

**Universidad de Valparaíso**

**Facultad de Medicina**

**Carrera de Tecnología Médica**

**“Prevalencia de insuficiencia de convergencia en estudiantes de la  
Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso, casa central,  
matriculados en el año 2016”**

Seminario de Grado presentado en conformidad a los requisitos  
para obtener el Grado académico de  
“Licenciado en Tecnología Médica con mención en Oftalmología”

Autores

Nicool Muñoz Ferrus

Froilán Silva Sandoval

Profesor Guía:

Tecnólogo Médico Franchesca Vásquez Muñoz

Profesores Co-guías:

Tecnólogo Médico Fernanda Beltrán Muñoz

Tecnólogo Médico Daniel González Palma

2017

**Universidad de Valparaíso**

**Facultad de Medicina**

**Carrera de Tecnología Médica**

**“Prevalencia de insuficiencia de convergencia en estudiantes de la  
Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso, casa central,  
matriculados en el año 2016”**

Seminario de Grado presentado en conformidad a los requisitos  
para obtener el Grado académico de  
“Licenciado en Tecnología Médica con mención en Oftalmología”

Autores

Nicool Muñoz Ferrus

Froilán Silva Sandoval

Profesor Guía:

Tecnólogo Médico Franchesca Vásquez Muñoz

Profesores Co-guías:

Tecnólogo Médico Fernanda Beltrán Muñoz

Tecnólogo Médico Daniel González Palma

2017

## I. AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a la profesora Andrea Ovando por todo su apoyo e interés en este proyecto, a pesar de no tener obligación de hacerlo. No nos olvidaremos de cada conversación, consejo y té compartido, de esas palabras que nos calmaban cuando estábamos frente a un problema al que no le veíamos solución, y por estar dispuesta a ayudarnos cada vez que lo necesitábamos, aportándonos conocimientos que sin duda nos han ayudado para ser mejores profesionales y personas.

También queremos agradecer a Daniel González por apañarnos en la investigación, ya que sin tus consejos y exigencias nuestra tesis no habría logrado los resultados que tuvo. Gracias por involucrarte mucho más de lo que esperábamos cuando te ofrecimos formar parte de este equipo, fue un *placer estresante* haber trabajado con un antiguo compañero, pero sobre todo, un gran amigo, decisión que repetiríamos sin dudar de volver en el tiempo. Un abrazo y cariños.

Finalmente queremos agradecer a las tecnólogas Franchesca Vásquez y Fernanda Beltrán por haberse lanzado con nosotros en este estudio cuando nadie más podía, al Dr. Jorge Gallardo por estar dispuesto a atender a los pacientes patológicos que podríamos haber encontrado y, a Iván Rosas y Pablo Cabrera por revisar y darnos guía en el análisis estadístico.

Sin el granito de todas estas personas y muchas más jamás habríamos podido sacar este proyecto que nos tiene tan contentos, por lo que sólo nos queda decir una vez más... Gracias.

Nicool y Froilán

## II. DEDICATORIA

*Le dedico esta tesis a mi mamá, Susy Sandoval, ya que sin sus enseñanzas y ejemplo de vida no habría logrado ni la mitad de las cosas buenas que he hecho. Espero algún día llegar a ser al menos la mitad de lo fuerte, bondadosa y buena persona que eres. Este logro es tanto tuyo como mío.*

*También se la dedico a mi compañera Nicool, con quien formamos un equipo genial, donde nos comprendimos y complementamos, aportando las virtudes que cada uno posee. Sin ti el resultado no habría sido el mismo.*

*Con amor...*

*Froilán*

*A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como en la vida. Por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo. A mi hermana por quererme y apoyarme siempre. Y a mi compañero Froilán, porque sin el equipo que formamos, no habríamos logrado esta meta.*

*Nicool.*

### III. RESUMEN

**INTRODUCCIÓN:** La insuficiencia de convergencia (IC) es uno de los desórdenes no estrábitos con mayor prevalencia en la población, por lo cual, también es uno de los más estudiados en la población clínica y pediátrica. A su vez, no existe un consenso en los parámetros para diagnosticarla. En Chile, no existen estudios de prevalencia enfocados en población universitaria, por lo que se espera obtener información relevante. **OBJETIVOS:** Estimar la prevalencia de insuficiencia de convergencia en estudiantes de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso, casa central, matriculados en el año 2016. **METODOLOGÍA:** Se realizó un tamizaje visual a 106 alumnos de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso, casa central, el cual incluía medición de la agudeza visual, cover test, medición del punto próximo de convergencia y de las vergencias fusionales. Los datos fueron ingresados a una planilla Excel para su posterior análisis. **RESULTADOS:** El 38,68% (con 95% de intervalo de confianza de 31,32% a 46,04%) de la muestra presentó IC. Del total de las mujeres evaluadas, un 39,24% (con 95% de intervalo de confianza de 30,59% a 47,89%) tuvo IC, mientras que del universo total de hombres, hubo una prevalencia de 37,04% (95% de intervalo de confianza de 23,07% a 51,01%) de IC. El promedio de edad en los pacientes que presentaron IC fue de 20,49 años. Al analizar la prevalencia de IC por carrera, el porcentaje más alto lo obtuvo Educación Parvularia (66,67%), seguido en orden por Fonoaudiología (60%), Obstetricia y Puericultura (44,44%), Kinesiología (41,67%), Psicología (41,17%), Medicina (36,84%), Tecnología Médica (27,27%) y Enfermería (22,73%). De los 41 sujetos que presentaron IC, el 75,61% de ellos refirieron algún tipo de molestia astenópica. **CONCLUSIÓN:** En la población estudiada se encontró una prevalencia mayor a la que se describe en la bibliografía, esto se debe a que a no hay concordancia en los diferentes estudios, a la hora de elegir las pruebas para llegar a un diagnóstico de IC.

**PALABRAS CLAVES:** Insuficiencia de convergencia, visión binocular, prevalencia, adulto joven.

#### **IV. ABSTRACT**

**INTRODUCTION:** Convergence insufficiency (CI), is a disorder non strabismic with higher prevalence in the population, also, it is one of the more studied in the clinical population and pediatric population, but there are not a consensus in the diagnostic criteria. In Chile, there aren't studies about prevalence in university population, so that, is expected to obtain relevant information. **OBJETIVE:** Estimate the prevalence of convergence insufficiency in the School of Medicine of Valparaíso University's students, enrolled in the year 2016. **METHODOLOGY:** A visual screening of 106 students of the Faculty of Medicine of the University of Valparaiso was did, which included measurement of visual acuity, cover test, measurement of the near point of convergence and fusion vergences. The data were entered into an Excel program for further analysis. **RESULTS:** A 38.68% (with a 95% confidence interval of 31.32% to 46.04%) of the sample had convergence insufficiency. In women, a 39.24% (with a 95% confidence interval of 30.59% to 47.89%) had CI, meanwhile, in men the 37,04% (with a 95% confidence interval of 23.07% to 51.01%) had this condition. their average age was 20,49 years old. In the CI's prevalence per career, the highest percentage was obtained from Preschool Education (66.67%), followed in order by Phonoaudiology (60%), Obstetrics and Childcare (44.44%), Kinesiology (41.67%), Psychology (41.17%), Medicine (36.84%), Medical Technology (27.27%) and Nursing (22.73%). Of the 41 subjects with CI, 75.61% of them reported some type of asthenopic discomfort. **CONCLUSION:** In the studied population, has found a higher prevalence than in the aforementioned bibliography, this is, because there isn't agreement between the different studies when they choose the tests for diagnose CI.

**KEY WORDS:** Insufficiency of convergence, binocular vision, prevalence, young adult.

## V. LISTADO DE ABREVIACIONES

- $\Delta$ : Dioptría prismática
- AA: Amplitud de acomodación
- AOA: American Optometric Association
- ARN: Acomodación relativa negativa
- ARP: Acomodación relativa positiva
- BAF: Facilidad acomodativa binocular
- CA/A: Convergencia acomodativa/ acomodación
- CAE: Con agujero estenopeico
- CC: Con corrección óptica
- cm: Centímetro
- CT: Cover test
- D: Dioptrías esféricas
- DP: Distancia interpupilar
- E: Endoforia
- ET: Endotropia
- FAB: Facilidad acomodativa binocular
- h: Hipoforia
- H: Hiperforia
- hT: Hipotropia
- HT: Hipertropia
- IC: Insuficiencia de convergencia
- JUNAEB: Junta nacional de auxilio escolar y becas
- MEM: Retraso acomodativo
- mm: milímetro
- OF: Ortoforia
- OS: Músculo oblicuo superior

- pc: Para cerca
- pl: Para lejos
- PPC: Punto próximo de convergencia
- RL: Músculo recto lateral
- RM: Músculo recto medio
- RS: Músculo recto superior
- SC: Sin corrección óptica
- SEMDA: Servicio médico y dental de los alumnos
- TM: Tecnólogo Médico
- UV: Universidad de Valparaíso
- VB: Visión binocular
- VF: Vergencias fusionales
- VFN: Vergencias fusionales negativas
- VFP: Vergencias fusionales positivas
- X: Exoforia
- XT: Exotropia

## VI. ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
2.1 ANATOMÍA OCULAR .....	4
2.1.1 Túnica Fibrosa o Externa.....	5
2.1.1.1 Esclerótica .....	6
2.1.1.2 Córnea .....	6
2.1.2 Túnica Vascul ar o Media.....	6
2.1.2.1 Iris.....	6
2.1.2.2 Cuerpo Ciliar .....	7
2.1.2.3 Coroides.....	7
2.1.3 Túnica Interna, Nerviosa o Neurosensitiva.....	7
2.1.3.1 Retina.....	7
2.1.4 Medios Transparentes .....	8
2.1.4.1 Cristalino .....	8
2.1.4.2 Cuerpo Vítreo .....	9
2.1.4.3 Humor Acuoso .....	9
2.2 MÚSCULOS EXTRAOCULARES .....	10
2.2.1 Recto Superior .....	10
2.2.2 Recto Inferior.....	10
2.2.3 Recto Medio .....	11
2.2.4 Recto Lateral.....	11
2.2.5 Oblicuo Superior.....	12
2.2.6 Oblicuo Inferior .....	12
2.3 VISIÓN BINOCULAR .....	13
2.3.1 Precepción Simultánea .....	13
2.3.2 Fusión .....	13
2.3.3 Visión Estereoscópica.....	13
2.4 ALTERACIONES DE LA VISIÓN BINOCULAR .....	14
2.4.1 Alteraciones Binoculares Estrábicas: .....	14
2.4.2 Alteraciones Binoculares no Estrábicas: .....	15

2.5	ACOMODACIÓN.....	15
2.5.1	Mecanismo de la Acomodación.....	15
2.5.2	Amplitud de Acomodación.....	16
2.6	MOVIMIENTOS OCULARES.....	18
2.6.1	Movimientos Monoculares o Ducciones .....	18
2.6.2	Movimientos Binoculares.....	19
2.6.2.1	Versiones.....	19
2.6.2.2	Vergencias.....	20
2.7	CONVERGENCIA .....	20
2.7.1	Tipos de Convergencia .....	21
2.8	RELACIÓN CONVERGENCIA ACOMODATIVA – ACOMODACIÓN... 21	
2.9	DESÓRDENES ESTRÁBICOS.....	22
2.9.1	CLASIFICACIÓN.....	23
2.9.1.1	Según Etiología .....	23
2.9.1.2	Según la Dirección de la Desviación:.....	24
2.9.1.3	Dependiendo si la desviación varía según la posición de mirada:.....	24
2.9.1.4	Según el Ojo Fijador: .....	25
2.9.1.5	Según Frecuencia de Aparición:.....	25
2.9.1.6	Dependiendo del Estado de Vergencia:.....	25
2.9.1.7	Dependiendo del Momento de Aparición:.....	25
2.10	DESÓRDENES NO ESTRÁBICOS.....	26
2.10.1	Etiología.....	26
2.10.2	Clasificación .....	27
2.10.3	Clasificación Clínica.....	28
2.11	INSUFICIENCIA DE CONVERGENCIA .....	28
2.11.1	Epidemiología.....	29
2.11.2	Etiología.....	29
2.11.3	Sintomatología.....	30
2.11.4	Diagnóstico .....	31
2.11.5	Diagnóstico Diferencial .....	33
2.11.6	Tratamiento.....	34

<b>CAPÍTULO 3: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>36</b>
3.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	36
3.2 HIPÓTESIS .....	36
3.3 RELEVANCIA .....	36
<b>CAPÍTULO 4: OBJETIVOS .....</b>	<b>37</b>
4.1 OBJETIVO GENERAL .....	37
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	37
<b>CAPÍTULO 5: MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>38</b>
5.1 TIPO DE ESTUDIO .....	38
5.2 POBLACIÓN Y LUGAR DE ESTUDIO .....	38
5.3 MUESTREO .....	38
5.4 TAMAÑO DE LA MUESTRA .....	39
5.5 VARIABLES.....	40
5.5.1 Insuficiencia de Convergencia.....	40
5.5.2 Punto Próximo de Convergencia .....	40
5.5.3 Vergencias Fusionales .....	40
5.5.4 Relación CA/A .....	41
5.5.5 Forias .....	42
5.5.6 Edad.....	43
5.5.7 Sexo .....	43
5.5.8 Carrera Universitaria .....	43
5.5.9 Molestias Astenópicas .....	43
5.6 CRITERIOS DE INCLUSIÓN .....	44
5.7 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	44
5.8 FUENTES Y MÉTODO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	44
5.9 PROCEDIMIENTOS Y ACTIVIDADES.....	45
5.10 PLAN DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	48
5.11 CONSIDERACIONES ÉTICAS .....	49
5.12 FINANCIAMIENTO.....	49

<b>CAPÍTULO 6: RESULTADOS.....</b>	<b>50</b>
6.1 DATOS GENERALES DE LA POBLACIÓN EN ESTUDIO.....	50
6.2 PREVALENCIA DE INSUFICIENCIA DE CONVERGENCIA.....	51
6.3 RESULTADOS DE LAS MEDICIONES .....	55
6.3.1 Resultados del Punto Próximo de Convergencia.....	55
6.3.2 Resultado de las Vergencias Fusionales.....	56
6.3.3 Resultados Según la Relación CA/A .....	60
6.3.4 Resultados Según Heteroforias.....	60
6.3.5 Molestias Astenópicas .....	62
<b>CAPÍTULO 7: DISCUSIÓN.....</b>	<b>63</b>
<b>CAPÍTULO 8: CONCLUSIÓN.....</b>	<b>69</b>
<b>CAPÍTULO 9: BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>71</b>
<b>CAPÍTULO 10: ANEXOS .....</b>	<b>76</b>
11.1 ANEXO 1: LISTA DE FOLIOS.....	76
11.2 ANEXO 2: HOJA DE DATOS .....	77
11.3 ANEXO 3: TABLA DE DATOS .....	78
11.4 ANEXO 4: AFICHE .....	79
11.5 CONSENTIMIENTO INFORMADO .....	80
11.6 ANEXO 6: INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS.....	81
11.7 ANEXO 7: CANAL DE DERIVACIÓN .....	84
11.8 ANEXO 8: CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	85
11.9 ANEXO 9: BASE DE DATOS .....	87

## VII. ÍNDICE DE FIGURAS

2.1 Esquema del globo ocular y anexos de la órbita.....	4
2.2 Esquema de la disposición de los ejes orbitarios respecto a los ejes oculares.....	5
2.3 Esquema de las capas de la retina.....	8
2.4 Inserción de los músculos rectos y su distancia respecto al limbo esclerocorneal.....	11
2.5 Inserción del oblicuo superior atrás del ecuador ocular.....	12
2.6 Grados de la visión binocular.....	14
2.7 Proceso de la acomodación en el músculo ciliar y cristalino.....	16
2.8 Representación de los ejes de Fick y ducciones.....	18
2.9 Lateroversiones y versiones verticales.....	19
2.10 Movimientos vergenciales.....	20
2.11 Comparación entre exotropia derecha y ortotropia.....	22
2.12 Diferentes tipos de estrabismo según la dirección de la desviación.....	24
2.13 Posibles resultados al cover test en una heteroforia.....	27

## VIII. ÍNDICE DE TABLAS

2.1 Valores de la amplitud de acomodación según Donders y Duane.....	17
2.2 Resumen de los síndromes de la visión binocular no estrábicos en función del valor de foria .....	28
2.3 Valores normales de las vergencias fusionales.....	32
2.4 Comparación de diferentes criterios diagnósticos para insuficiencia de convergencia.....	33
2.5 Diagnóstico diferencial entre exoforia básica, exceso de divergencia e insuficiencia de convergencia.....	34
5.1 Datos estadísticos para el cálculo muestral.....	39
5.2 Análisis estadístico que representa el peso de cada carrera en el N final para la muestra.....	39
5.3 Leyenda fórmula para intervalo de confianza.....	48
6.1 Frecuencia y porcentaje según edad en pacientes con IC.....	54
6.2 Frecuencia de personas con PPC suficiente e insuficiente.....	55
6.3 Frecuencia de personas con VFP pl dentro de valores normales y por debajo de rango normal.....	56
6.4 Frecuencia de personas con VFP pc dentro de valores normales y por debajo de rango normal.....	57
6.5 Frecuencia de personas con VFN pl dentro de valores normales y por debajo de rango normal.....	58
6.6 Frecuencia de personas con VFN pc dentro de valores normales y por debajo de rango normal.....	59
6.7 Frecuencia de valores de la relación CA/A por intervalos.....	60
6.8 Frecuencia de molestias astenópicas en población total.....	62

## IX. ÍNDICE DE GRÁFICOS

6.1 Distribución de la muestra estudiada según género.....	50
6.2 Distribución según edad de los participantes.....	50
6.3 Prevalencia de insuficiencia de convergencia en la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso, casa central.....	51
6.4 Prevalencia IC en mujeres.....	52
6.5 Prevalencia IC en hombres.....	52
6.6 Cantidad de alumnos con y sin IC por carrera.....	53
6.7 Frecuencia y porcentaje de pacientes con IC que refirieron molestias astenópicas.....	54
6.8 Frecuencia del PPC.....	55
6.9 Frecuencia de valores de VFP en visión lejana.....	56
6.10 Frecuencia de valores de VFP en visión próxima.....	57
6.11 Frecuencia de valores de VFN en visión lejana.....	58
6.12 Frecuencia de valores de VFN en visión próxima.....	59
6.13 Frecuencia de individuos con exoforia en visión lejana y próxima.....	61
6.14 Frecuencia de individuos con endoforia en visión lejana y próxima.....	61

## CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

En el origen de la especie humana, una época en la cual el hombre vivía al aire libre, y en medio de la naturaleza, era de vital importancia tener una buena calidad visual lejana, que permitiera entregar la mayor cantidad posible de información sobre el entorno para así poder realizar las tareas necesarias para la supervivencia. Sin embargo, con el pasar del tiempo, y debido al estilo de vida urbanizado de hoy, que nos ha trasladado de las amplias praderas a espacios más acotados como habitaciones, calles de corta distancia, escritorios, entre otros; han cobrado mayor relevancia las tareas de visión cercana, como leer y el uso de computador, haciendo más evidente cuando hay problemas que alteran esta función visual<sup>(1)</sup>.

La visión binocular (VB) es un proceso en el cual se integra la información obtenida por ambos ojos, en una imagen única, simple y tridimensional<sup>(2,3)</sup>. Históricamente, han existido dos escuelas que buscan explicar la naturaleza de la VB<sup>(4)</sup>. Por un lado se encuentra el *empirismo* que sostiene que los humanos nacen sin binocularidad, y que esta se desarrolla a partir de las experiencias y estímulos<sup>(4)</sup>. En la vereda contraria está el *nativismo* que postula que la VB no es un proceso aprendido, sino que se obtiene a través de la organización anatomofisiológica del sistema visual<sup>(4)</sup>.

Existen tres grados de visión binocular, estos son la percepción simultánea, fusión y visión estereoscópica<sup>(5-7)</sup>. Cuando estos mecanismos fallan, se presentan alteraciones como correspondencia retiniana anómala, diplopia, confusión, entre otras, las cuales dependen del momento de inicio e intensidad del fenómeno que produjo la interrupción de la VB<sup>(3)</sup>. Para poder mantener la fijación en visión cercana, los ojos, realizan un movimiento de convergencia donde los ejes visuales se mueven hacia la línea media permitiendo la fusión binocular de las imágenes retinianas y evitando la diplopia<sup>(5,8-10)</sup>, siendo este movimiento insuficiente en algunos individuos.

La insuficiencia de convergencia (IC) es una patología del área oftalmológica en la cual se ven alterados los mecanismos de fusión binocular al utilizar la visión próxima. Se podría definir a grandes rasgos como *la inhabilidad para obtener o mantener una convergencia adecuada sin esfuerzo*<sup>(5)</sup>. En esta patología se observa que el paciente presenta una ortoforia (OF) o exoforia (X) en visión remota, una exoforia significativa para cerca, y

además una relación convergencia acomodativa- acomodación (CA/A) baja<sup>(6)</sup>. La etiología de la IC aún es desconocida.

No es extraño encontrar a personas que poseen insuficiencia de convergencia y que no presentan molestias asociadas. Sin embargo cuando esta condición es sintomática, lo más habitual es que se presente con astenopia en la visión cercana, producto del esfuerzo constante que realiza el sistema visual para mantener la alineación de ambos ojos en el trabajo próximo<sup>(5)</sup>. Las molestias astenópicas incluyen: cefalea frontal, ojos rojos, lagrimeo, fotofobia, visión borrosa, diplopia, sensación de pesadez, entre otros; siendo más intensos, por lo general, en la tarde o luego de haber realizado trabajos con gran demanda visual <sup>(5,6)</sup>.

Hoy en día, la insuficiencia de convergencia es una de las disfunciones no estrábicas de la visión binocular más frecuentes en la práctica clínica<sup>(7)</sup>. En lo que se refiere a su prevalencia, la literatura nos entrega valores que oscilan entre un 2,25% y un 33%<sup>(6)</sup>, siendo uno de los factores que desencadenan esta gran variabilidad el hecho que no hay un criterio ni método unificado para definir cuáles casos se consideran patológicos. Además la mayoría de los estudios realizados se han realizados en poblaciones no aleatorizadas, siendo en su mayoría poblaciones clínicas o infantiles<sup>(6)</sup>, habiendo encontrado tan solo una investigación, realizada en España, que se enfoca a la población universitaria, donde la prevalencia alcanzó un 7,7%<sup>(8)</sup>.

En Chile, esta situación ha cobrado tal importancia que es una de las patologías que forman parte en el screening realizado en el Programa de Servicios Médicos JUNAEB, donde se ha detectado que un 2,4% de los escolares presentaban IC<sup>(11)</sup>, siendo el único dato de prevalencia encontrado en Chile. Actualmente no existen datos de la prevalencia de esta patología entre estudiantes universitarios, lo cual cobra mayor valor al considerar que este grupo poblacional tiene un alto grado de exigencia visual en visión cercana y la influencia que tiene poseer una salud visual adecuada en el desempeño académico de una persona.

Es por todo lo anterior, que se hace de gran importancia un control adecuado de esta enfermedad, no por la malignidad que ella posee, sino que por las repercusiones que ejerce sobre el día a día, pudiendo alterar la capacidad de estudio, de trabajo, la sensación de bien estar, e incluso influenciar fuertemente otras áreas fuera de la oftalmología como lo es en el trastorno por déficit de atención e hiperactividad<sup>(9)</sup>.

En el presente estudio se busca establecer la prevalencia de la insuficiencia de convergencia en estudiantes de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso, casa central, matriculados en el año 2016, para poder obtener un primer acercamiento tangible sobre el estado de salud visual de este grupo humano y así tener mayores herramientas para tomar medidas en caso de ser necesario.

## CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

### 2.1 ANATOMÍA OCULAR

El globo ocular es el órgano esencial del sentido de la vista<sup>(12)</sup>. Se ubica en la mitad anterior de la órbita, estando más cerca a la pared externa y superior, rodeado por los músculos extraoculares, grasa orbitaria y tejido conectivo quedando expuesta sólo su porción más anterior<sup>(12,13)</sup>. Posee una forma irregularmente esférica. Su diámetro anteroposterior varía de 22 a 26 mm de longitud<sup>(13)</sup>, en promedio mide 23,5 mm en su diámetro transverso y 23 mm en su diámetro vertical<sup>(12)</sup>. Tiene un peso promedio entre 7 y 7,5 gramos.

En el ojo humano se distinguen dos polos, uno anterior y otro posterior, un ecuador que es una franja perpendicular al eje anteroposterior<sup>(12)</sup>.

La estructura encargada de dar soporte y protección a los elementos blandos oculares es la órbita. Está constituida por siete huesos individuales que forman sus paredes y son: maxilar superior, esfenoides, frontal, etmoides, malar o cigomático, palatino y unguis o lagrimal<sup>(14)</sup>.

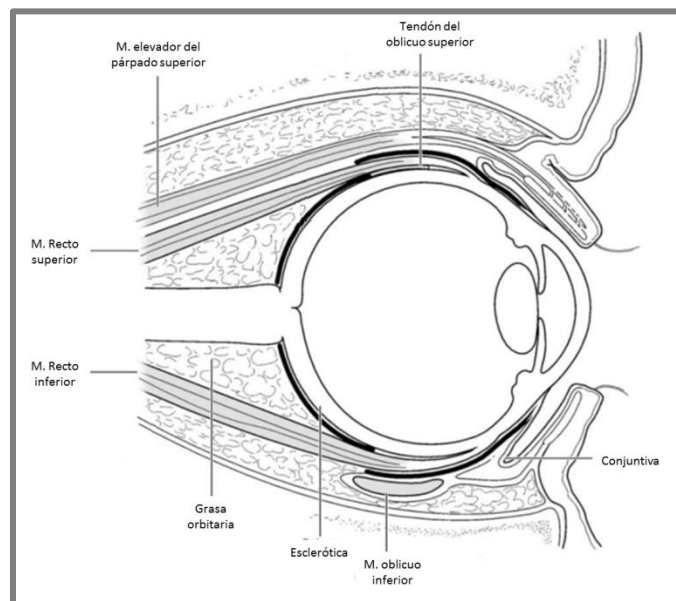
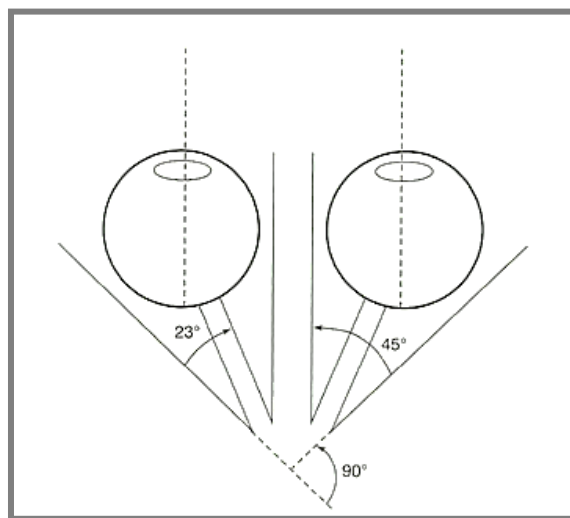


Figura 2.1: Esquema del globo ocular y anexos en la órbita <sup>(15)</sup>

Las paredes orbitarias externas en el adulto forman entre sí un ángulo aproximado de  $90^\circ$ , mientras que las internas son paralelas entre sí y presentan una dirección casi recta en sentido anteroposterior<sup>(14)</sup>. El ángulo formado por la pared medial y lateral de cada órbita es de  $45^\circ$ <sup>(16)</sup>, mientras que el ángulo que forman los ejes divergentes de la órbita entre sí es de  $23^\circ$ <sup>(14)</sup>.



*Figura 2.2: Esquema de la disposición de los ejes orbitarios respecto a los ejes oculares* <sup>(16)</sup>.

Anatómicamente el ojo está constituido por tres túnicas concéntricas y medios transparentes que se van a detallar a continuación:

### **2.1.1 Túnica Fibrosa o Externa**

Es una túnica gruesa, resistente y casi inextensible <sup>(12)</sup>, le da al globo ocular su forma y contribuye a mantener la presión intraocular <sup>(13)</sup>. Está constituida por la esclerótica y la córnea <sup>(12,13)</sup>.

### **2.1.1.1 Esclerótica**

Se le conoce como esclerótica o córnea opaca <sup>(12)</sup>, es una membrana fibrosa muy resistente que protege los tejidos intraoculares, permite la inserción de los músculos extraoculares, y ayuda a mantener la forma y tono ocular <sup>(13)</sup>.

### **2.1.1.2 Córnea**

La córnea es una estructura transparente que proporciona gran parte del poder refractivo del ojo, dos tercios del total, con un índice de refracción de 1,33 y un poder refractivo de +42 dioptrías <sup>(13)</sup>. Su cara posterior está relacionada con el humor acuoso y su circunferencia es el lugar donde se une con la esclerótica formando el limbo esclerocorneal <sup>(12)</sup>.

## **2.1.2 Túnica Vascular o Media**

Es una membrana de color oscuro, entre la túnica fibrosa y la nerviosa, compuesta por el iris, cuerpo ciliar (úvea anterior) y coroides (úvea posterior) <sup>(12,13)</sup>.

### **2.1.2.1 Iris**

El iris es una membrana pigmentada que separa a la cámara posterior de la anterior. En su centro se encuentra una abertura redondeada de tamaño variable llamada pupila, que regula la entrada de luz al ojo como un diafragma. Su cara anterior varía entre los diferentes matices negro, pardo, castaño, gris y azul <sup>(12)</sup>, mientras su cara posterior es de un negro intenso <sup>(12)</sup>.

### **2.1.2.2 *Cuerpo Ciliar***

Es la porción media de la úvea, constituido anatómicamente por dos porciones: pars plana (posterior) y pars plicata (anterior) en donde se encuentran el músculo ciliar y los procesos ciliares <sup>(17)</sup>. El cuerpo ciliar tiene por función participar en el proceso de acomodación a través de la contracción del músculo ciliar, y la producción del humor acuoso principalmente en la pars plana <sup>(18)</sup>.

### **2.1.2.3 *Coroides***

Es la capa intermedia del ojo entre la esclerótica y la retina teniendo un tinte oscuro <sup>(12)</sup>. Su gran número de células pigmentarias le otorga la función de pantalla de luz y debido a su naturaleza vascular está encargada de la nutrición del ojo <sup>(13)</sup>.

## **2.1.3 Túnica Interna, Nerviosa o Neurosensitiva**

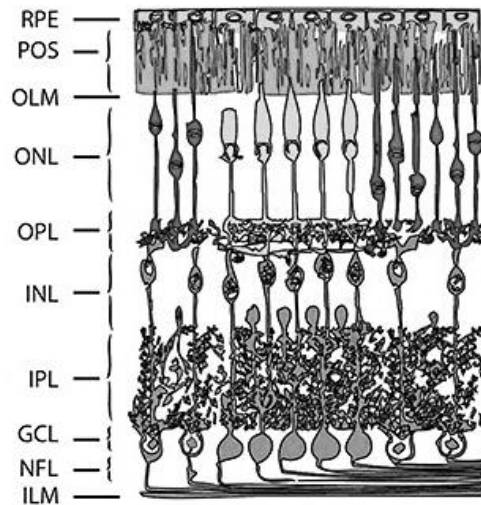
Es la túnica sensorial del ojo, siendo la más interna. Está compuesta únicamente por la Retina <sup>(12)</sup>.

### **2.1.3.1 *Retina***

Es la encargada de iniciar el proceso de modulación de estímulos visuales. Todos los estímulos visuales que llegan a la retina son interpretados como luz <sup>(16)</sup>.

Se encuentra relacionada con el cuerpo vítreo hacia anterior, y con la membrana de Bruch hacia posterior. En su parte posterior es posible observar a la mácula lútea y a la papila del nervio óptico <sup>(12)</sup>.

La retina está compuesta por dos grupos de capas: el epitelio pigmentario y el neuroepitelio <sup>(13)</sup>.



*Figura 2.3: Esquema de las capas de la retina. RPE: Epitelio pigmentario retinal, POS: Segmentos externos de los fotorreceptores, OLM: Membrana limitante externa, ONL: Capa nuclear externa, OPL: Capa plexiforme externa, INL: Capa nuclear interna, IPL: Capa plexiforme interna, GCL: Capa de células ganglionares, NFL: Capa de fibras del nervio óptico, ILM: membrana limitante interna<sup>(19)</sup>.*

## 2.1.4 Medios Transparentes

Son tres, el cristalino, humor vítreo y humor acuoso.

### 2.1.4.1 Cristalino

El cristalino es una lente biconvexa ubicada por detrás del iris y la cámara posterior<sup>(12)</sup>, sostenida por una membrana elástica llamada zona de Zinn o zónula. El cristalino tiene un poder dióptrico variable entre +19 a +30 dioptrías<sup>(20)</sup>. Su eje anteroposterior prácticamente se corresponde con exactitud con el eje óptico.

Este lente es avascular y no posee inervación<sup>(13)</sup>. En menores es un cuerpo elástico, incoloro y completamente transparente<sup>(12)</sup>. El cristalino forma fibras a lo largo de toda la vida, comprimiendo las más antiguas en el centro. Con el paso del tiempo se pierde la solubilidad de las proteínas que lo conforman, resultando en una pérdida de la elasticidad y transparencia<sup>(13)</sup>.

Anatómicamente está constituido por cuatro capas: una cubierta o cápsula, un epitelio subcapsular, un grupo de fibras acintadas llamadas fibras del cristalino y la zónula<sup>(12,13)</sup>.

La función principal del cristalino es hacer que un objeto situado a menos de 6 metros se logre ver nítido. A este proceso se le conoce como acomodación<sup>(13)</sup>. Para realizarlo, el cristalino abomba su eje anteroposterior generando que el haz de luz incida en la retina. A esto se le suma la convergencia para mantener el paralelismo ocular y la miosis para reducir las aberraciones al cambiar la curvatura del cristalino. Estos tres procesos están fuertemente relacionados y son modulados por el sistema nervioso parasimpático, siendo conocidos como la triada sincinética<sup>(18,20)</sup>.

#### **2.1.4.2 *Cuerpo Vítreo***

El cuerpo vítreo es una masa transparente que ocupa todo el espacio comprendido entre la retina y la cara posterior del cristalino. Tiene un índice de refracción de 1,338. Está formado por una membrana externa llamada membrana hialoides, y su contenido llamado humor vítreo<sup>(12)</sup>.

#### **2.1.4.3 *Humor Acuoso***

Es un líquido transparente y limpio, que llena a la cámara anterior y posterior del ojo. Se genera en el cuerpo ciliar, ocupando en primer lugar la cámara posterior, atraviesa la pupila, llegando a la cámara anterior, donde finalmente es drenado<sup>(12)</sup>.

## 2.2 MÚSCULOS EXTRAOCULARES

Los músculos extraoculares son los responsables de mantener al globo ocular en su lugar, y que los movimientos que haga sean los correctos<sup>(13,21)</sup>. Son cuatro músculos rectos y dos músculos oblicuos en cada ojo, dando un total de seis músculos extraoculares por ojo<sup>(13)</sup>.

Estos seis músculos en conjuntos permiten mantener una correcta alineación de los ojos. La posición de reposo ocular en la mayoría de las personas es en divergencia, esto se debe a que el eje longitudinal de la órbita presenta una divergencia respecto al plano anteroposterior de la cabeza en 23°<sup>(13,21)</sup>.

El origen de este grupo de músculos se encuentra en el ápex de la órbita, específicamente en el anillo de Zinn<sup>(13)</sup>, a excepción del oblicuo inferior que nace desde la pared medial de la órbita<sup>(13)</sup>. Todos los músculos excepto el oblicuo inferior, divergen en sentido anteroposterior, desde el anillo de Zinn, a medida que se van acercando al ojo hasta su punto de inserción<sup>(18)</sup>.

### 2.2.1 Recto Superior

Se origina en el borde superior del agujero óptico y en la vaina del nervio óptico insertándose por delante en la parte anterosuperior de la esclerótica, a ocho milímetros de la córnea<sup>(12)</sup>. Es inervado por el III par craneal y su acción primaria es la de elevación, mientras que su función secundaria y terciaria son aducción e intorsión respectivamente<sup>(21)</sup>.

### 2.2.2 Recto Inferior

Se origina en el anillo de Zinn, por delante se inserta en la porción anteroinferior de la esclerótica a 6,8 mm de la córnea<sup>(12)</sup>. Es inervado por el III par siendo su acción primaria la depresión, la secundaria la aducción y terciaria la exciclotorsión<sup>(21)</sup>.

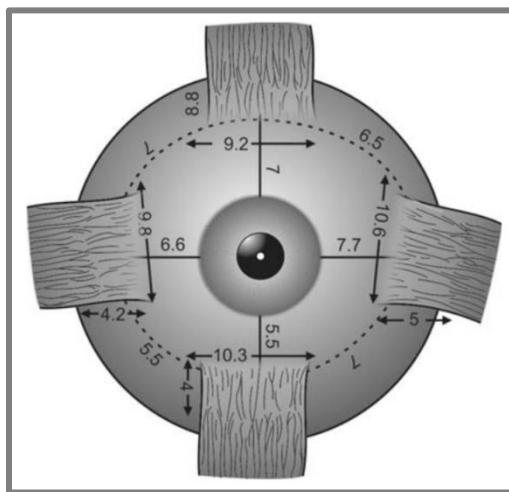
### 2.2.3 Recto Medio

Nace en el manajo interno del tendón de Zinn, terminando en la parte anteroexterna de la esclerótica a 5,8 mm de la córnea<sup>(12)</sup>. Su única función es la aducción del ojo y está inervado por el III par craneal<sup>(21)</sup>.

### 2.2.4 Recto Lateral

Su origen se encuentra en el fascículo externo del tendón de Zinn, insertando en la porción anteroexterna de la esclerótica a 7,1 mm de la córnea<sup>(12)</sup>. Es inervado por el VI par craneal y tiene sólo la función de abducir al globo ocular<sup>(21)</sup>.

Cabe destacar que si se dibuja una línea en los puntos de inserción de los cuatro músculos rectos, no se formaría un círculo como se esperaría, sino un espiral, llamada espiral de Tillaux<sup>(18,22)</sup>.



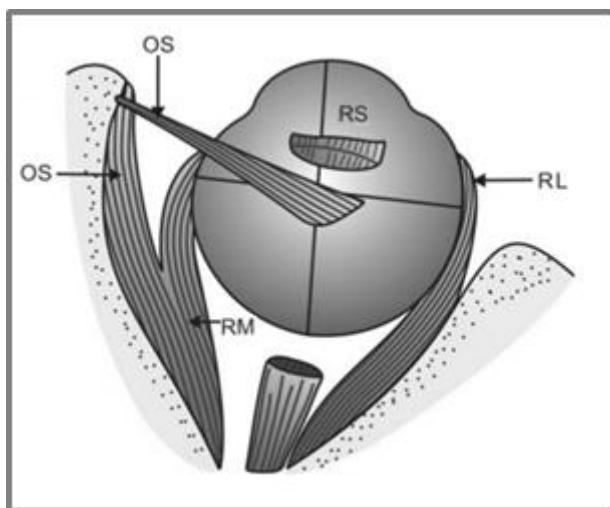
*Figura 2.4: Inserción de los músculos rectos y su distancia respecto al limbo esclerocorneal.<sup>(22)</sup>*

### 2.2.5 Oblicuo Superior

Se origina en la parte posterior e interna del agujero óptico y también en la vaina del nervio óptico, dirigiéndose hacia anterior siguiendo el borde superior interno de la órbita. Al llegar al reborde orbitario, se introduce en un anillo cartilaginoso llamado polea de reflexión, en donde dobla hacia exterior y posterior insertándose en la parte superoexterna del hemisferio posterior del ojo <sup>(12)</sup>. Este músculo está inervado por el III par craneal, su función primaria es intorsión, la secundaria depresión y la terciaria abducción <sup>(21)</sup>.

### 2.2.6 Oblicuo Inferior

Es un músculo en forma de cinta, ubicado en la base de la órbita en toda su extensión. Se origina en la fosa lagrimal, dirigiéndose hacia atrás y afuera hasta insertarse en el hemisferio posterior del ojo en unos 6 a 8 mm por debajo de la inserción del oblicuo superior <sup>(12)</sup>. Está inervado por el IV par craneal y su función primaria es la extorsión del ojo, pudiendo además elevar como función secundaria y abducir como terciaria <sup>(12,21)</sup>.



*Figura 2.5: Inserción del oblicuo superior atrás del ecuador ocular. OS = oblicuo superior; RL= recto lateral; RM= recto medio; RS= recto superior <sup>(22)</sup>.*

## **2.3 VISIÓN BINOCULAR**

Los ojos se encuentran a cierta distancia uno del otro, esto genera que las retinas no reciban información idéntica sobre el entorno o un objeto en específico, generando imágenes retinianas que son ligeramente desiguales entre sí<sup>(3,20)</sup>. Esta información debe ser integrada en la corteza cerebral, el resultado final es la fusión entregándonos una visión única de nuestro entorno<sup>(20)</sup>.

Para que ocurra el proceso de integración es necesario que exista un buen alineamiento de los ojos, que estimulen puntos retinianos correspondientes y no exista ninguna alteración en el proceso de captación de la imagen ni su transmisión<sup>(20,23)</sup>.

Existen tres grados diferentes en la visión binocular<sup>(20,23,24)</sup>:

### **2.3.1 Precepción Simultánea**

Dos objetos diferentes son presentados a cada ojo y son vistos de forma simultánea, por ejemplo un pájaro y una jaula, el cerebro analiza las dos imágenes diferentes al mismo tiempo.

### **2.3.2 Fusión**

Permite que dos objetos similares en los cuales cada uno está incompleto sean capaces de integrarse en el córtex cerebral y tener la percepción de una sola imagen, ejemplo un conejo con un ramo de flores en la mano pero sin el tallo y otro conejo con un ramo con el tallo sin las flores, es capaz de ser visto como un conejo con el ramo de flores completo.

### **2.3.3 Visión Estereoscópica**

Otorga la impresión de profundidad por el sobreposicionamiento de dos imágenes idénticas pero ligeramente desplazadas. Por ejemplo un círculo con otro más pequeño en su interior que está levemente descentrado y que al verlos simultáneamente da la impresión de ser un túnel.

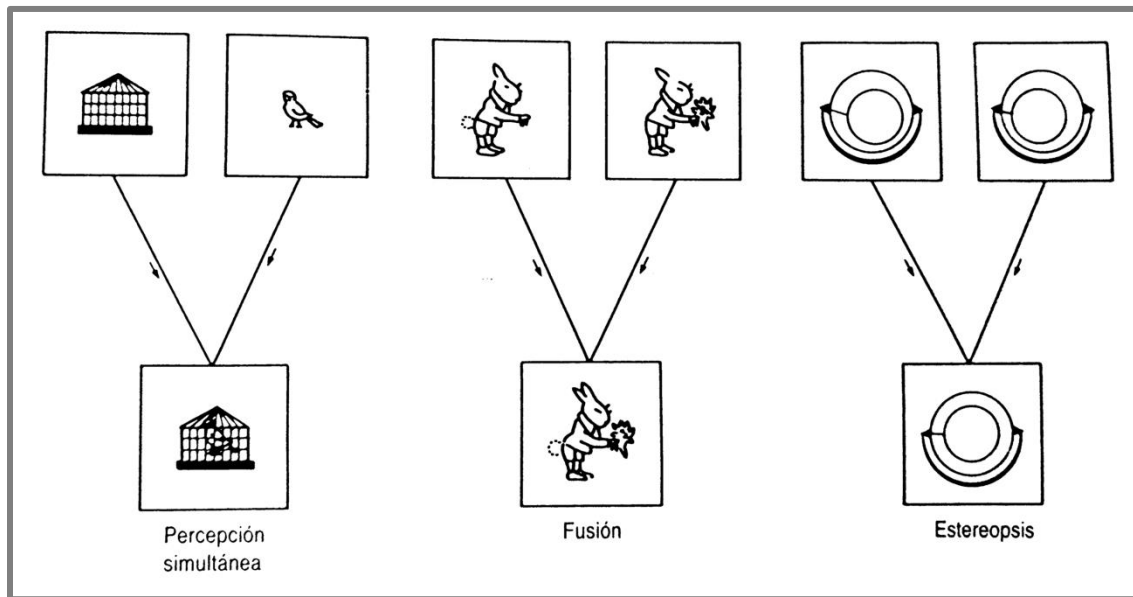


Figura 2.6: Grados de la visión binocular<sup>(25)</sup>.

## 2.4 ALTERACIONES DE LA VISIÓN BINOCULAR

Cuando existe una alteración en la alineación de los ejes visuales o problemas en la acomodación o relación convergencia acomodativa/ acomodación (CA/A), se producen anomalías en la visión binocular<sup>(21)</sup>. Estas alteraciones pueden ser clasificadas en alteraciones binoculares estrábicas o no estrábicas<sup>(18)</sup>.

### 2.4.1 Alteraciones Binoculares Estrábicas:

Existe una pérdida de paralelismo de los ejes visuales, esto puede ser de forma permanente o intermitente<sup>(21)</sup>.

## **2.4.2 Alteraciones Binoculares no Estrábicas:**

En ellas existe una dificultad en mantener la fusión debido a problemas en la acomodación o en la relación CA/A. Al realizar un sobreesfuerzo visual se manifiesta cierta sintomatología, como cefaleas, diplopia o visión borrosa. Podemos diferenciar diversas alteraciones, entre ellas encontramos <sup>(6,21)</sup>:

- Alteraciones con relación CA/A alta
  - Exceso de convergencia
  - Exceso de divergencia
- Alteraciones con relación CA/A bajo
  - Insuficiencia de convergencia
  - Insuficiencia de divergencia
- Alteraciones con relación CA/A normal
  - Endoforia básica
  - Exoforia básica
  - Vergencias fusionales reducidas

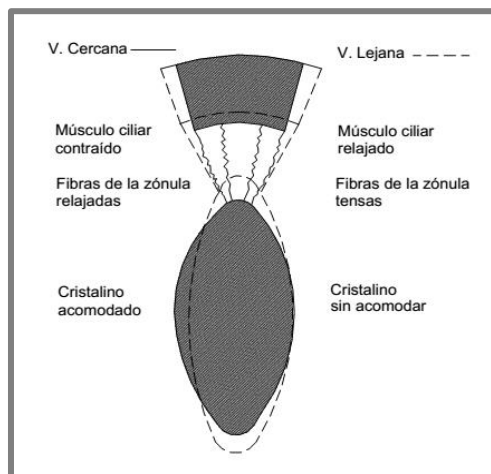
## **2.5 ACOMODACIÓN**

La acomodación es un mecanismo que permite la modificación del poder de refracción del ojo, a través de un cambio en la forma del cristalino. Debido a esto se logra la formación de una imagen nítida sobre la retina, independiente de la distancia en la que se encuentre el objeto observado <sup>(10,18,20)</sup>.

### **2.5.1 Mecanismo de la Acomodación**

Para enfocar un objeto en visión próxima, necesitamos que ocurra el proceso de acomodación, en donde el músculo ciliar se contrae, relajando la tensión de las fibras de la zónula de Zinn y produciendo una disminución del diámetro ecuatorial del cristalino, por lo que adopta una forma esferoidal, lo que conlleva un aumento en su poder refractivo <sup>(26-28)</sup>.

Mientras tanto cuando enfocamos un objeto en visión lejana, la acomodación se encuentra en un estado de reposo, es decir, el músculo ciliar está relajado, las fibras de la zónula tensas y el cristalino aplanado, disminuyendo su poder refractivo <sup>(18,20,27,29)</sup>.



*Figura 2.7: Proceso de la acomodación en el músculo ciliar y cristalino.*

*Zona rayada y línea continua: enfoque para visión próxima.*

*Línea discontinua: enfoque para visión lejana <sup>(20)</sup>.*

Existe una sincinesis en el proceso de acomodación, es decir, la acomodación está asociado a miosis y a una convergencia ocular que permite fusionar las dos imágenes retinianas, esto se conoce comúnmente como triada de la acomodación <sup>(18,20)</sup>.

## **2.5.2 Amplitud de Acomodación**

La amplitud de acomodación (AA) es la cantidad máxima de acomodación expresada en dioptrías, que puede realizar el ojo para mantener nítida una imagen <sup>(20,24,30)</sup>. Se dice que una amplitud de acomodación disminuida genera diversos síntomas como visión borrosa o cansancio <sup>(18)</sup>.

Esta magnitud depende de la edad, ya que, va disminuyendo de forma gradual mientras se va envejeciendo <sup>(18,29)</sup>. Existen tablas que nos entregan parámetros normales de la amplitud de acomodación basada en la edad, siendo las más utilizadas Donders y Duane <sup>(18)</sup>.

Para medir la amplitud de acomodación con el método de Donders, hay que ir acercando un optotipo de visión cercana de manera monocular hasta que el paciente ya no lo vea nítido, luego se mide la distancia desde el canto del ojo hasta donde se pierde la nitidez, esta distancia la medimos en metros y calculamos su inversa, dándonos el valor en dioptrías de la amplitud acomodación monocular <sup>(30)</sup>.

El estudio realizado por Duane, determinó los valores mínimos, medios y máximos de la amplitud de acomodación en 2000 pacientes, midiendo la distancia desde el foco objeto <sup>(31)</sup>.

Edad	Donders	Duane
10 años	14 D	11D
15	12	10,3
20	10	9,5
25	8,5	8,6
30	7	7,6
35	5,5	6,5
40	4,5	5,3
45	3,5	3,5
50	2,5	2,1
55	1,75	1,5
60	1	1,2
65	0,5	1,1
70	0,25	1,0

*Tabla 2.1: Valores de amplitud de acomodación según Donders y Duane <sup>(18)</sup>.*

## 2.6 MOVIMIENTOS OCULARES

Para poder mantener la fijación en el objeto deseado, el ojo humano, realiza una serie de movimientos en los diferentes planos en torno a un punto denominado centro de rotación<sup>(32)</sup>. A pesar que en la especie humana los ojos no pueden moverse de manera aislada, estos movimientos se pueden dividir entre los que son monoculares y binoculares<sup>(25,32,33)</sup>.

### 2.6.1 Movimientos Monoculares o Ducciones

Los movimientos oculares pueden ser analizados en un sistema de coordenadas fijo representado por tres ejes perpendiculares entre sí, llamado ejes de Fick. El eje horizontal es llamado X, el anteroposterior o sagital Y y el vertical Z<sup>(32)</sup>.

Las ducciones son movimientos monoculares que ocurren en torno a estos ejes, siendo así la aducción y abducción rotaciones en torno al eje vertical Z, la supraducción (elevación o sursunducción) e infraducción (depresión o deorsunducción) movimientos en torno al eje X; y la incicloducción (intorsión) y excicloducción (extorsión) en torno al eje Y<sup>(32,33)</sup>.

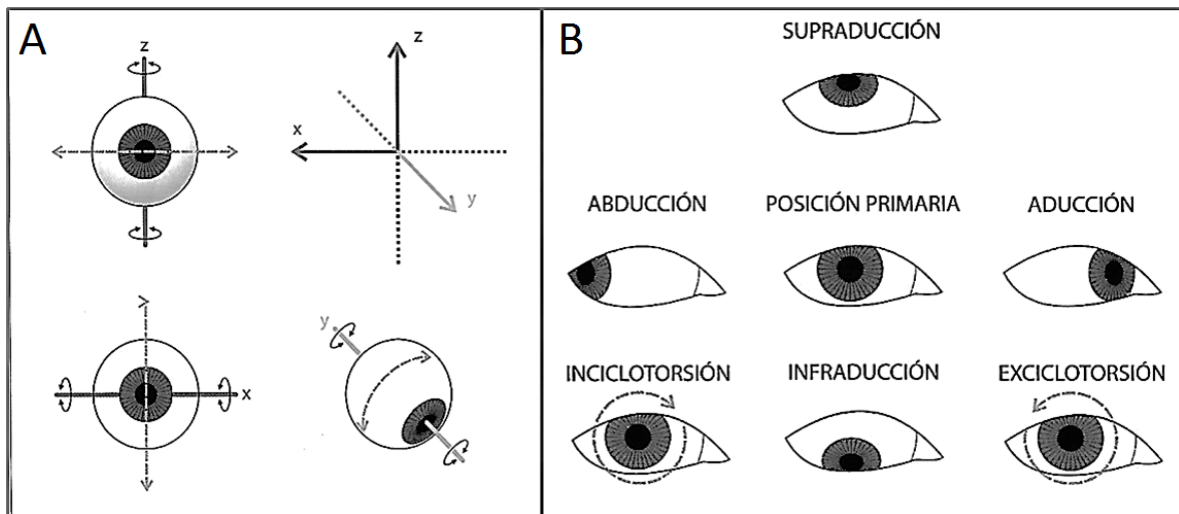


Figura 2.8: A=Representación de los ejes de Fick; B= Ducciones<sup>(21)</sup>.

## 2.6.2 Movimientos Binoculares

Estos movimientos son las versiones y las vergencias<sup>(33)</sup>.

### 2.6.2.1 Versiones

Las versiones son movimientos en donde ambos ojos van en la misma dirección y sentido (movimientos conjugados), y según hacia donde se realice recibe las siguientes denominaciones<sup>(32,33)</sup>:

Las lateroversiones son los movimientos horizontales, donde si las corneas se dirigen hacia la derecha se habla de dextroversión, mientras que si lo hacen hacia la izquierda es levoversión<sup>(32)</sup>.

Las versiones verticales son la suproversión o sursunverción (mirada hacia arriba) y la infraversión o deorsunducción (mirada hacia abajo)<sup>(32)</sup>.

Las cicloversiones o versiones torsionales son la dextrocicloversión donde hay una rotación del limbo superior de ambos ojos hacia la derecha y la levocicloversión donde dicha rotación es hacia la izquierda<sup>(25,32)</sup>.

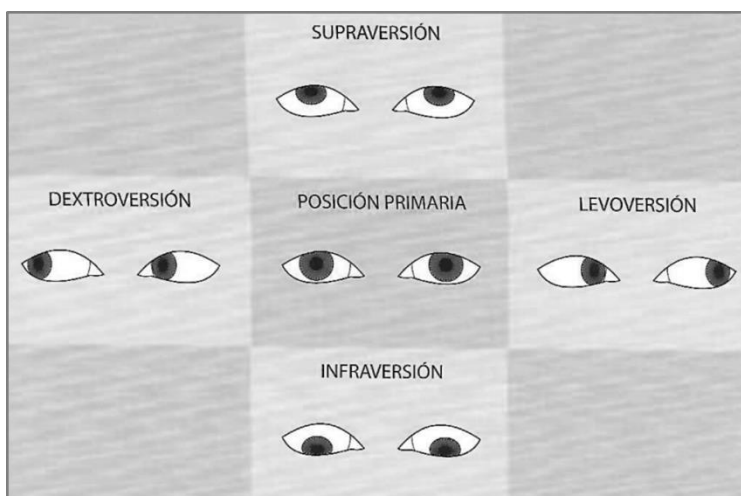


Figura 2.9: Lateroversiones y versiones verticales<sup>(21)</sup>.

### 2.6.2.2 Vergencias

Son los movimientos binoculares donde ambos ojos se mueven de manera sincrónica en la misma dirección, pero sentidos opuestos <sup>(25,32)</sup>. La divergencia es donde ambos ojos abducen y los ejes visuales divergen. La convergencia es donde ambos ojos aducen y los ejes visuales convergen entre sí <sup>(32)</sup>.

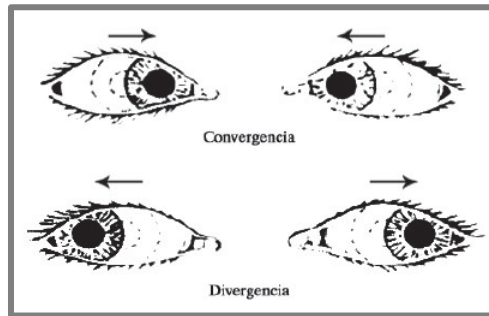


Figura 2.10: Movimientos vergenciales <sup>(24)</sup>.

## 2.7 CONVERGENCIA

Es un movimiento de vergencia, es decir, un movimiento binocular disconjugado, en donde los ejes visuales se mueven hacia la línea media permitiendo la fusión binocular de las imágenes retinianas y evitando la diplopía <sup>(10,18,20,34)</sup>. Este movimiento es inducido por un estímulo visual cuando la fijación cambia desde un punto más lejano a un punto más próximo <sup>(20)</sup>.

La convergencia juega un papel importante en la visión binocular, ya que, si esta es insuficiente, costará mantener los ejes visuales sobre un objeto en visión próxima, llegando a generar diplopía <sup>(10,20)</sup>.

### 2.7.1 Tipos de Convergencia

- Convergencia proximal: el movimiento de convergencia ocurre cuando se tiene el conocimiento de que un objeto se acerca<sup>(24)</sup>.
- Convergencia tónica: es la que está presente cuando hay ausencia de estímulos visuales. Es la responsable de mover los ojos, desde la posición anatómica de reposo a una posición más convergente<sup>(24)</sup>.
- Convergencia fusional: es inducida cuando existe disparidad retiniana, permitiendo que imágenes retinianas similares se proyecten en áreas retinianas correspondientes, es decir, favorece la fusión impidiendo la diplopia<sup>(24)</sup>.
- Convergencia acomodativa: está relacionada con el estímulo de acomodación. Para poder ver un nítido un objeto cercano se necesita que ocurra el proceso de acomodación, generando la triada sincinética. Por cada dioptría de acomodación hay un aumento constante de la convergencia acomodativa, originando la relación CA/A<sup>(18,25)</sup>.

## 2.8 RELACIÓN CONVERGENCIA ACOMODATIVA – ACOMODACIÓN

Existe una estrecha relación entre la acomodación y convergencia en la visión binocular, pero a la vez ambas pueden ejercerse por separado, con el paso de la edad la amplitud de la acomodación va disminuyendo, en cambio la convergencia se mantiene estable<sup>(18,20,30,34)</sup>. La interacción entre ambas se denomina relación convergencia acomodativa – acomodación (CA/A).

La relación CA/A se define como la cantidad de convergencia que se obtiene por cada unidad de acomodación ejercida, es decir, indica cuanto varía la convergencia cuando se modifica en una dioptría la acomodación<sup>(34,35)</sup>. Este es un valor importante para determinar alteraciones binoculares no estrábicas.

Existen valores promedios establecidos por diversos autores; según Franceschetti y Burian la relación CA/A normal es entre 3 a 5  $\Delta/D$  <sup>(4)</sup>; Grosvenor y Scheiman citan 4  $\Delta/D$  como valor promedio, con una desviación de  $\pm 2$  <sup>(36,37)</sup> y Crossvenor determina como valores normales entre 4 y 6  $\Delta/D$  <sup>(35)</sup>.

Para calcular la relación CA/A existen dos fórmulas principales. La primera es el método de las heteroforias, que se basa principalmente en la magnitud de la desviación ocular tanto para lejos como cerca. El otro, es el método de la gradiente es donde se ve el cambio de la foria, al cambiar en 1 dioptria la potencia del lente, al agregar lentes positivos se relaja la acomodación, mientras que al agregar lentes negativos esta se incrementa <sup>(38)</sup>.

## 2.9 DESÓRDENES ESTRÁBICOS

El término estrabismo, heterotropia o simplemente tropia, hace referencia a una pérdida en el paralelismo de los ejes visuales en visión lejana <sup>(21)</sup>. Sin embargo esta definición queda corta, y excluye los fenómenos de desviación ocular en visión próxima, por lo que es más adecuado definir estrabismo como “*condición en la que los ejes visuales no están adecuadamente alineados el uno respecto del otro para conseguir una fijación bifoveal*” <sup>(21)</sup>.

Es pertinente hacer el alcance de la diferencia entre heterotropia y heteroforia, siendo esta última una desviación de los ejes visuales que permanece latente debido a los mecanismos de fusión <sup>(21)</sup>.

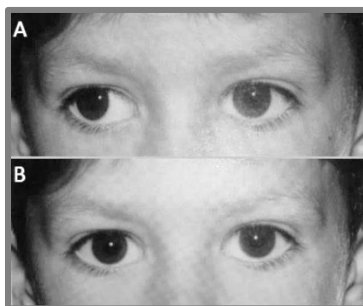


Figura 2.11: Comparación ente A= exotropia derecha; B= ortotropia <sup>(33)</sup>.

## 2.9.1 CLASIFICACIÓN

### 2.9.1.1 Según Etiología

El estrabismo puede tener diferentes etiologías, aunque en la mayoría de los casos no es posible determinar exactamente cuál es la causa. Entre las etiologías más destacadas se encuentran defectos refractivos, interferencias sensoriales o causas musculares <sup>(21)</sup>. Según su causa, se puede hablar de distintos tipos de estrabismos:

- *Estrabismos Esenciales o Idiopáticos*: Son los más frecuentes y de causa desconocida. Se calcula que representan entre el 60% y 65% de los estrabismos <sup>(21)</sup>. Además se postula que se deben a una alteración de los mecanismos centrales que regulan la alineación de los ojos <sup>(39)</sup>.
- *Estrabismos Acomodativos*: Representan entre el 15% y 20% de los casos de estrabismo <sup>(21)</sup>. Es causado por el esfuerzo acomodativo que hacen los niños hipermétropes para poder enfocar, cuando su ametropía es moderada y severa <sup>(39)</sup>. Se estima que un 30% de los niños con una hipermetropía mayor a 4,00 dioptrías sufrirá estrabismo convergente a los tres años de edad <sup>(21)</sup>.
- *Estrabismos por Interferencia o Deprivación Visual*: Se presenta en paciente con alteraciones en la transparencia en los medios oculares u errores refractivos no corregidos, lo cual impide un correcto desarrollo del equilibrio oculomotor <sup>(21,39)</sup>.
- *Estrabismos Paralíticos*: Se debe a una parálisis o paresia de algún músculo extraocular <sup>(39)</sup>.
- *Estrabismos Mecánicos o Restrictivos*: Se deben a anomalías en los músculos extraoculares que restringen los movimientos del globo ocular <sup>(21,39)</sup>.

### 2.9.1.2 Según la Dirección de la Desviación <sup>(21)</sup>:

- Exotropia (XT): desviación horizontal hacia temporal
- Endotropia (ET): desviación horizontal hacia nasal
- Hipertropia (HT): desviación vertical hacia arriba
- Hipotropia (hT): desviación vertical hacia abajo
- Ciclodesviaciones: son torsiones internas (inciclodesviación) o externas (exiclodesviación) alrededor del eje anteroposterior.

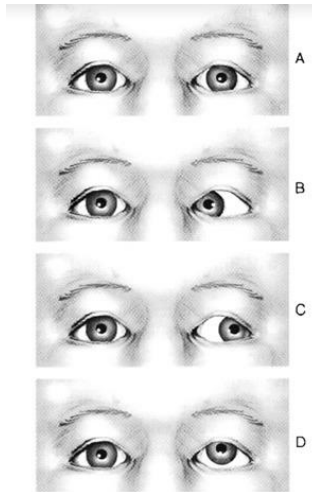


Figura 2.12: Diferentes tipos de estrabismos según la dirección de la desviación <sup>(39)</sup>.  
A= Ortotropia; B= Endotropia; C= Exotropia; D= Hipertropia.

### 2.9.1.3 Dependiendo si la desviación varía según la posición de mirada <sup>(21)</sup>:

- Estrabismos concomitantes: el ángulo de la desviación es el mismo en todas las posiciones de mirada.
- Estrabismo no concomitante: Desviación presenta diferentes valores dependiendo de la posición de la mirada.

#### **2.9.1.4 Según el Ojo Fijador <sup>(21)</sup>:**

- Alternante: cuando fijan espontáneamente ambos ojos
- Monocular: Cuando un ojo siempre es fijador (ojo dominante) y el otro desviado.

#### **2.9.1.5 Según Frecuencia de Aparición <sup>(21)</sup>:**

- Intermitente: En ocasiones el sujeto manifiesta el estrabismo, mientras que en otras logra compensarlo.
- Constante: El sujeto manifiesta siempre la desviación.

#### **2.9.1.6 Dependiendo del Estado de Vergencia <sup>(21)</sup>:**

Esta categoría también se utiliza con algunas variaciones en la clasificación de desórdenes no estrábitos.

- Exceso de convergencia: mayor endotropía de cerca que de lejos.
- Insuficiencia de divergencia: mayor endotropía en visión lejana que cercana.
- Exceso de divergencia: exotropía mayor en visión lejana que cercana.
- Insuficiencia de convergencia: exotropía mayor en visión próxima que en visión de lejos.

#### **2.9.1.7 Dependiendo del Momento de Aparición <sup>(21)</sup>:**

- Congénito: estrabismo presente en el momento del nacimiento
- Infantil: Aparece antes de los 6 meses de vida
- Adquirido: Aparece después de los seis meses de vida
- Secundario: Provocada por una alteración sensorial primaria como cataratas, ambliopía, etc.

## 2.10 DESÓRDENES NO ESTRÁBICOS

Las heteroforias o simplemente forias, pueden definirse como una desviación latente de los ojos compensada por la fusión<sup>(33)</sup>. Las forias pueden ponerse de manifiesto interrumpiendo la fusión motora, ya sea ocluyendo un ojo o generando borrosidad en el mismo, lo cual hace que el globo ocular vuelva a su posición en reposo<sup>(33,40)</sup>.

Los sujetos que poseen una heteroforia descompensada, tienden a presentar molestias como diplopia, cefalea, visión borrosa y astenopía en general. Es una tendencia el considerar que una foria sólo debe tratarse si se descompensan y presentan sintomatología<sup>(18,21)</sup>.

### 2.10.1 Etiología

Existen diversas posturas acerca de cuál es la causa de los heteroforias. Algunos autores postulan que, similar al proceso de emetropización, existe un proceso de ortoforización a medida que el niño se desarrolla<sup>(21)</sup>. Por otro lado, un exceso en la convergencia tónica provocaría una endoforia, mientras que si es deficiente se generaría una exoforia<sup>(21)</sup>. A esto se suma una serie de factores como la posición del globo en la órbita, la distancia interpupilar, la longitud e inserción de los músculos extraoculares, entre otros que existiendo un adecuado desarrollo produciría ortoforia<sup>(21)</sup>.

Por su lado, alteraciones en la convergencia acomodativa y la relación CA/A influyen en las forias de visión cercana, aunque es más común que estos sujetos sean asintomáticos<sup>(21)</sup>.

## 2.10.2 Clasificación

Se habla de ortoforia (OF) cuándo a pesar de impedir la visión binocular, los ojos mantienen la alineación <sup>(21)</sup>. En caso contrario, y si se recobra inmediatamente la fijación bifoveal estamos frente a una foria que se puede clasificar según la dirección de su desviación <sup>(33)</sup>.

- Exoforia (X): desviación horizontal divergente.
- Endoforia (E): desviación horizontal convergente
- Hiperforia (H): desviación vertical, hacia superior.
- Hipoforia (h): desviación vertical, hacia inferior.
- Cicloforias: Rotaciones o torsiones sobre el eje sagital del ojo (excicloforia hacia temporal e incicloforia hacia nasal).

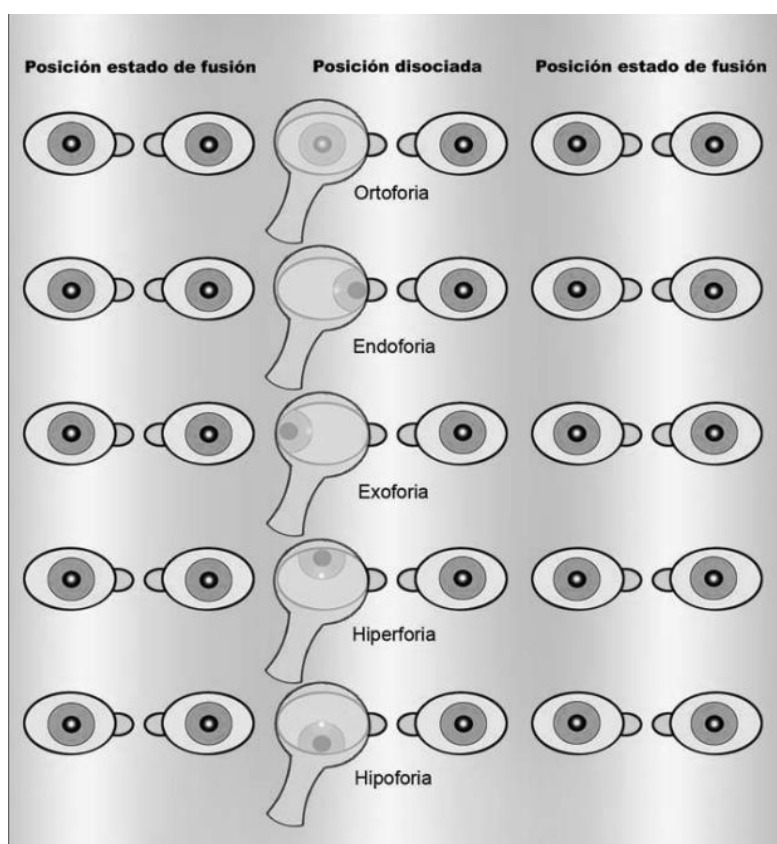


Figura 2.13: Posibles resultados al cover test en una heteroforia <sup>(18)</sup>.

### 2.10.3 Clasificación Clínica

A continuación, se hace un listado de los síndromes de la visión binocular no estrábicos.

- Insuficiencia de divergencia
- Exceso de divergencia
- Endoforia básica
- Insuficiencia de convergencia
- Exceso de divergencia
- Exoforia básica
- Hiperforia
- Vergencias fusionales reducidas

	Mayor de lejos que de cerca	Mayor de cerca que de lejos	Similar de cerca y de lejos
Endoforia	Insuficiencia de divergencia	Exceso de convergencia	Endoforia básica
Exoforia	Exceso de divergencia	Insuficiencia de convergencia	Exoforia básica
Hiperforia		Vergencia fusional reducida	

*Tabla 2.2: Resumen de los síndromes de visión binocular no estrábicos en función del valor de foria<sup>(21)</sup>.*

## 2.11 INSUFICIENCIA DE CONVERGENCIA

La insuficiencia de convergencia (IC) es una alteración binocular no estrábica, que se presenta tanto en niños como en adultos y caracterizada por una relación CA/A baja<sup>(41-43)</sup>. Se define como la incapacidad de mantener la fusión binocular mientras se mira un objeto en visión próxima, es decir, la persona es incapaz de mantener una convergencia ocular adecuada sin mayor esfuerzo al mirar un objeto cercano<sup>(5,44)</sup>.

La mayoría de los pacientes que poseen IC presentan astenopía en la visión de cerca. Esto debe a que realizan un esfuerzo extra para mantener las imágenes fusionadas, generando una serie de síntomas que interfieren en su calidad de vida y en su rendimiento en tareas de cerca <sup>(5,7)</sup>.

### **2.11.1 Epidemiología**

La insuficiencia de convergencia es un desorden no estrábico que se encuentra comúnmente en la práctica clínica, pero existe una variabilidad considerable en su prevalencia, en donde los valores oscilan entre 2,25%<sup>(44,45)</sup> y 33%<sup>(45)</sup>. Esto se puede atribuir a que existen distintos criterios de diagnóstico para este trastorno <sup>(46)</sup>. Además la mayoría de los estudios realizados se han hechos en poblaciones no aleatorizadas, siendo en su mayoría poblaciones clínicas o infantiles <sup>(6)</sup>.

Se estima que la prevalencia en Estados Unidos en población infantil varía entre 4,2%<sup>(47)</sup> a 6% <sup>(48)</sup>. En España, Jiménez *et ál.* encontraron una prevalencia 2,07% en una muestra de 1024 estudiantes entre 6 y 12 años. También se observó que sólo el 47,6% de los pacientes diagnosticados presentaban sintomatología en visión de cerca <sup>(49)</sup>.

La población adulto joven pasa más tiempo realizando tareas de cerca que los niños, por los que son más propenso a sufrir insuficiencia de convergencia y su sintomatología <sup>(46,49)</sup>. En un estudio español se encontró una prevalencia de un 7,7 % en población universitaria<sup>(8)</sup>.

En Chile, el único dato disponible es el entregado por JUNAEB, donde se detectó que un 2,4% de los escolares presentaba IC<sup>(11)</sup>.

### **2.11.2 Etiología**

Existe una IC primaria que es de origen ocular y una IC secundaria que es adquirida luego de traumas o enfermedades <sup>(50)</sup>.

La etiología de la IC primaria aún no está muy clara. Existen diversos factores etiológicos, entre los cuales podemos encontrar: una disminución en la relación CA/A<sup>(5)</sup>; desequilibrio de las vergencias<sup>(7,44)</sup>, por lo que genera que los ojos se desvíen hacia fuera cuando se enfoca en visión próxima<sup>(7,46)</sup>; una amplia distancia interpupilar<sup>(5)</sup> y pobre desarrollo acomodativo<sup>(50)</sup>.

Mientras que la IC secundaria puede estar relacionada por traumatismos cerebrales, enfermedades neurodegenerativas como Parkinson, drogas, desnutrición, estrés y desordenes endocrinos<sup>(46,50)</sup>.

### **2.11.3 Sintomatología**

Los síntomas se presentan cuando se trabaja en visión cercana, aunque algunos pacientes pueden ser asintomáticos. Esto se puede deber a que presenten supresión de algún ojo, que evite las tareas de cerca o que las realice tapándose un ojo<sup>(7,9,51,52)</sup>. La mayoría de las molestias comienzan a manifestarse entre los 20 y 30 años de vida, ya que, aquí se presenta una mayor carga de demanda visual de cerca<sup>(49)</sup>.

Los síntomas de la IC son muy variados, entre los cuales encontramos cefalea frontal, visión borrosa, cansancio ocular, enrojecimiento y escozor ocular, diplopia; todos estos síntomas los podemos englobar en las molestias astenópicas, es decir, son molestias ocasionadas por el esfuerzo constante de mantener la fusión en tareas de cerca<sup>(7,9,44,51-53)</sup>.

Otro síntoma característico es la dificultad en la lectura, ya que, se saltan palabras, se pierden en la lectura, ocasionando que no comprendan lo que están leyendo y dificultando la concentración<sup>(5,7,44)</sup>.

Estos síntomas se intensifican al final del día o luego de haber realizado tareas de cerca durante un tiempo prolongado<sup>(5,7)</sup>. La IC genera un efecto negativo en la vida de las personas, ya que, interfiere en la lectura y el trabajo de cerca que se realiza en la escuela o universidad<sup>(5)</sup>.

#### 2.11.4 Diagnóstico

Existe una amplia gama de criterios para diagnosticar la insuficiencia de convergencia, siendo este un factor clave a la hora de estimar la prevalencia de esta condición (45).

El diagnóstico de IC se establece a través de los exámenes más comunes en la exploración oftalmológica, los cuales son el cover test (CT), la medida del punto próximo de convergencia (PPC) y vergencias fusionales (VF) positivas<sup>(7)</sup>. Para diagnosticar insuficiencia de convergencia, se debe presentar una exoforia mayor en visión próxima que en visión lejana, más uno o ambos de los siguientes signos: PPC aumentado o vergencias fusionales positivas disminuidas, especialmente en visión próxima<sup>(7)</sup>.

El cover test es una prueba clínica habitual que permite evidenciar si existe algún tipo de desviación ocular y su dirección<sup>(21)</sup>. Uno de los resultados probables es una exoforia, la cual en insuficiencia de convergencia debe ser mayor en visión próxima que en visión lejana<sup>(54,55)</sup>.

El punto próximo de convergencia es una prueba que se permite determinar la máxima capacidad de converger los ojos para ver un objeto como único y sencillo<sup>(54)</sup>, determinando el punto de ruptura, que es donde se presenta diplopia o supresión<sup>(7)</sup>. A pesar que no existe un consenso respecto a los valores normales<sup>(7,55)</sup>, según diversos estudios este debe encontrarse por sobre los 10 cms para considerarse como insuficiente<sup>(7,54)</sup>.

Las vergencias fusionales valoran la capacidad de mantener la fusión de un punto de fijación mientras varía el estímulo visual<sup>(6)</sup>. Los valores normales de las vergencias fusionales se presentan en la siguiente tabla:

Valores normales de las vergencias fusionales	
Visión Lejana	VFP: 20Δ - 25Δ
	VFN: 6Δ - 8Δ
Visión Próxima	VFP: 30Δ - 35Δ
	VFN: 10Δ - 12Δ

*Tabla 2.3: Valores normales de las vergencias fusionales<sup>(10)</sup>. VFP= vergencias fusionales positivas; VFN= vergencias fusionales negativas.*

Se han realizado diversas investigaciones sobre la prevalencia de la insuficiencia de convergencia, por lo cual existen numerosos criterios para diagnosticarla<sup>(56)</sup>. Aún en la actualidad, se utilizan diversos valores de corte para los diferentes parámetros que se usan en el diagnóstico. Esto se debe a que no hay estudios normativos que indiquen los parámetros para poder unificar el diagnóstico de IC. En la siguiente tabla se comparan cuatro estudios con sus distintos criterios de diagnóstico.

Sheiman et al, 1996 [A]		Rouse et al, 1998 [B]		Lara et al, 2001 [C]		AOA, 2011 [D]		Jiménez et al, 2014 [E]	
PPC	rotura > 10 cm ó recobro > 17,5 cm	X cerca ≥ foria de lejos		X < -6		X cerca > X lejos		X < -3,4	
VFP	borrosidad < 11 rotura < 14 recobro < 3	VFP	borrosidad < 12 ó rotura < 15	VFP (una de las tres)	borrosidad < 11 rotura < 14 recobro < 3	VFP	< 10 ó no cumple con criterio de Sheard	VFP	6-7 años: rotura < 12 8-12 años: rotura < 9
ARN < +1,50		-		-		-		-	
FAB	(no aclara con +2,00 en menos de 10 s)	PPC	rotura > 7,5 cm ó recobro > 10,5 cm	PPC	rotura > 10 cm ó recobro > 17,5 cm	PPC alejado		PPC	rotura > 11 cm ó recobro > 19,7 cm
X cerca > X lejos				CA/A ≤ 3		CA/A < 4		CA/A < 4	
MEM < 0,00				FAB ≤ 3 cpm				FAB	6-7 años: < 1,1 cpm 8-12 años: < 1,6 cpm
No cumple criterio de Sheard				MEM < +0,25				MEM < 0,00	
				ARN ≤ +1,50				ARN < +1,75	

Tabla 2.4: Comparación de diferentes criterios diagnósticos para insuficiencia de convergencia<sup>(49,57)</sup>. (AOA= American Optometric Association, PPC= punto próximo de convergencia, VFP= vergencia fusional positiva de cerca, ARN= acomodación relativa negativa, FAB= facilidad acomodativa binocular, MEM= retraso acomodativo, CA/A= relación convergencia acomodativa/ acomodación. A= 1ª condición y al menos tres de las siguientes; B= 1ª condición y al menos dos de las siguientes; C= tres primeras condiciones y al menos dos de las siguientes; D= VFP insuficiente para la demanda visual y/o deficiencia en el PPC; E= tres primeras condiciones).

### 2.11.5 Diagnóstico Diferencial

Para comenzar, hay que asegurar que no haya otra causa que sea el origen de las molestias astenópicas que refiere el paciente. Es por esto que se deben descartar previamente otros factores etiológicos que expliquen la sintomatología como es el caso de un error refractivo mal corregido<sup>(18)</sup>.

Una vez que se establece que los síntomas son causados por una heteroforia mal compensada, queda determinar si se trata de una exoforia básica, exceso de divergencia o insuficiencia de convergencia<sup>(1,54)</sup>. La siguiente tabla nos permitirá identificar si se trata de uno u otro cuadro:

Desorden	Foria	PPC	CA/A	VF (+)
Exoforia básica	$X_{pl} = X_{pc}$	Normal	Normal	Disminuida pl y pc
Exceso de divergencia	$X_{pl} > X_{pc}$	Normal	Elevada	Disminuida pl
Insuficiencia de Convergencia	$X_{pc} > X_{pl}$	Elevado (mayor a 10 cm)	Baja	Disminuida pc

*Tabla 2.5: Diagnóstico diferencial entre exoforia básica, exceso de divergencia e insuficiencia de convergencia* <sup>(21,58)</sup>.

### 2.11.6 Tratamiento

El tratamiento en insuficiencia de convergencia tiene como propósito disminuir la sintomatología asociada, siendo contraindicado en pacientes asintomáticos <sup>(18,21,48,59)</sup>. El primer paso es verificar que exista una correcta corrección óptica, ya que en ocasiones, el uso adecuado de lentes hace que desaparezcan las molestias. Es recomendable, dar un periodo de adaptación de 2 a 3 meses a las gafas nuevas, para asegurar así, que los síntomas son provocados por la insuficiencia de convergencia asociada <sup>(18)</sup>.

De continuar las molestias se procede al tratamiento ortóptico. Se recomienda, según bibliografía, de 12 a 24 semanas de sesiones de terapia dependiendo de la severidad, de una duración de 10 a 15 minutos cada sesión <sup>(5)</sup>. El principal objetivo del tratamiento es aumentar las vergencias fusionales positivas y un PPC más cercano a la línea de los ojos <sup>(18,21)</sup>. Para iniciar con la terapia el paciente debe contar con su corrección óptica adecuada, fijación central y correspondencia sensorial normal <sup>(45)</sup>.

La primera etapa es eliminar la supresión, si el paciente la presenta. Esto es necesario para generar la diplopía fisiológica y así poder estimular la fusión con la terapia visual <sup>(60)</sup>. Entre los ejercicios antisupresivos encontramos la oclusión del ojo fijador, filtro rojo en ojo dominante más lápiz rojo y bar Reading.

El siguiente paso está relacionado con aumentar las reservas fusiónales positivas y disminuir el PPC, esto se logra con terapia visual en la consulta y con ejercicios ortópticos para el hogar <sup>(5,60)</sup>. Los ejercicios más utilizados para que el paciente realice en su casa son el pin to nose, convergencia brusca y saltatoria, tarjeta de tres puntos y estereogramas, mientras que en la consulta se trabaja con prismas sueltos y barra de prisma para aumentar la capacidad de convergencia.

En la gran mayoría de los casos la terapia es exitosa, logrando importantes cambios en las tareas de cerca que realiza el paciente, consiguiendo que las molestias desaparezcan, la lectura sea más cómoda, tener mejor rendimiento académico y un mejor confort visual. Finalmente cabe decir que es recomendable realizar un control oftalmológico de seis meses a un año terminado el tratamiento, para asegurar que no hayan reaparecido las molestias <sup>(57)</sup>.

## **CAPÍTULO 3: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **3.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál es la prevalencia de insuficiencia de convergencia en estudiantes de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso, campus casa central, en la población matriculada el año 2016?

### **3.2 HIPÓTESIS**

Al tratarse de un estudio descriptivo, no aplica la formulación de una hipótesis.

### **3.3 RELEVANCIA**

La insuficiencia de convergencia es una patología común de encontrar en la práctica clínica, que afecta a la visión binocular al utilizarla para trabajos cercanos. Produce una serie de malestares denominados molestias astenópicas que pueden influir fuertemente tanto en la calidad de vida de los pacientes, como en su rendimiento académico y en otros aspectos de su día a día.

Nunca se han hecho estudios respecto a esta enfermedad en los estudiantes de la Universidad de Valparaíso, por lo que con la presente tesis se pretende establecer un antecedente de la salud visual de los alumnos, comenzando por la Facultad de Medicina. Con esto, y en caso de ser meritorio, podría ser el primer pie para futuros programas oftalmológicos, que permitan mejorar las condiciones de estudios de los alumnos de la universidad.

Finalmente a través de este proyecto se comenzará con una nueva línea investigativa dentro de la Facultad de Medicina para la carrera de Tecnología Médica.

## **CAPÍTULO 4: OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Estimar la prevalencia de insuficiencia de convergencia en estudiantes de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso, casa central, matriculados en el año 2016.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir frecuencia y porcentaje de alumnos con insuficiencia de convergencia según edad, sexo, carrera y molestias astenópicas, en estudiantes de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso, casa central, matriculados en el año 2016.
- Describir valores promedios de punto próximo de convergencia, vergencias fusionales, relación convergencia acomodativa – acomodación y forias, en estudiantes de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso, casa central, matriculados en el año 2016.
- Describir la prevalencia de insuficiencia de convergencia en estudiantes de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso, casa central, matriculados en el año 2016.

## **CAPÍTULO 5: MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1 TIPO DE ESTUDIO**

Este estudio es observacional, porque no existe intervención del investigador, ya que se limita a observar y describir el curso natural de los eventos.

Es una investigación transversal, ya que el tamizaje visual se realiza sólo una vez y en un momento puntual.

Finalmente, es un estudio descriptivo, pues sólo describe fenómenos clínicos observados durante la investigación.

### **5.2 POBLACIÓN Y LUGAR DE ESTUDIO**

La población de estudio fueron estudiantes de las carreras de Medicina, Tecnología Médica, Obstetricia y Puericultura, Fonoaudiología, Enfermería, Kinesiología, Psicología y Educación Parvularia de la Universidad de Valparaíso, casa central, matriculados en el año 2016 que cumplan los criterios de inclusión y exclusión.

La recolección de datos se llevó a cabo en el Laboratorio de Oftalmología (sala 8.7) del Campus de la Salud de la Universidad de Valparaíso, ubicado en calle Angamos #655, Reñaca, Viña del Mar, en el periodo comprendido entre el jueves 13 de abril de 2017 y el jueves 27 de abril del mismo año.

### **5.3 MUESTREO**

El muestreo será de tipo probabilístico, en el cual se usará la metodología de muestreo tipo estratificado, donde los estratos corresponderán a las carreras que conforman la Facultad de Medicina, casa central. Este tipo de muestreo asegura la representación de cada estrato en relación a la población.

## 5.4 TAMAÑO DE LA MUESTRA

Se considera una proporción de 0.077 y un nivel de confianza de del 95 %, según los cálculos realizados el tamaño de la muestra serán 106 individuos.

La obtención de la muestra se realizó mediante la siguiente formula, que se utiliza cuando se conoce el valor total de la población a estudiar<sup>(61)</sup>:

$$n = \frac{k^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{(e^2 \cdot (N-1)) + k^2 \cdot p \cdot q}$$

<b>N= Población</b>	<b>2727</b>
k =nivel de confianza	95% = 1,96
e = error muestral deseado	5%
p =proporción de individuos en la poblacion que poseen la característica de estudio	0.077
q =proporción de indivduos que no poseen la característica	0.923
<b>n = tamaño muestral</b>	<b>106</b>

Tabla 5.1: Datos estadísticos para el cálculo muestral

Carrera	n alumnos	Peso Carrera	ni	ni final
Ed. Parvularia	157	0,057572423	6,10267	<b>6</b>
Enfermería	565	0,207187385	21,96186	<b>22</b>
Fonoaudiología	253	0,092775944	9,83425	<b>10</b>
Kinesiología	312	0,114411441	12,12761	<b>12</b>
Medicina	496	0,181884855	19,27979	<b>19</b>
Obstetricia y Puericultura	221	0,081041437	8,59039	<b>9</b>
Tecnología Médica	285	0,104510451	11,07810	<b>11</b>
Psicología	438	0,160616061	17,02530	<b>17</b>
<b>N</b>	<b>2727</b>	<b>1</b>		<b>106</b>

Tabla 5.2: Análisis estadístico que representa el peso de cada carrera en el N final para la muestra.

## **5.5 VARIABLES**

### **5.5.1 Insuficiencia de Convergencia**

Se define como la incapacidad de mantener la fusión binocular mientras se mira un objeto en visión próxima. La mayoría de los pacientes con IC presentan molestias astenópicas. Se clasifica como una alteración binocular no estrábica

Se diagnostica con una exoforia mayor de cerca que de lejos, un PPC mayor a 10 cms y/o vergencias fusionales positivas reducidas.

Es una variable cualitativa, nominal y dicotómica

### **5.5.2 Punto Próximo de Convergencia**

Se refiere a la mínima distancia en la cual los ejes ópticos se cruzan en la máxima convergencia para observar un objeto único <sup>(7,10)</sup>. Se mide acercando un objeto de fijación hacia los ojos del paciente, observando el momento en el cual hay disociación, es decir, se rompe el equilibrio binocular (método pencil push-up). Se utiliza una regla en centímetros (cm), midiendo las distancias desde canto externo del ojo hasta el punto de ruptura. No existe acuerdo general para determinar un punto cercano normal, algunos lo consideran cuando es menor a 10 cm <sup>(7)</sup>, mientras que otros cuando este es igual o menor a 7,5 cm <sup>(45)</sup>. Para esta investigación se utilizará como criterio de diagnóstico para la insuficiencia de convergencia un PPC mayor a 10 cm.

Es una variable cuantitativa, de razón y continua.

### **5.5.3 Vergencias Fusionales**

Los movimientos vergenciales, son los movimientos de los ojos en direcciones opuestas, como convergencia (vergencia positiva), divergencia (vergencia negativa), estimulados por la disparidad retiniana con el fin de mantener una visión binocular simple<sup>(10,62)</sup>.

Vergencia Positiva: es la cantidad de convergencia en que el paciente puede lograr y mantener clara y simple su visión, mientras se mantiene constante, es decir, la convergencia necesaria para mantener la fusión<sup>(7)</sup>.

Vergencia Negativa: es la cantidad de divergencia en la cual el paciente puede seguir viendo el objeto de fijación como único.

Para medir las vergencias fusionales se pone delante de un ojo una barra de prismas horizontales con la base hacia nasal (para VF negativas) o hacia temporal (para VF positivas), se le indica al paciente que mire un objeto a 6 metros de distancia. Luego se pasa la barra de prismas en sentido creciente hasta que el paciente indique que ve doble, este es el punto de rotura de fusión, seguido se comienza a decrecer hasta que el paciente vea de nuevo el objeto como único, punto de recuperación. Este proceso se repite posteriormente fijando un objeto a 33cms. para obtener los valores de vergencias fusionales en visión próxima. Su unidad de medida son las dioptrías prismáticas ( $\Delta$ ).

Es una variable cuantitativa, de razón y discreta.

#### **5.5.4 Relación CA/A**

La relación CA/A nos indica la cantidad de convergencia realizada por dioptría de acomodación.

Existen dos métodos para medir la relación CA/A, el primero es el método de la gradiente donde a través de la anteposición de lentes positivos y negativos se evalúa cuánto varía la desviación del sujeto<sup>(35)</sup>. Por otro lado, el método de las heteroforias, considera la desviación ocular de lejos, de cerca, la acomodación efectuada para cerca y la distancia interpupilar<sup>(35)</sup>. La fórmula para este método es la siguiente:

$$CA/A = DP + \frac{\Delta c - \Delta l}{D}$$

En donde:

DP = distancia interpupilar en centímetros

$\Delta_c$  = heteroforia en visión cercana

$\Delta_l$  = heteroforia en visión lejana

D = distancia de fijación de cerca en dioptrías

Su unidad de medida es  $\Delta/D$  (dioptría prismática partido dioptría)

Es una variable cuantitativa, de razón y continua.

### 5.5.5 Forias

La postura fórica significa que si un sujeto está mirando un objeto lejano (mayor a 6 metros), las líneas visuales principales serán paralelas entre sí<sup>(6)</sup>, esto también se replica en la visión proximal, pero si se elimina el estímulo de fusión, existen dos posibilidades:

1- Ortoforia: los ejes visuales se interceptan sobre el punto de fijación binocular.

2- Heteroforia: desviación latente de los ejes visuales en ausencia del reflejo de fusión, esta situación es compensable a través de la convergencia fusional<sup>(32)</sup>, al permitir la visión simultánea de ambos ojos sobre el mismo objeto.

Para demostrar que existe alguna foria, se debe romper la fusión, para esto se utiliza el cover test alternante que es el método más disociante, a través, de la oclusión de uno de los ojos provocando la ruptura de la fusión. Se le pide al paciente que mire un punto lejano y se ocluye el ojo derecho del paciente, pasado aproximadamente 3 segundos se destapa rápidamente el ojo derecho y se ocluye el ojo izquierdo, al destapar el ojo derecho se debe observar éste para ver si existe alguna desviación, luego se repite lo mismo con el ojo izquierdo. Una vez terminado se debe repetir el proceso pero ahora con un punto cercano. Lo más importante es impedir la visión binocular.

Si estamos en presencia de una heteroforia tenemos que medirla a través del prisma cover test alternante, que consiste en compensar mediante un prisma el movimiento que efectúa el ojo, la desviación es medida en dioptrías prismáticas.

Es una variable cuantitativa, de razón y discreta.

### **5.5.6 Edad**

Tiempo que ha vivido una persona a la fecha del estudio. Se calcula de la fecha de nacimiento indicada en su cédula de identidad. Su dimensión es número de años cumplidos.

Es una variable cuantitativa, continua.

### **5.5.7 Sexo**

Condición de un organismo que se distingue entre masculino y femenino.

Es una variable cualitativa, nominal y dicotómica.

### **5.5.8 Carrera Universitaria**

Se trata de los estudios que un individuo desarrolla en una universidad con el objetivo de alcanzar un grado académico. Se pueden cursar en universidades estatales o privadas. Su duración varía entre los cinco o siete años.

El título de grado que otorga una carrera universitaria varía de acuerdo a su formación, por ejemplo: médico, enfermera, tecnólogo médico, entre otras.

Es una variable cualitativa, nominal.

### **5.5.9 Molestias Astenópicas**

Son originadas por el esfuerzo constante para mantener la fusión en el trabajo de cerca<sup>(5,63)</sup>. La astenopia reúne cefaleas frontales, enrojecimiento ocular, lagrimeo, dificultad para la lectura y tareas de cerca.

Es una variable cualitativa, nominal y politómicas.

## 5.6 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Ser mayor de 18 años
- Agudeza visual 20/25 o mejor, con su mejor corrección disponible
- Estudiante de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso, casa central, matriculado en el año 2016.

## 5.7 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Ambliopía
- Estrabismo
- Anisometropía mayor a 3 dioptrías
- Patología ocular no corregible con lentes
  - Edad igual o mayor a 35 años

## 5.8 FUENTES Y MÉTODO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de datos se llevó a cabo a través de un tamizaje visual gratuito en el Laboratorio de Oftalmología, ubicado en el Campus de la Salud, al cual fueron invitadas todas las personas que cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión.

Se utilizó una *Lista de Folios* (Anexo 1) que contenía datos personales de los participantes, donde se le asignó un folio a cada uno, esta plantilla fue de acceso exclusivo para el investigador principal y co- investigadores. Los resultados de los procedimientos efectuados fueron registrados en una *Hoja de Datos* (Anexo 2), anonimizada con el folio respectivo, diseñada para esta investigación, a la cual tuvieron acceso todos los investigadores y alumnos tesis. Posteriormente, todas las mediciones obtenidas fueron ingresadas a una *Tabla de Datos* (Anexo 3) para su posterior análisis estadístico.

Los datos personales como nombre, teléfono y e- mail, fueron estrictamente confidenciales y no se incluyeron en el análisis estadístico de la investigación, solo tuvieron acceso a ellos el investigador principal y co-investigadores. Estos datos fueron requeridos para contactar al estudiante en caso de ser necesario algún tratamiento o evaluación con el médico oftalmólogo.

## 5.9 PROCEDIMIENTOS Y ACTIVIDADES

Antes de comenzar la recolección de datos, los alumnos tesistas tuvieron un periodo de entrenamiento para estandarizar las técnicas utilizadas, a cargo del Tecnólogo Médico Daniel González Palma.

La muestra de participantes se obtuvo de una convocatoria selectiva de éstos, por medio de una selección al azar, proveniente de un listado con todos los alumnos matriculados en las carreras de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso, casa central, en el año 2016. Además se realizó una invitación abierta a los alumnos de todas las carreras de la Facultad, la cual fue a través de afiches sobre la investigación en el Campus de la Salud y medios virtuales (Anexo 4), para que estén al tanto de la investigación y no ir en contra del principio ético de Justicia.

Una vez aceptada la invitación se les informó los detalles de esta investigación, mediante el consentimiento informado (Anexo 5). Luego de firmado el consentimiento informado el Tecnólogo Médico, Daniel González Palma, procedió a registrar el nombre del estudiante, teléfono y e-mail en una plantilla Excel, a la cual solo tuvieron acceso el investigador principal y los co-investigadores. A los estudiantes, se les asignó un número de folio a través de la plantilla Excel, esto permitió a los tesistas identificarlos sin necesidad de saber su nombre.

Luego de aclaradas todas sus dudas, se procedió a realizar una anamnesis donde se obtuvieron los siguientes datos: si usa lentes, presencia de algún tipo de molestia astenópica, antecedentes de estrabismo, si usa algún colirio y cuándo fue su último control oftalmológico. También se recolectaron datos como su edad, sexo y carrera universitaria.

El primer examen que se realizó fue la medición de agudeza visual con una cartilla de Snellen, se tomó sin corrección, con corrección y/o con agujero estenopeico (CAE) en caso de ser necesario (no obtener 20/20 con su mejor corrección). Si el sujeto usaba lentes ópticos se midió su graduación con el lensómetro ViewLight LM 20. Se le midió la distancia interpupilar a través de una regla en milímetros y con una linterna de luz tenue.

Posterior a eso, se le realizó al sujeto un cover test intermitente, que consiste en ocluir y desoccluir rápidamente uno de los ojos mientras fija la mirada en un punto específico a 6 metros de distancia, tratando de interrumpir lo menos posible la visión binocular y observando si el ojo desocluído presenta algún tipo de movimiento indicando de esta manera la presencia de una tropia. Luego se repite el procedimiento con el otro ojo y finalmente observando un objeto a 33 cms. de distancia. Posterior a esto se efectuó un cover test alternante, que consiste en que el paciente mire un punto lejano y se le ocluye el ojo derecho, pasado aproximadamente tres segundos se destapa rápidamente el ojo derecho y se ocluye el ojo izquierdo, al destapar el ojo derecho se debe observar éste, para ver si existe alguna desviación, luego se repite lo mismo con el ojo izquierdo. Ya terminado se debe repetir el proceso pero ahora con un punto cercano.

Si se presentaba algún tipo de desviación ocular, fue medida en posición primaria de la mirada, tanto para lejos como para cerca con prisma cover test alternante. Esto consiste en compensar mediante un prisma el movimiento que efectúa el ojo, obteniendo el valor de la tropia o foria. Se utilizó una caja de 22 prismas de marca LuneauOphtalmologie.

Luego se midió el punto próximo de convergencia, que se obtiene acercando un objeto de fijación hacia los ojos del paciente, utilizando una regla en centímetros, midiendo las distancias desde canto externo del ojo hasta el punto de ruptura, donde existe interrupción de la visión binocular. Este método se llama pencil push-up.

Posteriormente, se midieron las vergencias fusionales en convergencia y divergencia para visión lejana y cercana, a través de una barra de prismas horizontales de marca LuneauOphtalmologie.

Finalmente con todos los datos obtenidos, se procedió a calcular el valor de la relación CA/A de cada sujeto a través del método de las heteroforias, utilizando los datos de la DIP y las medidas de desviación la foria.

En el Anexo 6 se incluyen imágenes de los equipos y procedimientos realizados.

Todos los procedimientos que se realizaron en la investigación fueron efectuados con la mejor corrección óptica disponible del paciente, fueron no invasivos e indoloros y

ejecutados por los alumnos tesistas. Todo fue supervisado por el Tecnólogo Médico en oftalmología, Daniel González Palma.

Si durante la evaluación, alguno de los estudiantes, presentaba resultados que hagan sospechar alguna patología visual, se realizaron los siguientes pasos (Anexo 7):

- Si se trata de un paciente con insuficiencia de convergencia sin sintomatología asociada, no se le brindó tratamiento ya que puede ser perjudicial para su cuadro.
- En caso de tratarse de vicio de refracción o insuficiencia de convergencia sintomática, el tecnólogo médico supervisor le explicó al paciente el resultado de los exámenes, y se atendió en el mismo laboratorio oftalmología de la carrera Tecnología Médica para el tratamiento pertinente (prescripción de lentes o tratamiento ortóptico).
- En caso que se sospechara de alguna otra patología ocular, que no sea las mencionadas en el punto anterior, el tecnólogo médico supervisor le explicó al paciente los resultados de sus exámenes y se le indicó día y hora para que sea evaluado por el médico oftalmólogo Jorge Gallardo.

## 5.10 PLAN DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico de los resultados se realizó mediante el software Microsoft Excel versión 14.3.9. Se realizó un análisis descriptivo evaluando medidas de tendencia central, las cuales fueron la media aritmética y la moda; y medidas de dispersión; la desviación estándar; del punto próximo de convergencia, vergencias fusionales, relación convergencia acomodativa – acomodación y forias. Para la mejor comprensión de estos resultados se utilizarán tablas de datos y gráficos.

Se calcularon los intervalos de confianza en la prevalencia de IC de la población total, como también en la prevalencia de IC según sexo. Se utilizó la siguiente formula:

$$p \pm Z \frac{\alpha}{2} \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

**Dónde:**

<b>p</b>	Proporción muestral
<b>Z</b>	Valor asociado al nivel de confianza que se desea
<b>n</b>	Tamaño de la muestra

*Tabla 5.3: Leyenda de fórmula para intervalo de confianza*

## 5.11 CONSIDERACIONES ÉTICAS

La presente investigación se basará en el informe Belmont (abril 1979), el cual fue creado por el Departamento de Salud, Educación y Bienestar de los Estados Unidos, el cual se titula “*Principios éticos y pautas para la protección de los sujetos humanos de investigación*”. Este informe propuso como principios fundamentales en la investigación en seres humanos: el respeto a las personas, el principio de beneficencia y el de justicia <sup>(64)</sup> (Anexo 8).

## 5.12 FINANCIAMIENTO

Los alumnos tesistas ni los investigadores recibieron aportes monetarios para la presente investigación. Todos los costos asociados a fotocopias, oclusores, reglas, puntos de fijación y movilización fueron asumidos por los alumnos. Mientras que la carrera de Tecnología Médica facilitó gratuitamente las cartillas de Snellen, lensómetro y espacio físico.

Los voluntarios no recibieron ningún pago económico asociado por participar en el estudio, lo cual estaba incluido en el consentimiento informado.

## CAPÍTULO 6: RESULTADOS

### 6.1 DATOS GENERALES DE LA POBLACIÓN EN ESTUDIO

Los resultados obtenidos en el presente estudio contó con la participación de 150 alumnos de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso, sin embargo, al aplicar los criterios de inclusión y exclusión este número se redujo a 106 individuos, cumpliendo igualmente con el tamaño muestral requerido.

De los individuos evaluados, 27 (25,47%) fueron del género masculino, mientras que 79 (74,53%) del sexo femenino.

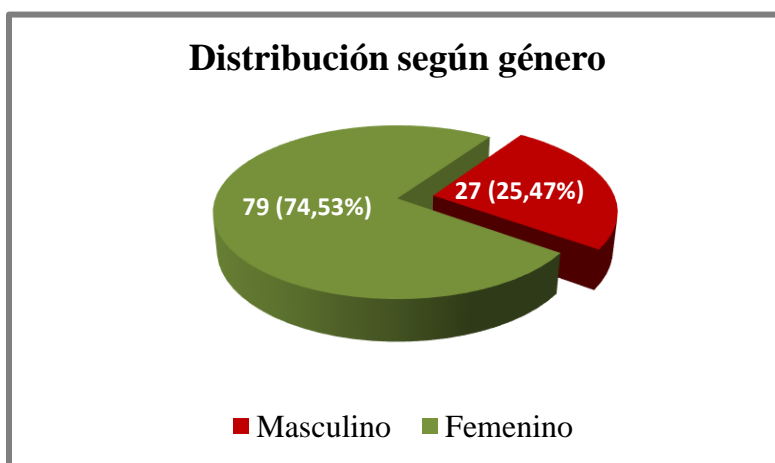


Gráfico 6.1: Distribución de la muestra estudiada según género

El rango de edad de los participantes, varió entre los 18 y los 33 años, el promedio de la edad fue de  $20,99 \pm 2,48$  años, con una moda de 20 años.

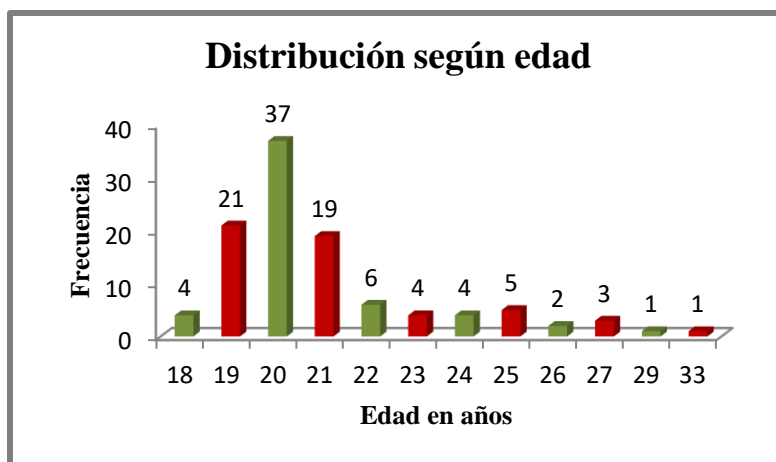
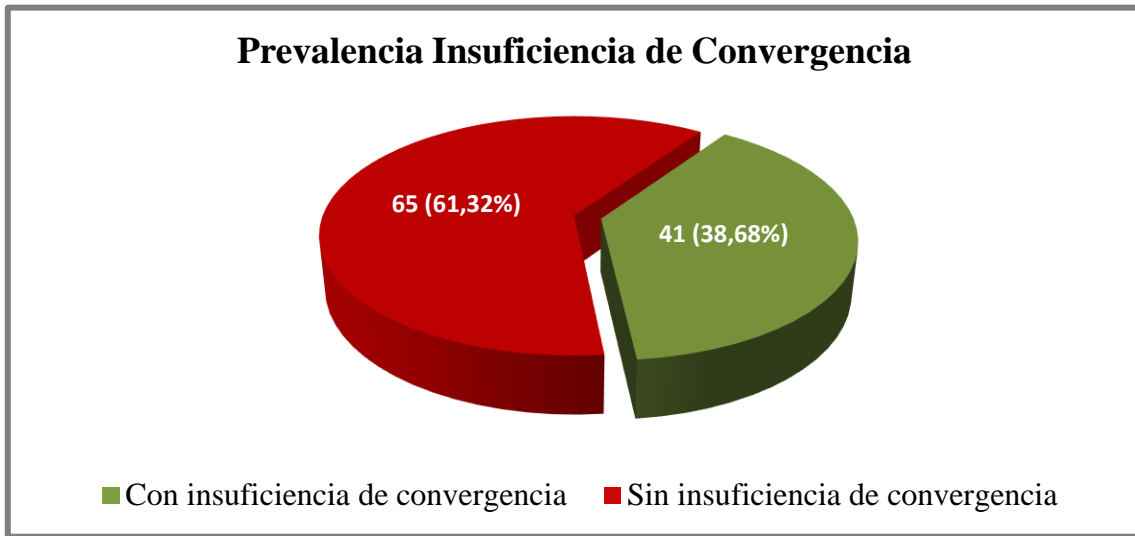


Gráfico 6.2: Distribución según edad de los participantes

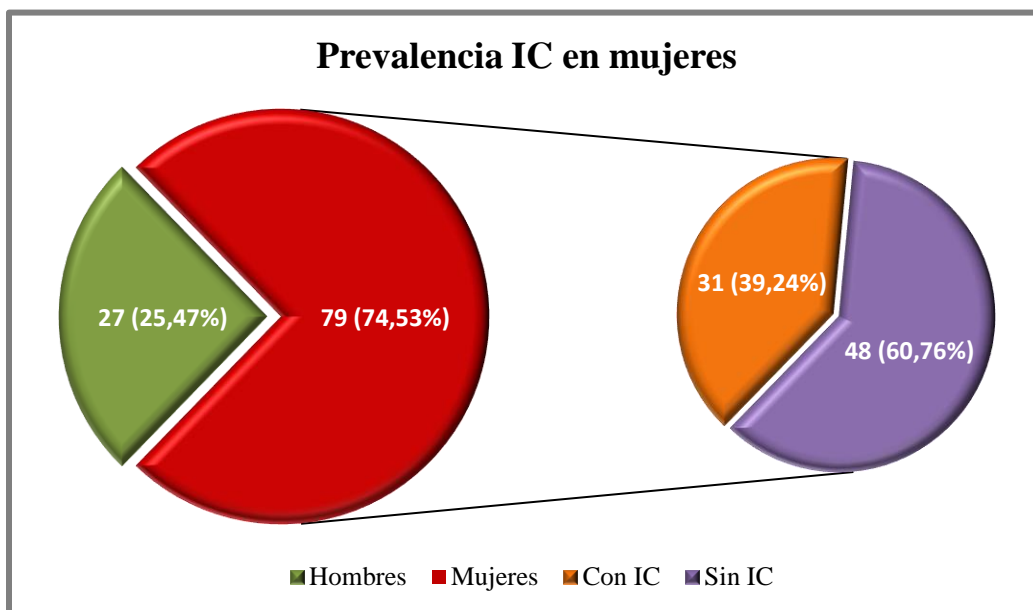
## 6.2 PREVALENCIA DE INSUFICIENCIA DE CONVERGENCIA

Al analizar la prevalencia de insuficiencia de convergencia, se obtuvo que del total de participantes, 41 individuos, correspondiente al 38,68% (con 95% de intervalo de confianza de 31,32% a 46,04%), cumplieron con los criterios de diagnóstico que correspondían a una exoforia mayor de cerca que de lejos, un PPC mayor a 10 cms y/o vergencias fusionales positivas reducidas.

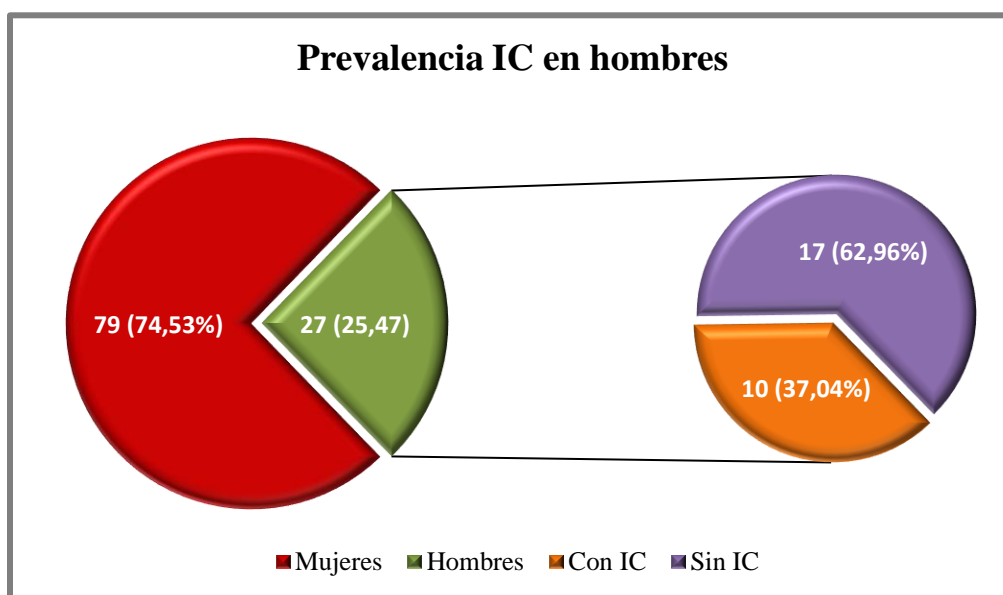


*Gráfico 6.3: Prevalencia de insuficiencia de convergencia en la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso, casa central.*

Al comparar la prevalencia según sexo, del 100% de las mujeres evaluadas, 31 de ellas correspondiente al 39,24% (con 95% de intervalo de confianza de 30,59% a 47,89%) presentó insuficiencia de convergencia. Por otro lado, de la totalidad de los hombres evaluados, 10 individuos equivalente a un 37,04% (con 95% de intervalo de confianza de 23,07% a 51,01%) tenían IC.

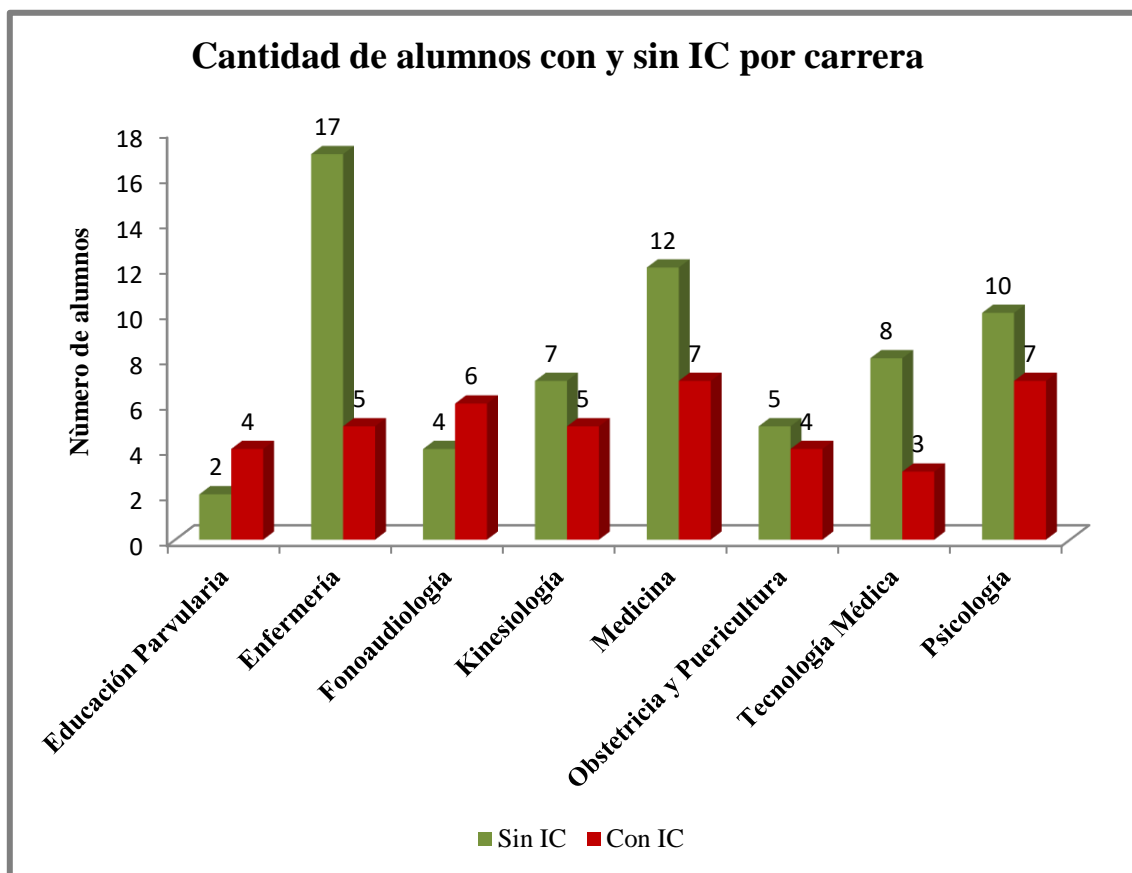


*Gráfico 6.4: Prevalencia de IC en mujeres*



*Gráfico 6.5: Prevalencia de IC en hombres*

Al estudiar la prevalencia según carrera, se encontró que la carrera con mayor porcentaje de alumnos con insuficiencia de convergencia fue Educación Parvularia (66,67%), seguido en orden por Fonoaudiología (60%), Obstetricia y Puericultura (44,44%), Kinesiología (41,67%), Psicología (41,17%), Medicina (36,84%), Tecnología Médica (27,27%) y Enfermería (22,73%). En el gráfico 6.6 se puede apreciar el número de individuos con y sin insuficiencia de convergencia por carrera.



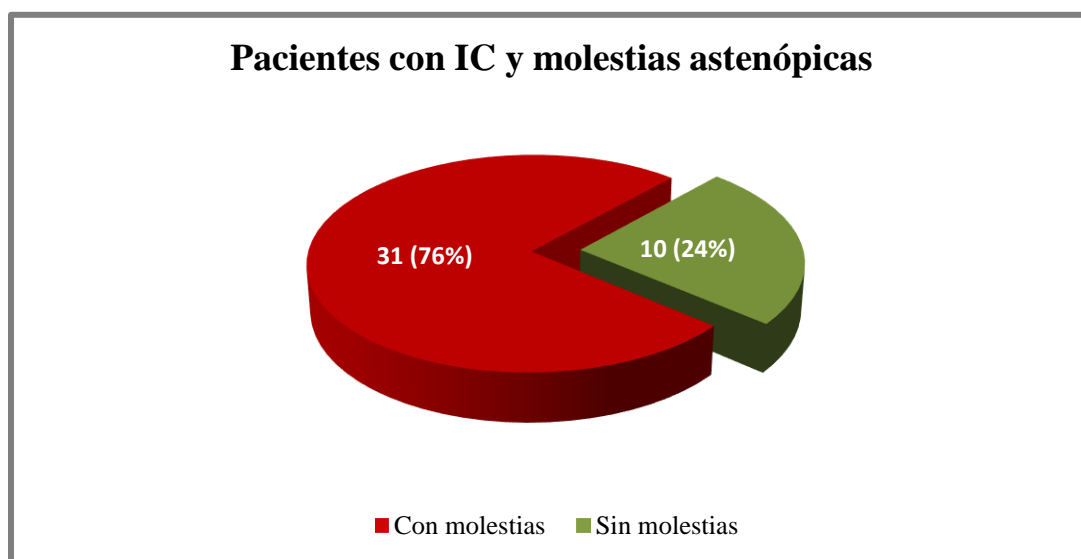
*Gráfico 6.6: Cantidad de alumnos con y sin IC por carrera, en la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso.*

Al analizar la prevalencia de IC según edad, se encuentra que la moda es 20 años, representando un 34,15% de los individuos con IC. Mientras que el promedio de IC según edad fue de 20.49 años.

Edad (años)	Frecuencia con IC	Porcentaje
18	3	7,32%
19	9	21,95%
20	14	34,15%
21	10	24,38%
22	2	4,88%
25	1	2,44%
27	1	2,44%
29	1	2,44%

*Tabla 6.1: Frecuencia y porcentaje según edad en pacientes con IC*

De los 41 individuos que presentaron insuficiencia de convergencia, 31 (75,61%) de ellos refirieron algún tipo de molestia astenópica. Por otro lado, 10 de ellos no relataron ningún tipo de disconformidad visual.



*Gráfico 6.7: Frecuencia y porcentaje de pacientes con IC que refirieron molestias astenópicas*

## 6.3 RESULTADOS DE LAS MEDICIONES

### 6.3.1 Resultados del Punto Próximo de Convergencia

Al comparar la muestra de forma generalizada, se obtuvieron los siguientes valores promedios de punto próximo de convergencia, donde la media aritmética fue de 9,49  $\pm$ 2,50 cm, y cuya moda fue de 9 cm. Donde clasificamos como suficiente un PPC menor a 10 cms y un PPC insuficiente a un PPC mayor a 10 cms.

PPC (cm)	Frecuencia
Suficiente	68
Insuficiente	38

Tabla 6.2: Frecuencia de personas con PPC suficiente e insuficiente

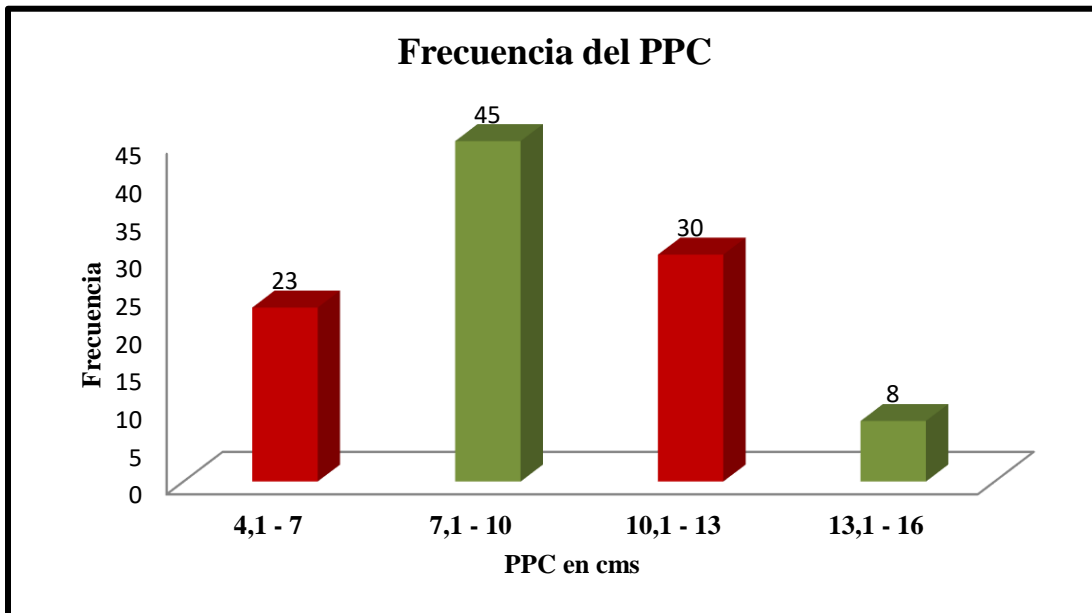


Gráfico 6.8: Frecuencia del PPC

### 6.3.2 Resultado de las Vergencias Fusionales

Antes de analizar los resultados de las vergencias fusionales, cabe recordar que los valores considerados normales en este estudio se encuentran en la *Tabla 2.3*.

En el estudio de las vergencias fusionales positivas, al medirlas en visión lejana su promedio fue de  $+12,59 \pm 6,15\Delta$ , mientras que la moda fue de  $+25\Delta$ . Se catalogaron según cuantos individuos estaban dentro de valores normales de VFP pl que corresponde entre los  $+20\Delta$  o superior.

VFP pl	Frecuencia	Porcentaje
Por debajo del rango normal	69	65.09%
Dentro del rango normal	37	34.91%

*Tabla 6.3: Frecuencia de personas con VFP pl dentro de valores normales y por debajo del rango normal*



*Gráfico 6.9: Frecuencia de valores de VFP en visión lejana*

Por su parte, en las VFP pc, se obtuvo una moda  $>+40\Delta$ . De estos individuos se clasificaron cuantos estuvieron dentro rangos normales entre  $+30\Delta$  o superior. A su vez, 42 individuos que presentaban las VFP pc disminuidas, de los cuales 30 presentaban IC y 28 molestias astenópicas.

VFP pc	Frecuencia	Porcentaje
Por debajo del rango normal	42	39.62%
Dentro del rango normal	64	60.38%

Tabla 6.4: Frecuencia de personas con VFP pc dentro de valores normales y por debajo del rango normal

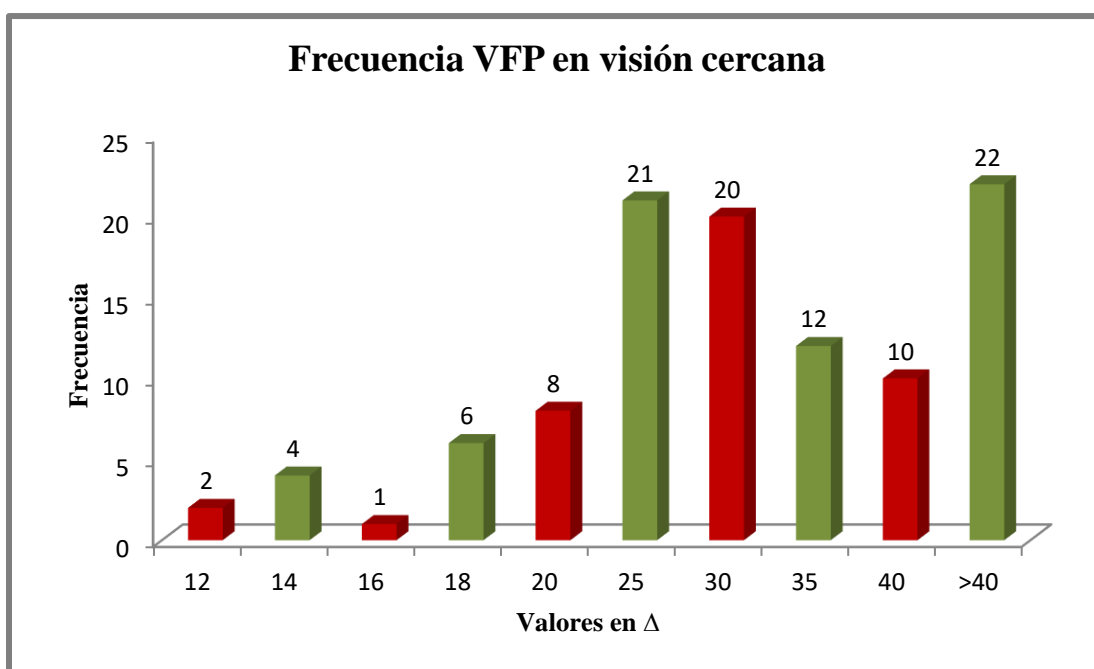


Gráfico 6.10: Frecuencia de valores de VFP en visión próxima

En las VFN pl se obtuvo un promedio de  $-7,43 \pm 2,54\Delta$  y una moda de  $-8\Delta$ . Se calculó la frecuencia se los individuos que presentaban valores normales entre  $-6\Delta$  o superior.

VFN pl	Frecuencia	Porcentaje
Por debajo del rango normal	16	15.09%
Dentro del rango normal	90	84.91 %

Tabla 6.5: Frecuencia de personas con VFN pl dentro de valores normales y por debajo del rango normal

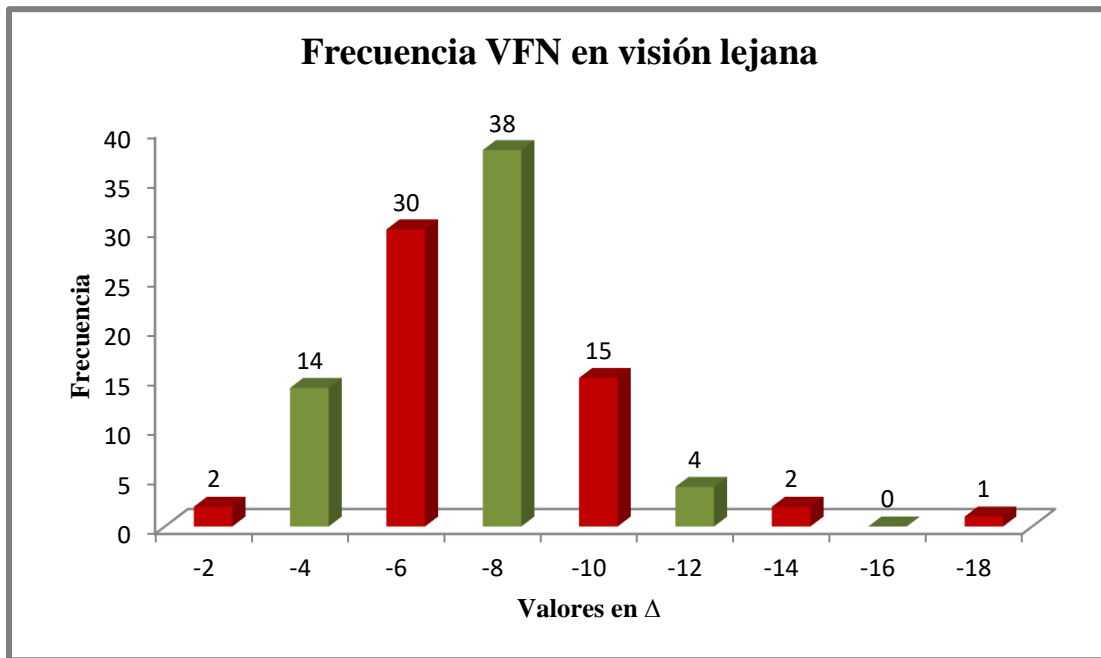


Gráfico 6.11: Frecuencia de valores de VFN en visión lejana

Por su lado, al medir en visión próxima la media aritmética fue de  $-14,5 \pm 3,66$  con una moda de  $-14\Delta$ . Calculándose la frecuencia de individuos con valores normales,  $-10\Delta$  o superior.

VFN pc	Frecuencia	Porcentaje
Por debajo del rango normal	7	6.60%
Dentro del rango normal	99	93.40%

Tabla 6.6: Frecuencia de personas con VFN pc dentro de valores normales y por debajo del rango normal

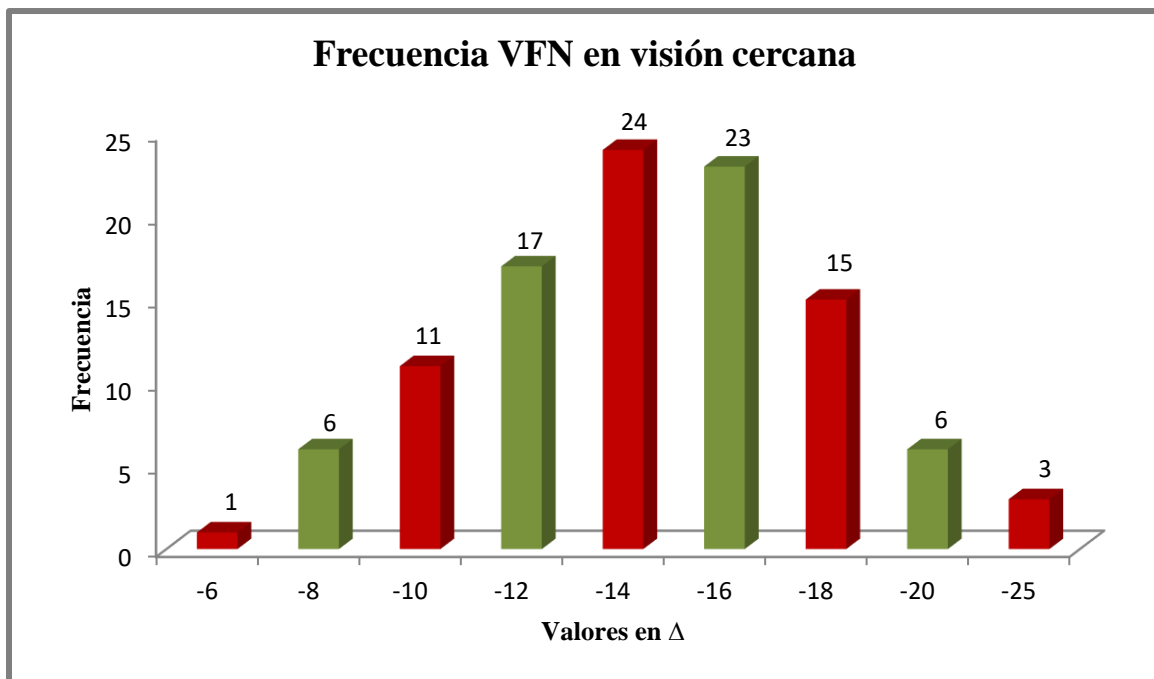


Gráfico 6.12: Frecuencia de valores de VFN en visión próxima

### 6.3.3 Resultados Según la Relación CA/A

Respecto a la relación CA/A, se obtuvo un promedio de  $5,16 \pm 1,16 \Delta/D$ , y una moda de  $6,2 \Delta/D$ .

CA/A ( $\Delta/D$ )	Frecuencia
[1,0 – 2]	2
[2,1 – 3]	4
[3,1 – 4]	11
[4,1 – 5]	29
[5,1 – 6]	36
[6,1 – 7]	23
[7,1 – 8]	1

*Tabla 6.7: Frecuencia de valores de la relación CA/A por intervalos, en la muestra de este estudio.*

### 6.3.4 Resultados Según Heteroforias

En la medición de las forias en visión lejana, 97 sujetos (91,51%) presentó ortoforia, 1 (0,94%) endoforia y 8 (7,55%) exoforia. Mientras que en las forias de visión cercana, 43 individuos (40,56%) presentaron ortoforia, 5 (4,72%) endoforia y 58 (54,72%) exoforia.

En visión lejana, la media aritmética en individuos con exoforia fue de  $-5,25 \pm 3,01\Delta$  y una moda de  $-2\Delta$  y  $-6\Delta$ , mientras que sólo hubo una persona endofórica con una desviación de  $+8\Delta$ . Mientras que en visión próxima, en la exoforia se obtuvo un promedio de  $-5,86 \pm 3,41\Delta$  y una moda de  $-4\Delta$ . Por su parte, en endoforia para cerca, el promedio fue de  $+4,8 \pm 2,28\Delta$  y una moda de  $+4\Delta$ .

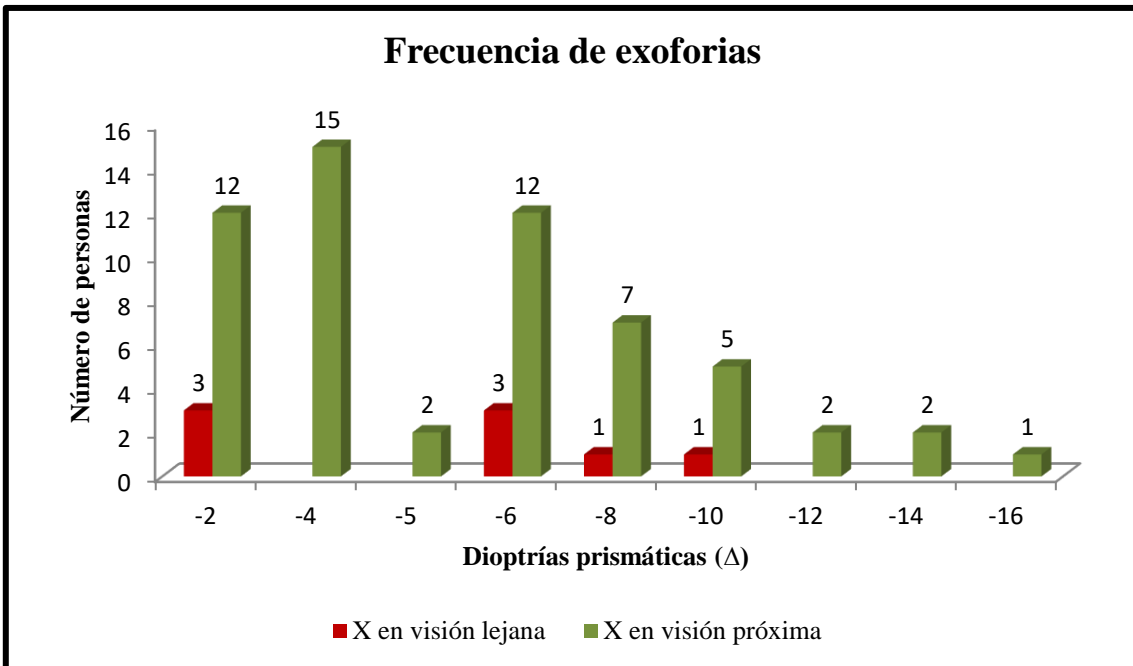


Gráfico 6.13: Frecuencia de individuos con exoforia en visión lejana (rojo) y próxima (verde) en la muestra obtenida de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso, casa central.

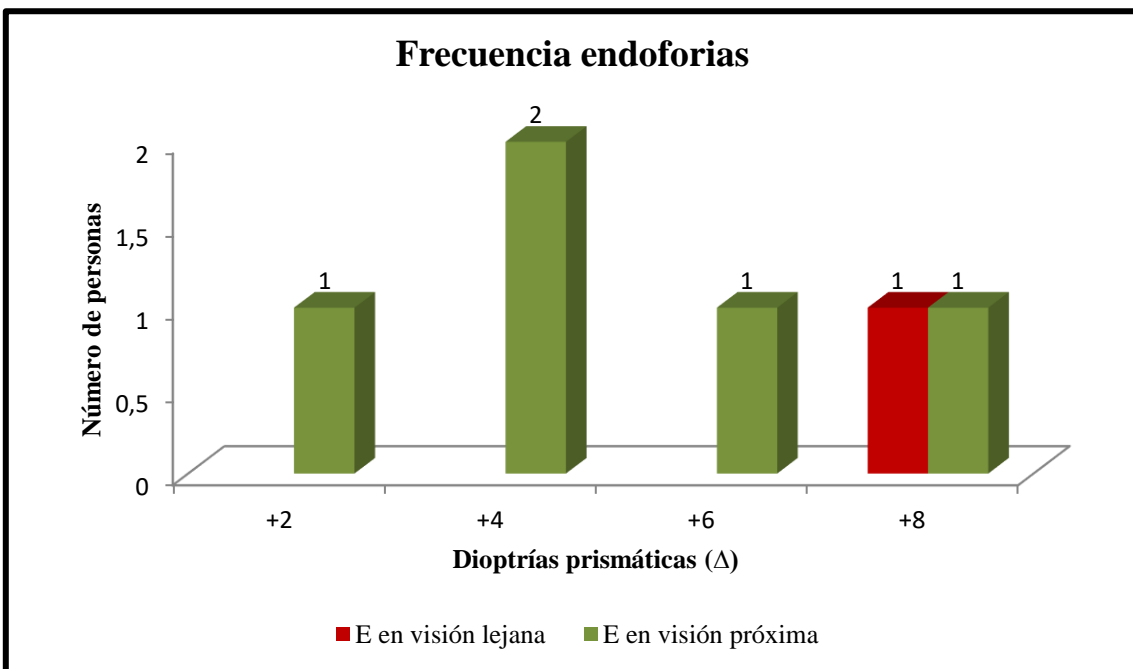


Gráfico 6.14: Frecuencia de individuos con endoforia en visión lejana (rojo) y próxima (verde) en la muestra obtenida de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso, casa central.

### 6.3.5 Molestias Astenópicas

A pesar de no estar diagnosticados con IC, gran parte de la población estudio presentaba molestias astenópicas, 75 individuos del total presentaron uno o más signos característicos.

Molestias astenópicas	Frecuencia
Cefalea frontal	42
Diplopia	19
Irritación ocular	25
Escozor	27
Cansancio ocular	33
Ojo seco	21
Visión borrosa	27

*Tabla 6.8: Frecuencia de molestias astenópicas en población total.*

## CAPÍTULO 7: DISCUSIÓN

La insuficiencia de convergencia es una patología de fácil detección y manejo, pero que en muchas ocasiones es pasada por alto en la consulta oftalmológica. A pesar de esto, tiene un gran impacto en la vida cotidiana de quienes la padecen, sobre todo en los universitarios quienes tienen una mayor demanda visual en visión cercana.

Con la actual investigación, se ha evidenciado que en los diversos estudios no existe un criterio unificado para diagnosticar la IC. Es así como en algunos trabajos se incluyen varios criterios, entre ellos la relación CA/A, amplitud de acomodación, PPC, molestias astenópicas, vergencias funcionales, ARN, ARP, MEM, entre otros<sup>(45)</sup>, que están relacionados con el cuadro de IC; sin embargo, los autores al establecer un diagnóstico, eligen los signos y síntomas que ellos consideran primordiales.

En nuestro estudio obtuvimos una prevalencia de 38,68% considerando como IC una exoforia mayor para cerca que para lejos, más uno o ambos de los siguientes signos: PPC mayor a 10 cms y/o vergencias fusionales positivas para cerca reducidas<sup>(7)</sup>. Porcar et al, realizó un estudio en población universitaria española, obteniendo una prevalencia de 7,7%, esta prevalencia es menor a la encontrada en nuestro estudio. Esta diferencia entre ambos estudios es causada porque en la investigación española incluyeron como criterio, para el diagnóstico, una relación CA/A menor a 3  $\Delta$ /D medida con el método de la gradiente, una exoforia mayor a -6 $\Delta$ , vergencias fusionales positivas de cerca reducidas y PPC aumentado<sup>(8)</sup>. En esta diferencia cobra importancia la relación CA/A, ya que si hubiéramos incluido el mismo criterio en nuestra investigación, obtendríamos una prevalencia de 5,66%, resultado más cercano al estudio Porcar et. al.

Lara et al, quien realizó su investigación en una población cuya edad promedio era 20,75  $\pm$ 5,78 años<sup>(45,56)</sup>, obtuvo una prevalencia de 3,5%, sin embargo su criterio diagnóstico exigía de forma obligatoria los siguientes parámetros: una exoforia en visión próxima mayor a -6 $\Delta$ , vergencias fusionales positivas para cerca menores o iguales a +11 $\Delta$  (borrosidad), +14 $\Delta$  (rotura) y/o +3 $\Delta$  (recobro), y un PPC mayor a 10 cm con un recobro mayor a 17,5 cm; además de al menos dos de los criterios que se nombrarán a continuación: relación CA/A menor a 3  $\Delta$ /D, BAF menor o igual a 3 ciclos por minutos con lentes de +2,00

D, MEM menor a 0,00 D, y/o ARN menor o igual a +1,50D. En contraste, en nuestra investigación sólo se tomaron en consideración pruebas que son más sencillas de realizar como PPC, VFP y CT, que están al alcance de la consulta oftalmológica habitual, pudiendo realizarse incluso en tamizajes oftalmológicos, siendo el causante en la diferencia de prevalencia en ambas investigaciones.

Según la American Optometric Association, la prevalencia media de IC es de 7%, similar en adultos y niños <sup>(57)</sup>. Esta guía clínica describe parámetros similares a los nuestros, sin embargo, la mayor diferencia radica en que ellos toman en consideración una relación CA/A menor a 4  $\Delta$ /D. La relación CA/A es un dato útil para poder definir con más precisión los diferentes desórdenes no estrábitos, sin embargo en la práctica clínica chilena es habitualmente omitido ya que la mayoría de estos desórdenes de la visión binocular son tratados, indistintamente, por medio de tratamiento ortóptico. Cabe señalar que, si a nuestros criterios establecidos anteriormente, hubiéramos considerado una relación CA/A menor a 4 $\Delta$ /D, la prevalencia en este estudio habría sido de un 8,49%, mucho más cercano a los datos de la AOA.

Luego de establecer que existe una gran variedad de criterios en los estudios orientados a establecer la prevalencia de IC, era esperable que sus resultados difieran respecto a los nuestros, pero en ningún caso los criterios de diagnóstico utilizados en las diversas investigaciones fueron justificados por sus autores.

Según nuestros resultados, no existe diferencia clínicamente significativa entre la prevalencia de IC entre hombres (37,04%) y mujeres (39,24%). Esto se avala por los estudios de Scheiman et al <sup>(47)</sup>, Rouse et al <sup>(55)</sup> y Borsting et al <sup>(65)</sup>.

Según Abdi et al (2005) <sup>(45)</sup> y Lara et al (2001) <sup>(56)</sup>, un PPC normal es menor a 10 cms. En el estudio de León et al. (2016) <sup>(2)</sup> el p5% presentó un PPC de 4 cms, el p25% fue de 6 cms y el p95% de 12 cms, mientras que en nuestro estudio el p5% fue de 6 cms, el p25% de 8 cms y el p95% de 14 cms. Estos estudios son comparables ya que ambos fueron realizados en poblaciones sudamericanas, sin embargo el estudio de León utilizó una tarjeta acomodativa como punto de fijación, la que induce a una mayor acomodación resultando en valores de PPC más bajos.

Al analizar las VFP pc, según el mismo estudio de León et al.<sup>(2)</sup>, quien utilizó pacientes con un promedio de edad de  $23,1 \pm 14,4$  años, el p5% fue de  $+16\Delta$ , el p25% fue de  $+24\Delta$  y el p95% de  $+45\Delta$ <sup>(2)</sup>, mientras que en nuestro estudio obtuvimos los resultados de p5%=  $+14\Delta$ , p25%=  $+23,75\Delta$  y el p95%=  $+40\Delta$ . Se puede observar que los datos obtenidos fueron bastante cercanos. Esto debido a que ambos estudios fueron realizados en países sudamericanos, teniendo una mayor relación antropométrica con la población chilena, que investigaciones realizadas en el hemisferio norte. Por otro lado, en ambos estudios se utilizó el mismo método para obtener los valores de las VFP. Asimismo, los criterios de exclusión fueron parejos, incluyendo a individuos con desórdenes no estrábcicos.

En nuestro estudio, el valor promedio de la relación CA/A fue de  $5,16 \pm 1,16\Delta/D$ . En estudios recientes realizados en población latinoamericana se ha establecen valores promedios con el método de las heteroforias entre  $4,89$ <sup>(35)</sup> y  $5,96$ <sup>(66)</sup>  $\Delta/D$ . Esto ubica los resultados de nuestro estudio entre los valores esperables como normales. Al ser estudios de poblaciones latinoamericanas, los sujetos de estudio comparten mayor similitud de características, incluyendo medidas antropométricas, lo cual explica los resultados similares.

Si bien, la mayoría de los estudios utilizaron el método de la gradiente, y desde el punto de vista teórico, el valor de la CA/A medido a través de este se puede considerar más puro, ya que, elimina la influencia de la convergencia proximal. Mientras, los valores entregados por el método de las heteroforias presentan una mayor relevancia clínica, porque es más cercano a la realidad visual de los pacientes<sup>(32)</sup>, razón por la cual se eligió este segundo método para el presente estudio.

Según el estudio de León et al<sup>(2)</sup>, un estudio que buscaba valores estándar en población colombiana, los valores “normales” para una heteroforia en visión cercana, en el 90% de los casos, va desde una exoforia de  $-8\Delta$  a una endoforia de  $+2\Delta$ . Si bien, en nuestro estudio tuvimos un rango que va de las  $-16\Delta$  a las  $+8\Delta$ , hay que considerar, que de incluir sólo a los sujetos considerados sanos, el rango se estrecha a resultados entre  $-8\Delta$  a  $+6\Delta$ . Para esto hay que tener en cuenta las características propias del individuo, como VF, anatomía y relación CA/A, por las que, valores fuera de rangos normales pueden ser considerados sanos.

En nuestro estudio, la edad promedio fue de  $20,99 \pm 2,48$  años con una moda de 20 años. Al analizar la prevalencia de IC según edad, se encuentra que la moda también es de 20 años, representando un 34,15% de los individuos con IC. Esto influye directamente en los resultados, ya que se sabe que en pacientes jóvenes la capacidad acomodativa es mayor y que va disminuyendo a medida que se avanza en edad <sup>(58)</sup>. A su vez entre los 10 y 29 años es el periodo donde se observa una mayor frecuencia de IC <sup>(60, 62)</sup>, porque es sabido que en este grupo etario es donde se tiene una mayor demanda en visión próxima por el hecho de estar en una etapa académica .

En nuestro estudio, porcentualmente la carrera que tuvo una mayor prevalencia de IC fue Educación Parvularia, con un 66,67%, mientras que la que obtuvo un menor porcentaje de sujetos con esta condición fue Enfermería con un 22%. Sin embargo al comparar los valores absolutos de todas las carreras encontramos que estos son cercanos entre sí, encontrando 3 individuos con IC en Tecnología Médica, siendo la que presenta un menor número de casos, y 7 individuos en Medicina y Psicología encabezando la lista. Esta diferencia entre los valores porcentuales y absolutos son debido a la representación ejercida por cada carrera en nuestra muestra, siendo recomendable realizar estudios individuales en cada carrera para obtener resultados más precisos. A su vez cabe señalar el rol que ejerce la mención de Oftalmología en Tecnología Médica, ya que varios de los sujetos que participaron en el estudio, de esta carrera, habían sido evaluados oftalmológicamente por parte de sus compañeros con anterioridad. En la vereda contraria se encuentran los casos de Psicología y Medicina, quienes pueden deber su mayor número de individuos con IC a la gran cantidad de lectura que realizan en sus estudios.

En nuestro estudio, encontramos 41 individuos con IC, esto sin considerar como criterio las molestias astenópicas. Sin embargo, de ellos un 75,61% presentaban síntomas asociados, siendo lo común dentro del cuadro clínico <sup>(59,60)</sup>. Por otro lado, de los pacientes con IC, hubo un 24,39% que no reportaron molestias. Esto puede ser debido a que las vergencias fusionales son suficientes para compensar su condición, evaden el trabajo en visión próxima, tienen alto umbral al disconfort visual o suprimen <sup>(7,59)</sup>. Por otro lado, del total de sujetos de nuestro estudio, un 41,51% presenta molestias astenópicas sin tener IC. Estas molestias pueden estar asociadas a la necesidad de prescripción de lentes (9 sujetos),

el síndrome de la visión de la computadora, mala higiene visual, ojo seco, otros desórdenes no estrábitos de la visión binocular, e incluso causas no oftalmológicas como fatiga o estrés<sup>(60)</sup>, a quienes se les enseñó técnicas de higiene visual.

A la pregunta “¿Hace cuánto fue su último control oftalmológico?”, 30 personas refirieron nunca haberse realizado alguno, o no recordaban haberlo hecho. Del total, sólo 50 personas se habían realizado un control oftalmológico hace 2 años o menos, de los cuales 38 usaban lentes. De todos los pacientes, cuyo último control fue hace más de 2 años o nunca, 23 de ellos fueron derivados para tratamiento ortóptico o prescripción de lentes. Esto demuestra la importancia de tener un control oftalmológico adecuado y la posible necesidad que la universidad cuente con un especialista oftalmológico en su Servicio Médico y Dental para los Alumnos (SEMDA).

Siendo este el primer estudio de salud visual realizado en estudiantes de la Universidad de Valparaíso, permite evidenciar que existe un inadecuado control oftalmológico por parte del alumnado. En base a lo mismo, es recomendable la realización de más investigaciones en esta misma línea ya sea buscando la prevalencia de IC a nivel global en la universidad, o la prevalencia de otras situaciones como son vicios de refracción, adhesión y éxito en el tratamiento ortóptico, ectasias corneales, entre otros; y además evaluar la posibilidad de implementar un box de atención oftalmológico en el SEMDA UV para tratar los problemas más comunes y pesquisar tempranamente patologías más complicadas para poder así derivar oportunamente.

Al finalizar la toma de muestra y analizar los datos se obtuvo que 43 de los individuos fueron derivados. De ellos, 10 sujetos, fueron derivados a prescripción de lentes; 29 a tratamiento ortóptico; y 4 a prescripción de lentes y tratamiento ortóptico. Ningún sujeto de prueba fue derivado a médico oftalmólogo.

Es recomendable realizar estudios de los valores normales de la relación CA/A, PPC y VFP en población chilena, ya que estos son valores influenciados por las mediciones antropométricas del rostro, por lo que, si bien hay estudios realizados en población latinoamericana con características en común con la población chilena, lo ideal es tener datos propios para que al realizar nuevos estudios la comparación sea la más adecuada.

Finalmente cabe mencionar que en este estudio nos encontramos con algunas limitancias que influyeron en el desarrollo del mismo. Entre ellas se encuentra la gran variedad de criterios para diagnosticar la IC entre los diferentes estudios, lo cual influye directamente en el rango tan extenso que existe respecto a su prevalencia y condiciona la posibilidad de comparar unos con otros. En nuestro caso, la mayor diferencia se dio al no utilizar la relación CA/A como criterio diagnóstico, ya que lo más importante es aliviar la sintomatología asociada a IC, independiente de este valor, por las implicancias académicas que podrían tener los estudiantes que presentaban IC.

## CAPÍTULO 8: CONCLUSIÓN

La IC es uno de los desórdenes no estrátricos más estudiados debido a su alta prevalencia y fuerte influencia en la calidad de vida de los pacientes que la tienen, que a la vez posee un excelente pronóstico si se realiza el tratamiento adecuado. Esta es sólo una de las tantas razones por las cuales la población general debería realizarse un chequeo oftalmológico periódicamente, lo que no está interiorizado en la cultura de la población universitaria y se evidenció en el presente estudio.

En los estudiantes de la Facultad de Medicina, de la Universidad de Valparaíso, casa central, matriculados en el año 2016, hubo una prevalencia de IC de un 38,68%, siendo bastante mayor a lo esperado según otros estudios realizados en población adulta y universitaria. Esta diferencia de prevalencia posiblemente se produjo, por la poca concordancia entre los criterios para el diagnóstico de IC. Lo cual, trae consigo un problema metodológico; haciendo que se vuelva inadecuado comparar las distintas investigaciones si no han utilizado criterios diagnósticos similares. Por lo mismo existe una amplia variabilidad en los valores de prevalencia de IC en la bibliografía disponible.

No se encontró una diferencia apreciable entre la prevalencia de IC en hombres (37,04%), respecto a la hallada en mujeres (39,24%). Así mismo se encontró que, porcentualmente, la carrera con mayor prevalencia de IC fue Educación Parvularia, sin embargo, al evaluar los valores absolutos entre las carreras, estas mostraron tener valores similares. La edad donde hubo un mayor número de sujetos con IC fue a los 20 años, coincidiendo igualmente con la moda en este estudio.

La necesidad de generar bases normativas en la población chilena para los diferentes parámetros, como PPC, relación CA/A, vergencias fusionales y magnitud de forias, es fundamental para poder realizar una mejor comparación en estudios futuros e incluso aplicarlos en la clínica al momento de diagnosticar IC, ya que la anatomía de los individuos influye en estos valores.

Este es el primer estudio enfocado a salud visual, realizado en estudiantes de la Universidad de Valparaíso, lo que permitió evidenciar que a pesar de presentar molestias oftalmológicas, en su mayoría, no acuden a un control ocular hace más de dos años, lo cual puede incluso influir directamente en su desempeño académico. Frente a esto la universidad podría generar programas de salud visual a cargo del SEMDA UV y campañas de promoción y prevención en salud a cargo de la carrera Tecnología Médica y su mención de oftalmología para prevenir de forma temprana esta y otras patologías oculares.

Finalmente cabe señalar, que una vez más se ha evidenciado la importancia que tiene el rol del tecnólogo médico en oftalmología, siendo un profesional con las competencias adecuadas para detectar de manera precoz enfermedades oculares graves y la resolución de otras más sencillas, protegiendo la salud visual de sus pacientes y ejerciendo su rol de extensión en promoción y prevención en salud.

## CAPÍTULO 9: BIBLIOGRAFÍA

1. Loera Cervantes. Comparación del efecto del tratamiento pasivo y activo en las habilidades visuales y en la sintomatología en casos de insuficiencia de convergencia. Universidad Autónoma de Aguascalientes.; 2015.
2. León Álvarez A, Medrano Muñoz SM, Márquez Galvis MM. Rangos de referencia de heteroforias y reservas fusionales entre los 6 y los 60 años de edad. *Cienc Tecnol para la Salud Vis y Ocul.* 2017;15(1):47.
3. Ferrero Rosanas Á. Adaptaciones sensoriales en alteraciones de la visión binocular. *Gac Óptica.* 2006;10-4.
4. Von Noorden, G. ; Campos E. *Binocular Vision and Ocular Motility.* 6 edición. Mosby, editor. 2002.
5. Piedad Molina M N, Mora Forero C. Insuficiencia de convergencia. *Cienc Tecnol para la Salud Vis Y Ocul.* 2010;8(2):91-102.
6. Carbonell Bonete S. Prevalencia y sintomatología de las disfunciones acomodativas y binoculares en la población universitaria. Tesis doctoral. Universidad de Alicante; 2014.
7. Santos LRH, Ruiz LVH, Castro LP, Sánchez TDJM, Oduardo MD, Arceo LI. Consideraciones actuales en la insuficiencia de convergencia. *Rev Cuba Oftalmol.* 2013;26(2):642-52.
8. Porcar E. Prevalence of General Binocular Dysfunctions in a Population Of University Students. *Optom Vis Sci.* 1997;74:111-3.
9. Valdecabres M. Insuficiencia de convergencia y déficit de atención a propósito de un caso. *Gac Óptica.* 2008;430:18-22.
10. Bibiana S, Helena Y. Relación entre el sistema de acomodación , el sistema de vergencias y los problemas de lecto-escritura en los niños de segundo a cuarto de primaria de un colegio de Bogotá. *Nova.* 2007;5(7):57-64.
11. Barria, F; Serrano, D; Varia f. Programa De Defectos Refractivos En Escolares De Chile, dependiente de la Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas. [Internet]. 2014 [citado 15 de septiembre de 2016]. Disponible en: <https://vision2020la.wordpress.com/2014/04/30/programa-de-defectos-refractivos-en-escolares-de-chile-dependiente-de-la-junta-nacional-de-auxilio-escolar-y-becas-2/>
12. Testut, L ; Latarjet A. *Compendio de Anatomía Descriptiva.* 9ª ed. Barcelona, España: Masson; 2004.
13. Félix Alañón Fernández, Joaquín Fernández Pérez SFL. *Oftalmología en atención primaria.* 2ª ed. Formación Alcalá, S.L.; 2011. 368 pgs.
14. Paul L. Kaufman AA. *Adler fisiología del ojo: aplicación clínica.* Elsevier. España;

2003. 906 paginas.

15. Coat, D ; Olitsky S. Strabismus Surgery and its Complications. Springer. Berlin; 2007. 312 paginas.
16. Smith, M; Kincaid, M; West C. Los Requisitos en Oftalmología: Ciencias básicas, refracción y anatomía patológica. Elsevier S. España; 2003. 185 paginas.
17. Villar F. Atlas De Anatomía Ocular. Instituto. 2001. 147 páginas.
18. Perea J. Estrabismos. Artes Gráf. España; 2008. 796 páginas.
19. Shahidi, A. ; Sampson, G.; Pritchard, N. ; Efron N. Exploring retinal and functional markers of diabetic neuropathy. Clin Exp Optom. 2010;93:309–323 páginas.
20. Puell M. Óptica Fisiológica: El sistema óptico del ojo y la visión binocular. Universida. España; 307 páginas.
21. Martín R. Manual de Optometría. Editorial. 2011. 718 páginas.
22. Ahuja L. Manual of Squint. Jaypee Bro. India; 2008. 221 páginas.
23. Alvarez, J. ; Tapias M. Generalidades sobre la visión binocular. :1–14.
24. Gutiérrez O. Ortoptica. Editorial. La Habana; 2006. 113 páginas.
25. Kanski J. Oftalmología clínica. 7ª ed. Elsevier, editor. España; 2012. 920 páginas.
26. Garner, L. ; Yap M. Changes in ocular dimensions and refraction with accommodation. Ophthalmic Physiol Opt. 1997;17(1):12–17 páginas.
27. Leiro J, Facal S, Benozzi G, Pérez C, Orman B, Benozzi J. La ultrabiomicroscopía en la acomodación. 2014;78(1):13–21.
28. Swartz TS, Rocha KM, Jackson M, Ma DHK, Goldberg D, Hipsley AM. Restoration of accommodation: New perspectives. Arq Bras Oftalmol. 2014;77(1):4–6.
29. Sánchez A, Arines A. Anomalías monoculares de la visión. España: UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA; 2015. p. 148 páginas.
30. Bermúdez, J; Rozo, L. ; Medrano S; Álvarez, Aeón A. Valores normales de amplitud de acomodación mediante una técnica objetiva en personas emétopes de 35 a 40 años de edad de la Clínica de Optometría de la Universidad de La Salle. 2013;11:31–8.
31. Marcet A. Acomodación y Presbicie. Óptica fisiológica Tema V Acomodación. 2009;12 páginas.
32. Prieto- Díaz, J.; Souza-Díaz C. Estrabismo. Ediciones. Argentina; 2005. 571 página.
33. Lang J. Estrabismo: Diagnóstico-Formas clínicas- Tratamiento. Editorial. Argentina; 138 páginas.

34. León, A.; Estrada J., Barbosa, S.; Galindo W. Modificación de la relación acomodación por convergencia acomodativa ( AC/A ), en respuesta a diferentes lentes estímulo. *Cienc Tecnol para la Salud Vis y Ocul.* 2011;9(1):73–80.
35. Álvarez L, Augusto C. Relación entre el a/ca medido con el método del gradiente y el de las heteroforias en pereira. *Investig Andin.* 2008;10(16):32–43 páginas.
36. Scheiman M. *Clinical Management Of Binocular Vision.* 2a Edición. Wilkins LWA, editor. Philadelphia; 2002 p.
37. Hart Jackson J.; Kyle A. The Gradient Ac/A Ratio: What's Really Normal? *Am Orthopt J.* 2004;54(1):125–132 páginas.
38. Álvarez, T. ; Tápias M. Relación Convergencia - Acomodación. 2008;(C):1–19.
39. Peña L. *Manual de Oftalmología.* Editorial. Chile; 2002. 171 páginas.
40. Wright, K.; Spiegel P. *Los requisitos en Oftalmología: Oftalmología pediátrica y estrabismo.* Harcourt, editor. España; 2003. 315 páginas.
41. Bartuccio M. The treatment of convergence insufficiency - A historical overview of the literature. *J Behav Optom.* 2009;20:7–11.
42. CITT, Scheiman M, Mitchell GL, Cotter S, Kulp MT, Chase C, et al. Convergence Insufficiency Treatment Trial – Attention and Reading Trial (CITT-ART): Design and Methods. *Vis Dev Rehabil.* 2015;2(2):214–28.
43. Group C, Scheiman M. The Convergence Insufficiency Treatment Trial: Design, Methods and Baseline Data. *Ophthalmic Epidemiol J.* 2008;15(1):24–36.
44. Lavrich J. Convergence insufficiency and its current treatment. *Curr Opin Ophthalmol.* 2010;21(5):356–360 páginas.
45. Cacho-Martínez P, García-Muñoz Á, Ruiz-Cantero MT. Do we really know the prevalence of accommodative and nonstrabismic binocular dysfunctions? *J Optom.* 2010;3(4):185–97.
46. Cooper J, Jamal N. Convergence insufficiency-a major review. *Optometry.* 2012;83(4).
47. Scheiman M, Gallaway M, Coulter R, Reinstein F, Ciner E, Herzberg C, et al. Prevalence of vision and ocular disease conditions in a clinical pediatric population. *J Am Optom Assoc.* 1996;67(4):193–202.
48. Rouse MW, Borsting E, Hyman L, Hussein M, Cotter SA, Flynn M, Scheiman M, Gallaway M DLP. Frequency of convergence insufficiency among fifth and sixth graders. The Convergence Insufficiency and Reading Study (CIRS) group. *Optom Vis Sci.* 1999;76(9):643–9.

49. Jiménez, R.; Lázaro, J.; Perez M. ANÁLISIS DE LA PREVALENCIA DE INSUFICIENCIA DE CONVERGENCIA EN ESCOLARES SEGÚN DIFERENTES CRITERIOS DE DIAGNÓSTICO. Departamento de Óptica. Facultad de Ciencias. 2014.
50. Lee Chen D. Treatment of convergence insufficiency: a review. *Calif Optom.* 2013;(august):47–52.
51. Adler P. Efficacy of treatment for convergence insufficiency using vision therapy. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2002;22(565–571 páginas).
52. Scheiman, M.; Gallaway M. Long-Term Effectiveness of Treatments for Symptomatic Convergence Insufficiency in Children. 2009;86(9):1096–103.
53. Chaman, J.; Guest D. Vision and the Visual Display Unit. A Review. *Aust J Optom.* 1983;66(4):125–37.
54. Chacon A. Efectividad del tratamiento ortóptico de insuficiencia de convergencia realizado a pacientes entre 6 y 12 años del IIO entre enero y octubre del 2007. UNIVERSIDAD DE LA SALLE FACULTAD; 2008.
55. Rouse M, Borsting E, Hyman L HM. Frequency of Convergence Insufficiency in Optometry Clinic Settings. *Optom Vis Sci.* 1998;75(2):88–96 páginas.
56. Cacho-Martínez P, García-Muñoz Á, Ruiz-Cantero MT. Is there any evidence for the validity of diagnostic criteria used for accommodative and nonstrabismic binocular dysfunctions? *J Optom.* 2014;7(1):2–21.
57. American Optometric Association. Accommodative and Vergence Dysfunction. 2011. 1-107 p.
58. León A, Medrano SM, Márquez MM, Núñez SM. Disfunciones no estrábicas de la visión binocular entre los 5 y los 19 años. *Cienc y Tecnol para la Salud Vis y Ocul.* 2016;14(2):13–24.
59. Momeni-Moghaddam H, Kundart J, Azimi A, Hassanyani F. The effectiveness of home-based pencil push-up therapy versus office-based therapy for the treatment of symptomatic convergence insufficiency in young adults. *Middle East Afr J Ophthalmol.* 2015;22(1):97.
60. Lalama G. Terapia visual computarizada para pacientes con insuficiencia de convergencia. Pontificia Universidad Católica del Ecuador; 2006.
61. S. A. Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabasco.* 2005;11(1–2):333–8.
62. Wajuihian SO, Hansraj R. A review of non-strabismic accommodative-vergence anomalies in school-age children. Part 1: Vergence anomalies. *African Vis Eye Heal.*

2015;74(1):1–10.

63. Westman M, Liinamaa MJ. Relief of asthenopic symptoms with orthoptic exercises in convergence insufficiency is achieved in both adults and children. *J Optom.* 2012;5(2):62–7.
64. Pérez, M.; Villarroel, R.; , Escribar A. *Bioética. Fundamentos y dimensión práctica.* 48th ed. Mediterraneo, editor. Santiago; 2004. 410 p.
65. Borsting, E.; Rouse, M. ; Deland, PN.; Hovett, S. ; Kimura, D.; Park, M. ; Stephens B. Association of symptoms and convergence and accommodative insufficiency in school-age children. *Optometry.* 2003;74(1):25–34 páginas.
66. Gómez, L.; Menchaca J. Relación ac/a calculado y método gradiente con diferentes lentes esféricas. *Imagen Óptica.* 2016;18:36–9.

## CAPÍTULO 10: ANEXOS

### 11.1 ANEXO 1: LISTA DE FOLIOS

Folio	Nombre	Teléfono	Mail
1	Ej: Juana Pérez Rojas	912345678	<a href="mailto:juana@ejemplo.cl">juana@ejemplo.cl</a>
2	Ej: Juan Peres Rojas	912345679	<a href="mailto:juan@ejemplo.cl">juan@ejemplo.cl</a>
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			

## 11.2 ANEXO 2: HOJA DE DATOS

### Hoja de Datos

Folio	
-------	--

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Carrera: \_\_\_\_\_

**Anamnesis:**

Usa lentes [ LO / LC ] \_\_\_\_\_

Molestias astenópicas:  Cefalea frontal  Diplopia  Irritación ocular  Escoror ocular

Cansancio ocular  Sensación de ojo seco  Visión borrosa Otra: \_\_\_\_\_

Colirios \_\_\_\_\_ Último control oftalmológico: \_\_\_\_\_

Ant. de estrabismo: \_\_\_\_\_

Otros Antecedentes:

<b>Lensometría:</b>	OD	esf	cil	°
	OI	esf	cil	°

<b>AV:</b>	SC	CC	CAE	<b>Distancia Interpupilar:</b>
OD				PL: _____ PC: _____
OI				

<b>Cover Test:</b>	PL	SC		<b>Δ Cover Test:</b>	PL	SC	
		CC				CC	
	PC	SC			PC	SC	
		CC				CC	

**Vergencias Fusionales:**

PL:	
PC:	

**Convergencia:** \_\_\_\_\_ **PPC:** \_\_\_\_\_

<b>Indicaciones:</b>	<b>Observaciones:</b>
Sin indicación	
Tratamiento ortóptico	
Lentes	
Derivación	

<b>Examinador:</b>	Nicool Muñoz Ferrus
	Froilán Silva Sandoval

\_\_\_\_\_  
TM Verificador



## 11.4 ANEXO 4: AFICHE



Invitamos a nuestros compañeros de la FAMED-UV  
a participar de un:

# ¡Chequeo Oftalmológico Gratis!

Para nuestra tesis llamada *“Prevalencia de insuficiencia de convergencia en estudiantes de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso, campus casa central, matriculados en el año 2016”*

**Requisitos:**

- Haber sido alumno regular el año 2016
- Si usa lentes, llevarlos

**Lugar:**

Sala 8.7 (Edificio R-2)  
Laboratorio de Oftalmología

Contacto y dudas:

[prevalenciaic@gmail.com](mailto:prevalenciaic@gmail.com)



Tesistas  
Nicol Muñoz – Froilán Silva  
Estudiantes Tecnología Médica UV



## 11.5 CONSENTIMIENTO INFORMADO



### ACTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO Participante Estudiante de Universidad de Valparaíso

Yo,.....,C.I....., DECLARO que la investigadora principal, tecnólogo médico Franchesca Karina Vásquez Muñoz, junto con los Tecnólogos Médicos Fernanda Katherine Beltrán Muñoz y Daniel Enrique González Palma, así como los estudiantes tesistas Nicool Catherine Muñoz Ferrus y Froilán Ignacio Silva Sandoval de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso, me han informado en forma completa en qué consiste la investigación "Prevalencia de Insuficiencia de Convergencia en Estudiantes de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso, Casa Central, matriculados en el año 2016", que llevarán a cabo en el Laboratorio de Oftalmología de la Facultad de Medicina, ubicado en Angamos 655, Reñaca, Viña del Mar. He leído completamente la información proporcionada en este documento acerca de mi participación. Me han informado y explicado cuáles son los procedimientos del estudio a los que seré sometido(a) y en qué consistirá mi participación. Entiendo que se me realizará una anamnesis, una refracción objetiva, se medirá mi agudeza visual, y si uso lentes ópticos se medirá la graduación de estos. Posteriormente, se me realizará una prueba de *cover test* para cerca y para lejos, que sirve para evaluar si existe alguna desviación ocular. Si se presenta algún tipo de desviación, se medirá con el examen *prisma cover test alternante*. Luego, se medirá mi punto próximo de convergencia y la amplitud de fusión en convergencia y divergencia para visión lejana y cercana. He tenido la oportunidad de hacer preguntas y aclarar todas mis dudas con la investigador(a). Entiendo que poseo el derecho de revocar mi consentimiento sin que esta decisión pueda ocasionarme algún perjuicio.

De acuerdo a lo declarado por mí en este documento, firmo aceptando voluntariamente mi participación en esta investigación. Recibo una copia completa de este documento.

\_\_\_\_\_  
Nombre y Firma Participante

C.I.:

Fecha:

\_\_\_\_\_  
Nombre y Firma Investigadora Responsable

C.I.:

Fecha:

\_\_\_\_\_  
Nombre y Firma Director Escuela Tecnología Médica

Viña del Mar,.....de..... de 2017





C. Caja de 22 prismas LuneauOphtalmologie



D. Barra de prismas LuneauOphtalmologie

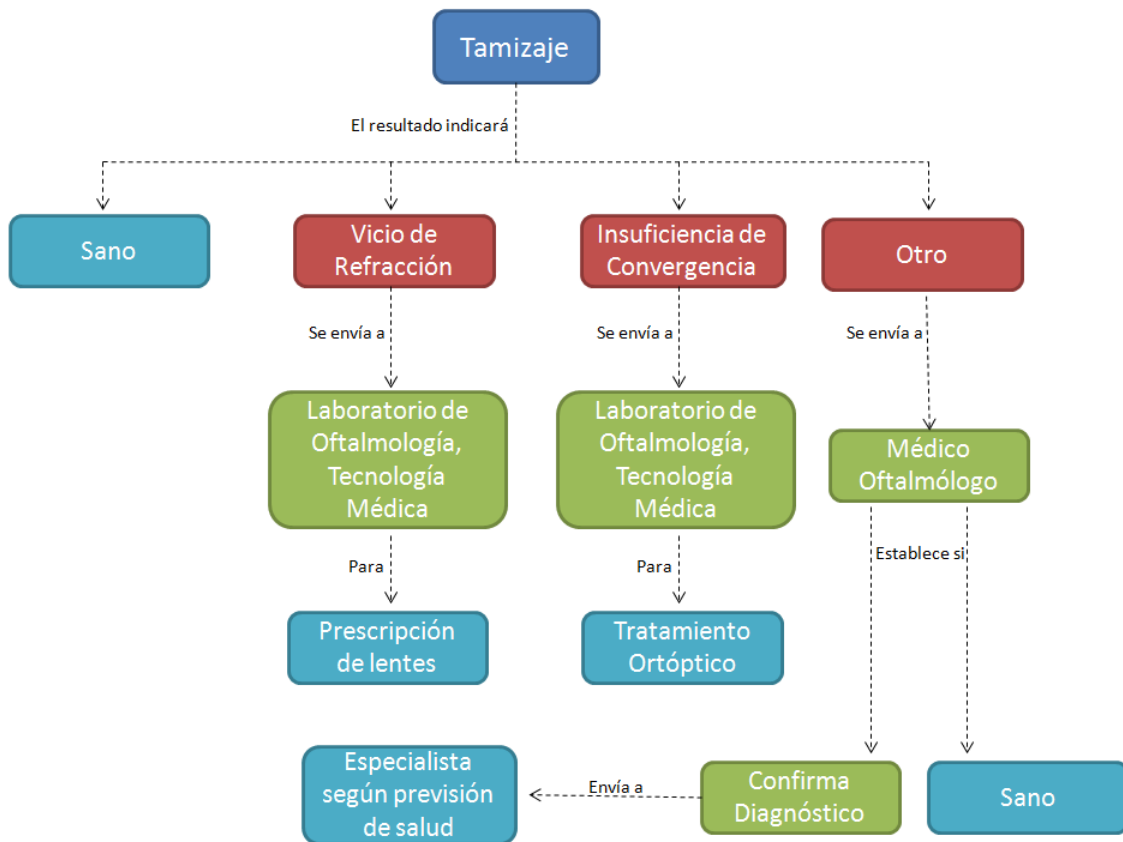


E. Ocluser y Agujero Estenopeico

⊗	<b>E</b>	1
⊗	<b>F P</b>	2
⊗	<b>T O Z</b>	3
⊗	<b>P L E D</b>	4
⊗	<b>C F P D E</b>	5
⊗	<b>F E D C P Z</b>	6
⊗	<b>L D P Z F E C</b>	7
⊗	<b>D T F O E C L P</b>	8
⊗	<b>T E L O Z D O F</b>	9
⊗	<b>P B L T C B O</b>	10
⊗	<b>. . . . .</b>	11

F. Cartilla de Snellen

## 11.7 ANEXO 7: CANAL DE DERIVACIÓN



## 11.8 ANEXO 8: CONSIDERACIONES ÉTICAS

La presente investigación se basará en el informe Belmont (abril 1979) , el cual fue creado por el Departamento de Salud, Educación y Bienestar de los Estados Unidos, el cual se titula “ Principios éticos y pautas para la protección de los sujetos humanos de investigación”. Este informe propuso como principios fundamentales en la investigación en seres humanos: el respeto a las personas, el principio de beneficencia y el de justicia.

Los tres principios éticos fundamentales son:

### **1. Respeto a las personas:**

El respeto a la autonomía, en estudios de investigación que involucren a seres humanos, se debe respetar este principio por medio del uso del consentimiento informado, en el cual se debe entregar toda la información posible de forma clara y sencilla de comprender. Pudiendo así el sujeto elegir de forma libre y con los conocimientos adecuados.

En nuestra investigación a todos los voluntarios se les entregó e invitó a leer el consentimiento informado, además de resolver todas las dudas que surgían, las cuales fueron respondidas por el TM Daniel González y los tesistas. Por otro lado el sujeto era libre de optar por no participar en el estudio o retirarse de él cuando lo desee sin que haya perjuicio alguno al respecto.

### **2. Búsqueda del bien**

Se refiere a la obligación ética de lograr los máximos beneficios y reducir al mínimo el daño y la equivocación. En este ítem cobran especial relevancia los principios de beneficencia y no-maleficencia (no causar daño).

En esta investigación todos los procedimientos realizados fueron indoloros y no invasivos, resultando totalmente inocuos para los pacientes. Además en todo momento se protegieron sus derechos, cumpliendo en todo momento la Ley 20.584 de derechos y deberes de los pacientes, cuidando en todo momento tanto su bienestar físico como psicológico, manteniendo el buen trato y evitando todo procedimiento que pudiera ser perjudicial para los voluntarios.

### **3. Justicia**

Se refiere a la obligación ética de tratar a las personas de acuerdo a lo que es moralmente correcto y apropiado, de dar a cada persona lo que corresponde, esto quiere decir que se exige la distribución equitativa tanto de los costos como de los beneficios de la investigación.

En nuestro estudio esto se cumplió ya que todos los pacientes fueron tratados con equidad, todos los voluntarios que desearon participar de la investigación fueron evaluados, se usaron los mismos recursos e insumos para todos, y los beneficios fueron equitativos entre los participantes y los investigadores.



