



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA

UNAN - MANAGUA

Trabajo monográfico para optar al título de licenciatura en Optometría médica

“Variación del estado binocular y película lagrimal en estudiantes de cuarto y quinto año de la carrera de Optometría médica, sometidos al uso de smartphone durante los meses de enero-marzo del 2020”

Autores: Br. Jeffry Duval López Muñoz.

Br. Guiselle Ivania Sandino Betanco.

Tutor científico: Dra. Fabrina Anyelit Aburto Garcés.

Asesor metodológico: Lic. Manuel Salvador Pérez Arriola.

Managua, agosto 2020.

Dedicatoria

A Dios, el creador del universo y dador de la vida, quien por su gracia nos ha dado sabiduría para culminar con éxito nuestra carrera universitaria.

A nuestros padres, que con su apoyo incondicional, amor y motivación nos alientan a seguir en pos de nuestros objetivos.

A nuestros docentes, por compartir sus conocimientos profesionales en Optometría a lo largo de la carrera, los cuales nos inspiraron a ser mejores profesionales en salud.

Agradecemos y reconocemos el apoyo brindado por nuestro tutor científico, Dra. Fabrina Anyelit Aburto Garcés y el asesor metodológico Lic. Manuel Salvador Pérez Arriola; quienes con su paciencia y conocimiento nos han llevado de la mano en este proceso investigativo.

Agradecimiento

Primordialmente a Dios, por su misericordia e infinito amor, por darnos fuerza y sabiduría en la dedicación de este proyecto investigativo, porque él ha sido nuestro proveedor y sustentador de nuestras vidas.

A nuestros padres, por su apoyo moral y económico desde el inicio de nuestra carrera, por cada consejo, por su sacrificio y oraciones que nos empujan a no rendirnos.

A cada docente que participó en nuestra formación académica y en carácter de ser un excelente profesional de la salud, por su humanidad y ejemplos de superación.

A amigos y familiares que nos alentaron a seguir adelante y no desmayar, por su sincera amistad y apoyo en el transcurso de esta carrera.

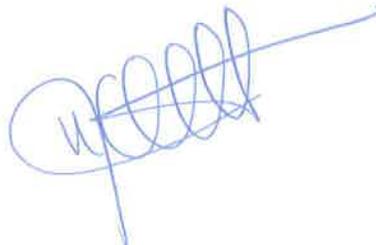
A cada uno de los estudiantes que fueron partícipe en nuestro estudio, ya que sin ellos no hubiese sido posible este sueño.

¡A TODOS LE AGRADECEMOS Y QUE DIOS LES BENDIGA!

OPINION DEL TUTOR

Por medio de la presente hago constar que como tutor he revisado y valorado la monografía de los bachilleres: Jeffry Duval López Muñoz y Guiselle Ivania Sandino Betanco sobre **“Variación del estado binocular y película lagrimal en estudiantes de cuarto y quinto año de la carrera de Optometría médica, sometidos al uso de Smartphone durante los meses de enero-marzo del 2020”**. Esta investigación cumple con todos los requerimientos y calidad científica para su defensa monográfica.

Considero que este trabajo es de gran relevancia ya que con la aparición de las nuevas tecnologías, el teléfono celular inteligente se ha convertido en una herramienta indispensable ya que nos permite realizar innumerables funciones que facilitan el trabajo y por ende es uno de los instrumentos más usado por la población. De manera que resulta importante identificar los cambios que producen estos teléfonos en el sistema visual según las horas de uso, con el fin de obtener información científica que permitan tomar acciones futuras.



Dra. Fabrina Anyelit Aburto Garcés
Especialista en Oftalmología
Msc. Docencia Universitaria
Profesor Titular
Carrera de Optometría Médica
UNAN- Managua

OPINION DEL ASESOR METODOLÓGICO

Por este medio, hago constar que el trabajo monográfico *“Variación del estado binocular y película lagrimal en estudiantes del cuarto y quinto año de la Carrera de Optometría Médica, Sometidos al uso de Smartphone, durante los meses de enero – marzo del 2020”*, elaborada por las **Br. Jeffry Duval López Muñoz y la Br. Guiselle Ivania Sandino Betanco**, tiene la coherencia metodológica y científica para su defensa monográfica.

De igual manera este estudio tiene una alta importancia para investigación al campo de la optometría clínica y experimental, ya que demuestra los efectos que generan el uso de estos dispositivos a la salud visual de las personas.

Se extiende la presente constancia, en la ciudad de Managua a los 27 días del mes de agosto del año 2020.

Atentamente.



Lic. Manuel Pérez
Maestrante en Métodos de Investigación Científica
Docente Facultad de Ciencias Médicas
UNAN - Managua

Resumen

El presente trabajo contiene un análisis de la variación del estado binocular y película lagrimal en estudiantes de cuarto y quinto año de la carrera de Optometría médica, sometido al uso de smartphone durante los meses de enero-marzo del 2020. En ella se describe las características sociodemográficas de la población, evaluación clínica del estado binocular y película lagrimal antes y después al uso de smartphone, así como la relación entre el tiempo de uso del smartphone con los resultados de las pruebas obtenidas.

La investigación se realizó en un enfoque cuantitativo, tipo experimental y según la secuencia de los hechos longitudinal, en 32 estudiantes, estratificada aleatoriamente en cuatro grupos controles de 0 minuto, 15 minutos, 30 minutos y 45 minutos de uso smartphone, valorando el estado binocular y película lagrimal antes y después de uso smartphone, excepto el grupo de 0 minuto. Se realizó análisis descriptivos, correlación de Pearson y análisis inferencial con un modelo DCA unifactorial de las variables dependiente.

Los resultados demuestran que los valores antes y después de uso smartphone en la amplitud de acomodación, flexibilidad acomodativa binocular, reservas fusionales y BUT se encontraban por debajo de los rangos normales; también se evidenció una dependencia significativa entre el tiempo con la amplitud de acomodación, retardo acomodativo, frecuencia de parpadeo y BUT. Por último, se constató una variación significativa de 2.50 D en la amplitud de acomodación entre los grupos de 30 y 45 minutos con los grupos de 0 y 15 minutos; y una varianza significativa de 2 segundos en el BUT de los grupos expuestos en comparación al no expuesto.

Palabras claves: Estado binocular, película lagrimal, smartphone, variación.

Índice

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento	ii
Resumen	iii
1. Introducción	1
2. Antecedentes	2
3. Justificación.....	5
4. Planteamiento del problema	6
5. Objetivos	7
5.1 Objetivo General.....	7
5.2 Objetivos específicos	7
6. Marco Teórico.....	8
6.1 Smartphone	8
6.1.1 Generalidades	8
6.1.2 Factores Ergonómicos visuales al uso de smartphone	9
6.1.3 Smartphone – Visión.....	10
6.2 Evaluación Binocular.....	13
6.2.1 Componentes Acomodativos.....	13
6.2.2 Componentes Vergenciales	17
6.3 Evaluación de la Película Lagrimal	25
6.3.1 Anatomía y Fisiología de la película lagrimal	25
6.3.2 Pruebas especiales para valoración de la Película lagrimal	27
6.3.3 Evaluación del volumen lagrimal	29
7. Hipótesis.....	31
8. Diseño metodológico.....	32
8.1 Tipo de estudio.....	32
8.2 Área de estudio	32
8.3 Universo y muestra	32
8.4 Definición y Operacionalización de variables	37
8.5 Instrumentos y técnicas de recolección de datos	39
8.5.1 Técnica de recolección de datos.....	39

8.6	Procedimiento para recolección de datos e información	41
8.7	Plan de tabulación y análisis	44
8.8	Consideraciones éticas	46
9.	Resultados	48
10.	Discusión de resultados	61
11.	Conclusiones.....	66
12.	Recomendaciones	67
13.	Referencias bibliográficas	68
14.	ANEXOS	72
	ANEXO 1: Consentimiento informado	73
	ANEXO 2: Ficha clínica.....	75
	ANEXO 3: Cronograma de actividades.....	76
	ANEXO 4: Presupuesto	77
	ANEXO 5: Tablas.....	78
	ANEXO 6: Gráficos.....	88

1. Introducción

Los smartphone (teléfonos inteligentes en español) son dispositivos móviles que disponen de un sistema operativo propio, capaz de realizar tareas y funciones similares a los ejecutados por los ordenadores. Se estima actualmente a nivel mundial más de dos mil millones de usuarios activos de smartphone, siendo una de las herramientas digitales de uso diario de la humanidad contemporánea (Statista Research Department, 2017).

Según El nuevo diario, (2018). “En Nicaragua hay 8.3 millones de teléfonos celulares en funcionamiento, de los cuales 2.9 millones son smartphone” siendo los jóvenes los usuarios más activos de teléfonos inteligentes, con un tiempo promedio de uso de dos horas constante, expuestos a padecer síntomas visuales; a como lo expone el artículo “Síndrome del ordenador o síndrome visual informático” publicado por la Organización *Orden Hospitalaria de San Juan de Dios de España* (s.f), donde señala que la exposición a pantalla de teléfono inteligente u otro tipo de dispositivo digital no causan daños permanentes en los ojos, pero si fatiga visual.

Por consiguiente, analizar la influencia del uso de smartphone sobre el sistema visual de los estudiantes en estudio es trascendental, puesto que dará lugar a la búsqueda de acciones que disminuyan las posibles alteraciones visuales por el uso de este. Por dicha razón, el presente estudio de investigación pretende analizar las variaciones del estado binocular y película lagrimal en estudiantes de cuarto y quinto año de la carrera de Optometría médica, sometidos al uso de smartphone en los meses de enero-marzo, siendo una investigación experimental de causa-efecto, para lo cual se realizaron pruebas para valorar la función acomodativa, vergencial y película lagrimal.

2. Antecedentes

A continuación se presenta brevemente una recopilación de estudios relacionados con el uso de smartphone y su influencia en la salud visual en algunos lugares del mundo.

2.1 Antecedentes internacionales

Ahn, et al (2016). Realizaron el estudio “Association between exposure to smartphones and ocular health in adolescents”, implementando una encuesta estructurada a 715 adolescentes de tres ciudades de Corea sobre los síntomas que manifestaban al usar sus móviles. Los resultados exponen que las tasas de prevalencia más altas de síntomas oculares se presentan en grupos con mayor exposición a teléfonos inteligentes ($p < 0.05$). El uso diario más prolongado de teléfonos inteligentes se asoció con una mayor probabilidad de tener múltiples síntomas oculares.

Bautista (2016). para optar al título de máster en rehabilitación visual desarrollo la investigación “Variación de la respuesta y flexibilidad acomodativa en sujetos sometidos al uso de dispositivos electrónicos por un período de dos horas”, cuyo objetivo era evaluar la variación en la respuesta acomodativa en sujetos que utilizan computadoras o dispositivos electrónicos por un espacio de dos horas constante. Los resultados revelan que el lag acomodativo es la única prueba que toma importancia estadística. Clínicamente se observan variaciones en la acomodación al exponer los sujetos por dos horas continuas.

Chang-Man, Sung-Jun, & Young-Hyun (2017) en el estudio titulado “Effects of visual fatigue caused by smartphones on balance function in healthy adults” tenía como propósito determinar los efectos de la fatiga visual causada por el teléfono inteligente. En los resultados hubo diferencias significativas entre la dinámica estabilidad postural, el límite de estabilidad

estático y dinámico, y el límite de estabilidad estático mostraron que la fatiga visual causada por el uso del teléfono inteligente tiene un efecto negativo en la función de equilibrio.

Asper, Chidi-Egboka, Goleniowski, Harrison & Lee (2019), llevaron a cabo una estudio titulado “Smartphone use and affects on tear film, blinking and binocular vision” en el cual se examinó los efectos de la lectura de 60 minutos en un smartphone sobre los síntomas oculares, la visión binocular, la función lagrimal, el parpadeo y la distancia de trabajo. Los resultados señalan que la flexibilidad de acomodación binocular disminuyó de una mediana de 11.3 ciclos / min antes de la tarea a 7.8 (2.5) ciclos / min después de la tarea. No hubo cambios en NIBUT, la capa de lípidos o la altura del menisco lagrimal. La tasa de parpadeo total aumentó gradualmente con el tiempo, pero esta tendencia no fue significativa. Un mayor aumento de parpadeos incompletos durante 60 minutos de lectura se asoció con un empeoramiento de la puntuación general de los síntomas de la superficie ocular y del ítem de cansancio. Los síntomas de fatiga visual y los síntomas de la superficie ocular aumentaron después del uso de smartphone, justificando que el uso extendido de smartphone parece tener implicaciones importantes para la salud de la superficie ocular y la función binocular.

2.2 Antecedentes Nacional

García, Muñoz, & Obando (2018), para optar al título de licenciatura en Optometría médica, realizaron el estudio “Alteraciones refractivas y oculares asociada al uso del computador en los docentes de planta de áreas básicas, de la Carrera de Medicina de la UNAN-Managua, durante el periodo de enero a febrero 2018”, cuyo objetivo era analizar las alteraciones refractivas y oculares asociadas al uso de computador en una muestra comprendida por 40 docentes a los cuales se le aplicó cuestionario y examen clínico. Las conclusiones señalan que el 42.5 % de los docentes usaban el ordenador de 4-8 horas diarias.

La distancia (ojo-monitor) que se presentaba con mayor frecuencia es menor a 50 cm con el 50% de brillo de la pantalla. El síntoma que se presentó con mayor frecuencia fue enrojecimiento y ardor ocular. El error refractivo más frecuente fue astigmatismo con 27.5%.

Mendoza & Miranda (2019), para optar a la licenciatura en Optometría médica realizaron la investigación “Factores de riesgo asociados al desarrollo del Síndrome Visual Informático en estudiantes 3º, 4º y 5º año de la Carrera de Ingeniería en Sistemas de la Información de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua Abril-Mayo del año 2019”. El objetivo era definir los factores asociados al desarrollo de dicho síndrome. La muestra estaba conformada por 69 estudiantes. Las principales conclusiones fueron: la prevalencia del Síndrome Visual Informático (SVI) es del 88%, en relación a la severidad 6% muy severo. Las variables que mostraron un valor estadísticamente significativo con el SVI fueron el año académico, el error refractivo, las reservas fusionales negativas en visión lejana y la estabilidad de la película lagrimal. Los síntomas predominantes fueron: cefalea, ardor y deslumbramiento con 88% y 87% respectivamente.

Bermudez & Rodriguez (2019), Para optar a la licenciatura en Optometría médica realizaron la investigación “Uso de pantallas smartphones y sus efectos en la acomodación visual de las estudiantes becadas internas del recinto universitario Rubén Darío de la UNAN-Managua, en el periodo de Julio a Septiembre 2019”, cuyo propósito fue determinar los efectos que generan el uso de pantallas smartphones en la acomodación visual; donde se evaluó la función acomodativa en 175 estudiantes. Se determinó que el nivel de brillo del celular de noche influye significativamente en el retardo acomodativo (MEM), así como el tiempo de exposición visual en la flexibilidad de acomodación en VL y distancia de lectura en flexibilidad de acomodación en VL y retardo acomodativo.

3. Justificación

Los smartphone se han transformado en una de las herramientas tecnológicas de mayor demanda y uso. Como consecuencia de su manipulación constante Gasco, Pinar, Puell, & Gonzalez (2018), afirman que leer más de 20 minutos en un smartphone empeora nueve de diez síntomas oculares y visuales, e incremento de las demandas de acomodación y vergencias. Así mismo, Chimbo (2019) alude la presencia de síntomas de ojo seco vinculado al uso prolongado de dispositivos móviles. De igual modo, Asper et al (2019) destaca una asociación entre el parpadeo y síntomas de la superficie ocular posterior al uso smartphone.

Un estudio en Lima, Perú señala que por su fácil portabilidad y acceso a internet los dispositivos móviles como el smartphone permiten a los estudiantes universitarios consumir información y tener la posibilidad de aprender desde cualquier lugar, siendo una herramienta educativa indispensable (Saussure, 2016).

En base a lo anterior, se determinó analizar las posibles variaciones del estado binocular y película lagrimal de los estudiantes de cuarto y quinto año de la carrera de Optometría médica al exponerse al uso constante de smartphone, al ser parte de la población más vulnerable debido a sus hábitos culturales, sociales y educativos; siendo ellos los principales beneficiarios con una atención optométrica completa y recomendaciones ergonómicas visuales para el uso de smartphone.

A nivel institucional permitirá brindar información científica sobre la relación smartphone – visión que ayuden el campo médico y optométrico a brindar opciones de uso del smartphone y prevenir posibles alteraciones visuales, aportando fuentes teóricas de investigación.

4. Planteamiento del problema

A consecuencia del desarrollo e innovación de los smartphome, el uso de los mismos se ha transformado en algo indispensable para el desempeño de múltiples actividades que se le demanda al ser humano en la sociedad actual. La utilización excesiva y prolongada de los smartphome puede desencadenar una amplia gama de complicaciones ergonómicas y oculares; es por ello, que algunas investigaciones biomédicas se han dedicado a la búsqueda de la relación entre los frecuentes síntomas visuales y oculares que refiere la población por el uso constante de smartphome (Coles, Sulley, & Young, 2015).

En el caso de los estudiantes universitarios, los teléfonos inteligentes, desempeñan una función importante en los aspectos académicos y comunicativos, por la demanda de la manipulación del smartphome, manifestando síntomas visuales y oculares recurrentes que afectan la calidad visual de los usuarios. A partir de la problemática antes expuesta, se plantea la siguiente pregunta de investigación del estudio:

¿Existe alguna variación del estado binocular y película lagrimal en estudiantes de cuarto y quinto año de la carrera de Optometría médica al ser sometidos al uso de smartphome durante los meses de enero-marzo del 2020?

5. Objetivos

5.1 Objetivo General

Analizar la variación del estado binocular y película lagrimal en estudiantes de cuarto y quinto año de la carrera de Optometría médica, sometidos al uso de smartphone en los meses de enero-marzo de 2020.

5.2 Objetivos específicos

- Describir las características sociodemográficas de la población en estudio.
- Evaluar los signos clínicos del estado binocular y película lagrimal antes y después del uso de smartphone.
- Determinar la relación que existe entre el tiempo de uso del smartphone con los resultados de las pruebas del estado binocular y película lagrimal en la población de estudio.

6. Marco Teórico

6.1 Smartphone

6.1.1 Generalidades

Arias et al (2011) caracterizan los teléfonos inteligentes por combinar funciones propias de un móvil y las de una agenda electrónica. Por tanto un smartphone (teléfono inteligente) debe contar con un sistema operativo, que permita organizar la información personal, la instalación de aplicaciones, el intercambio de información con otros equipos, acceso a internet a través de wifi y correo electrónico, los programas de agenda, cámaras integradas, administración de contactos, acelerómetros y algunos programas de navegación así como ocasionalmente la habilidad de leer documentos como PDF y Microsoft Office.

Entre los sistemas operativos que se emplean en los smartphones, podemos mencionar a IOS, Android, Blackberry OS, Symbian OS y Windows Phone. Respecto a los fabricantes de esta clase de dispositivos, entre los más populares se encuentran Samsung, Sony, Nokia, LG, Motorola, Alcatel, BlackBerry y Apple.

Enríquez (2016) explica que esta diversidad de dispositivos, conlleva un amplio rango de distancias de trabajo, ángulos de observación y situaciones de luminancia y contraste, y como consecuencia síntomas visuales que abordar en la consulta. Por ejemplo, el uso de smartphone, requiere unas distancias de trabajo más corta que cuando se observa un texto escrito, aumentando demandas de acomodación y convergencia. Por consiguiente, hay unas consideraciones añadida a la hora de evaluar los síntomas causados por el uso de las nuevas tecnologías.

6.1.2 Factores Ergonómicos visuales al uso de smartphone

Este tipo de factores son los que cada individuo adopta en el transcurso de la vida al realizar una actividad al usar el smartphone. De acuerdo con el Instituto de Salud Pública de Chile (2016), es el conjunto de las adaptaciones y todo aquello que conlleva en la organización laboral, como lo es la distancia del uso de pantallas digitales, el tiempo de descanso que se realizan durante una larga jornada de uso, tiempo de uso, brillo de la pantalla, contraste y luminancia.

A continuación se describirá la manera de cómo usar los smartphone según la American Optometric Association (1998):

El tiempo de descanso: el tiempo de descanso es de importancia para usuarios de pantallas digitales, porque de esta manera le permitirá al ojo realizar cambios de enfoque en visión lejana y cercana; por lo tanto, es recomendable realizar descansos frecuentes, después de veinte minutos de uso continuo con una pantalla digital con una duración de 15 segundos mirando a lo lejos.

Distancia ojo-monitor: Según la Universidad Complutense Madrid explica que la pantalla del computador debe estar situada a una distancia recomendada de los ojos de 50-55 cm y perpendicular a las entradas de la luz. De acuerdo con TeleSur (2019), el uso de las pantallas de los dispositivos digitales manuales debe estar a la altura de los ojos y separado por lo menos a un brazo de distancia cuando no se puede tocar la pantalla con el brazo estirado, esta será la medida óptima, a la misma altura o más baja. Mientras los smartphones y las tabletas deben estar 30 centímetros y por debajo de los ojos.

Brillo y contraste al monitor: El brillo es definido como la capacidad de un color para reflejar la luz blanca que incide con él. Alude a la claridad u oscuridad de un tono. En

los smartphones es variado y ocupa rangos de acuerdo a las necesidades e intenciones de los usuarios. La mayor parte de los smartphones que existen actualmente no tiene un sensor diseñado para medir el brillo presente en este, lo que permite adecuar de forma automática la cantidad de brillo emitida por la pantalla de acuerdo a las necesidades del usuario.

Sin embargo, las últimas generaciones de smartphones tienen una función de Nighshift que cambia la temperatura de color de la pantalla que disminuye la cantidad de brillo y de esta manera cambia la temperatura de color de la pantalla, que a la vez disminuye la cantidad de brillo y de esta manera se evitan daños en la visión y específicamente en la acomodación.

El ajuste adecuado del brillo y contraste es de suma importancia, debido a que permite una mejor percepción visual para la lectura en celulares y para la visualización de imágenes con colores difíciles (azul, rojo, amarillo); este viene indicado en porcentaje de negro.

El contraste adecuado se encuentra casi al máximo (entre 85 y 100) y el brillo en torno a los 35-50 %, cabe mencionar que el brillo no debe ser mayor de 50%.

Los smartphone al igual que todas las pantallas de visualización digital puede ajustarse de forma manual, pero existen ajustes automáticamente al brillo y contraste según el entorno.

6.1.3 Smartphone – Visión

Moreno & Roman (2017), en estudios han examinado la relación entre la actividad muscular y los síntomas de incomodidad. Las pantallas de muchos dispositivos digitales modernos emiten una luz particularmente azul brillante de (400-500 nm) conocida como luz visible de alta energía (HEV). Los estudios en animales y en laboratorios han demostrado

cambios en la retina como resultado de la exposición prolongada a la luz azul, produciendo daño como resultado de la exposición de 10 segundos hasta una hora.

La ergonomía es también un aspecto importante a considerar con los dispositivos digitales y varía en dependencia del dispositivo que se use. Con dispositivos manuales como los smartphones, los juegos portátiles, la principal causa de incomodidad es la distancia cercana normal. En el caso de los ordenadores portátiles de mesa, deberían controlarse factores como el ángulo de observación, altura de la silla, para minimizar los síntomas asociados a problemas musculoesquelético, que puede causar tensión ocular, dolor de los hombros, rigidez de la espalda, ojos cansados (Coles, Sulley, & Young, 2015).

Calvo & García (2016), A través de varios estudios han descrito una disminución del parpadeo, y un cierre incompleto de los párpados, entre los usuarios de pantallas, la cual puede causar una distribución irregular de la lágrima y una película lagrimal delgada e inestable. La sequedad y los síntomas asociados, normalmente se encuentran en usuarios de pantallas con ojos sanos. Estos efectos pueden verse exacerbados en usuarios de lentes de contacto.

Según el estudio realizado por la Universidad Complutense de Madrid (UCM), dedicar más de 20 minutos a leer contenidos a través de dispositivos tecnológicos potencia nueve de los 10 síntomas visuales más frecuentes: visión borrosa, irritación, sensibilidad a luz, dolor de cabezas entre otros. Así mismo el estudio indica que el estilo de lectura también condiciona la salud visual ya que un problema adicional es la regulación de la luz de la pantalla (Universidad Complutense Madrid).

Desde una perspectiva visual, los ordenadores, las tabletas y los teléfonos inteligentes son similares entre sí, ya que todos cuentan con pantallas que se iluminan. Esto supone un

cierto inconveniente para los ojos del usuario, ya que normalmente, mantener la mirada fija en una fuente de luz directa provoca fatiga visual. Los e-book, por el contrario, utilizan tinta electrónica, lo que significa que sus pantallas no están iluminadas, sino que ofrecen una imagen que debe ser iluminada (PRESS, EUROPA, 2020).

Un estudio publicado en la revista Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular de la Universidad de la Salle, tenía como objetivo determinar las posibles consecuencias que se presentan por el uso de videojuegos en el sistema visual relacionado con la población infantil escolarmente activa. Los resultados expresan que la agudeza visual en la visión lejana de 20 pacientes presentan cambios en la flexibilidad de acomodación, 22 aumentaron el valor de suforia en visión próxima y en sensibilidad al contraste únicamente cinco mostraron variación. (Murcia, 2004).

Un estudio que plantea Fundéu BBVA (2011) el ojo humano debe adaptarse e interpretar rápidamente la forma, el color, luminancia y sincronismo de las imágenes continuas del video por segundos, demandando mayor grado de acomodación y concentración que permita captar cada detalle de la secuencia de las imágenes, concordando con Nakatani, Orlandi, & Leeuwen (2011) que actividades de constante cambios percepto-espaciales pueden tener un efecto reset atencional (citado en Argilés, Cardona, & Pérez, 2016).

6.2 Evaluación Binocular

Los objetivos de esta batería de exámenes son: valorar la existencia de alineación de los ejes visuales que permita la visión binocular, determinar la existentes disfunciones en el sistema de vergencias horizontales y verticales que pueden inducir una sintomatología o algún mecanismo de composición como una ligera supresión. Solo se hará descripción de la evaluación motora de la visión binocular.

6.2.1 Componentes Acomodativos

Según León (2016), La acomodación es el mecanismo mediante el cual el ojo cambia su poder dióptrico permitiéndole enfocar los objetos a distintas distancias. Esta se da por la contracción del músculo ciliar, la liberación y la tensión al reposo de la zónulas del ecuador al cristalino, y el redondeamiento del mismo, provocado este último por la fuerza que ejerce la cápsula sobre el cristalino.

El lapso de la acomodación da lugar a tres respuestas fisiológicas: la pupila se contrae, y los ojos muestran convergencia y acomodación. El conjunto de estas respuestas se denomina Triada de la acomodación o reflejo de cercanía. (Glasser & Kausman, 2004).

Es por ello, que Glasser y Kausman (2004) expresan que para cualquier situación dada de acomodación, existe un intervalo de distancia dentro del cual el objeto se percibe como enfocado dependiendo del tamaño de la pupila, ya que una pupila pequeña origina una profundidad de foco relativamente grande, caso contrario en pupilas grandes. La profundidad de foco del ojo depende del lugar de iluminancia, objeto iluminado de forma brillante, el tamaño pupilar disminuye y aumenta la profundidad de foco.

Amplitud de Acomodación

Según Borrás, et al, (1998), Es la capacidad máxima de acomodación para mantener la imagen nítida de un objeto. Se realiza monocular (binocular límite de PPC) y con la retinoscopía en VL, y si usa adición en VP, hay que restar la adición al valor obtenido. Los distintos métodos para evaluar son: Donders o acercamiento, Sheard o lentes negativas, técnica modificada de retinoscopía dinámica. Este tipo de componente es importante en la valoración de tareas en visión próxima.

En este caso se aplicó el Donders o de aproximación. En este procedimiento se le acerca al paciente un optotipo de su máxima AV hasta que indique borrosidad. La distancia que separa el test con las gafas o el plano corneal convertida a dioptrías es la amplitud de acomodación.

No existe tabla de normalidad de amplitud de acomodación, pero sí múltiples estandarizaciones por diferentes autores, siendo las más comunes valores de amplitud de acomodación de Donders (Cuadro 1) y la fórmula de Hoffstetter (Cuadro 2), la cual brinda valores en función de la edad del paciente. En el presente estudio, se tomará en cuenta tanto los valores propuestos por Donders, así como la fórmula de Hoffstetter.

Cuadro 1: Valores esperados, método de Donders

EDAD	AMPLITUD	EDAD	AMPLITUD
10	14 D	45	3.5 D
15	12 D	50	2.5 D
20	10 D	55	1.75 D
25	8.5 D	60	1 D
30	7 D	65	0.5 D
35	5.5 D	70	0.25 D
40	4.5 D	75	0 D

Fuente: Pacheco, March, Puentes, & Herrero. 1998

Cuadro 2: Fórmula de Hofstetter para valores de AA según la edad

Hofstetter	AA máxima: $25 - 0.4 \times \text{edad}$ AA esperada: $18,5 - 0.3 \times \text{edad}$ AA mínima: $15 - 0.25 \times \text{edad}$
------------	---

Fuente: Sandra & Medrano, 2008.

Retardo acomodativo (LAG Acomodativo)

Según Pastor (2012), define el retardo acomodativo como la diferencia entre el estímulo acomodativo y la respuesta acomodativa que genera el paciente. Debido a la miosis en VP, aumenta la profundidad de foco.

Borras et al (1998), explica que el objetivo del método de Estimación Monocular (MEM) es valorar e interpretar el reflejo retinoscópico al poner lentes esféricas muy rápidamente para neutralizar el reflejo. El paciente está en visión binocular, pero se estima monocular.

Todos los métodos se basan en la observación del reflejo del retinoscópico de un paciente que fija su atención en un texto o letras que se encuentra a 40 cm. Si con el retinoscopio también situado a 40 cm y utilizando el eje plano, se observa movimiento directo, ello indica que la respuesta acomodativa es inferior a 2.50 D (presencia de retardo). Si por el contrario se observa movimiento inverso, significa que existe una hiperacomodación del sistema visual, característico en casos de exceso de acomodación. Cuando se observa el punto neutro, se detecta una respuesta acomodativa igual al estímulo, respuesta no deseada que muestra una excesiva rigidez del sistema visual. La cuantificación del retardo acomodativo está en función del método que se utilice, siendo crucial su evaluación del grado de libertad existente entre la convergencia y la acomodación en visión próxima.

Los métodos con el cual podemos hacer el procedimiento es la retinoscopía MEM, NOOT y CROSS; cuyos valores normales oscilan entre +0.50 / +0.75. La respuesta acomodativa es menor que el estímulo en pacientes no presbitas en +0.50 a +0.75 D.

Flexibilidad de acomodación

Cacho, et al (2010) describen la flexibilidad de acomodación como la habilidad que tiene el sistema visual para realizar cambios dióptricos bruscos de forma precisa y cómoda. Se evalúa tanto en visión lejana como en visión cercana. Puede realizarse de forma monocular obteniendo datos meramente acomodativos o bien binocular, existiendo una relación entre componente acomodativo y vergencial.

Este tipo de examen se realiza de dos maneras: En el examen de VL se utilizan lentes de -2.00 D, mientras el paciente observa un optotipo se le antepone una lente de -2.00 D, indicándole que avise cuando perciba nuevamente una imagen nítida, a continuación se retira la lente, repetir el proceso durante un minuto el resultado se cuantifica en (cpm) ciclos por minutos, cada dos fijaciones se considera un ciclo.

Para el examen en VP se utilizan lentes de +2.00D y -2.00D. El procedimiento es similar al descrito en lejos, alternado la positiva y la negativa. Esta ampliamente aceptado que en VP con lentes de -2.00D y +2.00D se realicen 12 cpm monocularmente y 8 cpm binocular, el cual tiene relevancia clínica en la existencia de problemas funcionales en el sistema vergencial y acomodativo.

Acomodaciones relativas (Positivas y Negativas)

De acuerdo Sandra & Medrano (2008), determina el grado de libertad entre convergencia y acomodación que permite mantener la binocularidad (máxima variación que puede realizar la acomodación manteniendo la convergencia constante).

Se determina la Acomodación Relativa Positiva cuando se estima con lentes negativas y Acomodación Relativa Negativa con lentes positivas. No es una evaluación que permita determinar de forma directa un diagnóstico, pero si ratifica los valores obtenidos en la acomodación y convergencia.

Este tipo de prueba se realiza de manera binocular y en visión próxima (30cm):

- Acomodación Relativa Positiva
- Acomodación Relativa Negativa

Cuando se estima la acomodación con lentes negativas hasta que el paciente ve borroso, se determina la acomodación relativa positiva. Cuando se relaja la acomodación con lentes positivas hasta que el paciente ve borroso se determina la acomodación relativa negativa. Se realiza de forma binocular y únicamente en visión próxima.

Se consideran valores estadísticamente normales de ARN: $+2.00 \pm 0,50$ D y de ARP: $2,37$ D $\pm 0,50$ D.

6.2.2 Componentes Vergenciales

Según Carbonell (2014), las vergencias son los movimientos binoculares conjugados en los que no cambia el ángulo entre los dos ejes binoculares. Esta se produce gracias a la ley de Hering de igual inervación, según la cual, en un movimiento binocular coordinado, se proporciona la misma cantidad de influjo nervioso a los músculos de los dos ojos. Dado que

es un movimiento de desplazamiento de la mirada, es aceptado comúnmente que una versión se produce mediante movimientos sacádicos en los dos ojos, por lo que también se conocen como versiones sacádicos.

La posición y el alineamiento de los dos ojos de forma adecuada, permite la función sensorial correcta, unificando las imágenes de ambos ojos, consiguiendo la posición correcta para que las fóveas de ambos ojos estén alineadas cuando se quiere fijar un objeto.

Punto Próximo de Convergencia

Según Borrás (1998), el objetivo del PPC es valorar la máxima capacidad de convergencia que tiene el paciente. En esta prueba intervienen acomodación y convergencia. Se determina el punto de rotura y recobro en centímetros.

Por otro lado explica León, Medrano, & Márquez (2017), que el método se realiza con estímulos acomodativos, estímulos no acomodativos, filtro Rojo (Capobianco): No acomodativo/Disociado.

El valor de la recuperación limita la zona de visión binocular cómoda y estable; la distancia que se encuentra entre el punto de ruptura y la recuperación es la zona de visión binocular inestable; la zona que va desde el punto de ruptura hasta el plano facial del paciente siempre es de visión monocular.

Es recomendable que la distancia habitual de trabajo del paciente esté comprendida en la zona de visión binocular estable, en caso contrario puede aparecer sintomatología o mecanismos de compensación, como supresiones, para evitar las molestias inducidas por un PPC alejado.

En este examen se determina tanto el punto de ruptura como el de recuperación de la visión binocular. Para ello se aproxima un objeto puntual hacia el paciente hasta que indique

ver doble (ruptura) y después se aleja el objeto hasta que recupere la visión binocular simple (recuperación). En los casos en que el paciente mantiene la convergencia hasta la nariz no se puede determinar la recuperación. Algunos pacientes no refieren diplopía, a pesar que el examinador percibe la desviación de un ojo; en tales casos se determina el punto próximo de convergencia objetivo en función de las apreciaciones del observador. Es un indicativo de supresiones a distancias distintas y de importancia clínica en las tareas de visión próxima.

Se considera valor normal para la ruptura una distancia entre 6 y 10 cm. Valores superiores a 15 cm indican un diagnóstico de insuficiencia de convergencia, condición en la que el paciente no sabe o no puede converger.

Covert Test

Para Salgado (2005), el covert test es la prueba reina por excelencia, para determinar la existencia de visión binocular. Para obtener resultados fiables es preciso presentar como objeto de fijación un optotipo de tamaño adecuado, de forma que sea discernible por ambos ojos. Además el paciente debe cumplir los siguientes requisitos:

- Capacidad para mantener la fijación sobre el optotipo.
- Colaboración en mantener la atención durante la prueba.
- Presentar fijación central para asegurar una correcta interpretación de los resultados.

Según García (1998), para determinar el estado de la alineación del eje visual en condiciones habituales, este examen se realiza con la compensación óptica habitual del paciente tanto en visión lejana como en visión próxima. Repetir esta prueba con la nueva refracción determina en el examen subjetivo permite conocer si la binocularidad se mantiene, mejora o empeora con las nuevas condiciones.

La correcta realización del examen del cover test es de tres partes:

Cover test unilateral: permite determinar la existencia de estrabismo. Para ello, y mientras el paciente mantiene la atención sobre el optotipo seleccionado, se ocluye un ojo. Si al ocluir aparece movimiento en el otro indica que existe una desviación manifiesta de los ejes visuales (tropia). Si no aparece movimiento, se repite el proceso con el otro ojo. Se recomienda repetir el examen un par de veces.

Con la correcta realización e interpretación de esta prueba se pueden detectar estrabismo constante, alternante e incluso intermitente. No así la existencia de una microtropia, puesto que si un ojo tiene una fijación excéntrica, con ángulo de excentricidad igual que el de desviación de los ejes visuales, dará un resultado negativo en este examen.

Cover – uncover test: una vez descartada la presencia de una tropia, es necesario determinar si existe una heteroforia. Para ello se rompe la fusión, manteniendo ocluido un ojo, y se observa si existe movimiento cuando se destapa. En este caso de existir movimiento el paciente presenta heteroforia. Si el movimiento de refijación es lento indica la posibilidad de que la foria este descompensada. Mediante el cover test pueden detectarse heteroforias de hasta 2 o 3 D. Una iluminación en su correcta interpretación es la presencia de pequeñas heteroforias verticales que es importante determinar.

Se recomienda que al realizar el cover test para forias se observan, no solo los movimientos oculares, sino también los del párpado superior y las pestañas. Dado que el músculo elevador del párpado comparte vaina muscular con el resto superior, pequeños movimientos oculares verticales provocaran una variación observable en la posición del párpado superior y de las pestañas.

Otro aspecto importante es determinar si existe igual heteroforia en las distintas posiciones de mira: Comitancia, el fin es descartar la presencia de ligeras paresias de alguno de los músculos extra oculares, que pudiera estar enmascarado un problema orgánico del sistema visual del paciente.

Cover test alternante: consiste en realizar una oclusión alternada OD, OI, OD sin permitir en ningún momento la fusión. Así puede ponerse de manifiesto la existencia de una desviación sin distinguir entre foria y tropia, pero es más fácil su observación. Pueden utilizarse prismas para determinar el valor de la desviación.

Borrás et al (1998) señala que “*el valor de la foria no tiene ningún significado clínico por sí mismo a no ser que se compare con las reservas fusionales de reserva*”, es decir que depende de las reservas fusionales para concluir si una heteroforia es o no es compensada (Cuadro 3).

Cuadro 3: Valores estadísticos de foria lateral en VL, VP extraídos de varios estudios

AUTORES	Visión lejana		Visión cercana	
	Foria	Desv. Est.	Foria	Desv. Est.
Morgan	1 ▼ exoforia	± 1 ▼	▼ 3 exoforia	± 3 ▼
Sheedy-Saladin	1 ▼ exoforia	± 1 ▼	▼ 0.50 exoforia	± 6 ▼
Lesser	0.50 ▼ exoforia		▼ 6 exoforia	

Fuente: Borrás. Et al, 1998

Reservas Fusionales

De acuerdo a León, Medrano, & Márquez (2017), las vergencias fusionales valoran la capacidad que tiene el sistema visual para mantener la fusión mientras varía el estímulo de

vergencia mediante prismas, manteniendo constante la acomodación VL y VP, partiendo desde punto de alineación.

Estos son las vergencias horizontales (convergencia o divergencia) y vergencias verticales.

Estas se pueden valorar de las siguientes maneras: Vergencias suaves (Prisma de Risley), Vergencias a pasos (Barra de Prisma), Vergencias a saltos (Flipper prismas), Vergencia Fusional Positiva, Negativa y Verticales, VFP o Reservas de convergencias: Se miden con prismas BT, VFN o Reservas de divergencia: Se mide con prisma BN, VFV – Infravergencias y supravergencias: La relación entre la foria y las reservas fusiónales determina si la foria esta descompensada.

Los valores normales oscilan entre 2-3 Prismas, pero en dependencia de la foria y los síntomas del paciente. Siempre se anota los puntos de Borrosidad/Rotura/Recobro.

Estos son las **vergencias horizontales (convergencia o divergencia)** se realizan de la siguiente manera:

✓ **Vergencia a saltos (Flexibilidad Fusional)**

Según Alvarez & Tapias (s.f), la vergencia a saltos para valorar la flexibilidad fusional valora el dinamismo del sistema de vergencia fusional y la habilidad para responder durante un periodo de tiempo.

Se debe tener presente el factor repetición. Los valores normales oscilan entre 3 cm / 5 cm.

✓ **Convergencia a saltos**

De acuerdo a Borrás (1998) es la evaluación de la habilidad del paciente en cambiar su convergencia en dos puntos de fijación acomodativos (6 y 15 cm). Se considera Normal de 30 cpm y menor de 20 cpm se considera anómalo.

Las vergencias fusionales valoran la capacidad que tiene el sistema visual para mantener la fusión mientras se varía el estímulo de vergencia mediante prismas, manteniendo constante la acomodación. Puede determinarse tanto en visión lejana como próxima, y siempre se miden partiendo de la alineación ocular. Clínicamente se determinan, tanto las vergencias fusionales de convergencia como las de divergencia, y también los verticales.

✓ **Reservas de convergencia**

El examen se realiza anteponiendo prismas de BT en uno o ambos ojos hasta que se puede produzca la visión borrosa del optotipo, momento en que se produce un cambio en la acomodación. Se continúa aumentando la potencia prismática hasta que el paciente refiere diplopía.

Se recomienda continuar el examen reduciendo la potencia prismática hasta encontrar nuevamente el punto de recuperación de la visión binocular, esta última parte del examen proporciona una valiosa información sobre la calidad de las reservas de convergencia. En pacientes exofóricos esta prueba informa sobre la calidad de sus reservas fusionales.

✓ **Reservas de divergencia**

El examen se realiza anteponiendo prismas de BN en uno o ambos ojos hasta que el paciente refiere la visión borrosa del optotipo, momento en que hay un cambio en la acomodación. Si se continúa aumentando el valor prismático llegara a producirse una ruptura de la visión binocular. Llegado este punto se recomienda reducir lentamente la potencia prismática hasta recuperar nuevamente la visión binocular, simplemente del optotipo de fijación; esta última parte proporciona al optometrista información sobre la calidad de las reservas de divergencia. En pacientes endofóricos este examen informa sobre la calidad y cantidad de sus reservas fusionales. De forma análoga se pueden determinarse las reservas

fusionales verticales, teniendo en cuenta que las vergencias verticales no se ven influida por la acomodación, solo podrán determinarse los puntos de ruptura y recuperación de la visión binocular.

Las vergencias verticales: Esta prueba cualitativa indica la habilidad que tiene el sistema visual para realizar cambios prismáticos bruscos de forma precisa y cómoda. El examen de la flexibilidad de vergencia valora la capacidad para llevar los ejes visuales de uno a otro objeto de interés, variando de forma brusca la vergencia.

El examen se realiza tanto en visión lejana como próxima. El paciente observa un optotipo con ambos ojos abiertos y se le antepone un prisma, indicándole que avise cuando perciba una única imagen nítida. A continuación se retira el prisma y tras alcanzar nuevamente la fusión, se repite el proceso durante un minuto. El resultado se cuantifica en ciclos por minutos (cpm), determinando el número de fijaciones que el paciente es capaz de realizar en un tiempo limitado de un minuto; cada dos fijaciones se considera un ciclo, primero se valoran los cpm que realiza con prismas de base nasal y luego con prismas de base temporal.

No existe un acuerdo generalizado sobre los valores prismáticos que deben utilizarse para realizar la prueba ni del número de ciclos que diagnosticamos una alteración de esta habilidad.

Cuadro41. Valores estadísticos de reservas de convergencia y divergencia determinados por distintos autores

AUTORES	Visión lejana		Visión Próxima	
	▼BN	▼BT	▼BN	▼BT
Morgan	X/7/4 ± X/3/2	9/19/10 ± 4/8/4	13/21/13 ± 4/4/5	17/21/11 ± 5/6/7
Sheedy- Saladin	X/8/5± X/3/3	15/28/20± 7/10/11	14/19/13 ± 6/7/6	22/30/23 ± 8/12/11
Lesser	X/9/5	7/19/10	14/22/18	15/21/15

Fuente: Borrás, et al (1998)

6.3 Evaluación de la Película Lagrimal

6.3.1 Anatomía y Fisiología de la película lagrimal

Segùn Kansky, Oftalmología Clínica, (2011). **El sistema de drenaje lagrimal consta de las siguientes estructuras:**

Los Puntos Lagrimales Están localizados en el extremo posterior del borde palpebral, en la unión entre las cinco sextas partes laterales que poseen las pestañas (pars ciliaris) y la quinta parte medial sin ellas (pars lacrimalis). Normalmente se enfrentan ligeramente posteriores.

Los canaliculos (conductos lagrimales) pasan verticales desde el borde palpebral (las ampollas) aproximadamente 2mm. Después giran medialmente y discurren horizontalmente unos 8 mm hasta alcanzar el saco lagrimal.

El saco lagrimal tiene aproximadamente 10 mm de longitud y se encuentra entre las crestas lágrimal anterior y posterior. El hueso lagrimal y el proceso frontal del maxilar separan el saco lagrimal del meato medio de la cavidad nasal.

El conducto saco lagrimal mide aproximadamente 12 mm de longitud y es la continuación inferior del saco lagrimal. La obstrucción del conducto puede causar una distensión secundaria del saco.

Fisiología Aplicada

Kansky, Oftalmología clínica, (2011), explica que las lágrimas secretadas por las glándulas lagrimales principales y accesorias pasan lateralmente a través de la superficie ocular. Una cantidad variable del componente acuoso de la película lagrimal se pierde por evaporación. Esto está relacionado con el tamaño de la abertura palpebral, el ritmo del parpadeo, la temperatura ambiental y humedad. El resto de lágrimas drenan de la siguiente forma.

1. Las lágrimas fluyen a lo largo de las franjas marginales superior e inferior en los canalículos superior e inferior por capilaridad y también posiblemente por succión. Alrededor del 70% de las lágrimas drenan a través del canalículo inferior y el resto lo hace a través del canalículo superior.

2. Con cada parpadeo el músculo orbicular pretarsal comprime las ampollas, acortando los canalículos horizontales y desplazando los puntos lagrimales medialmente. Simultáneamente la parte lagrimal del músculo orbicular preseptal que unida a la fascia del saco lagrimal, se contrae y expande el saco, creando de esta forma una presión negativa que succiona las lágrimas desde los canalículos hacia dentro del saco. Cuando los ojos se abren, los músculos se relajan, el saco se colapsa y se crea una presión positiva que esfuerza a las lágrimas a ir más por el conducto nasolagrimal hacia abajo al inferior de la nariz. La gravedad

tambien interviene. Los puntos lágrimal se mueven lateralmente, los canaliculos se alargan y se llenan con las lágrimas.

Por lo tanto, como menciona Contact lens academy by Bausch &Lomb (2019) , los párpados desempeñan una función importante, ya que permiten la distribución de la película lagrimal sobre la superficie ocular, con una frecuencia de parpadeo de aproximadamente 10-15 parpadeos/ minuto, con una duración de 0,3-0,4 segundos.

6.3.2 Pruebas especiales para valoración de la Película lagrimal

De acuerdo con Kansky, Oftalmología Clínica, (2011). Dentro de las Pruebas especiales de valoración de la película lagrimal tenemos:

- 1. Estabilidad de la Película lagrimal (tiempo de rotura, BUT, break-ip time)*
- 2. Produccion de lágrimas (Schimer, aclaramiento de fluoresceina y osmolaridad de las lágrimas).*
- 3. Enfermedades de la superficie ocular (tinciones corneales y citología de impresión).*

Estabilidad de la Película lagrimal (tiempo de rotura, BUT, break-ip time)

El BUT es anormal en la deficiencia de lágrimas acuosas y los trastornos de las glándulas de Meibomio. Se mide de la siguiente forma:

- a. Se instila en el fondo del saco inferior fluoresceina al 2% o una tira impregnada de fluoresceína humedecida con suero salino sin conservantes.
- b. Se pide al paciente que parpedee varias veces y despues mantenga el ojo abierto.

c. Se examina la película lagrimal con la lámpara de hendidura con un haz de luz amplio utilizando el filtro azul cobalto. Después de un intervalo, aparecerán zonas o líneas negras en la película teñida con fluoresceína, que indican la formación de áreas secas.

d. El BUT es el intervalo entre el último parpadeo y aparición de la primera área seca distribuida al azar. Un BUT inferior a 10 segundos es anormal.

El desarrollo de manchas secas siempre en la misma zona de localización indica una alteración de la superficie corneal local, más que una inestabilidad intrínseca de la película lagrimal.

Prueba de Schirmer

La prueba de Schirmer es una evaluación útil de la producción de lágrimas acuosas. La prueba se realiza midiendo la cantidad de humedad en un papel de filtro especial (Whatman nº 41) de 5 mm de ancho y 35 mm de largo. La prueba puede practicarse con o sin instilación previa de un anestésico tópico. En teoría, cuando se realiza con anestésico (Schirmer 2) mide la secreción basal y refleja máximas. Sin embargo, en la práctica, la anestesia tópica no puede anular todos los estímulos sensoriales y psicológicos de la secreción refleja. La prueba se realiza de la siguiente forma:

a. Se seca suavemente el exceso de lágrimas del ojo. Si se aplica anestesia tópica, el exceso debe eliminarse del fondo de saco inferior con papel de filtro.

b. El papel de filtro se dobla 5 mm en un extremo y se inserta en la unión entre los tercios medio y externo del párpado inferior, procurando no tocar la córnea ni las pestañas.

c. Se pide al paciente que mantenga los ojos suavemente cerrados aunque puede parpadear.

- d. Después de 5 min, el papel de filtro se retira y se mide la cantidad de papel humedecido.
- e. Se considera anormal menos de 10 mm de papel humedecido después de 5 minutos sin anestesia, y menos de 6 mm con anestesia. Los resultados pueden ser vulnerables y una única prueba de Schirmer no debe utilizarse como único criterio para diagnosticar el ojo seco, debido que pruebas repetidamente anormales son muy indicativas.

Tincion de la Superficie ocular

1. La fluoresceína tiñe el epitelio corneal y conjuntival cuando existe una lesión suficiente como para permitir la entrada del colorante en los tejidos.
2. El rosa de Bengala es un colorante con afinidad por las células epiteliales muertas o desvitalizadas que no tienen capa mucosa o con una capa mucosa alterada. Los filamentos y las placas corneales también se muestran más claramente con el colorante, y el uso de un filtro anerito puede ayudar a la visualización. Puede utilizarse una solución al 1% de rosa bengala o una tira impreganda humedecida. El rosa bengala en ocasiones produce u escozor intenso que puede durar hasta un día, especialmente en los pacientes con QCS grave.
3. El patrón de tinción puede ayudar al diagnóstico de la siguiente forma: La tinción interpalpebral de la córnea y la conjuntiva es habitual en la deficiencia de lágrimas acuosas.

6.3.3 Evaluación del volumen lagrimal

Se estima que el volumen total de lágrima está entre 6 y 8 μm , del cual el 60% aproximadamente está en el menisco y el resto esparcida en la película lagrimal preocular y en el fondo de saco (Arguello, Brusi, Faccia, & Paranoni, 2014). Dicho reservorio lagrimal se encuentra a lo largo del párpado inferior y superior, limitado por la línea de Marx y en el

lado de la córnea, el menisco se separa de la película precorneal por un adelgazamiento conocido como “línea negra”, que es visible con fluoresceína.

La evaluación del menisco lagrimal permite diagnosticar si un paciente se encuentra al borde de ojo seco (IACLE Contact lens course, 2019), por lo que afirma su exploración es con lámpara de hendidura, con un movimiento vertical del haz de luz a lo largo del menisco, permitiendo la evaluación de su curvatura. La observación puede ser con una técnica de iluminación difusa y reflexión especular, o instilando fluoresceína.

Se considera un menisco lagrimal normal cuando se tiene una superficie convexa cerca del lado de la córnea, una superficie cóncava de forma centralizada y una curvatura convexa en su contacto con los párpados.

Se estima que la altura normal del menisco lagrimal está entre 0.3 a 1mm y valores inferiores a 0.3 mm o presencia de zonas de discontinuidad evidencian signos de una deficiencia en la película lagrimal.

7. Hipótesis

Hipótesis de investigación

El uso de smartphone en función del tiempo, puede generar cambios en el estado binocular y película lagrimal de los usuarios.

Probablemente exista una relación de causa y efecto entre el uso de smartphone con el estado binocular y película lagrimal.

8. Diseño metodológico

8.1 Tipo de estudio

Según su aplicación práctica el estudio es experimental (Bobenrieth, 2012). En base al tiempo de ocurrencia de los hechos y registro de la información, el estudio es prospectivo; Con respecto al periodo y secuencia de registro de los datos el estudio longitudinal; (Canales, Alvarado, & Pineda, 1996).

8.2 Área de estudio

El estudio se realizó en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN – Managua, en el recinto universitario Rubén Darío, localizado en el municipio de Managua, de los semáforos de Enel Central 2 km sur.

La investigación fue realizada en las instalaciones de la carrera de Optometría médica, en el pabellón 64, laboratorio 2, el cual cumplía con las siguientes características: espacio cerrado con poca luz natural de 3 metros de ancho por 9 metros de largo y 4 metros de alto, iluminación con lámparas LED de 100 watt, ambiente climatizado a una temperatura de 28 grados Celsius.

8.3 Universo y muestra

Para el presente estudio se tuvo una muestra total de 32 sujetos, ya que a como lo plantea Mertens (2010) “el tamaño mínimo de muestra para experimento o cuasi experimento es de 15 personas por grupos con una repetición (Citado en Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, p. 188). Cabe señalar que la elección de la muestra no estuvo sujeta a un diagnóstico clínico optométrico previo para descartar alteraciones del sistema visual que los pacientes ya presentarán, puesto que para el estudio no es imprescindible tener pacientes

sanos, al ser una investigación que pretende únicamente analizar variación del estado binocular y película lagrimal al estar expuesto a una pantalla de smartphone.

Dicha muestra fue estratificada aleatoriamente en cuatro grupos controles A, B, C, D. para cada tratamiento de la investigación; para ello, se tuvo que enumerar a los participantes del 0 al 32, mediante el aleatorizado virtual <https://www.randomizer.org/>. Se obtuvieron las siguientes secuencias aleatorias por cada grupo control.

A: 5, 9, 10, 14, 17, 19, 22, 27.

B: 4, 16, 21, 22, 27, 28, 30, 31.

C: 1, 10, 13, 14, 15, 16, 22, 25.

D: 2, 4, 8, 17, 18, 21, 24, 31.

De los cuales tres grupos estuvieron expuestos a las pantallas de sus smartphone en distintos intervalos de tiempo y actividad; un grupo no utilizó su smartphone (grupo no controlado).

Al bloque uno, se expuso al uso de smartphone durante quince minutos de forma constante y sin descanso, realizando una lectura de una novela con formato: Letra Times New Roman, tamaño 12, color negro y fondo blanco.

En el caso del bloque dos, estuvieron utilizando sus smartphone en un periodo de treinta minutos; En dicho tiempo, la actividad que ejecutaron fue el ver una película (La cabaña) sin descanso.

El bloque tres hizo uso de sus celulares durante cuarenta y cinco minutos. En ese tiempo jugaron un videojuego en sus smartphone de manera constante sin descanso.

Por último, el bloque cuatro no se expuso al uso de sus smartphone (Cuadro 5).

Cuadro 5. Descripción de la exposición del smartphone en el estudio

Grupos de tratamientos.		
Número de participantes	Tratamientos (Tiempo de exposición a smartphone)	Actividad a realizar con el smartphone
8 repeticiones (Sujetos de estudio)	Tratamiento A: 15 minutos de uso de Smartphone de forma constante	Tratamiento A2: Lectura de novela digital, (Times New Roman, tamaño 12, color negro y fondo blanco).
8 repeticiones (Sujetos de estudio)	Tratamiento B: 30 minutos de uso de smartphone de forma constante	Tratamiento B2: Ver película
8 repeticiones (Sujetos de estudio)	Tratamiento C: 45 minutos de uso de smartphone de forma constante	Tratamiento C2: Videojuego
8 repeticiones (Sujetos de estudio)	Tratamiento D: 0 minutos de uso de smartphone de forma constante	Tratamiento D2: Ninguna actividad

Criterios de inclusión

- ✓ Ser estudiante activo de cuarto y quinto año de la carrera de Optometría médica de la Unan-Managua.
- ✓ Que autoricen de forma voluntaria el consentimiento informado.
- ✓ Que no presenten dificultad de lenguaje, comunicación.
- ✓ No ser usuario de lentes de contacto.
- ✓ No presentar alguna patología sistémica u ocular que comprometa la película lagrimal.
- ✓ No ser consumidor de medicamentos que afectan la estabilidad de la película lagrimal
- ✓ Ser usuarios activos de smartphone marca SAMSUNG.
- ✓ El tamaño de la pantalla de los smartphone deben estar en el rango 5.2-5.7 pulgadas.

Criterios de exclusión

- ✓ Todos aquellos que no cumplan con lo anterior descrito.

Lista de variables según cada objetivo

- **Objetivo específico No 1: Describir las características sociodemográficas de la población en estudio.**

- Edad
- Sexo
- Procedencia
- Año académico

- **Objetivo específico No 2: Evaluar los signos clínicos del estado binocular y película lagrimal antes y después del uso de smartphone.**

- Estado binocular
 - Estado acomodativo
 - Amplitud acomodativa
 - Retardo acomodativo
 - Flexibilidad acomodativa binocular
 - Acomodación relativa positiva y negativa
 - Estado vergencial
 - PPC
 - Cover Test
 - Reserva fusionales horizontales

- Película lagrimal
 - BUT
 - Menisco lagrimal
 - Frecuencia de parpadeo

- **Objetivo específico No 3: Determinar la relación que existe entre el tiempo de uso del smartphone con los resultados de las pruebas del estado binocular y película lagrimal en la población de estudio.**

Tiempo de exposición smartphone con Amplitud de acomodación

Tiempo de exposición smartphone con Retardo acomodativo

Tiempo de exposición smartphone con Flexibilidad acomodativa binocular

Tiempo de exposición smartphone con Acomodación relativa positiva y negativa

Tiempo de exposición smartphone con PPC

Tiempo de exposición smartphone con Covert Test

Tiempo de exposición smartphone con Reservas fusionales horizontales

Tiempo de exposición smartphone con BUT

Tiempo de exposición smartphone con Menisco lagrimal

8.4 Definición y Operacionalización de variables

Objetivos específicos	Variable conceptual	Subvariables o dimensiones	Variables operativas o conceptuales	Técnica de recolección	Tipo de variable estadística	Categorías estadísticas
Objetivo específico 1: Describir las características sociodemográficas de la población en estudio.	1.1. Agrupación de datos propio de la población en estudio.	1.1.1. Sexo 1.1.2 Edad 1.1.3 Procedencia 1.1.4 Año académico	1.1.1.1 Hombre 1.1.1.2 Mujer 1.1.2.1 Edad en años cumplidos 1.1.3.1 Lugar de origen 1.1.4.1 Año académico universitario	Ficha clínica	Cualitativa nominal Cuantitativa discreta Cualitativa nominal Cualitativa ordinal	1) Hombre 2) Mujer — 1) Rural 2) Urbano 1) Cuarto 2) Quinto
Objetivo específico 2: Evaluar los signos clínicos del estado binocular y película lagrimal antes y después del uso de smartphone.	2.1 Conjunto de elementos cuyo normal funcionamiento o permite la percepción simultánea de los objetos.	2.1.1 Componente acomodativo 2.1.2 Componente vergencial	2.1.1.1 Amplitud de acomodación: Método de Donders en dioptrías de acomodación monocular 2.1.1.2 Retardo acomodativo: Retinoscopía MEM en dioptrías de acomodación 2.1.1.3 Flexibilidad acomodativa binocular: Flippers +/- 2.00 dioptrías en ciclos por minutos en visión cercana 2.1.1.4 Acomodación relativa: ARN y ARP en dioptrías de acomodación 2.1.2.1 Punto próximo de convergencia en centímetros	Ficha clínica	Cuantitativa discreta Cuantitativa continua Cuantitativa discreta Cuantitativa continua Cuantitativa discreta	— — — — —

	2.2 Sustancia que se extiende homogéneamente sobre la superficie ocular	2.2.1 Película lagrimal	<p>2.1.2.2 Cover Test: dioptrías prismáticas con corrección en visión cercana</p> <p>2.1.2.3 Reservas fusionales: en dioptrías prismáticas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Borroso • Doble • Recupera <p>2.2.1.1 Frecuencia de parpadeo por minuto</p> <p>2.2.1.2 BUT: en segundos.</p> <p>2.2.1.3 Altura del menisco lagrimal: en medida de milímetro</p>		<p>Cuantitativa discreta</p> <p>Cuantitativa discreta</p> <p>Cuantitativa discreta</p> <p>Cuantitativa continua</p>	<p>—</p> <p>—</p> <p>—</p> <p>—</p> <p>—</p>
<p>Objetivo específico 3: Determinar la relación que existe entre el tiempo de uso del smartphone con los resultados de las pruebas del estado binocular y película lagrimal en la población de estudio.</p>	3.1 Relación entre el tiempo de uso del smartphone con los resultados de las pruebas del estado binocular y película lagrimal en la población de estudio.	3.1.1 Relación entre tiempo de exposición y el estado binocular y película lagrimal	3.1 Asociación estadística	Programa estadístico InfoStat		<p>$P < 0.05$ valor a aceptar hipótesis alternativa.</p> <p>$P > 0.05$ valor a aceptar hipótesis nula.</p>

8.5 Instrumentos y técnicas de recolección de datos

8.5.1 Instrumento de recolección de datos.

Para registrar la valoración de la condición del sistema visual de la muestra en estudio, se utilizó una ficha clínica que presentaba de forma ordenada y cronológica toda la información clínica de las pruebas optométricas comprendidas en la investigación (anexo 2). Organizada en los siguientes apartados: datos sociodemográficos de interés en el estudio y cuadro donde se sintetiza los datos de la valoración del componente acomodativo, componente vergencial y película lagrimal de los pacientes.

Dicha ficha fue construida en base a los objetivos de la investigación, así como del conocimiento científico de la evaluación optométrica y delimitación y Operacionalización de variables.

8.5.1 Técnica de recolección de datos.

Para tener acceso a la muestra, se visitó a cada uno de los grupos de estudiantes en horas específicas de clase, por lo que se solicitó el permiso y autorización de los docentes que impartían su clase para poder tener acceso a los estudiantes. Seguidamente, se les explicó el propósito de la investigación y la importancia de su participación en el mismo. A los estudiantes que aceptaron ser parte del estudio, se les proporcionó un consentimiento informado, el cual cumple todos los criterios éticos contemplados en los estudios biomédicos, y una vez aclarado los procedimientos que abarca la investigación, firmaron el documento de forma voluntaria.

Se solicitó mediante una carta extendida a coordinación de la carrera de Optometría médica de la UNAN-Managua para la aprobación de prestación laboratorio e instrumentos optométricos necesarios para la ejecución del estudio.

Se organizaron los grupos de control y el grupo de no control de acuerdo al orden de los consentimientos firmados por la muestra en orden ascendente. Se citaron a los estudiantes en horas específicas en el laboratorio asignado para la ejecución del estudio.

Para aplicar la ficha clínica a la muestra, se tuvo control de las variables ergonómicas visuales y espaciales trascendentales, estandarizándose los siguientes parámetros para todos los integrantes de los cuatro bloques (excepto el grupo que no tendrá interacción alguna con su smartphone):

- Espacio estandarizado para todos los grupos del cual no deben salir durante el experimento.
- Iluminación estandarizada para todos los grupos.
- Espacio climatizado a una temperatura de 28 grados Celsius.
- Distancia ojo-smartphone de 40 cm.
- Nivel medio del brillo de la pantalla de smartphone (50% del brillo total).
- No se efectuarán descansos en el tiempo de uso del smartphone.

Es importante señalar que se orientó a la unidad muestral no utilizar su smartphone treinta minutos antes del uso de smartphone, esto con la finalidad de evitar márgenes de error en la toma de los datos.

8.6 Procedimiento para recolección de datos e información

Llenado de ficha clínica

El llenado de la ficha clínica se hizo en dos momentos, antes y después del uso de smartphome.

Fase 1: Ejecución de la ficha clínica previo al uso de smartphome.

Antes de exponer a cada grupo al uso de sus smartphome en el tiempo y actividad ya estipulado, se procedió a realizar la toma de los parámetros binoculares y de la película lagrimal que comprende el estudio. En el caso de que el paciente tenga ya definida su corrección óptica, se hicieron las pruebas con la corrección del paciente.

- Valoración del componente acomodativo: Entre las pruebas comprendidas que se evaluarán en el estudio, se encuentran:
 - Amplitud de acomodación mediante el método Donders: Es la capacidad máxima de acomodación para mantener una imagen nítida de un objeto, siendo valioso su análisis al exponer por un determinado tiempo a los pacientes con sus smartphome en una distancia corta.
 - Retardo acomodativo a través de MEM: El retardo acomodativo indica el comportamiento acomodativo del sistema visual de cerca, siendo crucial su evaluación en el estudio ya que manifiesta el grado de libertad existente entre la convergencia y la acomodación en visión próxima.

- Flexibilidad acomodativa binocular: La flexibilidad acomodativa es la habilidad que tiene el sistema visual para realizar cambios dióptricos brusco y de forma eficaz. Su valoración binocular es importante en el presente estudio, debido que brinda información importante ante la existencia de problemas funcionales en el sistema vergencial y acomodativo.
- Acomodación relativa positiva (ARP) y negativa (ARN): Determina el nivel de libertad de la acomodación y convergencia que permite mantener la binocularidad. No es una evaluación que permita determinar de forma directa un diagnóstico, pero si ratifica los valores obtenidos en la acomodación y convergencia de la población en estudio.
- La valoración del componente vergencial estará conformado por las siguientes pruebas:
 - Punto próximo de convergencia (PPC): Esta prueba permite conocer la máxima capacidad de convergencia que tiene un individuo manteniendo la alineación de los ejes visuales sobre un objeto de interés, siendo un parámetro importante en el estudio, ya que cada paciente tiene como punto de interés la pantalla de sus celulares.
 - Cover test con corrección en visión cercana: Es una prueba relevante ante la presencia de posibles forias descompensadas en visión cercana en el paciente, que pueden influir en el correcto funcionamiento del sistema visual de los pacientes.
 - Reservas fusionales horizontales en visión cercana: De manera general, las vergencias fusionales son la capacidad que tiene el sistema visual para mantener la fusión, así como la capacidad de compensación de forias.
- Con respecto a la película lagrimal, se evaluará la estabilidad de la película lagrimal mediante las siguientes pruebas:

- BUT: Es una de las pruebas por excelencia en la valoración de la estabilidad de la película lagrimal. Se ha decidido su realización en el estudio, por la trascendencia de evidencias en los cambios de estabilidad en la película al estar expuesta por un tiempo determinado a la luz azul de los celulares.
- Frecuencia de parpadeo: La frecuencia de parpadeo es uno de los mecanismos de alta relevancia en la distribución de la película lagrimal en la superficie ocular. Su disminución trae consigo repercusiones negativas en el mecanismo de distribución lagrimal; por lo que valorar su ritmo al estar expuesto a un smartphone es muy importante.
- Altura del menisco lagrimal: Su valoración permite determinar el volumen del menisco del párpado inferior. Aprovechando el uso de fluoresceína en la prueba BUT, la evaluación del menisco es factible, dando paso a la comparación del reservorio del menisco lagrimal antes y después de utilizar un smartphone.

El procedimiento de todas las valoraciones ha sido descrito en el marco teórico de dicho estudio.

Fase 2: Toma de los datos optométricos después de usar Smartphone durante el tiempo estipulado.

Finalmente, al haber estado expuesto al uso de smartphone durante el tiempo estipulado (excepto el bloque no expuesto al uso de smartphone), se procederá a tomar nuevamente los datos, evidenciando así la posible varianza de los valores del estado binocular y película lagrimal.

8.7 Plan de tabulación y análisis

Plan de tabulación

Una vez que todos los datos obtenidos de los instrumentos de investigación (ficha clínica) fueron recolectados en el tiempo establecido, se procedió al diseño de la base de datos mediante el programa estadístico InfoStat-Statistical Software, versión estudiantil 2020 para Windows en la cual se introdujo la información recolectada, facilitando así el proceso de análisis de datos estadísticos. Así mismo se hizo uso auxiliar del programa estadístico SPSS versión 25 para Windows; de igual manera el programa Word 2013, para registrar la descripción de los resultados en estudio.

Análisis de datos descriptivos: Se realizó los análisis de datos descriptivos, correspondientes a las variables nominales y/o numéricas, entre ellos: el análisis de frecuencia y las estadísticas descriptivas correspondientes. Además, se presentaron los datos en gráficos tales como: líneas de tendencias, barras en serie, diagramas de pastel, entre otros; de tal forma que sea comprensible la información obtenida.

Análisis de datos correlacionales: Los análisis de tipo correlacional, son planteados en función de las hipótesis estadísticas del estudio, donde se utilizó tablas de contingencia para variables paramétricas; analizándose mediante prueba estadística de Pearson, el cual permitió demostrar la correlación lineal entre variables de categorías.

Análisis de datos Inferenciales: Así mismo, se ejecutó un análisis ANOVA en DCA cuyo propósito es analizar los coeficientes de las varianzas para probar la hipótesis de igualdad entre las medias debidas a los tratamientos y los bloques, separando la variación total en las partes con que contribuye cada fuente de variación.

Los cruces de variables que se llevaron a cabo fueron:

Tiempo de exposición smartphone con Amplitud de acomodación

Tiempo de exposición smartphone con Retardo acomodativo

Tiempo de exposición smartphone con Flexibilidad acomodativa binocular

Tiempo de exposición smartphone con Acomodación relativa positiva y negativa

Tiempo de exposición smartphone con PPC

Tiempo de exposición smartphone con Covert Test

Tiempo de exposición smartphone con Reservas fusionales horizontales

Tiempo de exposición smartphone con BUT

Tiempo de exposición smartphone con Menisco lagrimal

8.8 Consideraciones éticas

Debido que el presente estudio es de índole experimental, se solicitó de forma individual y personal el consentimiento informado a cada uno de los estudiantes para poder proceder a la aplicación de los instrumentos de investigación. Se le explicó cada uno de los objetivos y su trascendencia en la investigación. Al mismo tiempo se le brindó a cada uno de los participantes la información y seguridad sobre los procedimientos clínicos optométricos, explicándoles que dichos procedimientos no pondrán en riesgo su integridad física, teniendo la capacidad de abandonar su participación del estudio si así lo desea. Todos los datos recolectados son con fines investigativos, garantizando la confidencialidad de ello.

Validación del Instrumento

La ficha clínica que se utilizó en el estudio, fue creada mediante la revisión bibliográfica sobre la temática, además revisada por expertos en metodología de la investigación y docentes especialistas en el área de Optometría, eventualmente el instrumento fue aplicado a 8 estudiantes de la carrera de Optometría médica (prueba piloto), esta prueba permitió realizar ciertas modificaciones en el instrumentos, los cuales fueron:

1. Se modificó la estructura de la ficha, resumiéndose en un cuadro que comprendía todas las pruebas, cuyo llenado era más sencillo.
2. Se realizó una mejor estructura para anotar los resultados de las reservas fusionales.

9. Resultados

❖ Resultados descriptivos

• Características Sociodemográficos

Las edades de los participantes del estudio está comprendida entre los valores mínimo de 19 años a un valor máximo de 27 años, con una media etaria de 21 años y una desviación estándar de 1,704. (Tabla 1)

En relación a la variable sexo, el femenino predominó con 68,75% (22 mujeres) y el 31,25% correspondió al sexo masculino (10 hombres). (Tabla 2)

Con respecto a la variable procedencia, se obtuvo que el 31,25% son originarios de zonas rurales (10) y el 68,75% de zonas urbanas (22) (Tabla 3). Por último, el año académico evidenció que el 59,4% son estudiantes del quinto año de optometría médica (19 estudiantes) y el 40,6% del cuarto año de dicha carrera (13 estudiantes) (Tabla 4).

- **Resultados de evaluación de signos clínicos del estado binocular y película lagrimal antes y después de uso Smartphone.**

Evaluación Acomodativa:

La AMPLITUD DE ACOMODACIÓN de ambos ojos promedio al uso de smartphone, obtuvo un mínimo de 6,25 dioptrías a un máximo de 14,25 dioptrías, con una media de 9,58 dioptrías y una desviación estándar de 1,95 dioptrías (Tabla 5). Posterior al uso de smartphone la amplitud de acomodación promedio de ambos ojos, se obtuvo un mínimo de

7,00 dioptrías a un máximo de 16,75 dioptrías, con una media de 10,75 dioptrías y una desviación estándar de 2,73 dioptrías (Tabla 5).

En el RETARDO ACOMODATIVO antes del uso de smartphone promedio de ambos ojos, los resultados fueron con un mínimo de +0,50 dioptrías positivas a un máximo de +1,75 dioptrías positivos, presentando una media de +0,75 dioptrías y una desviación estándar de +0,27 dioptrías (Tabla 5). En el retardo acomodativo posterior al uso de smartphone promedio de ambos ojos, los resultados fueron con un mínimo de +0,50 dioptrías positivas a un máximo de +2,50 dioptrías positivos, presentando una media de +1,14 dioptrías y una desviación estándar de +0,49 dioptrías (Tabla 5).

EN FLEXIBILIDAD ACOMODATIVA BINOCULAR en visión próxima previo al uso de smartphone, se obtuvo un mínimo de 3 c.p.m, alcanzando un máximo de 10 c.p.m, con una media de 6,75 c.p.m y una desviación estándar de 1,89 c.p.m. Posterior al uso de smartphone se evidencio que en flexibilidad acomodativa binocular en visión próxima, se obtuvo un mínimo de 2 c.p.m, alcanzando un máximo de 8 c.p.m, con una media de 5,67 c.p.m y una desviación estándar de 1,71 c.p.m (Tabla 5).

Por último, los resultados del ARP (-) antes del uso de smartphone se presentaron un mínimo de 0,75 dioptrías, con un máximo de 5,00 dioptrías, media de 2,75 dioptrías y una desviación estándar de 0,96 dioptrías. Después del uso del teléfono inteligente, los resultados del ARP (-) presentaron un mínimo de 1,25 dioptrías, con un máximo de 5,00 dioptrías, media de 2,91 dioptrías y una desviación estándar de 0,95 dioptrías (Tabla 5).

Los resultados del ARN (+) antes del uso muestran un mínimo de 0,75 dioptrías con un máximo de 3,50 dioptrías, media de 2,16 dioptrías y una desviación estándar de 0,61 dioptrías

(Tabla 5). Después del uso Los resultados del ARN (+) muestran un mínimo de 0,75 dioptrías con un máximo de 2,75 dioptrías, media de 1,90 dioptrías y una desviación estándar de 0,42 dioptrías (Tabla 5).

Evaluación de vergencias:

PPC: En relación a la valoración de las vergencias antes del uso de teléfono inteligente, los resultados indican un PPC en el punto de rompimiento fusión con un mínimo de 0 cm (HLN) hasta un máximo de 15 cm, presentando una media de 6,96 cm y una desviación estándar de 4,29 cm. Posterior al uso de Smartphone la valoración de las vergencias, los resultados indican un PPC en el punto de rompimiento fusión con un mínimo de 0 cm (HLN) hasta un máximo de 20 cm, presentando una media de 7,87 cm y una desviación estándar de 5,26 cm (Tabla 5).

COVER TEST: En el cover test en visión cercana, Antes del uso de smartphone los resultados señalan como un mínimo de 0 dioptrías prismática (ortofórico) a un máximo de 10 dioptrías prismáticas de exoforia, con una media de 2,25 dioptrías prismáticas y una desviación estándar de 3,41 dioptrías prismáticas de exoforia (Tabla 5). Después del uso de smartphone. El cover test en visión cercana, los resultados señalan como un mínimo de 0 dioptrías prismática (ortofórico) a un máximo de 10 dioptrías prismáticas de exoforia, con una media de 2,42 dioptrías prismáticas y una desviación estándar de 3,55 dioptrías prismáticas de exoforia (Tabla 5).

RESERVAS FUSIONALES:

Las reservas fusionales horizontales positivas Antes del uso de smartphone los resultados de las reservas en visión cercana (prismas BT) indican un mínimo de borroso de

0 dioptría prismática hasta un máximo de 20 dioptría prismática, media de 4,54 dioptrías prismática y desviación estándar de 6,98 dioptrías prismática; mínimo de doble de 0 dioptrías prismáticas. Hasta un máximo de 25 dioptrías prismáticas, con media de 15,25 dioptrías y desviación estándar de 6,32 dioptrías prismáticas; y finalmente con un mínimo de recobra de 6 dioptrías prismáticas, máximo de 14 dioptrías prismáticas, media de 9,83 dioptrías prismáticas y desviación estándar de 2,82 dioptrías prismáticas (Tabla 5).

Posterior al uso del teléfono inteligente, los resultados de las reservas fusionales horizontales positivas en visión cercana (prismas BT) indican un mínimo de borroso de 0 dioptría prismática hasta un máximo de 25 dioptría prismática, media de 6,62 dioptrías prismática y desviación estándar de 8,02 dioptrías prismática; mínimo de doble de 0 dioptrías prismáticas, hasta un máximo de 30 dioptrías prismáticas, con media de 15,63 dioptrías y desviación estándar de 6,87 dioptrías prismáticas; y finalmente con un mínimo de recobra de 1 dioptría prismática, máximo de 20 dioptrías prismáticas, media de 10,00 dioptrías prismáticas y desviación estándar de 4,94 dioptrías prismáticas (Tabla 5).

Las reservas fusionales horizontales negativas Antes del uso del smartpone en visión cercana (prismas BN) reflejaron un mínimo de borroso de 0 dioptrías prismáticas, máximo de 16 dioptrías prismáticas, media de 5,08 dioptrías prismáticas y desviación estándar 6,95 dioptrías prismáticas; expresó un mínimo de doble de 0 dioptrías prismáticas, máximo de 30 dioptrías prismáticas, con media de 12,88 dioptrías prismática y desviación estándar de 5,81 dioptrías prismáticas; los resultados indican un mínimo de recobra de 2 dioptrías prismáticas, máximo de 16 dioptrías prismáticas, media de 7,25 dioptrías prismáticas y desviación estándar de 3,27 dioptrías prismáticas (Tabla 5).

Posterior al uso del teléfono inteligente Las reservas fusionales horizontales negativas en visión cercana (prismas BN) reflejaron un mínimo de borroso de 0 dioptrías prismáticas, máximo de 16 dioptrías prismáticas, media de 4,67 dioptrías prismáticas y desviación estándar 5,97 dioptrías prismáticas; expresó un mínimo de doble de 0 dioptrías prismáticas, máximo de 20 dioptrías prismáticas, con media de 12,54 dioptrías prismática y desviación estándar de 5,97 dioptrías prismáticas; los resultados indican un mínimo de recobro de 1 dioptría prismática, máximo de 16 dioptrías prismáticas, media de 7,54 dioptrías prismáticas y desviación estándar de 3,89 dioptrías prismáticas (Tabla 5).

Evaluación de película lagrimal:

FRECUENCIA DE PARPADEO: Se evaluó la frecuencia de parpadeo por minuto Antes del uso del smartphone encontrándose como resultado mínimo 10 parpadeos por minutos, máximo de 15 parpadeos por minutos, con una media de 12,46 parpadeos y una desviación estándar de 1,61 parpadeos (Tabla 5).

La frecuencia de parpadeo después del uso de smartphone por minuto presentó como resultado mínimo 6 parpadeos por minutos, máximo de 15 parpadeos por minutos, con una media de 9,79 parpadeos y una desviación estándar de 2,24 parpadeos por minutos (Tabla 5).

La prueba **BUT:** realizada antes del uso del smartphone manifestó resultados mínimos de rompimiento de la película lagrimal en 3 segundos, con un máximo de 12 segundos, media de 8,54 y desviación estándar de 2,06 segundos. (Tabla 5).

Después del uso del Smartphone La prueba BUT manifestó resultados mínimos de rompimiento de la película lagrimal en 2 segundos, con un máximo de 11 segundos, media de 5,17 y desviación estándar de 1,94 segundos (Tabla 5).

En relación al MENISCO LAGRIMAL: Los resultados de la medición del menisco lagrimal previo al uso de smartphone tiene como mínimo 0,40 mm de altura de menisco, máximo de 1 mm, media de 0,81 mm y desviación estándar de 0,18 mm (Tabla 5).

Posterior al uso de smartphone, los resultados de la medición del menisco lagrimal presentaron como mínimo 0,80 mm de altura de menisco, máximo de 1 mm, media de 0,62 mm y desviación estándar de 0,22 mm (Tabla 5).

❖ **Relación que existe entre el tiempo de uso del smartphone con los resultados de las pruebas del estado binocular y película lagrimal en la población en estudio.**

En los resultados de las pruebas acomodativas, se logró evidenciar diferentes datos en cada uno de los grupos de tiempo de exposición a smartphone:

- En la amplitud de acomodación, el grupo expuesto a smartphone durante 15 minutos presentó un valor promedio de 6,25 dioptrías, caso diferente a los expuestos durante 30 minutos, cuyos resultados indicaron una media de amplitud de acomodación de 7,75. En los pacientes expuestos por 45 minutos se evidencia valor promedio de 7,00 dioptrías.
- Los pacientes de 15 minutos de uso smartphone presentaron un retardo acomodativo con un valor promedio de +0,50 dioptrías. Los pacientes de 30 minutos manifestaron valor promedio de +0,75 dioptrías; dicho valor se repite en el grupo de 45 minutos de uso smartphone.

- La flexibilidad acomodativa presentó valor promedio de 4 c.p.m . en los pacientes de 15 minutos, en el grupo de 30 minutos los resultados indican una media de 2 c.p.m y en el grupo de 45 minutos un valor de 4c.p.m
- En acomodación relativa, los valores de ARP en 15 minutos presentaron un promedio de -2,00 dioptrías, en aquellos que usaron sus smartphone durante 30 y 45 minutos, los valores promedio indican -2,75 dioptrías. Así mismo, el ARN en los 15 minutos de uso Smartphone tenían valores promedios de +1,00 dioptrías, los de 30 minutos y 45 minutos evidenciaron promedios similares de +1,25 dioptrías.
- En el componente vergencial como es el PPC, y específicamente la distancia donde el paciente rompe fusión, los pacientes del grupo de 15 minutos, rompían fusión en una distancia promedio de 9 cm, en el caso del grupo de 30 minutos rompían fusión a una distancia promedio de 7cm y por último, los grupos de 45 minutos presentaron a los 4 cm rompimiento de fusión.
- Los valores de cover test en visión cercana en los pacientes expuestos a 15 minutos de Smartphone están en un valor promedio de 3,75 dioptrías prismáticas, en el caso del grupo de 30 minutos el valor promedio fue 1,50 dioptrías prismáticas y en el grupo de 45 minutos valor promedio de 1,25 dioptrías prismáticas.
- En las reservas fusionales horizontales en visión cercana, en el caso de RFP, el grupo de 15 minutos presentaron un valor promedio de 7/8/6, aquellos expuestos a 30 minutos sus valores estuvieron entre 6/15/5 y los de 45 minutos los valores fueron en promedio 9/10/5. Además, las RFN en los pacientes de 15 minutos muestran un valor promedio de 6/7/5, los de 30 minutos un valor promedio de 4/7/3 y aquellos expuestos durante 45 minutos, un resultado promedio de 5/9/4.

- Los resultados de la frecuencia de parpadeo en el grupo de 15 minutos indican un promedio de 7 parpadeos, promedio que se repite en el grupo de 30 minutos. En el grupo de 45 minutos presentan resultado promedio de 3 parpadeos.
- El tiempo de ruptura de la película lagrimal de los pacientes expuestos durante 15 minutos de uso smartphone estaba en un valor promedio de 4 segundos, en el caso del grupo de 30 minutos los resultados fueron un promedio de 2 segundos de BUT, y en aquellos expuestos durante 45 minutos, se evidencio ruptura de la película lagrimal a los 3 segundos.
- Por último, el menisco lagrimal de los pacientes expuestos a 15 minutos de uso smartphone, presentaron dato promedio de 0,45 mm, en aquellos de 30 minutos de uso Smartphone sus valores finales fueron en promedio 0,30 mm y los pertenecientes al grupo expuesto durante 45 minutos, presentaron valores finales con promedio de 0,45 mm

❖ **Resultados de Estadística inferencial**

Se utilizó *el coeficiente de correlación “r” de Pearson*, para variables tiempo de uso smartphone, amplitud de acomodación promedio, retardo acomodativo promedio, flexibilidad acomodativa binocular, ARP, ARN, frecuencia de parpadeo por minuto, tiempo de ruptura de la película lagrimal (BUT) y altura del menisco lagrimal.

- Para las variables **Tiempo de uso smartphone y amplitud de acomodación promedio:** se obtuvo un coeficiente de correlación “r” igual a 0,43; el cual es un valor próximo a 0,5. Este valor de “r” se obtuvo con un $p= 0,01$, resultando ser menor que el nivel crítico de comparación $\alpha= 0,05$ (Tabla 6).

- En el caso de las variables **tiempo de uso smartphone y retardo acomodativo promedio**: el coeficiente de correlación “**r**” fue 0,49, el cual es un valor próximo a 0,5. Este valor de “**r**” se obtuvo con un **p= 0,00**, resultando ser menor que el nivel crítico de comparación $\alpha= 0,05$ (Tabla 7).
- Con respecto al cruce de las variables **tiempo de uso de smartphone y flexibilidad acomodativa binocular** (Tabla 8), el resultado del coeficiente de correlación “**r**” fue -0,13, el cual es un valor próximo a 0. Este valor de “**r**” se obtuvo con un **p= 0,48**, resultando ser mayor que el nivel crítico de comparación $\alpha= 0,05$.
- En relación a las variables **tiempo de uso smartphone y ARP** (Tabla 9), el coeficiente de correlación “**r**” igual a 0,30, el cual es un valor próximo a 0. Este valor de “**r**” se obtuvo con un **p= 0,09**, resultando ser mayor que el nivel crítico de comparación $\alpha= 0,05$.
- Las variables **tiempo de uso smartphone y ARN** obtuvieron un coeficiente de correlación “**r**” igual a 0,28, el cual es un valor próximo a 0. Este valor de “**r**” se obtuvo con un **p= 0,11**, resultando ser mayor que el nivel crítico de comparación $\alpha= 0,05$ (Tabla 10).
- En referencia a las **variables tiempo de uso smartphone y PPC** los resultados señalan un coeficiente de correlación “**r**” igual a -0,35, el cual es un valor próximo a 0. Este valor de “**r**” se obtuvo con un **p= 0,05**, resultando ser igual que el nivel crítico de comparación $\alpha= 0,05$ (Tabla 11).
- **En relación al tiempo de uso smartphone y frecuencia de parpadeo** por minuto, indica un coeficiente de correlación “**r**” igual a -0,48, el cual es un valor próximo a 0,5. Este valor de “**r**” se obtuvo con un **p= 0,01**, resultando ser menor que el nivel crítico de comparación $\alpha= 0,05$ (Tabla 12).

- Alusivo a la relación de las variables de **tiempo de uso smartphone y el tiempo de ruptura de la película lagrimal (BUT)**, se obtuvo coeficiente de correlación “r” igual a -0,63, el cual es un valor próximo a -1. Este valor de “r” se obtuvo con un $p= 0,00$, resultando ser menor que el nivel crítico de comparación $\alpha= 0,05$ (Tabla 13).
- **En cuanto al tiempo de uso smartphone y altura del menisco lagrimal** señalan un coeficiente de correlación “r” igual a -0,29, el cual es un valor próximo a 0. Este valor de “r” se obtuvo con un $p= 0,11$, resultando ser mayor que el nivel crítico de comparación $\alpha= 0,05$ (Tabla 14).

Para el estudio se utilizó un análisis de varianza (ANOVA), la cual *“es una técnica general en la que participa y se analiza la variación en una variable continua. Las variaciones particionada en variación explicada y no explicada por uno o más predictores llamados factores. Las categorías de cada factor (niveles) generalmente conforman grupos o condiciones experimentales (tratamientos)”* (Casanoves, 2018).

Cumpliendo los criterios de Fisher para estudios experimentales se realizaron las pruebas de normalidad de los residuos, pruebas de homogeneidad de varianza de los residuos y pruebas de Independencia de los residuos, obteniendose los siguientes resultados:

- **Pruebas de Normalidad de los residuos**

Este tipo de prueba fue obtenida mediante el índice de correlacion de Shapiro Wilk (Tabla 15) en un grafico Q-Q Plot (Gráfico 3), que determino que para las variables residuos y la función normal de amplitud de acomodacion, flexibilidad acomodativa, acomodaciones relativas (ARP y ARN), punto proximo de convergencia, cover test, reservas fusionales

horizontales, frecuencia de parpadeo, BUT y altura de menisco lagrimal; el grado de coeficiente de correlación $r \geq 0.94$, donde existe correlación significativa entre los residuos y la función normal. Debido a que se obtuvo un “**r**” significativo en la prueba realizada, cumple con el supuesto de normalidad para realizar correctamente el modelo del DCA, excepto la variable retardo acomodativo y cover test.

- **Pruebas de Homogeneidad de varianza de los residuos**

Para la prueba de homogeneidad de los residuos, obtenida mediante la prueba de Leneve y un grafico de dispersión mediante la varianza de los residuos y la variables respuesta. En la Prueba de leneve acepta la **H₀: Los errores tienen varianzas homogéneas**, debido que las variables de amplitud de acomodacion, flexibilidad acomodativa, acomodaciones relativas (ARP y ARN), punto proximo de convergencia, reservas fusionales horizontales, frecuencia de parpadeo, BUT y altura de menisco lagrimal se obtuvo un valor **$p = 0,9999$** , el cual resultó ser mayor que el nivel crítico de comparación, nivel de significancia previamente establecido de un **$\alpha = 0,05$** . Dado que se obtuvo una respuesta ***ns*** a partir de la prueba de Levene, se cumple con uno de los supuestos fundamentales para realizar correctamente el Modelo del DCA (Tabla 16- Tabla 23).

- **Prueba de Independencia de Varianza de los residuos**

Respecto al diagnóstico de Independencia de los residuos, mediante un gráfico de dispersión se identificó claramente que no hay patrón o tendencia de respuesta de los residuos entre las variables respuesta mencionadas anteriormente. Por lo tanto, se procede a realizar el ANOVA en DCA.

Prueba ANOVA en DCA

Puesto que el presente estudio tiene como objetivo determinar la causa-efecto del uso de smartphone sobre el sistema visual, se ha seleccionado un diseño completo al Azar o DCA, unifactorial.

El ANOVA realizado demostró que en relación al tiempo del uso de smartphone, la variable amplitud de acomodación presentó una significancia de causa-efecto de $p=0,01$ (Tabla 24) y BUT evidenció una significancia de causa-efecto de $p=0,00$ (Tabla 25); siendo estos valores menores al valor estandarizado ($p < 0.05$).

Pruebas Posteriores al ANOVA

Amplitud de Acomodación

Minitab 19 (2020), señala que el Test LSD de Fisher es una prueba de comparación múltiple que se utiliza en el ANOVA para crear intervalos de confianza para todas las diferencias en parejas entre las medias de los niveles de los factores, controlando al mismo tiempo la tasa de error individual en un nivel especificado. Posteriormente, el método LSD de Fisher utiliza la tasa de error individual y varias comparaciones para calcular el nivel de confianza simultáneo para todos los intervalos de confianza. Este nivel de confianza simultáneo es la probabilidad de que todos los intervalos de confianza contengan la diferencia verdadera.

LSD de Fisher con un $\alpha = 0.05$ y DMS de 2.27994, aportó las evidencias estadísticas de una clasificación definida de la siguiente forma: El tiempo de uso del smartphone dado por las categorías de tiempo de 30 minutos y 45 minutos, 0 minutos y 15

minutos, muestra en primer lugar la categoría A, un aumento de la amplitud de acomodación en medias de 12.25 dioptrías de mayor dioptrías en exposición a 30 minutos. En segundo lugar se muestra el efecto de la categoría AB dado por una amplitud de acomodación con un nivel menor de 11.25 dioptrías medias en los 45 minutos; para tiempo 0 minutos definidos por la categoría BC se obtuvo media a un menor de poder dióptrico de 9.13 y en tercer lugar la categoría C dada por el tiempo de 15 minutos se obtuvo medias de 8.75 dioptrías (Tabla 26).

BUT

El Test LSD de Fisher con un alfa = 0.05 y un DMS de 1.99513, aporó las evidencias estadísticas de una clasificación definida de la siguiente forma: El tiempo de uso del Smartphone dado por las categorías de tiempo de 0 minutos y 15 minutos, 45 minutos y 30 minutos. Muestra en primer lugar la categoría A, de 0 minutos un efecto que induce a producir medias de 9.75 de mayor tiempo de ruptura en segundos y en la categoría B de 15 hasta 45 minutos con medias que van desde 5.88 hasta 4.63 se obtuvo el menor tiempo de ruptura en segundos (Tabla 27).

10. Discusión de resultados

Como resultado del análisis de los datos recolectados en el estudio, según las características sociodemográficas, se encontró que el sexo predominante fue el femenino, con un rango de edad de 19-27 años y con una edad media de 21 años, semejante al estudio de Asper, et al (2019), sobre los efectos del uso de smartphome en la visión binocular, parpadeo y película lagrimal, en donde el sexo predominante fue el femenino, con edades comprendidas entre 18- 23 años. Así mismo, en el actual estudio, la mayoría procede de zonas urbanas y del quinto año de Optometría médica.

En los resultados de las pruebas acomodativas previo al uso de smartphome, se puede observar en promedio que retardo acomodativo, ARP y ARN se encuentra en el rango normal, puesto que Borrás, et al (1998) indica que el rango normal de retardo acomodativo comprende de +0.50 D hasta + 0.75 D y considera valores estadísticamente normales de ARN: $+2.00 \pm 0,50$ D y de ARP: $2,37 \text{ D} \pm 0,50 \text{ D}$.

En toda la muestra se evidencia valores inferiores en amplitud de acomodación y en flexibilidad acomodativa binocular, puesto que la amplitud de acomodación deberían estar según la fórmula de Hofstetter en el rango de 12.00-9.00 dioptrías y según la tabla de Donders en valores que van de 12.00 D- 7.00 D, y según Cacho et al (2010) con una flexibilidad acomodativa binocular normal de 8 c.p.m.

Después de usar sus smartphome por un tiempo determinado, los valores de amplitud de acomodación aumentaron 1,25 D en relación a los valores iniciales, la flexibilidad acomodativa se mantienen en valores inferiores. Tanto retardo acomodativo, ARP y ARN se

mantienen en los valores normales. Dichos resultados difieren al estudio de Bautista (2016), en la cual solo el lag acomodativo expresaba cambios significativos.

Los hallazgos del presente estudio indican que en las pruebas vergenciales previas y posteriores al uso de smartphone, los valores medios de rompimiento de fusión (PPC) alcanzados por la muestra no diferían de los rangos normales que argumenta Borrás (1998) al considerar como valor normal una ruptura de fusión a una distancia entre 6 y 10 cm; algo semejante ocurre con el cover test en visión cercana al presentar heteroforias que según Borrás. et al (1998) no son clínicamente significativas, siendo compensada por las reservas fusionales.

No obstante, el RFP y RFN en VC son ligeramente inferiores a los mostrados por diferentes autores (cuadro 4) (datos que lo confirman las ARP para RFN y ARN para RFP). Los resultados posteriores al uso de Smartphone en las pruebas vergenciales mantienen el mismo comportamiento: las RFN y RFP se mantienen en valores inferiores, concordando con Asper, et al (2019), quienes mediante su estudio manifiesta que el uso extendido de teléfonos inteligentes parece tener implicaciones importantes en la función binocular.

Referente a la evaluación de la película lagrimal previo al uso de smartphone, la frecuencia de parpadeo estaba en rango normal de 10-15 parpadeo, valores que coincide Contact lens academy by Bausch &Lomb (2019),el cual menciona que una frecuencia de parpadeo de aproximadamente 10-15 parpadeos/ minuto, con una duración de 0,3-0,4 segundos permite una correcta distribución de la película lagrimal sobre la superficie ocular.

Así mismo, el menisco lagrimal se mantuvo en rangos normales descrito por IACLE Contact lens course (2019), quienes aluden que la altura normal del menisco lagrimal está entre 0.3 a 1mm y valores inferiores a 0.3 mm es signo de una deficiencia en la película lagrimal. En el 100% de la muestra el BUT estaba en valores inferiores planteados por (Kanski,2011), quien da a conocer como normal una ruptura de la película lagrimal en un tiempo mayor a los 10 segundos.

Posterior al uso de smartphone, el 20% de la muestra disminuyó el parpadeo, lo que puede ocasionar según Calvo y García (2016) una mala distribución de la película lagrimal y una película lagrimal delgada e inestable al disminuir el parpadeo y presentar un cierre incompleto de los párpados entre los usuarios de pantallas. El menisco se mantuvo en rango normal; el BUT disminuyó aún más del valor previo, siendo un indicio de ojo seco evaporativo, difiriendo de Asper, et al (2019), puesto en dicho estudio no se evidenció cambios significativos en el NIBUT después de una lectura en un Smartphone durante 60 minutos.

Con la finalidad de constatar la hipótesis de la investigación se aplicó la prueba de correlación de Pearson, para determinar si existe relación significativa entre las variables, con un nivel de significancia de $P < 0.05$; teniendo como hipótesis las siguientes:

Hipótesis nula (H0): El uso de smartphone durante un tiempo determinado no causa variaciones en el estado binocular y película lagrimal en estudiantes de 4to a 5to año de la carrera de Optometría médica.

Hipótesis alternativa (H1): El uso de smartphone durante un tiempo determinado causa variaciones en el estado binocular y película lagrimal en estudiantes de 4to a 5to año de la carrera de Optometría médica.

Se evidenció que las únicas pruebas que tienen significancia estadística con respecto al tiempo fueron amplitud de acomodación, retardo acomodativo, frecuencia de parpadeo y BUT, es decir que existe una dependencia significativa entre el tiempo de exposición a la pantalla del smartphone y los valores de estas pruebas, por lo que no se rechaza la hipótesis alternativa.

No obstante, en los resultados de la ANOVA, se logra evidenciar la variabilidad significativa en los resultados finales de las pruebas evaluadas en el estudio en aquellos que ha sido expuesto uso de smartphone en comparación a los no expuestos, alcanzando variaciones con dependencia al tiempo la amplitud de acomodación (0.01) y el BUT (< 0.0001).

Sin embargo, fue necesario determinar en cuál de los tiempos estipulados existía mayor variación, permitiendo la prueba de comparación múltiple LSD de Fisher, verificar que, en el caso de la amplitud de acomodación para que exista una variación significativa debe existir una diferencia mínima significativa (DMS) de 2.25 D, por lo tanto los pacientes expuesto durante 30 minutos y 45 minutos no existe una variación significativa entre ellos, pero si con las medias de los grupos de 0 minutos y 15 minutos, confirmando lo indicado por Glasser y Kausman (2004) que la profundidad de foco de un ojo, aumenta al estar expuesto a objetos iluminados de forma brillante de forma prolongada, disminuyendo el tamaño pupilar y aumentando la amplitud de acomodación.

En relación a BUT, la comparación múltiple indica que debe existir una DMS de 2 segundo, por lo que el análisis indica que hay una varianza significativa del BUT entre los no expuesto y expuestos, debido que a partir de los 15 minutos el valor del tiempo de ruptura de la película cambia en comparación a los que no usaron sus smartphone, situación que se

vincula fuertemente a la dependencia significativa entre el parpadeo y tiempo, justificado por Calvo & García (2016) al argumentar que una mala distribución de la película lagrimal y una película lagrimal delgada e inestable es consecuencia de una disminución del parpadeo, así como un cierre incompleto de los párpados entre los usuarios de pantallas como el smartphone; compaginándose a la conclusión del estudio de Asper et al. (2019) al acreditar que el uso extendido de teléfonos inteligentes parece tener implicaciones importantes para la salud de la superficie ocular.

11. Conclusiones

En el transcurso del presente estudio investigativo se pretendió analizar la variación del estado binocular y película lagrimal de los estudiantes de cuarto y quinto año de la carrera de optometría médica al someterlos al uso de sus celulares smartphone por determinado tiempo.

Mediante el análisis de los datos recolectados en el estudio, se pudo concluir:

- ✓ Con respecto a las características sociodemográficas, el sexo predominante fue el sexo femenino con un 68, 75%, con una edad media de 21 años donde la mayoría procedía de zonas urbanas y de quinto año de la carrera de Optometría médica.
- ✓ Los valores de la amplitud de acomodación y flexibilidad acomodativa binocular fueron los únicos componentes acomodativos que tanto antes y después del uso de smartphone no se encontraron en los valores normales según la teoría, así como las reservas fusionales y el BUT.
- ✓ Los resultados demuestran que existe una dependencia significativa entre tiempo de exposición smartphone con la amplitud de acomodación, retardo acomodativo, frecuencia de parpadeo y BUT.
- ✓ En el estudio se logró constatar una variación significativa de 2.50 D en la amplitud de acomodación entre los grupos de 30 minutos y 45 minutos, con los grupos de 0 minutos y 15 minutos. Así mismo, se evidenció una varianza significativa de 2 segundos en el tiempo de ruptura de la película lagrimal de los grupos expuestos en comparación a los no expuestos.

12. Recomendaciones

- Se sugiere repetir el estudio con mayor número de participantes, en el cual se evalúen el estado binocular y película lagrimal, variando el tiempo de exposición a la pantalla de los smartphone, así como diferentes actividades con el dispositivo y de ser posible comparar los resultados con distintos dispositivos digitales.
- Se puede dar continuidad al estudio, al tener pacientes que se les controle los factores ergonómicos y a otros que no se les controle.
- Se recomienda a los usuarios de smartphone poner en práctica las medidas de ergonomía visual: descansos visuales cada veinte minutos con una frecuencia constante de parpadeo voluntario, con una buena iluminación ambiente, distancia ojo-smartphone aproximada de 40 cm y brillo al 50%, con el fin de proporcionar un mejor confort visual.
- Implementación de campañas que eduquen a estudiantes y población en general al uso correcto de celulares smartphone.
- Recomienda el uso de gotas lubricantes o uso de filtros y corrección óptica al uso de smartphone para disminuir la cantidad de luz reflejada y síntomas visuales.
- Realizar el examen visual de manera anual.

13. Referencias bibliográficas

1. Ahn, Ham, Hwang, Kang, KimJ, KimTS, . . . Yu. (2016). *Association between exposure to Smartphones and ocular health in adolescents*. Seúl, Corea: PubliMed.
2. Alvarez, J., & Tapias, M. (s.f.). *Generalidades sobre vision binocular*.
3. American Optometric Association. (2006). *Computador Síndrome de visión*.
4. Arguello, L., Brusi, L., Faccia, P., & Paranoni, D. (2014). La película lagrimal. En L. Brusi, *Exploración con biomicroscopio ocular Técnicas y protocolo de intervención* (págs. 279-300). La Plata-Argentina: Editorial de la Universidad de la Plata.
5. Arias, M., Torres, C., Cruz, J., Sanchez, M., Corredor, D., Reyes, L., . . . Vega, D. (2011). *Influencia de los smartphones en los estilos de vida de los jóvenes universitarios y jóvenes ejecutivos en la ciudad de Bogotá*. Bogota.
6. Asper, L., Chidi-Egboka, N., Harrison, L., Lee, A., & Goleniowski, B. (2019). *Smartphone use and affects on tear film, blinking and binocular vision*. Sydney, Australia.
7. Bautista, A. (2016). *Variación en la respuesta y flexibilidad acomodativa en sujetos sometidos al uso de dispositivos electrónicos por un período de dos horas*. Aguascaliente, México.
8. Bermudez, I., & Rodriguez. (2019). *Uso de pantallas Smartphones y sus efectos en la acomodación visual de las estudiantes becadas internas del recinto universitario Rubén Darío de la UNAN-Managua, en el periodo de Julio a Septiembre 2019*. Managua.
9. Bobenrieth, M. (2012). *Como investigar con éxito en ciencias de la salud*. Escuela andaluza de salud pública.
10. Borrás, P. V. (1998). *Vision binocular: Diagnostico y tratamiento*. Barcelona: Ediciones UPC.
11. Calvo, A., & García, M. (s.f.). *Patología de la Superficie Ocular*.

12. Canales, F., Alvarado, E., & Pineda, E. (1996). *Metodología de la investigación*.
13. Cañete, R., Guilhem, D., & Brito, K. (3 de julio de 2019). *Scielo*. Obtenido de Consentimiento informado: algunas consideraciones actuales.
14. Carbonell, S. (2014). *Prevalencia y sintomatología de las disfunciones acomodativas y binoculares en la población universitaria*. España: Universidad de Alicante.
15. Casanoves. (2018). *Diseño de experimentos: Conceptos preliminares*.
16. Chang-Man, A., Sung-Jun, M., & Young-Hyun, P. (2017). *Effects of visual fatigue caused by smartphones on balance function in healthy adults*. República de Korea: The Journal of physical therapy science.
17. Chimbo, J. D. (2019). *Como influye el uso prolongado de dispositivos móviles en la incidencia de queratoconjuntivitis seca, en pacientes de 20 a 30 años, en óptica Luque, ciudad de Ambato, período Mayo-septiembre 2019*. Ecuador.
18. Coles, B., Sulley, A., & Young, G. (2015). *Fatiga Visual Digital*. Australia.
19. Contact lens academy by Bausch & Lomb. (2019). IACLE, Curso de lentes de contacto, Módulo 1.1 segmento anterior del ojo: Anatomía y fisiología del segmento anterior. México.
20. El nuevo diario. (22 de marzo de 2018). *El nuevo diario*. Obtenido de Nicas usan casi 3 millones de smartphone y aman las redes sociales: <https://www.elnuevodiario.com.ni/suplementos/tecnologia/459180-nicaragua-celulares-smartphones-canitel/>
21. Enríquez, M. R. (2016). *Exposición a pantallas en la actualidad*. Sevilla.
22. Fundación MAPFRE. (s.f.). *Acomodación visual, fatiga, medicamentos de aplicación*.
23. García, K., Muñoz, M., & Obando, M. (2018). *Alteraciones refractivas y oculares asociada al uso del computador en los docentes de planta de áreas básicas, de la Carrera de Medicina de la UNAN-Managua, durante el periodo enero a febrero 2018*. Managua.

24. García, R. (1998). Forias y Tropias. Vergencias fusionales. En R. Borrás, M. Castañé, J. Ondategui, C. Varón, M. Pacheco, E. Peris, . . . C. Varón, *Optometría: Manual de exámenes clínicos*. Cataluña: UPC.
25. Gasco, A., Pinar, A., Puell, M., & Gonzalez, M. (2018). *Symptoms associated with reading from a smartphone in conditions of light and dark*. Madrid.
26. Glasser, A., & Kausman, P. (2004). Acomodacion y Presbicia. En A. Alm, & P. Kausman, *Fisiologia del Ojo* (pág. 2001 a 215). Madrid,España: Elsevier.
27. Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, L. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGRAW-HILL.
28. IACLE Contact lens course. (2019). Módulo 4.1: The routine preliminary examination.
29. Kansky. (2011). *Oftalmologia Clinica*. Elsevier .
30. León, A., Medrano, & Márquez. (2017). Rangos de referencia de heteroforias y reservas fusionales entre los 6 y los 60 años de edad. *Cienc Tecnol Salud Vis Ocul.*, 47-58.
31. Mendoza, C., & Miranda, L. (2019). *Factores de riesgo asociados al desarrollo del Síndrome Visual Informático en estudiantes 3º, 4º y 5º año de la Carrera de Ingeniería en Sistemas de la Información de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua Abril-Mayo del año 2019*. Managua.
32. Minitab 19. (31 de 03 de 2020). *¿Qué es el método de la diferencia menos significativa (LSD) de Fisher para comparaciones múltiples?* Obtenido de Soporte de Minitab 19: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/19/help-and-how-to/modeling-statistics/anova/supporting-topics/multiple-comparisons/what-is-fisher-s-lsd-method/>
33. Moreno, M., & Roman, N. (2017). *Factores de riesgo que causan fatiga visual en estudiantes del programa de Optometría de Areandina Fundación Universitaria del área Andina Pereira durante el año 2017*.

34. Orden Hospitalaria de San Juan de Dios. (s.f.). *Síndrome del ordenador o síndrome visual informático*.
35. Pacheco, M., March, Puentes, C., & Herrero, E. (1998). *Optometría Manual de exámenes clínicos*. España: Edicions UPC.
36. Pastor, I. (2012). *Terapia manual en el sistema oculomotor. técnicas avanzadas para la cefalea y trastornos del equilibrio*. Barcelona: Elsevier.
37. PRESS, EUROPA. (5 de Abril de 2020). *Abusar de la lectura en dispositivos electrónicos puede provocar fatiga visual*. Obtenido de PRESS, EUROPA: <https://www.europapress.es/murcia/noticia-abusar-lectura-dispositivos-electronicos-puede-provocar-fatiga-visual-20170422105952.html>
38. Salgado, C. (2005). Ambliopía y Estrabismo. *Boletín de la escuela de medicina*, 31-36.
39. Sandra, M., & Medrano, M. (2008). Métodos de diagnóstico del estado acomodativo. *Ciencia y tecnología para la salud visual y ocular*.
40. Saussure, C. (2016). *El uso del smartphone como herramienta para la búsqueda de información en los estudiantes de pregrado de educación de una universidad de Lima Metropolitana*. Lima, Perú.
41. Statista Research Department. (27 de marzo de 2017). *Statista*. Obtenido de Número de usuarios de teléfonos inteligentes a nivel mundial desde 2014 hasta 2019: <https://es.statista.com/estadisticas/636569/usuarios-de-telefonos-inteligentes-a-nivel-mundial--2019/>
42. TeleSur. (9 de Noviembre de 2019). *10 consejos para proteger tus ojos al usar el teléfono*. Obtenido de <https://www.telesurtv.net/index.html>
43. Universidad Complutense Madrid. (s.f.). *Óptica Fisiológica*. Madrid.

14. ANEXOS

ANEXO 1: Consentimiento informado



CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACION OPTOMETRICA

Título de la investigación:

“Variación del estado binocular y película lagrimal en estudiantes de cuarto y quinto año de la carrera de Optometría médica, sometidos al uso de smartphone durante los meses de enero-marzo de 2020”.



Investigadores.

Br. Jeffry Duval López Muñoz
Estudiante V Optometría médica
UNAN – Managua.

Bra. Guiselle Ivania Sandino Betanco
Estudiante V Optometría médica
UNAN – Managua.

Introducción.

El Consentimiento Informado es una pieza fundamental en la investigación ya que es por medio de dicho documento legal que el individuo involucrado afirma positivamente su participación voluntaria en un estudio en particular después de ser informado sobre todos los aspectos que conlleva el estudio (Cañete, Guilhem, & Brito, 2019).

En este estudio se pretende analizar la variación del estado binocular y película lagrimal en estudiantes de cuarto y quinto año de la carrera de optometría médica, sometidos al uso de smartphone durante los meses de enero-marzo de 2020.

Una vez que haya leído su contenido, usted elige si desea participar y firmara dicho documento; puede hacer cualquier pregunta y solicitar todas las aclaraciones que considere necesaria para comprenderlo.

Lugar del estudio

Carrera de optometría médica, facultad de Ciencias Médicas del Recinto Universitario Rubén Darío de la Unan-Managua.

Justificación y propósito.

Es de vital importancia investigar sobre las posibles variaciones de los componentes del sistema visual al estar expuesto por largos periodos al uso de smartphone, para plantear posibles normas que regulen el comportamiento de uso de los Smartphone y disminuir la probable relación de ambos.

Beneficios a los pacientes y sociedad.

Los posibles resultados de este estudio permitirán, fomentar bases teóricas que influyen en el cambio de comportamiento al usar el Smartphone. Así mismo tendrá un impacto positivo en la salud visual ya que promoverá la corrección óptica y al mismo tiempo un uso adecuado de los smartphone. A demás será de relevancia para futuras generaciones que decidan investigar sobre los efectos de los smartphone sobre la salud visual.

Pruebas y procedimientos a realizar.

Para la realización del presente estudio, se harán cuatro grupos de ocho integrantes cada uno, del cual usted voluntariamente decida estar. Cada grupo utilizará su smartphone en un tiempo (0 minutos, 15 minutos, 30

minutos o 45 minutos) y actividad determinada (ninguna actividad, lectura, ver película o videojuego) el cual se le facilitará con anticipación en su móvil.

A cada uno de los grupos se evaluará aspectos acomodativos, vergenciales y película lagrimal antes y después de usar sus smartphone en el tiempo y actividad asignada.

Posteriormente, utilizarán su respectivo smartphone con las siguientes condiciones, las cuales debe mantener durante todo el experimento:

- Espacio estandarizado para todos los grupos del cual no deben salir durante el experimento.
- Iluminación estandarizada para todos los grupos.
- Espacio climatizado a una temperatura de 28 grados Celsius.
- Distancia ojo-Smartphone de 40 cm.
- Nivel medio del brillo de la pantalla de smartphone (50% del brillo total).
- No se efectuarán descansos en el tiempo de uso del smartphone.

Se le solicita no utilizar su smartphone treinta minutos antes de la valoración optométrica, esto con la finalidad de evitar alteraciones en los datos a obtener en la segunda fase.

Es importante señalar que:

- La valoración del estado acomodativo y vergencial son prácticas, no requiriendo uso de fármacos.
- En la evaluación de la película lagrimal se utilizarán tiras de fluoresceína, las cuales no tiene ninguna acción farmacológica que perjudique la integridad de sus ojos; se observará la estabilidad de esta mediante un dispositivo clínico (Lámpara de hendidura).

Aclaraciones.

Su participación es completamente voluntaria y antes que tome su decisión debe leer cuidadosamente este formato conocido como consentimiento informado, se abordará la justificación, beneficios, procedimientos y aclaraciones del estudio.

- ✓ No recibirá algún pago en efectivo por participar.
- ✓ En cualquier momento mientras se realice el estudio usted puede preguntar por el mismo.
- ✓ La información obtenida será única y específicamente para fines de investigación, su identidad no será revelada en los resultados del informe final.
- ✓ La información será manipulada solo por los investigadores y sus ayudantes.
- ✓ Usted se encuentra en la libertad de abandonar la investigación cuando así lo desee por los motivos que sean.

Acepto que he leído y comprendido los parámetros abordados en el consentimiento informado, por lo que en mis facultades, acepto participar de dicho estudio investigativo

Nombres y apellidos.

Fecha: _____

ANEXO 2: Ficha clínica



CARRERA DE OPTOMETRÍA MÉDICA

Ficha clínica optométrica.

Objetivo: Analizar la variación del estado binocular y película lagrimal en estudiantes de cuarto y quinto año de la carrera de optometría médica, sometidos al uso de smartphone durante los meses de enero-marzo de 2020.

DATOS GENERALES

Día	Mes	Año

Sexo: M F Edad: _____ Procedencia: __Rural __Urbano Año académico: __4to __5to								
Tiempo: __0 min __15 min __30 min __45 min Tipo de actividad: _____								
Tipo de pruebas optométricas	Tipo de evaluación	Valores de las pruebas optométricas						
		Antes del uso de Smartphone			Posterior al uso de Smartphone			
Componente acomodativo	Amplitud de acomodación: Método de Donders en dioptrías de acomodación monocular							
	Retardo acomodativo: Retinoscopia MEM en dioptrías de acomodación							
	Flexibilidad acomodativa: Flippers +/- 2.00 dioptrías en ciclos por minutos binocular en visión cercana							
	Acomodación relativa: ARN y ARP en dioptrías de acomodación							
Componente vergencial	Punto próximo de convergencia en centímetros							
	Cover Test: dioptrías prismáticas con corrección en visión cercana							
			B	D	R	B	D	R
	Reservas fusionales horizontales en visión cercana: en dioptrías prismáticas	RFP						
	RFN							
Película lagrimal	Frecuencia de parpadeo por minuto.							
	BUT: en segundos							
	Altura del menisco lagrimal: en medida de milímetro							

Examinado por: _____

ANEXO 3: Cronograma de actividades

CRONOGRAMA							
Año lectivo 2020							
Actividades	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Redacción de protocolo	X						
Aprobación de protocolo		X					
Ajustes Post- aprobación		X					
Recolección de datos		X					
Tabulación y análisis de resultados			X				
Descripción de los resultados			X	X			
Realización y discusión de resultados					X	X	
Redacción de conclusiones y recomendaciones					X	X	
Presentación del primer borrador final							X
Presentación final							X

ANEXO 4: Presupuesto

Presupuesto			
Insumos	Costo por unidad	Cantidad	Total
Fotocopias	0.6 córdobas	100	60 córdobas
Impresiones	1 córdoba	100	100 córdobas
Transporte	200 córdobas	8	1 600 córdobas
Caja de tiras de fluoresceína de 300 unid	2 300 córdobas	1	2 300 córdobas
Medio litro de solución salina estéril	90 córdobas	1	90 córdobas
Encolchado	150 córdobas	2	300 córdobas
Empastado final	1 750 córdobas	1	1 750 córdobas
CD	140 córdobas	1	140 córdobas
Viáticos	100 córdobas	8	800 córdobas
TOTAL			7 140 córdobas

ANEXO 5: Tablas

Tabla 1: Tabla de Frecuencia de la variable edad

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
Edad	32	19	27	21.25	1.704
N válido (por lista)	32				

Fuente: Ficha clínica

Tabla 2: Tabla de frecuencia de variable sexo

Sexo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Masculino	10	31.3	31.3	31.3
	Femenino	22	68.8	68.8	100.0
	Total	32	100.0	100.0	

Fuente: Ficha clínica

Tabla 3: Tabla de frecuencia de la variable procedencia

Procedencia

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Rural	10	31.3	31.3	31.3
	Urbano	22	68.8	68.8	100.0
	Total	32	100.0	100.0	

Fuente: Ficha clínica

Tabla 4: Tabla de frecuencia de variable año académico**Año académico**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Cuarto año	13	40.6	40.6	40.6
	Quinto año	19	59.4	59.4	100.0
	Total	32	100.0	100.0	

Fuente: Ficha clínica**Tabla 5: Descripción estadística de los resultados previos y posteriores a la evaluación clínica-optométrica de los estudiantes expuestos a la pantalla del smartphone.****Estadísticos descriptivos**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
AA AO (Dioptría) Antes de uso Smartphone	24	6,25	14,25	9,5833	1,95140
Retardo acomodativo AO (Dioptría) Antes de uso Smartphone	24	,50	1,75	,7500	,27584
Flexibilidad acomodativa en c.p.m (-2,00/+2,00) Antes de uso Smartphone	24	3	10	6,75	1,894
ARP (L- Dioptría) Antes de uso Smartphone	24	,75	5,00	2,7500	,96120
ARN (L+ Dioptría) Antes de uso Smartphone	24	,75	3,50	2,1667	,61972
PPC (rompe fusión) en cm Antes de uso Smartphone	24	0	15	6,96	4,298
Cover Test (Dioptría prismática) en visión cercana Antes de uso Smartphone	24	0	10	2,25	3,417
RFPB (Dioptría prismática) Antes de uso Smartphone	24	0	20	4,54	6,984
RFPD (Dioptría prismática) Antes de uso Smartphone	24	0	25	15,25	5,326
RFPR (Dioptría prismática) Antes de uso Smartphone	24	6	14	9,83	2,823
RFNB (Dioptría prismática) Antes de uso Smartphone	24	0	16	5,08	5,956
RFND (Dioptría prismática) Antes de uso Smartphone	24	0	30	12,88	5,818
RFNR (Dioptría prismática) Antes de uso Smartphone	24	2	16	7,25	3,274
Frecuencia de parpadeo por minuto Antes de uso Smartphone	24	10	15	12,46	1,615
BUT AO (segundos) Antes de uso Smartphone	24	3	12	8,54	2,064
Altura del menisco lagrimal AO (mm) Antes de uso Smartphone	24	,40	1,00	,8167	,18337
AA AO (Dioptría) Después de uso Smartphone	24	7,00	16,75	10,7500	2,73166
Retardo acomodativo AO (Dioptría) Después de uso Smartphone	24	,50	2,50	1,1458	,49955

Flexibilidad acomodativa en c.p.m (-2,00/+2,00) Después de uso Smartphone	24	2	8	5,67	1,711
ARP (L- Dioptría) Después de uso Smartphone	24	1,25	5,00	2,9167	,95173
ARN (L+ Dioptría) Después de uso Smartphone	24	,75	2,75	1,9063	,42868
PPC (rompe fusión) en cm Después de uso Smartphone	24	0	20	7,87	5,261
Cover Test (Dioptría prismática) en visión cercana Después de uso Smartphone	24	0	10	2,42	3,550
RFPB (Dioptría prismática) Después de uso Smartphone	24	0	25	6,62	8,021
RFPD (Dioptría prismática) Después de uso Smartphone	24	0	30	15,63	6,877
RFPR (Dioptría prismática) Después de uso Smartphone	24	1	20	10,00	4,943
RFNB (Dioptría prismática) Después de uso Smartphone	24	0	16	4,67	5,976
RFND (Dioptría prismática) Después de uso Smartphone	24	0	20	12,54	5,133
RFNR (Dioptría prismática) Después de uso Smartphone	24	1	16	7,54	3,890
Frecuencia de parpadeo por minuto Después de uso Smartphone	24	6	15	9,79	2,245
BUT AO (segundos) Después de uso Smartphone	24	2	11	5,17	1,949
Altura del menisco lagrimal AO (mm) Después de uso Smartphone	24	,08	1,00	,6242	,22519
N válido (por lista)	24				

Fuente: Ficha clínica

Tabla 6: Resultado del ANACORR entre las variables Tiempo de uso del smartphome- Amplitud de acomodación promedio de AO

Variable (1)	Variable (2)	n	Pearson	p-valor
Tiempo de uso del Smartphon	Tiempo de uso del Smartphon	32	1	0
Tiempo de uso del Smartphon	Amplitud de acomodación	32	0,43451874	0,0129528
Amplitud de acomodación	Tiempo de uso del Smartphon	32	0,43451874	0,0129528
Amplitud de acomodación	Amplitud de acomodación	32	1	0

Fuente: InfoStat

Tabla 7: Resultado del ANACORR entre las variables Tiempo de uso del smartphome-Retardo acomodativo de AO.

Variable (1)	Variable (2)	n	Pearson	p-valor
Tiempo de uso del Smartphon	Tiempo de uso del Smartphon	32	1	0
Tiempo de uso del Smartphon	Retardo Acomodativo	32	0.48976305	0.00443864
Retardo Acomodativo	Tiempo de uso del Smartphon	32	0.48976305	0.00443864
Retardo Acomodativo	Retardo Acomodativo	32	1	0

Fuente: InfoStat

Tabla 8: Resultado del ANACORR entre las variables Tiempo de uso del smartphome-Flexibilidad acomodativa binocular.

Variable (1)	Variable (2)	n	Pearson	p-valor
Tiempo de uso del Smartphon	Tiempo de uso del Smartphon	32	1	0
Tiempo de uso del Smartphon	Flexibilidad acomodativa	32	-0.12864759	0.48285932
Flexibilidad acomodativa	Tiempo de uso del Smartphon	32	-0.12864759	0.48285932
Flexibilidad acomodativa	Flexibilidad acomodativa	32	1	0

Fuente: InfoStat

Tabla 9: Resultado del ANACORR entre las variables Tiempo de uso del smartphome-ARP.

Variable (1)	Variable (2)	n	Pearson	p-valor
Tiempo de uso del Smartphon	Tiempo de uso del Smartphon	32	1	0
Tiempo de uso del Smartphon	ARP	32	0.30374537	0.0910132
ARP	Tiempo de uso del Smartphon	32	0.30374537	0.0910132
ARP	ARP	32	1	0

Fuente: InfoStat

Tabla 10: Resultado del ANACORR entre las variables Tiempo de uso del smartphon-ARN.

Variable (1)	Variable (2)	n	Pearson	p-valor
Tiempo de uso del Smartphon	Tiempo de uso del Smartphon	32	1	0
Tiempo de uso del Smartphon	ARN	32	0.2845552	0.11445642
ARN	Tiempo de uso del Smartphon	32	0.2845552	0.11445642
ARN	ARN	32	1	0

Fuente: InfoStat

Tabla 11: Resultado del ANACORR entre las variables Tiempo de uso del smartphon-ARN.

Variable (1)	Variable (2)	n	Pearson	p-valor
Tiempo de uso del Smartphon	Tiempo de uso del Smartphon	32	1	0
Tiempo de uso del Smartphon	PPCR	32	-0.34643903	0.05208685
PPCR	Tiempo de uso del Smartphon	32	-0.34643903	0.05208685
PPCR	PPCR	32	1	0

Fuente: InfoStat

Tabla 12: Resultado del ANACORR entre las variables Tiempo de uso del smartphon-Frecuencia de parpadeo

Variable (1)	Variable (2)	n	Pearson	p-valor
Tiempo de uso del Smartphon	Tiempo de uso del Smartphon	32	1	0
Tiempo de uso del Smartphon	Frecuencia de parpadeo	32	-0.47740992	0.00572601
Frecuencia de parpadeo	Tiempo de uso del Smartphon	32	-0.47740992	0.00572601
Frecuencia de parpadeo	Frecuencia de parpadeo	32	1	0

Fuente: InfoStat

Tabla 13: Resultado del ANACORR entre las variables Tiempo de uso del smartphon-BUT.

Variable (1)	Variable (2)	n	Pearson	p-valor
Tiempo de uso del Smartphon	Tiempo de uso del Smartphon	32	1	0
Tiempo de uso del Smartphon	BUT	32	- 0.63427317	9.6911E-05
BUT	Tiempo de uso del Smartphon	32	- 0.63427317	9.6911E-05
BUT	BUT	32	1	0

Fuente: InfoStat

Tabla 14: Resultado del ANACORR entre las variables Tiempo de uso del Smartphone-Menisco lagrimal AO.

Variable (1)	Variable (2)	n	Pearson	p-valor
Tiempo de uso del Smartphon	Tiempo de uso del Smartphon	32	1	0
Tiempo de uso del Smartphon	Altura del Menisco lagrimal en mm	32	- 0.29148736	0.10551827
Altura del Menisco lagrimal en mm	Tiempo de uso del Smartphon	32	- 0.29148736	0.10551827
Altura del Menisco lagrimal en mm	Altura del Menisco lagrimal en mm	32	1	0

Fuente: InfoStat

Tabla 15: Prueba de Normalidad Shapiro-Wilks (modificado) de los residuos de las variables dependientes.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO_Amplitud de acomodaci..	32	0.00	2.12	0.97	0.8710
RDUO_Retardo Acomodativo	32	0.00	0.41	0.83	<0.0001
RDUO_Flexibilidad acomodat..	32	0.00	1.47	0.95	0.4451
RDUO_ ARP	32	0.00	0.89	0.96	0.6064
RDUO_ARN	32	0.00	0.48	0.93	0.1836
RDUO_PPCR	32	0.00	4.34	0.98	0.9597
RDUO_Cover test	32	0.00	3.21	0.83	<0.0001
RDUO_Frecuencia de parpade..	32	0.00	2.08	0.92	0.0551
RDUO_BUT	32	0.00	1.85	0.96	0.6114
RDUO_Altura del Men lagrim..	32	0.00	0.21	0.93	0.1153

Fuente: InfoStat

Tabla 16: Prueba Levene para diagnóstico de homogeneidad de la variable RDUO_Amplitud de acomodación.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RDUO Amplitud de acomodaci..	32	2.9E-03	0.00	sd

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.40	3	0.13	0.03	0.9939
Tiempo de uso del Smartpho..	0.40	3	0.13	0.03	0.9939 ns
Error	138.35	28	4.94		
Total	138.75	31			

Fuente: InfoStat

Tabla 17: Prueba Levene para diagnóstico de homogeneidad de la variable RDUO_Flexibilidad acomodativa.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RDUO Flexibilidad acomodat..	32	5.9E-05	0.00	sd

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4.0E-03	3	1.3E-03	5.5E-04	>0.9999
Tiempo de uso del Smartpho..	4.0E-03	3	1.3E-03	5.5E-04	>0.9999 ns
Error	67.12	28	2.40		
Total	67.13	31			

Fuente: InfoStat

Tabla 18: Prueba Levene para diagnóstico de homogeneidad de la variable RDUO_ARP

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RDUO ARP	32	1.7E-03	0.00	sd

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.04	3	0.01	0.02	0.9972
Tiempo de uso del Smartpho..	0.04	3	0.01	0.02	0.9972 ns
Error	24.69	28	0.88		
Total	24.73	31			

Fuente: InfoStat

Tabla 19: Prueba Levene para diagnóstico de homogeneidad de la variable RDUO_ARN

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RDUO_ARN	32	0.01	0.00	sd

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.07	3	0.02	0.10	0.9620
Tiempo de uso del Smartpho..	0.07	3	0.02	0.10	0.9620 ns
Error	7.02	28	0.25		
Total	7.09	31			

Fuente: InfoStat

Tabla 20: Prueba Levene para diagnóstico de homogeneidad de la variable RDUO_PPCR

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RDUO_PPCR	32	0.04	0.00	sd

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20.57	3	6.86	0.34	0.7959
Tiempo de uso del Smartpho..	20.57	3	6.86	0.34	0.7959 ns
Error	563.18	28	20.11		
Total	583.75	31			

Fuente: InfoStat

Tabla 21: Prueba Levene para diagnóstico de homogeneidad de la variable RDUO_Frecuencia de parpadeo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RDUO_Frecuencia de parpadeo..	32	2.4E-03	0.00	sd

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.32	3	0.11	0.02	0.9954
Tiempo de uso del Smartpho..	0.32	3	0.11	0.02	0.9954 ns
Error	134.43	28	4.80		
Total	134.75	31			

Fuente: InfoStat

Tabla 22: Prueba Levene para diagnóstico de homogeneidad de la variable RDUO_BUT

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RDUO BUT	32	0.01	0.00	sd

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.89	3	0.30	0.08	0.9708
Tiempo de uso del Smartpho..	0.89	3	0.30	0.08	0.9708 ns
Error	105.36	28	3.76		
Total	106.25	31			

Fuente: InfoStat

Tabla 23: Prueba Levene para diagnóstico de homogeneidad de la variable RDUO_Altura del Men_lagrimal en mm

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RDUO Altura del Men lagrim..	32	0.02	0.00	6.29153902690943E18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.03	3	0.01	0.19	0.9039
Tiempo de uso del Smartpho..	0.03	3	0.01	0.19	0.9039 ns
Error	1.33	28	0.05		
Total	1.36	31			

Fuente: InfoStat

Tabla 24: ANOVA Amplitud de Acomodación

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	67.84	3	22.61	4.56	0.0100
Tiempo de uso del Smartpho..	67.84	3	22.61	4.56	0.0100
Error	138.75	28	4.96		
Total	206.59	31			

Fuente: InfoStat

Tabla 25: ANOVA BUT

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	132.63	3	44.21	11.65	<0.0001
Tiempo de uso del Smartpho..	132.63	3	44.21	11.65	<0.0001
Error	106.25	28	3.79		
Total	238.88	31			

Fuente: InfoStat

Tabla 26: Comparación múltiple LSD Fisher Amplitud de Acomodación

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=2.27994

Error: 4.9554 gl: 28

Tiempo de uso del Smartpho..	Medias	n	E.E.			
30.00	12.25	8	0.79	A		
45.00	11.25	8	0.79	A	B	
0.00	9.13	8	0.79		B	C
15.00	8.75	8	0.79			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: InfoStat

Tabla 27: Comparación multiple LSD Fisher BUT

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.99513

Error: 3.7946 gl: 28

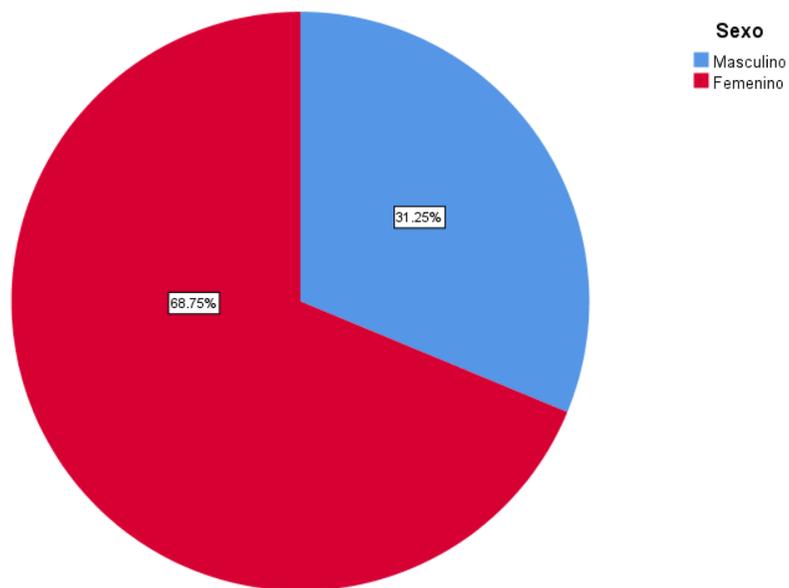
Tiempo de uso del Smartpho..	Medias	n	E.E.			
0.00	9.75	8	0.69	A		
15.00	5.88	8	0.69		B	
45.00	5.00	8	0.69		B	
30.00	4.63	8	0.69		B	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: InfoStat

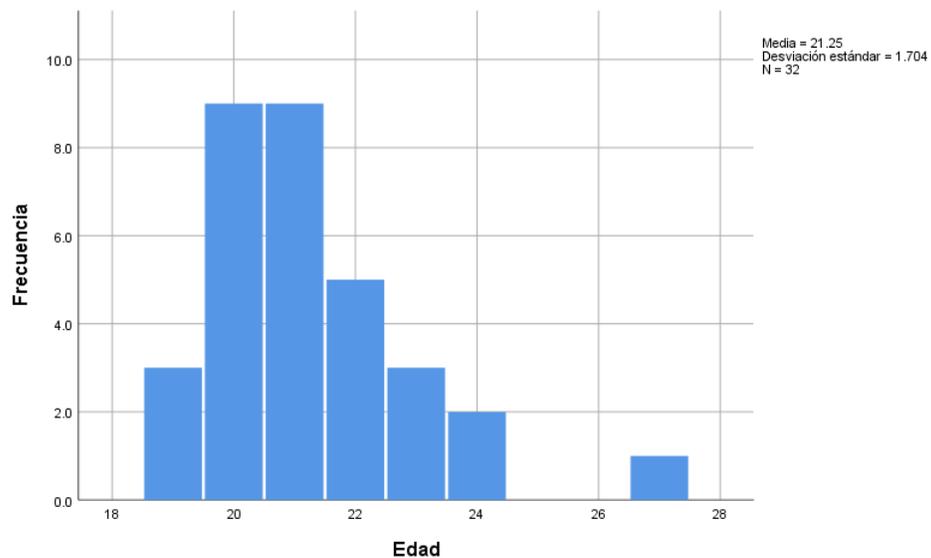
ANEXO 6: Gráficos

Gráfico 1: Distribución de frecuencia según sexo de los estudiantes de cuarto y quinto año de Optometría médica sometidos al uso de smartphone.



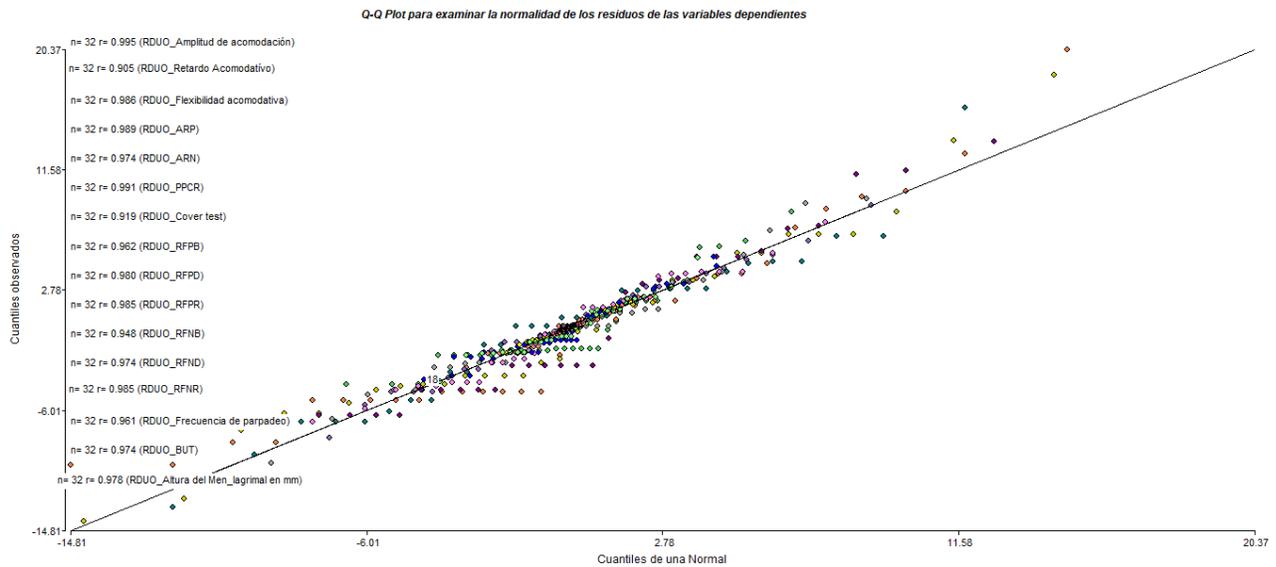
Fuente: Tabla 2

Gráfico 2: Distribución de frecuencia según la edad de los estudiantes de cuarto y quinto año de Optometría médica sometidos al uso de smartphone.



Fuente: Tabla 1

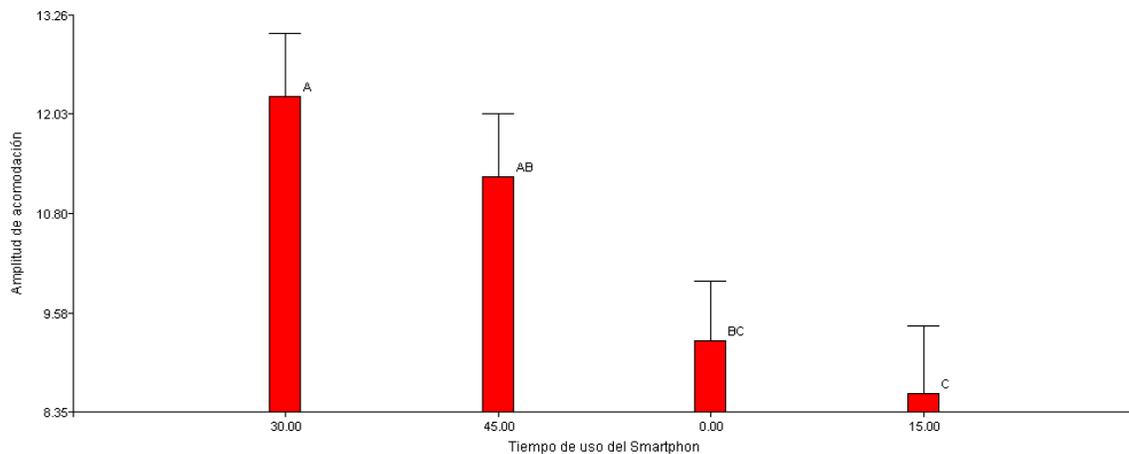
Grafico 3: Q-Q Plot para examinar la normalidad de los residuos de las variables dependientes



Fuente: Tabla 15

Gráfico 4: Gráfico de barra de los intervalos de tiempo de uso smartphone y Amplitud de acomodación, en un DCA unifactorial en estudiantes de cuarto y quinto año de Optometría médica.

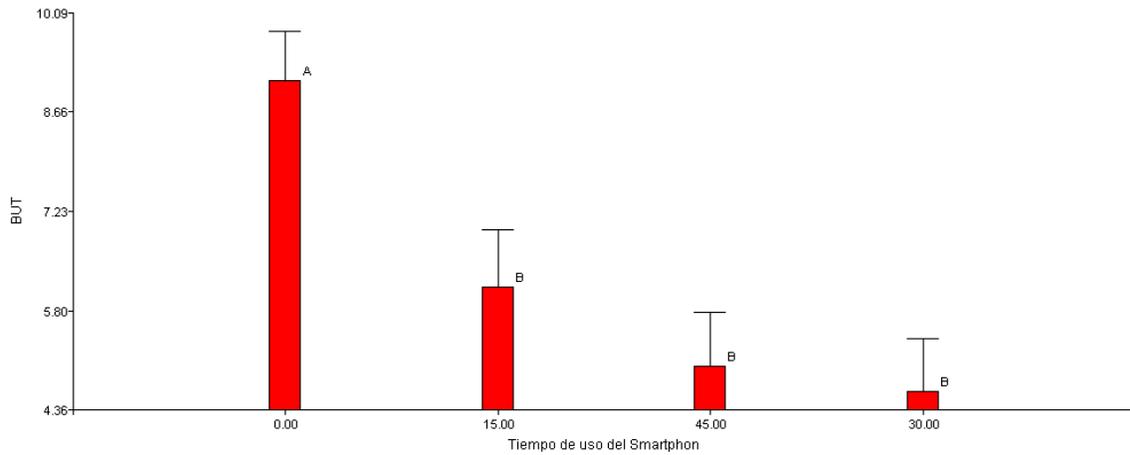
Gráfico de barra de los intervalos de tiempo de uso Smartphone y Amplitud de acomodación, en un DCA unifactorial



Fuente: Tabla 26

Gráfico 5: Gráfico de barra de los intervalos de tiempo de uso smartphone y BUT, en un DCA unifactorial en estudiantes de cuarto y quinto año de Optometría médica.

Gráfico de barra de intervalo de tiempo uso Smartphone y BUT, de un DCA unifactorial



Fuente: Tabla 27