó con 1 728 registros completos de los niños en noveno grado (línea final) para realizar el análisis comparativo.

Previo a realizar el estudio, el consentimiento informado por escrito fue autorizado por al menos uno de los encargados y se obtuvo un asentimiento verbal por parte de los niños. Se realizaron cuestionarios para recolectar información sobre los padres (nivel de educación, ingresos económicos y diagnóstico de miopía) y los niños (tiempo semanal al aire libre, frecuencia de uso de lentes, la edad del diagnóstico de miopía, la edad del primer uso de gafas y la frecuencia con que las han cambiado), asimismo, se aplicó a los niños un cuestionario de calidad de vida previamente validado.<sup>21</sup>

En el estudio se realizaron exámenes oculares tanto para la línea base como para la línea final, asegurando la iluminación adecuada para su ejecución, los cuales fueron descritos detalladamente. Dentro de los exámenes se incluyó medición de AV para cada ojo, por medio de la prueba de Snellen y autorrefracción ciclopléjica. Un día antes de la evaluación se realizó un recordatorio para que los niños que utilizaban gafas, las llevaran, aquellos que las llevaron fueron evaluados con y sin gafas. Los datos que posteriormente fueron analizados correspondieron al ojo con mayor AV. Al finalizar las evaluaciones de línea base, a todos los niños que presentaron anomalías de visión se les entregó gafas según sus necesidades. Por otra parte, los puntajes de las pruebas académicas fueron obtenidos de la Oficina Local de Educación, incluyendo los correspondientes a las cinco materias principales para séptimo y noveno grado.<sup>21</sup>

El programa utilizado para el análisis estadístico de datos fue Stata V.14.0. Las mediciones fueron presentadas como promedio  $\pm$  desviación estándar para variables continuas y como porcentaje para variables categóricas. Los datos fueron analizados utilizando la prueba de t de Student a dos colas, para variables continuas, prueba Chi cuadrado para variables categóricas y prueba de exactitud de Fisher para variables categóricas, si una de las celdas tenía una frecuencia esperada  $\leq 5$ . La asociación entre las variables predictoras de séptimo grado (AV, error refractivo y uso de lentes) y los punteos en noveno grado fueron investigados utilizando modelos de regresión simple y múltiple ( $\alpha=0.05$ ), tomando como variable independiente la AV y como variable dependiente el rendimiento escolar. La significancia de los coeficientes de la regresión fue evaluada con un intervalo de confianza del 95 % (estadísticamente significativos, con un valor de  $p < 0.05$ ). De los análisis realizados se determinó que el 20 % de los niños presentaron alteración de AV. Se calculó media, desviación estándar y rango para la edad y se calcularon porcentajes de niños por sexo (51 % mujeres y 49 % hombres). Finalmente, se encontró que la AV, el nivel de educación de los padres y los ingresos económicos familiares son predictores importantes en el desempeño escolar de los niños, siempre y cuando se realice un ajuste de los datos a la línea base tomando en cuenta la habilidad innata de los niños, herramienta que es frecuentemente utilizada en estudios educacionales. En este sentido y de forma general, alteraciones de AV, menor nivel educativo de los padres y menores ingresos

económicos serían buenos predictores de menor rendimiento escolar en los niños.

21

El estudio concluye que existe diferencia en las notas obtenidas por los niños, según los resultados de la evaluación de la visión y otros factores predictores que fueron valorados a través de un muestreo al azar, estratificado y longitudinal y por medio de la aplicación de las pruebas estadísticas t de Student, Chi cuadrado y modelos de regresión simple y múltiple, en el programa estadístico Stata. En cuanto a la evaluación de factores confusionales, indican que no es posible controlarlos porque no se trata de un estudio de casos y controles, por lo que recomiendan que, para evaluar dichos factores, se realicen posteriormente estudios con dicho diseño.<sup>21</sup>

El capítulo de relación entre AV y rendimiento escolar, permite que el lector tenga un panorama amplio de los estudios encontrados, que se han realizado a nivel mundial, y que evalúan y relacionan ambas variables; esto, con la finalidad, de que conozca los métodos utilizados para planteamiento y desarrollo de la investigación, así como la forma de análisis estadístico. Asimismo, se establecen los principales pros y contras, encontrados en cada uno de los estudios, con la finalidad de captar y aprovechar, en un futuro, las bondades de cada uno de ellos.



## CAPÍTULO 4. ANÁLISIS

De acuerdo al diseño de los estudios revisados, los de tipo correlacional prospectivo de cohortes y descriptivo transversal, generaron información útil para la evaluación de la relación entre las variables AV y rendimiento escolar. El diseño de los estudios seleccionados es fundamental, ya que éste debe permitir la utilización de pruebas estadísticas, que brinden resultados confiables.

Con respecto a los programas estadísticos utilizados, SPSS y Stata, ambos presentan licencias de acceso no libre, lo cual aumenta los costos de los estudios; por lo cual, en estudios posteriores, podrían utilizarse programas de acceso libre, como Epi Info, el cual fue desarrollado por el CDC (Centers for Disease Control and Prevention) y permite un acceso libre para su utilización.

En relación al número de individuos evaluados, no existe un patrón establecido de selección, sin embargo, en los estudios se incluyó a la totalidad de niños correspondientes al criterio de selección, siempre y cuando se obtuviera el consentimiento y asentimiento informado. La estratificación de la población es un método útil para poder diluir los factores de confusión que podrían estar asociados con la disminución del rendimiento escolar.

En cuanto al criterio de selección de los participantes, se basaron en la edad o grado que cursaban y con respecto a la evaluación que se realizó en cada uno de los estudios, se estableció un protocolo específico para seguir con todos los participantes, incluyendo el tipo de evaluación oftalmológica que fue realizada y los criterios de evaluación académica que fueron aplicados, así como la forma en que fueron clasificados los resultados de las pruebas. Una vez obtenidos los datos, se describió la población con respecto a edad y sexo y se realizaron las pruebas estadísticas convenientes, que permitieron evaluar la significancia de la relación entre las variables de interés.

De acuerdo con la determinación de la relación entre las variables AV y rendimiento escolar, en el estudio de White et al. <sup>20</sup>, llevado a cabo en 2017, en Australia, con un diseño descriptivo, transversal, concluyeron que existe, en general, puntajes significativamente menores en las evaluaciones realizadas a niños con visión al límite o insatisfactoria, comparados con niños que presentan visión satisfactoria. En este estudio no se evaluó solamente la AV, además,

realizaron pruebas visuales complementarias, lo cual enriqueció el estudio, al evaluar factores que también podrían estar ocasionando otros tipos de molestias oculares en los participantes, como problemas a nivel de la retina, con la visión a color, percepción de la profundidad y visión binocular. Además de ello, realizaron un interrogatorio sobre la sintomatología ocular previa, la cual se puede relacionar con la presencia de anomalías oftalmológicas. Con respecto a los aspectos bioéticos, se obtuvo consentimiento por parte del encargado y del participante, satisfaciendo así, el principio bioético de la autonomía.

Asimismo, en el estudio de Jan et al. <sup>21</sup>, llevado a cabo en 2019, en China, con un diseño prospectivo, longitudinal, concluyeron que la AV, el nivel de educación de los padres y los ingresos económicos familiares, son predictores importantes en el desempeño escolar de los niños, ya que los niños con alteraciones de la AV, menor nivel educativo de los padres y menores ingresos económicos, presentan menores puntajes en las evaluaciones de las pruebas académicas a los que fueron sometidos por parte de las autoridades educativas del país. En esta investigación resalta, el estudio de factores relacionados con los padres, los niños y la calidad de vida, y el diseño del estudio, que, al ser de tipo longitudinal, permitió la evaluación de las características iniciales de las variables, en los participantes y su comparación, en el transcurso del tiempo, con las características finales de las mismas, lo cual es sumamente enriquecedor para el estudio. pesar de que mencionan la existencia de factores confusionales, indican que éstos no pueden ser controlados en un estudio con este tipo de diseño, solamente a través de un estudio de casos y controles. Con respecto a los aspectos bioéticos, en el estudio indican haber solicitado consentimiento a los padres de familia, para poder consultar sus notas y realizar las evaluaciones respectivas, cumpliendo así, con la autonomía de los participantes.

En conclusión, en los estudios analizados en la presente investigación, sí encontraron algún tipo de relación entre las variables AV y rendimiento escolar, asociando así, la disminución del rendimiento escolar, con anomalías de la AV, que impiden que los estudiantes puedan concentrarse en clase, realizar anotaciones de forma rápida y adecuada en su cuaderno, ya que no observan apropiadamente las imágenes o escritos del pizarrón, y que, por esta razón, no sean capaces de desempeñarse adecuadamente a nivel académico, lo cual es evaluado por medio del rendimiento escolar de cada uno de los participantes. Además de la variable AV, los autores también relacionaron la disminución del rendimiento académico, con factores como el nivel de educación de los padres, ingresos económicos familiares, condiciones auditivas o cognitivas diagnosticadas, entre otros.



## CONCLUSIONES

Existe una relación entre la AV y el rendimiento escolar de los participantes, en los estudios analizados en la presente monografía. Por lo que, el diagnóstico temprano y oportuno de patologías visuales en los niños, permite disminuir los efectos negativos sobre el desarrollo y aprendizaje, que podrían estar asociados a la disminución de AV. Asimismo, el nivel socioeconómico, evaluado por medio del nivel educativo de los padres y los ingresos económicos, demostró tener una relación con el rendimiento escolar de los participantes.

Para análisis posteriores, deben ser utilizados estudios con los más altos niveles de evidencia disponibles, que permitan emitir juicios adecuados de recomendación, por medio de la medicina basada en la evidencia. Además, los estudios deben ser de diferente origen, diseño y técnicas de investigación, para tener una visión más amplia e integral, de la situación actual del problema, tanto a nivel global, como específico; esto es posible, si se cuenta con una amplia variedad de estudios que investiguen las variables que se desean estudiar.

Con respecto a los estudios que evalúan la relación entre AV y rendimiento escolar, son de mayor utilidad los que presentan un diseño longitudinal, ya que permiten estudiar a la población durante un periodo de tiempo establecido, con lo cual se obtiene una mejor perspectiva de las variables estudiadas y de su variación con el transcurso del tiempo. Los estudios con análisis estadístico, tienen una base más sólida para establecer una relación entre dos o más variables.

Al realizar estudios de factores relacionados con el rendimiento académico, es posible tomar en cuenta otros aspectos como las condiciones auditivas, cognitivas y socioeconómicas de los participantes, sin centrarse únicamente en la AV, como en el caso del presente estudio.

Todos los estudios analizados tomaron en cuenta las pautas éticas para la realización de la investigación, lo cual es un elemento primordial en el desarrollo de las mismas, ya que deben ser evaluadas por un comité de bioética que resguarde los derechos de los participantes de los estudios.



## **RECOMENDACIONES**

Al estudiar el rendimiento escolar, es importante analizar todas y cada una de las posibles variables que influyen en el mismo, para determinar su peso en los resultados.

Generar información confiable a nivel nacional, para la toma de decisiones oportunas por parte de autoridades educativas y de salud en Guatemala, que permitan la optimización de los recursos del país, por medio de la implementación de programas preventivos de salud ocular a nivel público y privado.

Realizar evaluaciones oftalmológicas periódicas, iniciando desde el primer año de vida y posteriormente, una vez al año; tanto a nivel individual como institucional, para prevenir las consecuencias que tienen las anomalías de la AV, sobre el desarrollo y aprendizaje de los niños.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ríos RE. ¿Cómo elaborar una monografía? Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas; 2020.
2. Morales Pérez AM, Rodas González MN. Metodología para la monografía. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas; 2020.
3. Elissalde A. Alteraciones visuales en niños: signos y señales para la detección temprana. ¿Qué hacer Educ [en línea]. 2009 [citado 05 Mar 2019]; 72–4. Disponible en: [https://www.fumtep.edu.uy/aportes-para-la-reflexion-docente/item/download/119\\_ab4f9553a7a52a83e7fb8a4cf12f1c6d](https://www.fumtep.edu.uy/aportes-para-la-reflexion-docente/item/download/119_ab4f9553a7a52a83e7fb8a4cf12f1c6d)
4. Madriz Peralta G. Prevalencia de baja visión en una población pediátrica. [tesis Oftalmología en línea]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas; 2015. [citado 12 Mar 2019]. Disponible en: [http://www.repositorio.usac.edu.gt/7070/1/Gabriela Madriz Peralta.pdf](http://www.repositorio.usac.edu.gt/7070/1/Gabriela%20Madriz%20Peralta.pdf)
5. Fernández Quevedo A, García García JA, Jiménez Rodríguez R, Perales Palacios FJ. Percepción de los maestros sobre las deficiencias visuales y su incidencia escolar. Rev Complut en Educ [en línea]. 2014 [citado 05 Mar 2019]; 27 (2): 395–419. Disponible en: <https://revistas.ucm.es/index.php/RCED/article/viewFile/46198/48383>
6. Alarcón Meléndez EP. Prevalencia de errores refractivos que limitan la visión en niños. [tesis Oftalmología en línea]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala; Facultad de Ciencias Médicas; 2016. [citado 02 Abr 2019]. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05\\_10079.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05_10079.pdf)
7. Juárez Rivera SB, Ruano Morales CS, Flores Chiquin MN, Sánchez Reyes ER, Ramírez Pérez CM, López Morales KG, et al. Prevalencia de la disminución de la agudeza visual en estudiantes universitarios y factores predisponentes. [tesis Médico y Cirujano en línea]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas; 2018 [citado 29 May 2019]. Disponible en: [http://www.repositorio.usac.edu.gt/9916/1/Silvia Beatriz Juárez Rivera.pdf](http://www.repositorio.usac.edu.gt/9916/1/Silvia%20Beatriz%20Ju%C3%A1rez%20Rivera.pdf)
8. Del Pozo Moreno EE, López Mora VC. Influencia de la agudeza visual en relación con el rendimiento escolar en niños de 7 a 11 años de la Escuela Instituto Técnico Superior

- Consejo Provincial de Pichincha durante el periodo junio-noviembre del 2015. [tesis Médico y Cirujano en línea]. Quito: Pontificia Universidad Católica de Ecuador, Facultad de Medicina; 2015 [citado 02 Abr 2019]. Disponible en: [http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/9869/TESIS\\_AGUDEZA\\_VISUAL\\_DISMINUIDA\\_Y\\_RENDIMIENTO\\_ESCOLAR\\_BAJO-ELEANA\\_DEL\\_POZO-VIVIANA\\_LOPEZ.pdf?sequence=1](http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/9869/TESIS_AGUDEZA_VISUAL_DISMINUIDA_Y_RENDIMIENTO_ESCOLAR_BAJO-ELEANA_DEL_POZO-VIVIANA_LOPEZ.pdf?sequence=1)
9. López Torres V, Salamanca Libreros OF, Törnquist AL. Recomendaciones para el examen visual en los niños. *Iatreia* [en línea]. 2019 [citado 13 Ago 2020]; 32 (1): 40–51. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/iat/v32n1/0121-0793-iat-32-01-00040.pdf>
  10. Castro Piña S, Rey Rodríguez DV, Álvarez Peregrina C, Moreno Montoya J. Proceso de emetropización y desarrollo de miopía en escolares. *Cienc Tecnol para la Salud Vis y Ocul* [en línea]. 2018 [citado 13 Ago 2020]; 16 (1): 87–93. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/6364179.pdf>
  11. Real Academia de la Lengua. *Diccionario de la lengua española* [en línea]. España: RAE; 2014 [citado 02 Abr 2019]. Disponible en: <http://dle.rae.es/?w=diccionario>
  12. Martín Herranz R, Vecilla Antolinez G. *Manual de Optometría*. 2 ed. Ciudad de México: Editorial Médica Panamericana; 2011.
  13. Lamas H. Sobre el rendimiento escolar. *Propósitos y Represent* [en línea]. 2015 [citado 26 May 2019]; 3 (1): 313–86. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/5475216.pdf>
  14. Kliegman R, Stanton B, Geme J, Schor N. *Nelson, tratado de pediatría*. 20 ed. Barcelona: Elsevier; 2016.
  15. Moore K, Dalley A, Agur A. *Anatomía con orientación clínica*. 6 ed. Barcelona: Kluwer W; 2010.
  16. Hall J, Guyton AC. *Guyton y Hall: Tratado de fisiología médica*. 12 ed. Barcelona: Elsevier; 2016.
  17. Yes Ruiz MV. Frecuencia de disminución de agudeza visual y estrabismo en preescolares de asentamientos precarios del departamento de Guatemala. [tesis Médico y Cirujano en línea]. Guatemala: Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Médicas; 2017. [citado 02 Ago 2019]. Disponible en: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2017/09/18/Yes-Marta.pdf>

18. Hernández Sologaitoa KE, Godoy Morales W. Factores de riesgo asociados a la disminución de la agudeza visual en niños escolares. [tesis Médico y Cirujano en línea]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas; 2009. [citado 02 Abr 2019]. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05\\_8540.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05_8540.pdf)
  
19. Orantes Posada WS, Pineda Zaldaña LR, Melgar Novoa JA. Inteligencia general (CI) y su relación con el rendimiento académico en los alumnos universitarios. [tesis Psicología en línea]. San Salvador: Universidad Francisco Gavidia, Facultad de Ciencias Sociales; 2018. [citado 02 Abr 2019]. Disponible en: <http://ri.ufg.edu.sv/jspui/handle/11592/9244>
  
20. White S, Wood J, Black A, Hopkins S. Vision screening outcomes of grade 3 children in Australia: differences in academic achievement. *Int J Educ Res* [en línea]. 2017 [citado 26 May 2019]; 83: 15–159. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0883035517300587>
  
21. Jan C, Li S-M, Kang M-T, Liu L, Li H, Jin L, et al. Association of visual acuity with educational outcomes: a prospective cohort study. *Br J Ophthalmol* [en línea]. 2019 [citado 28 Mar 2020] ; 103: 1666–71. Disponible en: [http://login.research4life.org/tacsgr1bjo\\_bmj\\_com/content/early/2019/01/18/bjophthalmol-2018-313294#request-permissions](http://login.research4life.org/tacsgr1bjo_bmj_com/content/early/2019/01/18/bjophthalmol-2018-313294#request-permissions)
  
22. Lastre Meza KS, Romero Martínez MA, Ríos Martínez CA, Campos Santos SM. Estudio comparativo de los niveles de lectura y escritura en niños con y sin alteraciones auditivas cognitivas y visuales. *Encuentros* [en línea]. 2019 [citado 28 Mar 2020]; 18 (01): 48–60. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7289225.pdf>





# ANEXOS

## ANEXO 10.1. Estrategias de búsqueda

Tabla 10.1.1. Matriz de datos de buscadores y términos utilizados

<b>Buscador</b>	<b>Términos utilizados</b>
Biblioteca virtual en salud de Guatemala	(agudeza visual) OR (visión) (rendimiento escolar) OR (rendimiento académico) OR (desempeño escolar) OR (desempeño académico) (niños) OR (escolares)
Hinari	(academic achievement) AND (visual acuity) (academic performance) AND (visual acuity) (academic achievement) AND (vision screening) (academic performance) AND (vision screening) (school achievement) AND (visual acuity) (school performance) AND (visual acuity) (school achievement) AND (visual screening) (school performance) AND (visual screening) (academic achievement) AND (vision) (academic performance) AND (vision) (school achievement) AND (vision) (school performance) AND (vision)
Google Scholar	(visual acuity) AND (academic performance) (educational outcomes) AND (visual acuity) (educational outcomes) AND (vision screening) (deficiencias visuales) AND (incidencia escolar) (agudeza visual) AND (rendimiento escolar) (agudeza visual) AND (rendimiento académico)
Cochrane Library	(vision screening) OR (visual acuity) (school-age children) OR (children AND vision)
PubMed	(visual acuity) AND (academic performance)

Fuente: elaboración propia con datos del documento Metodología para la Monografía. <sup>2</sup>

Tabla 10.1.2. Matriz de tipos de artículos utilizados según nivel de evidencia y tipo de estudio

Nivel de Evidencia	Tipo de Estudio	Término Utilizado	Número de Artículos o de Libros		Total
-	Todos los artículos y estudios	Agudeza visual (DeCS)	BVS Guatemala Hinari Google Scholar Cochrane PubMed	35 3 117 16 100 0 26	19 249
-	Todos los artículos y estudios	Visual Acuity (MeSH)	BVS Guatemala Hinari Google Scholar Cochrane PubMed	0 139 442 48 500 13 12 300	200 255
3°	Revisión sistemática	Visual Acuity (MeSH)	BVS Guatemala Hinari Google Scholar Cochrane PubMed	0 0 0 13 0	13
-	Todos los artículos y estudios	Rendimiento académico (DeCS)	BVS Guatemala Hinari Google Scholar Cochrane PubMed	21 20 464 15 300 0 11	35 776
-	Todos los artículos y estudios	Academic achievement (MeSH)	BVS Guatemala Hinari Google Scholar Cochrane PubMed	0 494 830 131 000 25 3 374	629 229

Fuente: elaboración propia con datos del documento Metodología para la Monografía. <sup>2</sup>

Tabla 10.1.3. Matriz de literatura gris

Tema del Libro	Acceso en Biblioteca	Localización	Total de Libros en Biblioteca	Número de Libros Utilizados
Tratados de Pediatría	Catálogo en línea	Biblioteca propia	1	1
Tratados de Anatomía	Catálogo en línea	Biblioteca propia	1	1
Tratados de Fisiología	Catálogo en línea	Biblioteca propia	1	1
Manual de Optometría	-	En línea	0	0
Diccionario de la Lengua Española	-	En línea	0	0

Fuente: elaboración propia con datos del documento Metodología para la Monografía. <sup>2</sup>