



# **INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS DE LA SALUD  
UNIDAD MILPA ALTA

SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

## **TESINA**

Prevalencia de alteraciones en la acomodación visual por el uso de video  
terminales en alumnos de 12 a 15 años de la secundaria "Silvestre  
Revueltas" de la delegación Gustavo A. Madero, D.F.

Que presenta:

**Lic. Opt. Jennifer Mejorada Ocampo**

Para obtener La Especialidad en Función Visual

**Directora de Tesina: M. en C. Rocío Medina Flores**



SIP-14-E

**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

*ACTA DE REVISIÓN DE TESIS*

En la Ciudad de México siendo las 11:30 horas del día 30 del mes de Junio de 2014 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICS UMA para examinar la tesis titulada:

Prevalencia de alteraciones en la acomodación visual por el uso de video terminales en alumnos de 12 a 15 años de la secundaria "Silvestre Revueltas" de la delegación Gustavo A. Madero, D.F.

Presentada por el alumno:

Mejorada	Ocampo	Jennifer
Apellido paterno	Apellido materno	Nombre(s)

Con registro: 

B	1	2	1	4	1	3
---	---	---	---	---	---	---

aspirante de:

Especialista en Función Visual

Después de intercambiar opiniones, los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

**LA COMISIÓN REVISORA**

Director de tesis

M. en C. Rocío Medina Flores

M. en C. Marco Antonio Castro Reyes

M. en C. Carlos Quiroz Téllez

**PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES**

M. en C. Baldomero Morales Campos

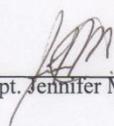


**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

*CARTA CESIÓN DE DERECHOS*

En la Ciudad de México, D.F. el día 9 del mes de Julio del año 2014, la que suscribe Lic. Opt. Jennifer Mejorada Ocampo alumna del Programa de Especialidad en Función Visual, con número de registro B121413, adscrita al Centro Interdisciplinario de Ciencias de la Salud Unidad Milpa Alta, manifiesta que es la autora intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de la M. en C. Rocío Medina Flores y cede los derechos del trabajo titulado Prevalencia de alteraciones en la acomodación visual por el uso de video terminales en alumnos de 12 a 15 años de la secundaria "Silvestre Revueltas" de la delegación Gustavo A. Madero, D.F., al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso de la autora y/o directora del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección de correo electrónico jennifer.mejorada@yahoo.com.mx. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

  
\_\_\_\_\_  
Lic. Opt. Jennifer Mejorada Ocampo

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi agradecimiento y mi más sincera admiración y respeto a la M. en C. Rocío Medina Flores por guiarme en la elaboración de la presente, por brindarme sus conocimientos y darme la confianza necesaria. Gracias por alentarme a seguir hasta el final en este proyecto.

Al M. en C. Marco Antonio Castro Reyes; que siempre tuvo una sonrisa amable, y que compartió sus conocimientos sin ninguna censura.

A la escuela Sec. "Silvestre Revueltas" por facilitarme el apoyo necesario y abrirme las puertas del plantel, para la elaboración de esta investigación; por lo que pongo a su disposición la información y los resultados obtenidos de la presente.

## DEDICATORIA

A mis hijos; Ian e Inci, gracias por acompañarme en cada momento, por sus abrazos, sus sonrisas, por darme esas palabras de aliento que fueron cruciales en los momentos críticos, por tenerme paciencia.

José Luis; gracias por ser mi pilar, por darme el apoyo incondicional así como permitirme seguir creciendo profesionalmente y darme la oportunidad de que sigas caminando a mi lado.

A mis padres; que son mi ejemplo de superación, por mostrarme como librar obstáculos difíciles, darme una mano en mis momentos de fracaso, por abrazarme y compartir mis victorias. Gracias por ser mis padres.

## RESUMEN

**Objetivo General:** Conocer la prevalencia de alteraciones en la acomodación visual por el uso de video terminales (VT) que presentan los alumnos de 12 a 15 años de la secundaria Silvestre Revueltas en la Delegación Gustavo A. Madero.

**Objetivo Específico:** Identificar a las alteraciones de acomodación visual en relación a hábito del uso de video terminales.

**Metodología:** Se seleccionaron de una población de 498 alumnos inscritos en el ciclo escolar 2012-2013 a partir del instrumento de recolección de datos denominado Identificación de hábitos del uso de video terminales, para establecer la muestra del criterio de exclusión e inclusión, así como también sus costumbres del uso de video terminal. Por lo que se utilizó el instrumento llamado Evaluación de la Acomodación visual, 200 alumnos con el consentimiento informado, para obtener datos generales del alumno, agudeza visual (A/V) por medio de la cartilla de Snell de lejos y cerca, distancia inter pupilar (DIP), punto próximo de convergencia (PPC), cover test de lejos y cerca, diagnóstico refractivo, amplitud de acomodación (A.A) con la técnica de acercamiento (Push Up) habilidad acomodativa con flippers  $\pm 2.00D$ .

**Resultados:** En este estudio se determinó que 200 alumnos (40%) manifestaron sintomatología asociada al uso de VT, de los cuales el 17.5% estuvo ausente el día de la evaluación, el 4.6% decidió no participar, 0.2% presento ausencia de visión binocular (por estrabismo), 4.2% presentaron un falso positivo en la evaluación, es decir, sus parámetros de la Amplitud de acomodación y la Flexibilidad acomodativa eran normales, pero existieron síntomas por problemas refractivos no corregidos; por lo que se evaluó a un total de 68 (13.65%) alumnos del criterio de inclusión, del cual el 30.89% pertenece al género masculino, y el 69.11% al género femenino. Más aun el 28% comprenden en la edad de 12 años, el 29% en la edad de 13 años, el 29% en la edad de 14 años y el 14% de la edad de 15 años.

Dado que se consideraron los hábitos del uso de video terminales como DSD nintendo, PSP, computadora y teléfono celular con la frecuencia de uso de los dispositivos como mínimo a partir de 3 meses hasta 1 año o más, de igual forma los días y las horas de la frecuencia del uso de los dispositivos.

Por lo que el uso de video terminales por días a la semana para el género femenino es de 6 a 7 días sobre todo entre la edades de 13 y 14 años, y habitualmente las horas dedicadas al uso del dispositivo es de 1 a 3 horas para el mismo rango de edad.

Notablemente se encuentra una disminución de casos del uso de la video terminal para el género masculino, pero de igual forma el tiempo dedicado en días se ubicó entre los 6 y 7 días, entre las edades de 13 y 14 años, en el caso de las horas destinadas es de 1 a 3 horas.

Uno de los criterios fue utilizar por lo menos una video terminal, ya sea DSD nintendo, PSP, computadora y teléfono celular, por lo que el dispositivo en primer lugar utilizado en la muestra fue la computadora con el 47%, en segundo el teléfono celular con el 38%, el tercer dispositivo PSP con el 9% y en cuarto el DSD nintendo con el 6 %.

A condición de que la evaluación de la acomodación visual debe de ser con pacientes corregidos visualmente se encontró que el 90.5% de la muestra tuvieron problemas refractivos y solo el 9.55% fueron emétopes.

Evidentemente estos 68 alumnos manifestaron presentar 3 o más signos y/o síntomas; es decir, astenopía, relacionada al uso de video terminales de los 12 mencionados para el diagnóstico de las alteraciones de acomodación visual, dentro de los cuales fueron referidos en primer lugar con el 13% respectivamente cansancio ocular, sueño al leer, en segundo con el 11% pérdida de comprensión a la lectura, en tercer lugar con el 8% respectivamente, hiperemia conjuntival, visión borrosa de lejos y acercamiento mayor a la lectura, en cuarto con el 7% para cada uno; cefalea, epifora, movimiento de texto y quinto con el 6% para cada uno; visión borrosa de cerca, visión doble, prurito.

**Conclusiones** La prevalencia de las alteraciones de acomodación visual relacionadas al uso de video terminales es del 13.65%, siendo la inflexibilidad acomodativa la más frecuente seguido de la insuficiencia con inflexibilidad acomodativa. Pero el uso de video terminales para este estudio no es un factor determinante para la aparición de las disfunciones acomodativas en forma contundente, se asocian los factores de la falta de corrección visual en relación a la aparición de la astenopía en conjunto con el uso de los ordenadores.

Palabras clave: Acomodación visual, video terminal, astenopía, inflexibilidad, insuficiencia acomodativa.

## **ABSTRAC**

General Objective: To determine the prevalence of abnormal visual accommodation by the use of video terminal (VT) that the students of 12-15 years of Silvestre Revueltas secondary in the Gustavo A. Madero.

Specific Objective: Identify students who develop abnormal visual accommodation Regarding Use of Video Terminal.

Methodology: We selected a population of 498 students enrolled in the 2012-2013 school year from the data collection instrument called identification habit of using video terminals, to establish the sign of exclusion and inclusion criteria, as well as their ways of using video terminal. So the instrument called visual Accommodation Assessment, 200 students with informed consent was used for general student data, Acuity Visual (A / V) by primer Snell from far and near, Inter pupillary Distance (DIP), Next Convergence Point (CFP) Cover Test from far and near, Refractive Diagnostics, Amplitude of Accommodation (AA) with the technical approach (Push Up) Skill Accommodative with Flippers  $\pm$  2.00D.

Results: This study found that 40% of students demonstrated the use of VT associated symptoms, of which 17.5% were absent on the day of testing, 4.6% chose not to participate, 0.2% showed absence of binocular vision (strabismus), 4.2% had a false positive in the evaluation, ie, its parameters Amplitude of accommodation and accommodative flexibility were normal, but there were symptoms uncorrected refractive problems; so was assessed a total of 13.65% (68) students of inclusion criteria, of which 30.89% are male gender and the female 69.11%. More over comprise 28% at age 12 years, 29% at age 13 years, 29% at age 14 and 14% of the age of 15.

Since the habits of using video terminals as DSD nintendo, PSP, Computer and cell phone with the frequency of use of the devices at least from 3months to 1 year or more, just as the days and hours were considered frequency of use of the devices.

Therefore the use of video terminals for days a week for the female gender is 6-7 days especially between the ages of 13 and 14, and usually the hours devoted to the use of the device is for 1-3 hrs the same age range.

Notably there is a decrease in cases of the use of video terminal for males, but equally time spent in days was between 6 and 7 days, between the ages of 13 and 14, in the case of hours allocated is 1 to 3hrs.

One of the criteria was to be used at least one terminal video either DSD nintendo, PSP, Computer and cell phone, usually the device first used in the sample was the computer with 47%, second phone cell with 38%, the third PSP device with 9% and the DSD nintendo fourth with 6%.

Provided that the assessment of visual accommodation must be visually corrected with patients found that 90.5% of the sample had refractive problems and only 9.55% emmetropic jurisdiction.

Obviously these 68 students expressed submit 1 or more signs and / or symptoms; ie asthenopia, related to the use of video terminals of the 12 mentioned for the diagnosis of alterations of visual accommodation, in which the signs or symptoms mentioned first was 13% eye tiredness, sleepiness reading respectively, second with 11% loss of reading comprehension, the third conjunctival hyperemia, blurred distance vision and reading closer to 8% respectively in fourth headache, epiphora, moving text with 7% respectively, and fifth, blurred near vision, double vision, pruritus with 6% respectively.

Conclusions Prevalence of Visual Accommodation Alterations related to the use of video terminals is 13.65%, the accommodative Inflexibility the most frequent followed with inflexibility Accommodative Insufficiency. But using video terminals up to this study is not a factor determining the occurrence of malfunctions in forcefully accommodative factor, factors of lack of visual correction in relation to the appearance of asthenopia in conjunction with the use of the associated computers.

Keywords: visual Accommodation, Video Terminal, Asthenopia, Inflexibility, accommodative insufficiency.

# ÍNDICE

<b>Introducción</b>	1
<b>Planteamiento del problema</b>	2
<b>Objetivos</b>	2
<b>Justificación</b>	3
<b>Marco teórico</b>	4
Datos poblacionales	4
Antecedentes	5
Prevalencia	7
Definición	
Acomodación	8
Video terminal	22
Ergonomía	26
Anatomía de ojo	28
Etiopatogenia	41
Factores de riesgo	53
Diagnóstico	59
Tratamiento y prevención	62
<b>Material y Método</b>	63
Tipo de estudio	68
Universo	68
Muestra	68
Variables	68
Criterios	69
Instrumento de recolección de datos	69
Recursos humanos	70
<b>Resultados</b>	71
<b>Discusión</b>	93
<b>Conclusión</b>	95
<b>Recomendaciones</b>	96
<b>Anexos</b>	97
<b>Referencias</b>	103

## INTRODUCCIÓN

En relación al aumento del uso de computadoras, celulares y dispositivos de entretenimiento en mini pantallas (video terminales) en las últimas décadas, se ha encontrado una reciprocidad en la aparición de síntomas visuales, como irritación ocular, visión borrosa, epifora , así como también cambios propios del ojo como la acomodación visual, dando lugar a un Síndrome Visual del Computador (SVC), la causa de este síndrome es multifactorial, como problemas ambientales, (de iluminación y postura) así como alteraciones refractivas del usuario de una video terminal, que están relacionadas con la visión binocular.<sup>1</sup>

Evidentemente la Optometría tiene funciones relevantes en la salud visual y ocular y una de ellas es evaluar el estado acomodativo, puesto que sus alteraciones conforman uno de los principales motivos de incomodidad visual que dificulta las actividades diarias de las personas.<sup>2</sup>

El tratamiento abarca varios parámetros como: el manejo sintomático, la instauración de medidas que establezcan cambios ambientes laborales adecuados y cambios en los hábitos al usar la computadora; siendo estos dos últimos indispensables para la prevención de los síntomas, así como también el conocimiento de las alteraciones refractivas visuales como: la miopía, la hipermetropía, y el astigmatismo, que despliegan la aparición de las alteraciones acomodativas.

## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.**

¿Qué alteraciones de acomodación visual se presentan por el uso de video terminales (VT) en adolescentes de 12 a 15 años de edad?

## **OBJETIVO GENERAL**

Conocer la prevalencia de alteraciones en la acomodación visual por el uso de video terminales (VT) que presentan los alumnos de 12 a 15 años de la secundaria "Silvestre Revueltas" en la Delegación Gustavo A. Madero.

## **OBJETIVO ESPECÍFICO**

Identificar a las alteraciones de acomodación visual en relación al hábito del uso de video terminales

## JUSTIFICACIÓN

Es de importancia establecer la relación entre el creciente número de usuarios de un ordenador, la innovación tecnológica dentro de las actividades industriales, comerciales, deportivas, profesionales, de entretenimiento y sus trastornos visuales, entre otros, considerando que los investigadores y el público en general ha manifestado preocupación acerca de la influencia sobre el desarrollo y comportamiento del usuario y la video terminal.

Por consiguiente, conocer que en el mundo existe una población aproximada de 7,000 millones de personas<sup>3</sup> y de las cuales casi 2000 millones son jóvenes de entre 10 y 24 años.<sup>4</sup> Más aun; se estima que en el mundo alrededor de 1.5 mil millones de personas utilizan internet, esto significa que un poco más del 20% de las personas acceden a una computadora o a un dispositivo<sup>5</sup>.

En cambio en México, aproximadamente 44.7 millones de personas usan una computadora, de los cuales dos de cada tres se agrupaba en el rango de entre 12 y 34 años de edad; por consiguiente los usuarios de internet ascienden a un total de 37.6 millones. Se ha identificado que las computadoras tienen más de un uso, pero principalmente actividades escolares del 51.8%.<sup>6</sup>

Siendo la optometría la primera línea en salud visual y ocular y con funciones relevantes como es la evaluación de la acomodación visual entre otras, y debido a que sus alteraciones conforman uno de los principales motivos de incomodidad visual dificultando de tal manera las actividades diarias de las personas.

Por tal motivo, con este trabajo, se justifica el identificar las alteraciones de acomodación visual más frecuentes que existen entre los adolescentes de 12 a 15 años. Considerando que las disfunciones de la visión binocular están sumamente relacionadas con actividades cercanas, a medida que se ha producido un incremento en el uso de video terminales. Así como también identificar que en este sector de la población ya existen antecedentes para realizar un correcto diagnóstico y un eficaz tratamiento a dichos trastornos en forma preventiva.

## MARCO TEÓRICO

### DATOS POBLACIONALES

La población en México está conformada por personas con diversas características, que comparten entre otras cosas territorio, costumbres, ideologías entre otras cosas, existiendo un total de 112, 336,558 habitantes en total, siendo México uno de los once países más poblados del mundo.<sup>7</sup>

Ahora bien, en el Distrito Federal es un territorio o una entidad de México; no es un estado o provincia; tiene una soberanía del Estado Federal, y a su vez también cuenta con demarcaciones.

El Distrito Federal tiene demarcaciones territoriales denominadas delegaciones, existen 16 delegaciones y cada una de ellas compone un órgano político administrativo para el funcionamiento del Gobierno del D.F.<sup>8</sup>

Para fines de este documento, solo se prestara atención a la Delegación Gustavo A. Madero; está demarcación colinda con los municipios de Coacalco de Berriozálba, Tlanepantla de Baz, Ecatepec de Morelos, Nezahualcóyotl y Tultitlan y con otras delegaciones como son la Delegación Venustiano Carranza, Cuauhtémoc y Azcapotzalco.

La Delegación Gustavo A. Madero se localiza al norte del Distrito Federal; cuenta con una superficie de 91.5 kilómetros cuadrados, la cual representa el 6.1 % del total del territorio del D.F.<sup>8</sup>

De acuerdo con resultados publicados por el Censo de Población y Vivienda; al 12 de junio del 2010, en el D.F viven 4,617, 297 mujeres, 4, 233,783 hombres, sumando un total de 8, 851,080 habitantes. De los cuales en la Delegación Gustavo A. Madero existen 1, 185,772 habitantes hasta el 2010; también se contaba con un total de 320,663 viviendas particulares.

Existen 965,558 habitantes en la población con edad de trabajar (12 años y más); de los cuales 458,049 (47.4%) son hombres y 507,509 son mujeres (52.6%).<sup>9</sup>

Según datos del INEGI publicados en agosto del 2012 la población de 15 a 29 años en jóvenes es de 294,731 y con una tasa de crecimiento de 1.8 del 2000 al 2010.<sup>9</sup>

## ANTECEDENTES

Desde hace décadas la influencia de la informatización sobre la naturaleza del empleo de video terminales y las condiciones de trabajo se ha visto en mayor crecimiento; despertando el interés en países en desarrollo industrial sobretodo. Es ahí donde se origina el querer conocer los efectos que se presentan por el uso de ordenadores como es el caso de trabajadores que son operadores de una pantalla de visualización de datos, en industrias y oficina, así como también en otro sector de la población que son los niños y adolescentes, en cuanto a la apertura de nuevas redes de información y entretenimiento, considerando que el uso de una video terminal ya no es exclusivo del orden laboral, sino también del entretenimiento. Desde entonces ya se habían categorizado dichos riesgos por problemas visuales y oculares, problemas musculoesqueléticos, problemas de piel, reproductivos y de estrés. También estimaron que en las mujeres existía la mayor prevalencia de efectos causados.<sup>10</sup>

Para tener registro de la distribución de ordenadores en 1993 se crea una compañía encargada de proporcionar datos estadísticos sobre su distribución llamada The Computer Industry Almanac.<sup>12</sup> Publicando que la relación que existía en ese año de ordenadores totales y la población de 43 países de los cinco continentes era del 3.1%. Incluyendo al único país africano, Sudáfrica y al único país latinoamericano de norte y Centroamérica, México, en esa época la relación entre los ordenadores y la población en los países en desarrollo no superaba el 1%, y la mayor concentración de ordenadores se encontraba en países industrializados como Norteamérica, Austria, los países Escandinavos y Gran Bretaña, siendo también los primeros en reportar informes relacionados con la preocupación de los ordenadores, los riesgos para la salud detectados y donde se realizaban estudios para determinar la prevalencia de los efectos e identificar los factores de riesgo con el uso de video terminales.<sup>10</sup>

Por lo cual el tener un registro actual de la relación entre la producción de ordenadores y la población es relevante, así que para el 2011 incremento a 1.6 billones de unidades en todo el mundo, siendo Estados Unidos el que tiene más del 50% en uso de ordenadores.

Mas sin embargo, existe ahora la tendencia del uso de tabletas y ordenadores más compactos, como por ejemplo, los IPod, (pronosticando un mayor incremento del uso de estas), se proyecta que para el 2016 alcance un total de 2.55 billones de unidades de PCs a nivel mundial.<sup>11</sup> (Ver Tabla 1)

Fin del 2011(país)	Uso de PC en millones	Porcentaje (%)
1. U. S	310.6	19.4
2. China	195.1	12.2
3. Japón	98.1	6.12
4. Alemania	71.5	4.47
5. India	57.0	3.56
6. Uk	54.5	3.41
7. Rusia	53.5	3.34
8. Francia	53.5	3.34
9. Brasil	48.1	3.01
10. Italia	44.7	2.79
11. Corea del sur	40.9	2.55
12. Canadá	31.3	1.96
13. México	27.4	1.71
14. España	22.8	1.42
15. Australia	19.5	1.22
Principales países (15)	1.129	70.5
<b>Total a nivel mundial</b>	1.601	100

Tabla 1. 15 países principales que tienen el mayor uso de PCs 2011 Fuente: The Computer Industry Almanac Inc.

Finalmente también se realizó una encuesta en hogares mexicanos sobre la disponibilidad y uso de tecnologías de la información, dando como resultado que existen 44.7 millones de mexicanos con una computadora y 37.6 millones con acceso a internet, esta última cifra incluyen a los usuarios que tienen un Smartphone, teléfono celular o similares, la edad de los encuestados fue de 12 a 34 años, que es el sector de la población que más utiliza el internet y la participación fue del 64.5 %, estimando que 9 millones de hogares cuentan con una computadora lo que equivale al 30% de los hogares en el país. Siendo el Distrito Federal, Baja California Sur, Baja California Norte y Sonora, las entidades con mayor cantidad de hogares con acceso a internet. Por genero los hombres son los que más usan una computadora el 50.5% del total de los encuestados mientras que las mujeres se quedan con el 49.5 %.<sup>9</sup>

## PREVALENCIA

Actualmente los ordenadores ya son parte indispensables del sistema de la vida actual, tanto laboral como de uso doméstico y de entretenimiento a cualquier edad y género, así como uso de internet, videojuegos, teléfonos celulares. Esto nos está llevando a una elevada demanda de trabajo visual, y a la necesidad de corrección óptica a más temprana edad. Teniendo como consecuencia la existencia de nuevas alteraciones visuales.<sup>12</sup>

Aunque la O.I.T (Organización Internacional del Trabajo) admite que el trabajo con pantallas de visualización de datos acentúa la incidencia de patologías de fatiga visual, aunque no determina en qué medida la etiología de estos problemas asociados al uso de ordenadores difieren respecto a los provocados por otras actividades que exigen una concentración mental y un alto esfuerzo visual.<sup>12</sup>

Sin embargo, el conjunto de estos factores, con el uso de video terminales, trae como resultado una serie de síntomas que se describen como un Síndrome Visual del Ordenador (SVO); según lo establecido por la American Optometric Association.<sup>13</sup>

De ahí que se asocia la astenopía con los trastornos acomodativo, como se reporta en un estudio realizado en la India, encontrando que cerca del 70% de su muestra presentaron una insuficiencia acomodativa.<sup>14</sup>

Del mismo modo en México se han publicado estudios en relación a las alteraciones por la exposición de video terminales; uno de ellos fue en 1996 que reportó que de un total de 35 personas expuestas al uso de video terminales el 68.5% presentaron astenopía.<sup>15</sup>

Por consiguiente en el 2003 se documentó que la tendencia de daños tanto visuales como músculo-esqueléticos tuvo mayor prevalencia en las mujeres con un tiempo de exposición de 5 horas o más.<sup>16</sup> Más aun, las personas que se someten ya desde temprana edad a el uso de video terminales se adaptan a cambios desde ergonómicos y visuales, que pueden tener una gravedad incalculable tanto en el sistema visual como músculo esquelético entre otras, y que en las nuevas generaciones seguramente utilizaran estos dispositivos durante más de 60 años es decir desde su niñez hasta su jubilación laboral.

## ACOMODACIÓN

Los conceptos de acomodación se han recopilado desde 1864 con Donders, definiéndola como la propiedad que tiene el ojo de añadir a sí mismo. Una lente convergente, para que el poder de esta lente aumente la proximidad al objeto enfocado y disminuya a medida que dicho objeto se aleje.

Márquez en 1934 mencionó que la acomodación es totalmente innecesaria, tratándose de un ojo emétrope, cuando se encuentre viendo al infinito, la cual el ojo esta naturalmente enfocado.<sup>17</sup>

Para 1958 Fuch cito que al variar el enfoque de un objeto a otro, situado a diferentes distancias se tiene la sensación de que el ojo se modifica, siendo la causa la acomodación que se contrae o se relaja y con ello modifica el enfoque óptico de ojo. Pero también define a la acomodación con algunas características como es la acomodación física y fisiológica.

Acomodación física es la deformación real y física del cristalino midiéndola en dioptrías (D), para que el poder convergente del ojo aumente en 1 dioptría.

Acomodación fisiológica, su unidad de medida es la miodioptría considerándolo como el poder contráctil del músculo ciliar que es necesario para aumentar el poder de refracción del cristalino en 1 dioptría.<sup>17</sup>

En 1952, Pascal definió a la acomodación como la capacidad para aumentar el poder refractivo del ojo por encima de su poder elástico, midiendo este incremento en dioptrías.

Maddock y Millot en 1981 mencionaron que la acomodación es la capacidad del ojo de variar su poder para obtener una imagen en la retina para objetos a diferentes distancias

En 1985 Duke Elder estableció que el sistema refringente del ojo hace que los rayos de luz paralelos sean llevados a un foco sobre la capa sensible de la retina, realizando esta tarea sin esfuerzo y por consiguiente los objetos a distancia que se vean más claros, teniendo la capacidad el ojo, de variar su foco para poder adaptar su mecanismo refringente y poder ver también los objetos cercanos, este poder de variación del foco se llama acomodación.<sup>17</sup>

Cada uno de los conceptos expresa la definición de acomodación desde un punto de vista, ya sea óptico, fisiológico, y o físico, reuniendo lo anterior tenemos que: <sup>18</sup>

La acomodación es un elemento importante para los procesos de visión binocular, La acomodación consiste en un cambio de forma del cristalino para producir un incremento o disminución del poder dióptrico del ojo; es la responsable de la formación de imágenes nítidas sobre la retina, en cualquier distancia que se encuentre el objeto.

La acomodación para la visión cercana es el resultado de una sincinesia entre el cuerpo ciliar y la pupila que genera miosis, de esta manera se produce un aumento de la profundidad del foco que facilita la visión discriminativa, otro movimiento relacionado con la acomodación es la convergencia para facilitar la visión binocular mediante la acción de los músculos rectos internos por estimulación del III par y el centro de convergencia.<sup>18</sup>

El observar un objeto en forma binocular es no solamente el cambio refractivo del cristalino, es también mantener la posición de los ejes visuales de ambos ojos hacia el punto de interés y en una determinada distancia. Al mismo tiempo el ángulo formado entre la distancia del eje visual es para permitir la fusión de la imágenes de las dos retinas

## **MECANISMO DE LA ACOMODACIÓN**

Existen antecedentes de la explicación del mecanismo de la acomodación que pueden atribuirse a teorías que desde 1855 con Helmholtz se presentaron y que fueron modificadas por Finchan en 1937.<sup>17</sup>

Coleman en 1970 propuso una teoría modificando y complementando las anteriores; su modelo acomodativo se caracteriza por:

- Engrosamiento axial lenticular
- Movimiento anterior de la superficie del cristalino, que a su vez produce una superficie conoidal, cambiando con una relativa estabilidad de la superficie posterior lenticular.
- Relajación de la zónula.

- Contracción del esfínter ciliar.
- Soporte zónular posterior al ecuador del cristalino en el epitelio ciliar justo anterior de la ora serrata.
- Movimiento significativo hacia delante de la ora serrata durante la acomodación
- Un aparente descenso de la presión intraocular durante la acomodación.

En la década de los 70's surgieron diferentes opiniones con respecto a la teoría generada por Young que realizó investigaciones en 1977 sobre los cambios de permeabilidad de líquidos que disminuían entre la cámara anterior y vítrea durante la acomodación. También existieron investigaciones de los cambios capsulares del cristalino como fue el caso de Koretz y Handelman en 1982.<sup>17</sup>

En 1987 Stark Sun se confirmó que el mecanismo de acomodación es dual; indirecto y activo.

Es dual porque existen mecanismos lenticulares que incluyen al cristalino y a la cápsula, así como mecanismos extra lenticulares, que comprenden la zónula de Zinn. Es activa por la contracción activa del músculo ciliar, un músculo unificado, que produce acomodación, la relajación del músculo ciliar permite la relajación.<sup>17</sup>

Los componentes de la acomodación son los mecanismos y/o respuestas producidas en el músculo ciliar por un estímulo o sin él.<sup>19</sup>

Acomodación tónica: representa el estado de reposo de la acomodación y es consecuencia del tono del músculo ciliar se presenta con o sin estímulo.

- Acomodación por convergencia: es la cantidad de acomodación presentada por un cambio de convergencia, depende de cada individuo y del estímulo de la variación de la convergencia.
- Acomodación proximal: es provocada por la sensación de un objeto al aproximarse, el efecto psicológico también influye en el estímulo de acomodación para producir una respuesta.
- Acomodación refleja: Respuesta involuntaria y automática de la acomodación a la borrosidad. Representa la mayor parte de la acomodación que se modifica según las características del estímulo.
- Acomodación voluntaria. Se cree que es por medio del entrenamiento previo. Y algunos autores refieren que se trata de la manifestación de la triada proximal.

Cuando vemos de lejos a cerca se llama acomodación positiva, y esta mediada por el sistema parasimpático. Cuando es de cerca a lejos es acomodación negativa, y la mediación de está aún no se conoce en definitiva.<sup>19</sup>

Se cree que para la acomodación activa para la visión lejana se realiza por medio de la contracción del músculo de Brucke que tiene la acción antagonista para el músculo de Müller y está mediado por el simpático provocando el aplanamiento del cristalino.<sup>20</sup>

Los ligamentos de la zónula de Zinn se hallan constantemente en tensión por la tracción elástica de sus fijaciones en la coroides, haciendo que el cristalino se conserve relativamente plano en condiciones de reposo (visión lejana) al contraerse los músculos ciliares para enfocar un objeto cercano disminuye la tensión de estos ligamentos zonulares sobre el cristalino y es en ese momento que se aumenta el poder refractivo del cristalino y su cambio de curvatura.

Todos estos datos nos indican que la acomodación tiene una actividad antagonista; un mecanismo simpático para el enfoque de la visión lejana y el otro parasimpático para la visión cercana, situando a la acomodación en relación con los efectos de la actividad pupilar que muestra una dilatación y una contracción recíprocas, activas ambas, en las que el mecanismo parasimpático de miosis predomina con mucho sobre la función del simpático de midriasis.<sup>20</sup>

El sistema de acomodación está diseñado para soportar cambios constantes con fijaciones frecuentes de lejos a cerca y viceversa ya sea al leer, o escribir se activan los mecanismos de acomodación, cuando esto no pasa la modificación de la respuesta acomodativa puede sufrir paralización, estancamiento o pérdida de la eficiencia que dificulte su actividad normal es ahí donde tiene su origen los problemas acomodativos.

Por lo tanto todas las funciones de los músculos de la pupila y los cambios de curvatura del cristalino están relacionados con la acomodación.<sup>20</sup>

- ❖ Cuando la pupila se contrae al ver de cerca, su función es actuar como un diafragma que disminuye el aumento relativo de la luz que entra en el ojo que provienen de los objetos cercanos, así mismo disminuye los círculos de difusión, disminuye las aberraciones del cristalino, este tipo de acomodación es lenta en comparación al de un estímulo luminoso.
- ❖ También ocurre que el borde pupilar se desplaza hacia adelante aproximadamente 0.4 mm para efectuar la acomodación de 7 dioptrías, esto se debe a la disminución de la profundidad de la cámara anterior por el centro; en cambio hay un aumento de la profundidad de la cámara anterior periférica
- ❖ Se modifica el cristalino en cuanto a la curvatura. La cara anterior se desplaza hacia la córnea aproximadamente 0.3 y 1 mm. El radio de su curvatura disminuye durante la acomodación. Este aumento de curvatura no es uniforme y se observa claramente en el centro donde se produce una deformación mayor y conoide, en cambio la cara posterior no sufre muchos cambios. El diámetro frontal (ecuatorial) del cristalino disminuye durante la acomodación de 0.4 a 0.5 mm. El índice de refracción aumenta debido al desplazamiento de las fibras de la zónula, llamándose “mecanismo intra-capsular de acomodación”, según Gullstrand. La relajación de la zónula y el ligero desplazamiento del cristalino son por una acción de gravedad y a la pequeña rotación del eje vertical del cristalino
- ❖ Modificación en el músculo ciliar, este actúa sobre el cristalino a través de la zónula, y provoca un desplazamiento del cristalino, y las fibras de la zónula se relajan. La forma del músculo ciliar depende del desarrollo del músculo de Müller.

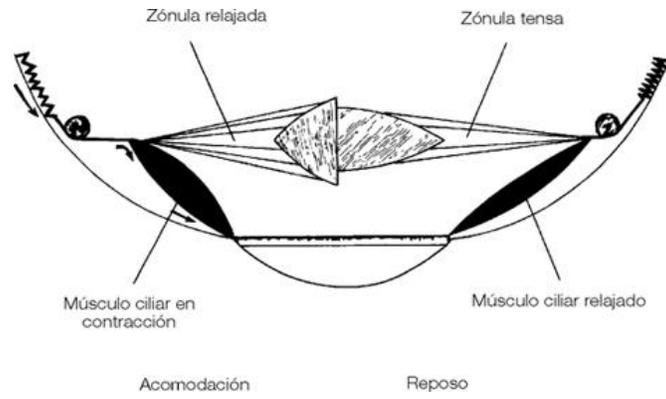


Imagen 1. Movimiento de la Zónula en los procesos de acomodación Fuente: Accomodation of the eye to different focus. hiperphysics.phy-astr.gsu.edu

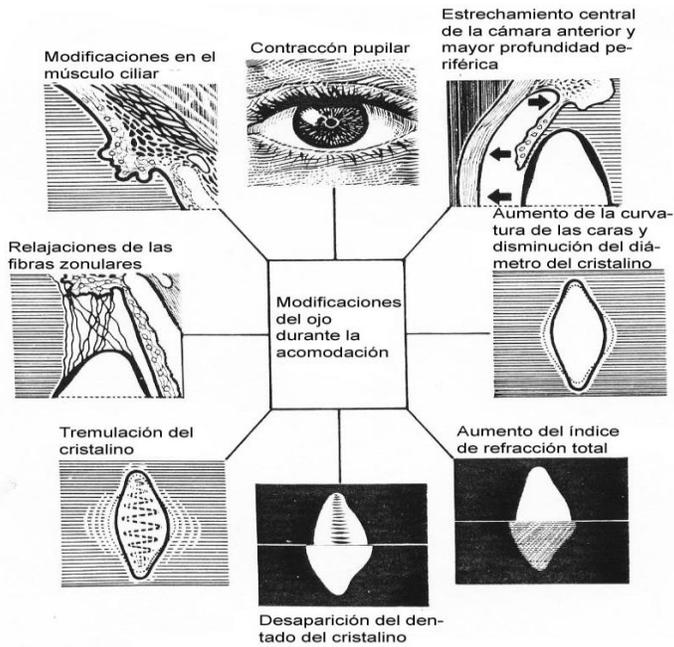


Imagen 3. Modificación del ojo durante la acomodación. Fuente: <http://www.google.com.mx>

## FENÓMENOS ASOCIADOS A LA ACOMODACIÓN

Como ya se comentó anteriormente existen mecanismos relacionados al proceso de la acomodación:

La convergencia y la miosis, que aunque no la acompañan necesariamente en todos los casos o en la misma cuantía, generalmente actúan en concordancia con ella. Esta acción asociada se denomina *sincinesia*. Y es mencionado por Duke Elder en 1985.<sup>17</sup>

La convergencia describe la posición relativa de los ejes visuales cuando intersectan a un punto próximo (la convergencia propiamente dicha), indicando el movimiento relativo de los ejes visuales cuando la fijación cambia de un punto A al punto B más cercano o más lejano que A, en estas distancias existe una variación de convergencia. En la valoración de la acomodación es necesario considerar los factores del poder dióptrico que tiene el cristalino al tener una visión próxima, la distancia en la que se ejecuta la visión cercana.<sup>21</sup>

Por lo tanto también cambios en la acomodación inducen a cambios en la convergencia y, simétricamente, cambios en la convergencia comportan cambios en la respuesta acomodativa. Según la ley de Hering o de igual inervación, en un observador normal, la respuesta pupilar y la respuesta de los dos ojos son siempre prácticamente iguales aunque el estímulo pueda estar restringido a un ojo o ser desigual para ambos ojos (estrictamente hablando de esta ley se aplica a los movimientos binoculares, pero puede extenderse o incluir la acomodación y la miosis pupilar.).

Es comprobado entonces que existe una sinergia entre la convergencia y la acomodación, y que va acompañada de una miosis pupilar. Produciendo una interrelación entre estas tres variables a esto se le llama normalmente *triada acomodativa o reflejo de cercanía*:

1. La pupila se contrae
2. Los ojos muestran una convergencia
3. La acción de acomodación

## AMPLITUD DE ACOMODACIÓN

Es la cantidad máxima de acomodación que el ojo es capaz de obtener como respuesta a una estimulación, es entonces la diferencia en dioptrías entre un punto lejano y un punto cercano, por lo tanto esta diferencia lineal entre estos puntos es un rango de acomodación.<sup>22</sup>

Esta habilidad está influenciada por varios factores, como es, la edad que es un factor principal biológico para la extensión del musculo ciliar, otro factor es el poder refractivo del ojo, la actividad muscular ciliar, la salud en general de la persona, así como el aspecto vascular y glandular, la influencia que afecta a la respuesta acomodativa esta correlacionado a la amplitud acomodativa, que a su vez se establece una relación con la profundidad de foco del ojo, del cual, está involucrando estructuras anatómicas como la pupila y su tamaño, la agudeza visual, la habilidad de convergencia, el criterio de interpretación de la visión clara y borrosa, y a la voluntad de ejercer el esfuerzo máximo para enfocar un objeto a una distancia determinada.

La disminución de la capacidad para acomodar se ha atribuido a varios elementos tales como la disminución del poder ciliar del tejido conjuntivo del cuerpo ciliar.<sup>23</sup>

La profundidad de campo se refiere al espectro de distancias desde el ojo en el cual un objeto aparece enfocado es decir claro sin cambio de acomodación.

La profundidad de foco es el espectro en la retina en la cual una imagen óptica puede moverse sin alteración de la claridad. Aquí se presenta un error de enfoque tolerante sin que se presente una disminución importante de la agudeza visual o con cambios de enfoque de la imagen. Por lo que en cualquier persona para leer un texto situado a 40 cm necesita hacer un esfuerzo acomodativo de 2.50 dioptrías ( $1/0.40$ ).<sup>24</sup>

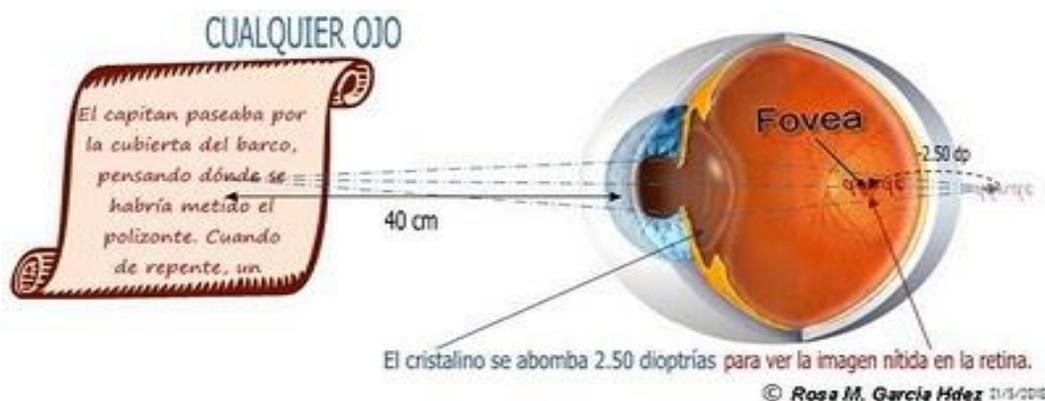


Imagen 4. Proceso de acomodación a una distancia de 40 cm. Fuente: <http://rosavision.blogspot.mx/2010/05/eficacia-visual-acomodacion-y.html>

Esta es la distancia de trabajo recomendable cuando trabajamos en distancia cercana, básicamente es la **DISTANCIA DE HARMON** (la distancia que existe entre el codo apoyado en la mesa o texto y el nudillo del dedo corazón apoyado en la mejilla, por tanto en los niños esta distancia será menor). A esta distancia el sistema acomodativo puede trabajar cómodamente si no sufre ningún problema.

La capacidad acomodativa de una persona puede ser evaluada de forma cuantificable mediante dioptrías. Lo que comprobamos es el rango entre la máxima y la mínima distancia a la que el ojo puede formar una imagen nítida en la retina en dioptrías. Es decir, si una persona, sin problema refractivo o bien corregido, puede ver nítido desde el infinito (considerado ópticamente a partir de 6 m) hasta 10 cm de sus ojos, indica que tiene una amplitud acomodativa de 10 dioptrías (1 / 0.1 m) que sería lo normal en una persona de 20 años.<sup>24</sup>

Este valor es mayor en los niños, y disminuye con la edad (está relacionado con la presbicia o vista cansada); desde 14 dioptrías en un niño de 10 años, hasta aproximadamente 4.5 dioptrías a los 40 años e incluso cero dioptrías a los 75 años.<sup>24</sup>

Para entender al respecto, Donders se ocupó de múltiples estudios de la acomodación creando una tabla con el rango de acomodación según su edad. (Ver Tabla 2)

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

Tabla 2. Amplitud de acomodación según Donders.

Los valores de la amplitud de acomodación que presentó Duane en 1912 aún son utilizados como valores referenciales, y que se comparan con los referidos por Donders en 1864, para 1950 Hofstetter sugirieron que se puede establecer una relación entre la mínima y máxima cantidad de amplitud acomodativa, con lo que se establece una ecuación o relación lineal de tres fórmulas y de esta forma considerar la amplitud de acomodación conforma a la edad de cada persona. Aunque no existe aún un consenso de la técnica de la evaluación de la insuficiencias acomodativas, Morgan en 1944 declaró que se producen dichas alteraciones cuando están por debajo de 2.00 D por debajo de los valores esperados para cada persona en relación a su edad.<sup>25</sup>

La técnica de la evaluación de la amplitud de acomodación, es un exámen que determina la capacidad máxima de acomodación, se puede realizar monocular y binocular; aunque esta última es también para evaluar la visión binocular (relación entre la convergencia), es un exámen cuantitativo y existen tres métodos:<sup>26</sup>

- ✓ Método de Donders (acercamiento o push up); es por el acercamiento al paciente de un optotipo, de su mejor agudeza visual, la respuesta del paciente es cuando esta imagen se vea borrosa, la distancia que existe entre el plano del optotipo y el plano corneal (en caso de usar anteojos desde el plano de la lente) da un valor que convertido de centímetros a dioptrías nos da el valor de la amplitud de acomodación.<sup>26</sup>
- ✓ Método de Sheard (lentes negativas), se colocaran lentes negativas al paciente que irán incrementado de poder mientras que el paciente observa una cartilla o test con su máxima agudeza visual que se encontrara situada a 40 cm , el incremento del poder dióptrico llevara al cristalino a una máxima estimulación de acomodación, hasta que se observe borrosa la imagen, la suma de todas las lentes negativas, más las distancia de trabajo convertida en dioptrías (2.50) es el valor de la amplitud acomodativa. <sup>26</sup>(Ver Tabla 3)

Edad	Amplitud
15	11 D
20	9 D
25	7.5 D
30	6.5 D
35	5 D
40	3.75 D

Tabla 3. Sheard, método de lentes negativas Fuente: M. Rosa Borrás 2001

- ✓ Técnica modificada de retinoscopia dinámica, es método objetivo, consiste en acercar un optotipo al paciente mientras que el examinador observa a través del retinoscopio el reflejo de la estimulación que se efectúa por el acercamiento del optotipo, cuando se observe un cambio brusco del movimiento del reflejo es donde se determina que es su amplitud máxima, así que desde el plano del retinoscopia al plano cornea ( en caso de usar anteojos desde el plano de la lente) convertido en dioptrías es la amplitud de acomodación, para esta técnica no existen valores determinados o tablas de normalidad.<sup>26</sup>

Aunque no se han unificado criterios en cuanto cual es el método más conveniente para la valoración de la amplitud, existen estudios en los que han utilizado la técnica de la retinoscopia dinámica, en este estudio se tomó una muestra de 1056 niños entre la edad comprendida de 6 a 12 años, de los cuales 498 son mujeres y 558 hombres, en una escuela de nivel primaria en la ciudad de Granada, dando como resultado que los criterios de la valoración de la acomodación conforme a Hofstetter, Che, son muy similares a diferencia de Sheimman que esta 2.00 por arriba de los valores estandarizados.<sup>27</sup>

## **HABILIDAD ACOMODATIVA**

Se define como la capacidad que tiene el sistema acomodativo, al responder a niveles de demanda altos, aquí se estimula y se relaja la acomodación, valorando la habilidad de mantener estos cambios por cierto tiempo, tiene algunas propiedades importantes que se deben considerar como son: latencia, velocidad y tiempo.

La valoración de esta puede ser binocular, y también se encuentra la interacción entre la acomodación y las vergencias. Normalmente existen ya rangos esperados gracias al método de medición que suele ser con un sistema llamado "flippers".<sup>26</sup>

La evaluación de la flexibilidad acomodativa consiste en relajar y estimular la acomodación con lentes positivas y negativas respectivamente, midiendo cuantos ciclos puede aclarar el paciente la imagen en un minuto. Existen interpretaciones de esta prueba que deben de ser controladas, como lo es la destreza del examinador, la comunicación entre el examinador y el paciente, la comprensión del paciente para este tipo de prueba.

Para algunos autores varia el número estándar de dichos resultados tal como se muestra: (Ver Tabla 4)

	<b>Edad</b>	<b>Monocular</b>	<b>Binocular</b>
<b>Zeller et.al</b>	20 a 30 años	11 ciclos x min	8 ciclos x min
<b>Hennessey</b>	8 a 14 años	11.8 ciclos x min	7.8 ciclos x min
<b>Griffin</b>	18 a 23 años	17 ciclos x min	13 ciclos x min
<b>Linn</b>	8 a 15 años	8 ciclos x min	5 ciclos x min
<b>Sheiman et al.</b>	6 años	5.5 ciclos x min	3 ciclos x min
	7 años	6.5 ciclos x min	3 ciclos x min
	8 a 12 años	7 ciclos x min	5 ciclos x min

Tabla 4. Rangos esperados según diversos autores considerando edad y tiempo. (M. Rosa Borrás)

### **ACOMODACIÓN RELATIVA (ARN, ARP)**

Es la forma valorar la visión binocular en colaboración con la acomodación , existe un mecanismo para obtención de estos datos, en el caso de la amplitud relativa positiva , se trabaja con lentes negativos, para así estimular la acomodación y al mismo tiempo también la convergencia acomodativa, también se involucra las vergencias fusiónales, con el fin de mantener una compensación fusional , es decir para evitar diplopía, en el caso de la amplitud relativa negativa se trabaja con lentes positivas con el propósito de relajar la acomodación, y de igual forma las vergencias fusionales se activan. <sup>28</sup>

Normalmente en la valoración de la acomodación relativa se inicia con el efecto de adicionar lentes positivas para relajar la acomodación y que la tendencia adaptativa del cristalino sea más cómoda (ARN), para después ir incrementando el estímulo de la acomodación con lentes negativas(ARP), sus valores normales de la ARN son de + 2.00D +/- 0.50, en el caso de la ARP depende también de un factor importante que es la edad, cuando más joven sea el paciente mayor será su amplitud acomodativa por lo que su valor esperado está en -3.00D +/- 0.50 D. tanto la ARN como la ARP dependerán del valor de la Amplitud de Convergencia Acomodativa(AC/A).<sup>28</sup>

### **RETARDO ACOMODATIVO (LAG ACOMODATIVO)**

Se define como la diferencia entre un estímulo acomodativo y la respuesta acomodativa, principalmente debido a la miosis inducida al enfocar en visión próxima que permite una mayor profundidad de foco, manifiesta el grado de libertad que existe entre convergencia y acomodación en visión próxima. Normalmente la evaluación de la respuesta acomodativa es importante para confirmar la sospecha de problemas acomodativos o de vergencias; ya que ambas están ligadas. La profundidad de foco hace que la respuesta normal de una persona a la estimulación acomodativa sea menor que la que demanda la posición del estímulo.<sup>26</sup>

El método más utilizado para calcular el retardo acomodativo (Lag) es con la técnica del Método de Estimación Monocular (MEM), siendo una prueba objetiva, rápida y confiable, consistiendo en valorar e interpretar el reflejo retinoscópico que se observa y anteponer lentes esféricas positivas o negativas muy rápido para así neutralizar el reflejo, sus valores se sitúan en +0.50 /+ 0.75.<sup>28</sup>

Existen otros métodos como lo es la retinoscopia del método de Nott, la retinoscopia de Cross, todos estos se basan en la observación del reflejo retinoscópico de una persona que fija su atención a un optotipo o texto que se encuentra a 40 cm. <sup>26</sup>

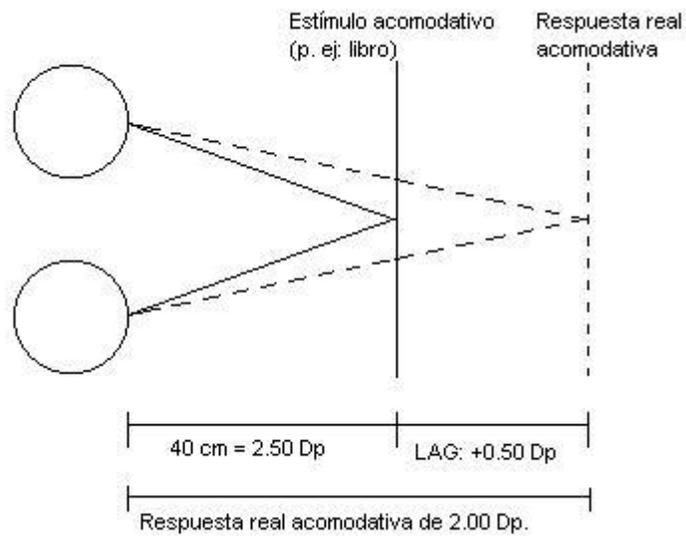


Imagen 5. Diferencia dióptrica entre el estímulo y la respuesta acomodativa. Fuente: <http://www.google.com.mx>

## VIDEOTREMINAL

Una video terminal es un dispositivo electrónico capaz de recibir datos de entrada, realizar una serie de operaciones; con estos datos se genera otros datos de salida como resultado. La sucesión de cálculos a realizar está determinada por un programa, son pantallas de visualización alfanumérica o gráfica, independientemente del método de representación utilizado (PC, VT, Ordenador, Pantalla de visualización de datos).<sup>29</sup>

Las computadoras normalmente son clasificadas por tamaño y potencia como es el caso de los ordenadores centrales, que normalmente son grandes y con un gran alcance de almacenaje, en el cual varios usuarios pueden ocupar el equipo, para realizar diferentes acciones o procesos al mismo tiempo. Normalmente se ocupan para ejecutar procesos a gran escala. Existe la posibilidad de que se cree una red de ordenadores, es decir que se ocupe una computadora de manera individual pero que se enlace varios usuarios para compartir archivos, datos, entre si creando precisamente una red de información, normalmente tienen una mayor resolución.

Las computadoras personales (PCs, video terminales, Display, ordenadores) son también llamados microordenadores, son de un tipo más popular, con un tamaño más pequeño y de costo relativamente menor, diseñado para un uso personal, existen los ordenadores de escritorio, son fijas de un tamaño apropiado para un escritorio, las laptop que son ligeras y portátiles creadas para realizar una amplia gama de tareas como procesamiento de textos, contabilidad, hojas de cálculo base de datos, etc.

Existe otra terminología que se maneja en el ámbito de la tecnología como lo es la palabra Gadget; se utiliza para denominar a los aparatos electrónicos fijos o portátiles que surgen día a día, siendo entonces un aparato con una funcionalidad específica, facilitando labores, y siempre considerando un diseño novedoso, de un tamaño reducido, provocando un éxito en el mercado.

Los ordenadores se componen de dos partes: <sup>29</sup>

Hardware: Es el equipo físico necesario para crear, utilizar, manipular y almacenar datos electrónicos.

Software: Son las instrucciones informáticas que operan a un ordenador, manipula datos, ejecuta en particular funciones o tareas.

Todos los equipos necesitan de los siguientes componentes de hardware:

- Unidad de procesamiento central (CPU) el chip que es el encargado de poder procesar los datos.
- Memoria, es un área dentro del sistema informático que tiene datos esperando a ser procesados
- Dispositivo de almacenamiento; es el lugar donde un equipo coloca los datos.
- Dispositivos de entrada; son los dispositivos que permiten que los datos y las instrucciones puedan entrar como el teclado, impresora, ratón.
- Dispositivos de salida; Son los dispositivos que permiten que la información pueda ser representada y que se lleve a cabo, y que el usuario observe los procesos, de la tarea realizada, como es el caso de una pantalla de visualización o impresora.



Imagen 6. Dispositivos o Video terminales. Fuente: <http://www.google.com.mx>

Dichos dispositivos son conocidos en el mercado por su diseño, por la capacidad que tienen de memoria, por la calidad de imagen que proporcionan, en este segmento se menciona las características de algunos dispositivos o video terminales que referimos en la investigación para la acomodación visual:

#### **Ficha Técnica de Nintendo DS/DS Lite:** <sup>30</sup>

- Tamaño / peso

Altura:84.7mm

Ancho: 148.7mm

Grosor: 28.9 mm

Peso 275g(incluye baterías)

- Pantalla superior

3 pulgadas de pantalla TFT con retro iluminación

256 x 192 pixeles de resolución, .24mm dot pitch

260.000 colores a mostrar

CPU ARM 9 y ARM

- Pantalla inferior

3 pulgadas de pantalla TFT con retro iluminación

256 x 192 pixeles de resolución, .24mm dot pitch

260.000 colores a mostrar

Panel táctil transparente análogo

### **Ficha técnica del PSP (Play Station Portátil)**

- Tamaño/peso

Altura 74mm

Ancho 190mm

Peso 330 g (incluye batería)

- Pantalla

Chip grafico de 16 o 24 bits de profundidad de color

4.3 pulgadas de pantalla TFT

LCD 480 X272 pixeles

16.77 millones de colores

CPU 1/333 MHz

### **Ficha técnica de iPad**

- Tamaño / Peso

Altura 241.22 mm

Ancho 185.7 mm

Profundidad 9.4mm

Peso 652 g

- Pantalla

Pantalla Multi Touch retro iluminación por Led de 9.7 pulgadas

Resolución de 2048 x 1536 pixeles a 264 pixeles por pulgada

## ERGONOMÍA

La ergonomía es la ciencia que estudia cómo adecuar la relación del ser humano con su entorno, según la definición oficial que el Consejo de la Asociación Internacional de Ergonomía (IEA, por sus siglas en inglés) adoptó en agosto del 2000. Una de sus ramas, la ergonomía física, estudia las posturas más apropiadas. De acuerdo a diversos estudios realizados en Europa y Estados Unidos, se estima que entre 50 y 90% de los usuarios habituales de computadoras sufren fatiga ocular, ojos rojos y secos, tensión de párpados, lagrimeo, sensación de quemazón, visión borrosa y dificultad para enfocar objetos lejanos, a la vez que las posturas corporales inadecuadas que adoptan les generan tensión muscular que se traduce en dolor de cabeza, cuello y espalda.<sup>31</sup>

Ahora bien la Ergoofthalmología, ciencia que nace de la unión de la ergonomía y la oftalmología trata de optimizar las condiciones de trabajo en relación a la salud visual de los trabajadores.

Adaptar el trabajo al hombre y cada hombre a su trabajo, algunos consejos son:<sup>32</sup>

- El monitor y el teclado deben quedar directamente frente a la persona.
- El monitor debe estar a una distancia de sus ojos de entre 51 a 61 centímetros.
- La pantalla debe quedar al nivel de sus ojos o a un nivel ligeramente inferior.
- Siéntese en posición erguida con los dos pies apoyados en el piso.

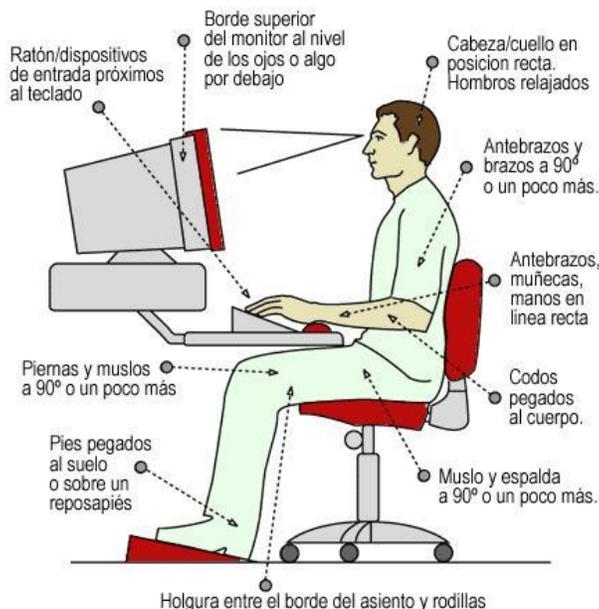


Imagen 7. Ejemplificación de la postura correcta al usar computadora Fuente: [gameparody.blogspot.com](http://gameparody.blogspot.com)

Mediante estudios en empleados de oficina que trabajan en diferentes áreas se demostró que el deterioro visual era más frecuente en operadores de computadoras. Por otra parte, esta molestia persistía, frecuentemente, después de dormir.<sup>32</sup>

Para evitar la fatiga visual se han propuesto varias formas de prevención.

- Retirar la vista del monitor cada determinado tiempo, y observar y enfocar objetos a lo lejos para que la vista no se esfuerce en exceso, aparte de tener cierta distancia de los ojos al monitor, es una forma de evitar los malestares antes mencionados.<sup>32</sup>

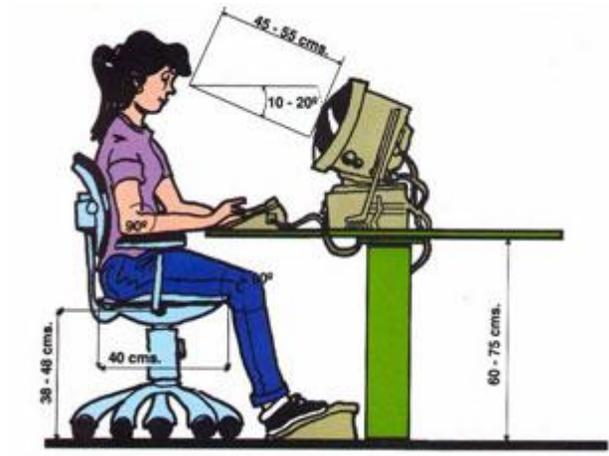


Imagen 8. Ejemplificación de los ángulos de postura para el uso de computadora Fuente: Ergonomía en el trabajo <http://3.bp.blogspot.com>

## ANATOMÍA DEL OJO

Comprender la anatomía de las estructuras involucradas en el proceso de la visión y sobre todo en la acción de la acomodación dará facilidad de comprensión para el tema a tratar en este documento.

Básicamente el ojo está compuesto por tres capas: <sup>33</sup>

1. La mayor parte de la cubierta externa se llama *esclerótica*. Es una túnica conectiva muy resistente, es rígida y opaca; esto evita que el ojo se deforme. Aquí se insertan los músculos extraoculares. En la parte anterior del ojo la esclerótica es reemplazada por una cubierta transparente llamada *córnea* y la unión entre ellas se nombra limbo.
2. En el interior del ojo en la parte posterior esta una túnica vascular pigmentada llamada *coroides*, hacia la parte anterior se engrosa para dar origen a el *cuerpo ciliar* y a el *iris*. Este último es el encargado de la regulación de la luz ya que es un diafragma especializado de abrir o cerrar según la cantidad de luz y del estímulo enviado al ojo.
3. La capa más interna o llamada *retina* cubre a la coroides, hay encontraremos a los fotorreceptores (conos y bastones). La retina es la "túnica nerviosa" del ojo y es sensible a la luz, está conectada con el encéfalo por el nervio óptico.

Finalmente el cristalino que es una masa transparente y biconvexa suspendida del cuerpo ciliar por las fibras radiales de la zónula de Zinn. Su función se basa en la *acomodación ocular*.

De este modo los ojos forman un complejo órgano sensorial que son básicamente una extensión del cerebro con una capa de receptores, un sistema de lentes para enfocar o concentrar las imágenes y un sistema de axones para transmitir los potenciales de acción hasta el cerebro.<sup>33</sup>

El ojo tiene a la córnea y al cristalino que cumplen funciones específicas como el hacer que los rayos de luz enfoquen en la retina, para que esto suceda deben de ser perfectamente transparentes con una curvatura adecuada.

El iris es un diafragma de estructura muscular y es la responsable del control de la luz que inciden en la retina, ya sea dilatando o contrayendo el diafragma, así la retina recibe las imágenes en foco gracias a las propiedades ópticas de estas estructuras, luego se fijan a la retina ocasionando cambios físicos y químicos, después la retina transforma la imagen en impulsos químicos y eléctrico para viajar posteriormente hasta los centros visuales del cerebro para que la imagen sea “vista” por el individuo. Todos los medios del ojo como la córnea, el iris, el cristalino y el humor acuoso son los encargados de hacer que los rayos de luz converjan en la retina.

Siendo el ojo la primera estructura o etapa de un sistema sumamente complejo. La visión es una función del sistema nervioso central, es decir, una función cerebral. Después de que la imagen llega a la retina tiene que ser procesada por las vías visuales para que lleguen a la corteza cerebral donde se producirá finalmente la sensación de visión.

Aquí en las vías visuales se codifica y se traduce en una percepción visual que el individuo puede interpretar. El sistema visual cuenta con otras conexiones dentro del mismo sistema nervioso que amplían enormemente sus potencialidades, también conecta con otros sistemas sensoriales.

Por lo tanto el sistema visual está formado por los receptores (ojos), sistema de transmisión (nervios) y centro de interpretación en el cerebro.<sup>22</sup>

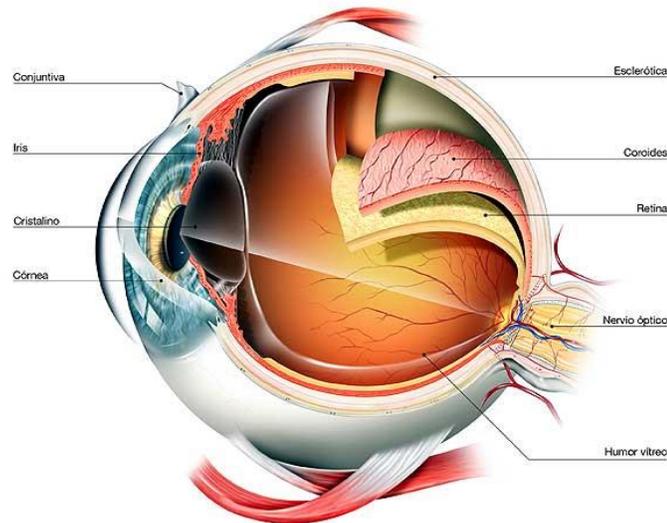


Imagen 9. Anatomía del ojo. Fuente: <http://drsoler.com>

## CRISTALINO

### DESCRIPCIÓN

El cristalino es una lente biconvexa y transparente situada entre el iris y el vítreo. Se mantiene en su posición gracias a una serie de fibrillas que constituyen la zónula. Teniendo propiedades principales la plasticidad, que le permite modificar la curvatura y su índice de refracción durante la acomodación, es un órgano que no tiene nervios ni vasos; obteniendo nutrientes de los líquidos circundantes como son el humor acuoso en la cara anterior y del vítreo en la cara posterior, todos los intercambios se realizan a través de una cápsula que la rodea. Esto explica que sus metabolismos sean más frágiles para que de ahí exista la posibilidad de opacificación o de catarata cuando se altera la cápsula.

La cara anterior y la posterior que se reúnen a nivel del ecuador son redondeadas. A este nivel se han descrito unos dientes que corresponden a los valles ciliares. Estos dientes se deben, por lo menos en parte, a la tracción zónular y desaparecen cuando esta tracción cesa.<sup>34</sup>

El cristalino se relaciona con otras estructuras del ojo:

Por delante se relaciona con la cara anterior del cristalino con el iris, en el centro del iris se encuentra la pupila, a este nivel el polo anterior del cristalino se sitúa a 4-5 mm de la cara posterior de la córnea, de la que está separado por la cámara anterior.<sup>34</sup>

Hacia fuera, el iris, antes adosado a la cara anterior del cristalino, se va separando progresivamente debido a la convexidad de esta cara, así entre el iris y el cristalino se sitúa la cámara posterior que limita por fuera con el ángulo ciliar.

Por detrás el cristalino se relaciona con el vítreo limitado por delante por la hialoidea anterior.

La hialoidea está íntimamente unida al cristalino a nivel de una zona circular de 5 mm alrededor del polo posterior llamado área de Vogt o foseta patelar.

Por fuera el ecuador del cristalino se relaciona con las fibrillas zonulares en dos planos, anterior y posterior, separados por el espacio de Petit. La fibrillas zonulares se insertan en ramilletes que crean sobre el ecuador una serie de elevaciones que van a los procesos ciliares.<sup>34</sup>

El cristalino tiene dimensiones en su diámetro y su radio: <sup>34</sup>

- Diámetro frontal: 9 a 10 mm
- Diámetro antero posterior: 4 mm
- Radio de curvatura de la cara anterior: 10 mm
- Radio de curvatura de la cara posterior: 6 mm
- Durante la acomodación, el radio de curvatura de la cara anterior pasa a ser de 6 mm y el de la posterior a 5.5 mm
- Su peso: de 190 a 220 mg , aumentando con la edad

El cristalino está conformado por tres capas

1. La cápsula: es una membrana que rodea al cristalino, siendo más delgada por detrás que por delante. Es elástica y rodea al cristalino manteniendo su integridad estructural tiene un espesor de 2 a 20  $\mu\text{m}$  de espesor, formado de material glucoproteico, y es considerado como una membrana basal, la cápsula depende del contacto con el epitelio y las fibras del cristalino para sus necesidades metabólicas.<sup>35</sup> en ella se distinguen tres elementos:
  - a) Membrana peri capsular
  - b) La cristaloides
  - c) La laminilla zónular
  
2. El epitelio anterior: esta capa solo existe por delante del ecuador y está conformada por una sola capa de células aplanadas, estas se vuelven más altas a medida que nos acercamos al ecuador mide de 13 a 22  $\mu$  de largo por dos a 5 de alto en el polo anterior, en frente de 8 a 12 de largo por 9-15 de alto en la región ecuatorial. El epitelio del cristalino ocupa glucosa y oxígeno siendo elemental la energía para la síntesis de proteínas en las nuevas fibras que se generan en el ecuador del cristalino, estas fibrillas constituyen las suturas.<sup>34</sup>
  
3. Fibras del cristalino (cristalinianas), constituyen la masa de la corteza y núcleo del cristalino, las áreas donde las fibrillas se encuentran anterior y posteriormente forman una Y en el cristalino humano, también van perdiendo su núcleo conforme envejecen, teniendo un orden de distribución:

- a) En la capa periférica que corresponde a la corteza y formada por fibras jóvenes y se intercalan con fibras más viejas, permitiendo la flexibilidad del cristalino a este nivel estaría en relación con el poder de acomodación.
- b) La capa de transición mal delimitada y con disposición poco regular
- c) La capa central que tiene fibras casi rectilíneas rodeando el eje antero posterior que no alcanza la cristaloides pero que es muy espesa.<sup>34</sup>

El cristalino tiene particularmente funciones como:<sup>35</sup>

- Mantener su propia claridad.
- Proporcionar poder refractario contribuyendo con el sistema óptico del ojo.
- Proporcionar acomodación, la cual permite al ojo enfocar claramente objetos ubicados dentro de un espectro de 6 mts
- Absorber la luz ultra violeta.

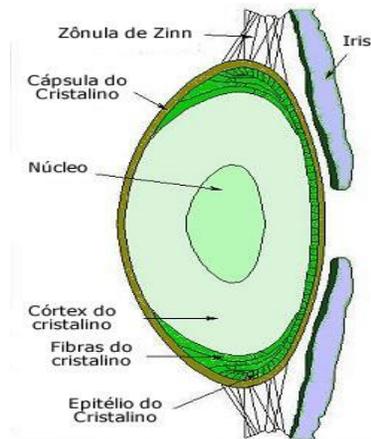


Imagen 10. Estructuras del cristalino Fuente: lookfordiagnosis.com

## CUERPO CILIAR

Desempeña un papel importante en la acomodación, la nutrición del segmento anterior y la secreción del humor acuoso.<sup>36</sup>

Se encuentra intercalado entre la base del iris y limbo por delante, la coroides y retina por detrás, y está rodeado por la esclerótica. Sobre su base anterior se inserta el iris. La cara posterior interna presenta dos porciones:

1. Pars plana: es una zona lisa, que se extiende desde los procesos ciliares a ora serrata donde se continúa con la extrema periferia retiniana.
2. Pars plicata su superficie tiene la función secretora del humor acuoso por transporte activo principalmente. Está configurada por los procesos ciliares de unos 80 están dispuestos en forma radial.

Sobre la superficie posterior interna se insertan las fibras *de la zónula* que es el ligamento suspensorio del cristalino, en el espesor del cuerpo ciliar, se encuentra el músculo ciliar responsable en gran medida de la *acomodación*.

Desde un punto de vista histológico, en el cuerpo ciliar podemos distinguir las siguientes capas: <sup>37</sup>

- Capa supraciliar: También denominado estrato supracoroidal. Está formada por fibras de colágeno entrelazadas con presencia de numerosos melanocitos y fibroblastos. Es una zona de transición del estroma ciliar a la esclerótica.
- Estroma: Es un tejido conjuntivo laxo que se extiende desde el espolón escleral hasta la coroides. Podemos encontrar melanocitos, fibroblastos, mastocitos y macrófagos. En el estroma ciliar está ubicado el músculo ciliar. Las fibras musculares lisas del músculo ciliar se pueden dividir en tres clases.
- Fibras longitudinales: Son las más externas. Se insertan por delante del espolón escleral llegando hasta la coroides, paralelamente a la superficie de la esclerótica. Cuando se contraen se produce la contracción de la coroides. Por ello también se les puede llamar músculo de Brucke- Wallace.<sup>37</sup>

- Fibras radiales: también llamadas oblicuas. Son intermediarias entre las meridionales y las circulares. Tienen forma mitad meridional, mitad circular.

Las fibras circulares: son las más internas. Actúan como un esfínter, cerrando el orificio y relajando la zónula de Zinn. Por eso también reciben el nombre de músculo de Rouge Moullet (músculo relajador de la zónula de Zinn). El músculo ciliar está rodeado de tejido conjuntivo.<sup>37</sup>

## VASCULARIZACIÓN

El cuerpo ciliar está irrigado por los vasos ciliares. Recibe nutrientes y oxígeno de las dos arterias ciliares largas, las arterias ciliares anteriores, que forman el círculo mayor arterial del iris localizado en el cuerpo ciliar.

Las venas encargadas del drenaje sanguíneo del cuerpo ciliar son las localizadas en el vórtice posterior y las venas ciliares anteriores.<sup>34</sup>

## INERVACIÓN

El músculo ciliar está innervado por el III par craneal o nervio oculomotor común. Concretamente el encargado de la actividad nerviosa es el núcleo de Edinger-Westphal, que se haya en el interior del núcleo del III par. Está formado por dos columnas de células multipolares y está reconocido como núcleo parasimpático de la innervación muscular intrínseca del ojo.

Del III par craneal salen axones pre ganglionares que serán recibidos en el ganglio ciliar. Son las fibras parasimpáticas pos ganglionares del ganglio ciliar las que se ramifican para innervar el iris y hacer posible la miosis, y por otro lado, se dirigen hacia el músculo ciliar para poder producir la acomodación. Los nervios ciliares son los que atraviesan las diferentes regiones anteriores del ojo y se localizan como neuronas sensoriales en la capa supraciliar y en el estroma del cuerpo ciliar.

Las neuronas parasimpáticas producen una contracción de las fibras circulares del músculo ciliar (acomodación), la contracción del esfínter pupilar (miosis), y la contracción muscular de los rectos nasales de ambos ojos (convergencia).

Las neuronas simpáticas oculares se encargan de la contracción de las fibras musculares meridionales del músculo ciliar, la midriasis del iris (contracción del músculo dilatador del iris) y la distensión de los músculos rectos internos de los dos ojos, produciendo así la acción de divergencia.<sup>38</sup>

A través de las teorías que se han generado con respecto a la inervación de la acomodación, se ha aceptado que solo el sistema parasimpático por medio del III par participa en el mecanismo de la acomodación por medio de la contracción del músculo de Müller.<sup>38</sup>

La teoría que ha dominado la práctica clínica optométrica ha sido la de HELMHOLTZ (1962) o teoría clásica. Esta teoría, modificación de la de FINCHAM (1937), sostiene que el músculo ciliar recibe solo inervación de la división parasimpática del sistema nervioso autónomo, y que, en ausencia de estimulación parasimpática, el tono del músculo ciliar hace que el enfoque del ojo emétrepe esté en el infinito. Una teoría alternativa sostiene que el músculo ciliar recibe inervación tanto simpática como parasimpática. Esta teoría parece haber sido propuesta primero por MORAT Y DONAN (1891) sugiriendo que la actividad simpática estaba asociada con la acomodación a distancia y la actividad parasimpática con la de cerca.<sup>17</sup>

B. Gilmartin et al. (2002) hicieron público un estudio en el que remarcaban el importante papel del sistema nervioso simpático en la relajación de la actividad acomodativa después de periodos de trabajo en visión cercana, siendo más acentuado si dichos periodos eran prolongados. De nuevo se puso de manifiesto el equilibrio entre inervación parasimpática y simpática.<sup>17</sup>

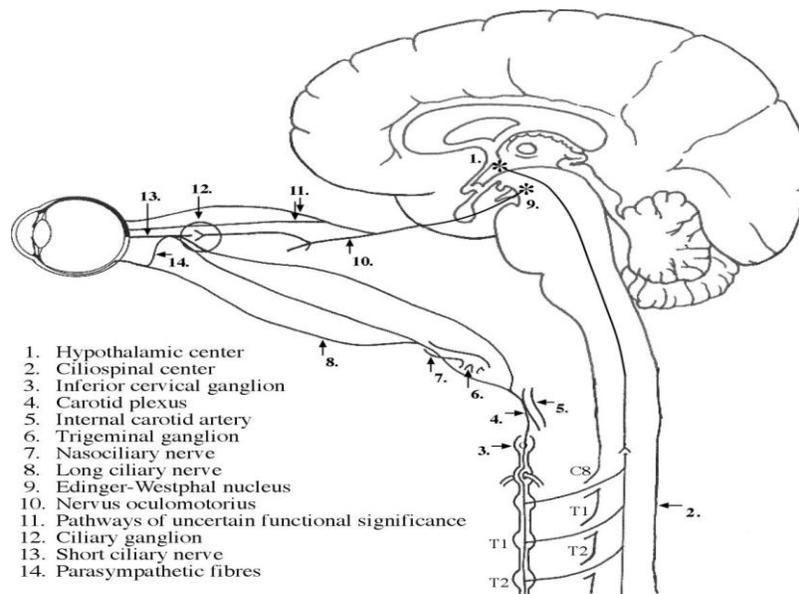


Imagen 11. Esquema de las vías eferentes parasimpática y simpática relacionadas con el proceso de la acomodación.  
 Fuente: Ocular accommodation. Studies of amplitude, insufficiency, and facility training in young school children.  
 Sterner, 2004.

## CUERPO VÍTREO

El cuerpo vítreo ocupa el espacio existente entre el cristalino y la porción plana del cuerpo ciliar por delante y la retina por detrás. La porción que se encuentra detrás del cristalino se denomina porción retrolental y está ligeramente excavada, es un gel compuesto por un 99% de agua y que contiene una finísima red de fibrillas (estroma vítreo) que se condensa con la superficie formando la membrana vítrea (membrana hialoidea). Desde la parte central de la fosa hialoidea hasta el disco óptico se observa un espacio ópticamente vacío denominado *conducto hialoideo* (canal de Cloquet).<sup>39</sup>

## RETINA

La retina se sitúa entre la coroides por fuera y la membrana hialoidea del cuerpo vítreo por dentro, es una membrana sensorial nerviosa.<sup>35</sup>

Por la parte posterior del globo ocular, la retina se continúa con el nervio óptico, mediante el *disco óptico* (papila); es ahí donde se interrumpen para dejar pasar los axones de las células ganglionares que forman el nervio óptico.

Por la parte anterior del globo ocular la retina se adelgaza progresivamente (ora serrata) hasta quedar reducida a un epitelio cilíndrico revestido externamente por la capa pigmentaria de la retina que tapiza las superficies internas del cuerpo ciliar (porción ciliar de la retina) y del iris (porción iridiana de la retina) denominada punto ciego. En la retina en la parte posterior se localizan dos zonas importantes:

La primera, mancha amarilla o mácula lútea, se observa como una depresión es amarilla y oval y en el centro de esta mancha se encuentra la segunda; la zona de la fovea central es donde la resolución visual es máxima. El disco óptico se encuentra a unos 3 mm del lado nasal de la mácula lútea, es redondeada de 1.5 mm de diámetro por donde sale el nervio óptico. En este punto la retina se adelgaza e interrumpe sus capas.

La complejidad neural de la retina y la organización sináptica se especializa en la detección y proceso de la información visual, convirtiéndola en señales que, a través del nervio óptico, se proyectan atravesando centros intermedios a la corteza cerebral para su interpretación.

Existen células encargadas para la recepción visual como son los *fotorreceptores*: *conos* y *bastones*, neuronas similares a las que se encuentran en el Sistema Nervioso Central (SNC), donde se distinguen dos tipos

1. Neuronas de proyección; son las células bipolares y las células ganglionares, los axones de estas últimas forman la mayor parte de las fibras del Nervio Óptico.
2. Neuronas de asociación; existen dos grandes poblaciones
  - a) Células horizontales
  - b) Células amacrinas

Existen otras células interneurales como son las células interplexiformes. Las células gliales están presentes en el SNC como la microglía, representada por los astrocitos, y las células de Müller. También existen células de la microglía encargadas de realizar, entre otras funciones, las propias de los macrófagos.<sup>35</sup>

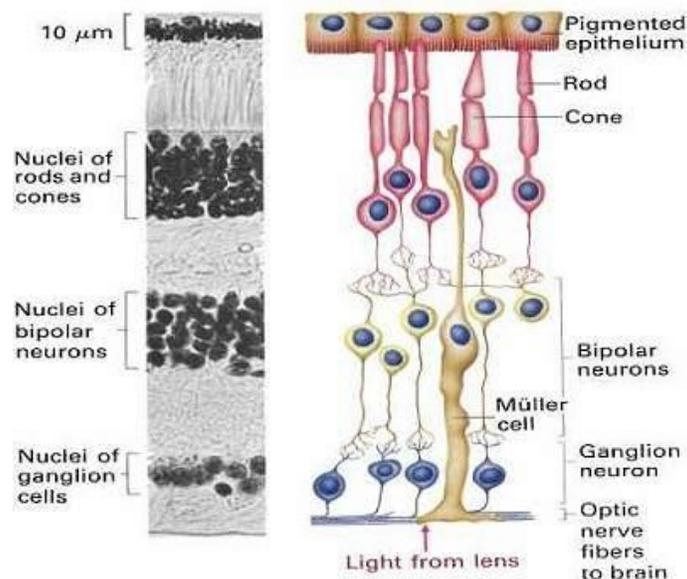


Imagen 12. Capas de la retina

## DESCRIPCIÓN DE LAS CAPAS DE LA RETINA

- 1. Epitelio pigmentario (EP)**

Conformado por una capa de células cuboides que están debajo de la lámina basal de la coroides, reviste la superficie externa de toda la retina neural u óptica y en la periferia anterior se continúa con el epitelio ciliar. En el extremo interno de las células pigmentarias se proyectan los extremos de los conos y bastones, estas células pigmentarias tienen melanina, contiene un componente de glucosaminoglicanos que puede ser el encargado de la conducción iónica y como adherente entre la capa neural y la pigmentaria. Aquí se llevan a cabo algunas funciones: A) la fagocitosis de los conos y bastones para que exista la renovación de las células sensoriales. B) el EP. actúan como dispositivo anti reflejante que evita la pérdida de la definición de la imagen) Actúa de barrera hematorretiniana entre la retina y la coroides, para que el ojo tenga un comportamiento inmunológicamente escaso
- 2. Conos y Bastones (células fotorreceptores)**

Son células alargadas, cuentan con una a) porción externa que se dirige hacia el epitelio pigmentario y también tiene dos segmentos; uno interno y otro externo que están conformados por sacos membranosos discoidales apilados; estos normalmente son desplazados y renovados dirigiéndose al epitelio pigmentario para la fagocitosis, así es como se garantiza su comportamiento de fotorreceptores, en luz y otros ambientes que van deteriorando progresivamente las estructuras moleculares) una porción central donde se localiza el núcleo. C) una porción interna que se conforma de un pedículo (conos) o esférula (bastones), es por donde las células mantienen sinapsis con las células bipolares y horizontales.
- 3. Membrana Limitante Externa**

Representa una fina lamina que se extiende desde la papila hasta la ora serrata, deja pasar a los conos y bastones, está constituida por “zónula ocludentes” que enlazan los artículos internos de los conos y bastones a las células de Müller, también une las células de Müller entre sí, y a los fotorreceptores.
- 4. Capa Nuclear Externa**

Representa la prolongación de la célula de los conos y bastones. La prolongación interna de los bastones se compone de un citoplasma y de un núcleo rodeado por una fina vaina de citoplasma. La prolongación interna de los conos presenta el núcleo y el cuerpo celular.
- 5. Capa Plexiforme Externa**

Es más espesa en la zona macular, debido al estiramiento y la oblicuidad de los axones de los conos, lo que ha hecho hablar de la capa de Henle, es más fina a nivel de la periferia retiniana. Los axones de los bastones están en unión con la capa plexiforme externa, en el lugar donde se establece la sinapsis con las dendritas de las células bipolares y horizontales. Se divide en tres: 1) Zona externa, contiene prolongaciones externas de los conos y bastones. 2) Zona media sináptica. 3) zona interna formada por expansiones de células bipolares horizontales y por las células de Müller.
- 6. Capa Nuclear Interna**

En esta capa existen cuatro tipos de células 1) células bipolares que constituyen a la transmisión. 2) células horizontales 3) células amacrinas que son células de asociación, 4) células de Müller, que juegan un papel importante en la nutrición
- 7. Capa Plexiforme Interna**

Es una zona de unión entre la neurona de primer orden y la de segundo orden de la retina. Contiene las conexiones sinápticas de células bipolares, amacrinas y ganglionares. Está ausente en la fovea. Contiene una importante red de capilares en continuación con la red de la capa nuclear interna. Tiene una sustancia de acetilcolinesterasa, indispensable para la neurotransmisión.
- 8. Capa de Células Ganglionares**

Son neuronas multipolares con dendritas que se extienden lateralmente en el seno de la capa plexiforme interna, recogen con sus dendritas los estímulos procedentes de las células bipolares y amacrinas, enviando la información al sistema nervioso central (SNC). Son más abundantes en la retina central y en la macula, donde se distribuyen formando hileras celulares.  
Existen varios tipos de células descritas desde el punto de vista funcional, como de tipo ON y OFF.
- 9. Fibras del Nervio Óptico**

La capa de fibras ópticas, o axones de las células ganglionares, son amielínicas, convergen hacia la papila. Las fibras nasales tienen un trayecto directo, las fibras temporales tienen un trayecto más complejo; son más numerosas puesto que se le suman el contingente macular.
- 10. Membrana Limitante Interna**

Es una fibra regular que separa las fibras ópticas de los elementos vítreos, siendo una membrana basal autónoma. Permanece siempre separada por el espacio subliminar. Del lado interno o vítreo, las fibrillas vítreas refuerzan la membrana basal, por una causa química llamada mucopolisacáridos ácidos.

## **VISIÓN BINOCULAR**

“La visión binocular es el estado de visión simultánea con dos ojos que ven, la visión binocular normal implica una visión única de imagen de los dos ojos, es decir, una fusión, acompañado de un alto nivel de estereogudeza”.<sup>35</sup>

La visión binocular existe cuando al mismo tiempo ambos ojos fijan su atención a un objeto a cualquier distancia, ejerciendo mecanismos dentro del sistema visual, como son cambios en el poder del cristalino para efectuar una acomodación, un equilibrio en el mecanismo de los músculos extraoculares para mantener los ejes visuales sobre el objeto de interés, los procesos de transformación de impulsos químicas a eléctricos para obtener una información traducida a una imagen.

La visión binocular se presenta poco tiempo después de nacer, y precisan de una buena experiencia visual para madurar y estabilizarse posteriormente. <sup>15</sup>(Borras)

## **MADURACIÓN DE LA VISIÓN BINOCULAR**

Borras<sup>15</sup> comenta que es importante considerar que la retina y la fóvea se terminan de desarrollar hasta los 4 o 5 años, por lo tanto la visión de un recién nacido es extrafoveal.

El desarrollo postnatal consiste en la diferenciación y distribución en capas de todas la células que se encuentran en el sistema visual, por ejemplo la retina, el nervio óptico.

La mácula se diferencia de la retina conforme aumenta la densidad de los conos, gracias a la migración de los conos hacia la fóvea, provocando una disminución de grosor, existe también otra migración de células ganglionares y de otras células de soporte que se alejan de la mácula para provocar la formación de la fosa fóveal.

Durante la gestación las fibras del nervio óptico se organiza, se distribuyen y se segregan en capas en el cuerpo geniculado lateral, que al nacer se desarrollaran, presentando una arborización dendrítica para conseguir una conexión sináptica de los axones geniculocorticales.

Durante el proceso embriológico las fibras geniculocorticales que llegan a las capas 4A y 4C (el área visual 17 de Brodmann) del córtex y se produce una superposición axonal extensa, para que se conecten con terminaciones nerviosas de un ojo a las áreas verticales y distribuirse en la columna de segregación.<sup>26</sup>

Esta segregación es una forma de competición de los axones del cuerpo geniculado lateral por conseguir sinapsis con células corticales. Que dura hasta los 6 meses.<sup>26</sup>

Es importante reconocer un periodo crítico o plástico, que se presenta a partir de que se interceptan las columnas de segregación de las fibras glucocorticales de cada uno de los ojos para llegar a la sinapsis con las células corticales, y es este proceso de sinapsis cualquier impedimento o bloqueo del desarrollo neural adecuado puede provocar lesiones irreparables. Al finalizar el periodo plástico se presenta una relación con la etapa final de la mielinización de las fibras geniculocorticales, la etapa final de la sinapsis con las células corticales y la disminución de la sustancia neural que estimula la plasticidad como la norepinefrina.

Por ello es que dependiendo de la maduración del Sistema Nervioso Central se obtiene información, también es la habilidad de mantener la atención visual así como una imagen nítida, a través del control de movimientos oculares, como lo es el proceso de la *acomodación*.<sup>26</sup>

## ETIOPATOGENIA

Las anomalías de la acomodación son cuando las disfunciones que aparecen en pacientes no presbíteros es decir que no son justificadas por un esclerosamiento normal de las fibras del cristalino que se producen como consecuencia de la edad.

Por lo cual los mecanismos de la visión binocular se deben de considerar como estables alrededor de los 8 años.<sup>40</sup>

Así mismo la valoración de la respuesta acomodativa es de vital importancia para la detección de las alteraciones que presentan una serie de síntomas que restan comodidad visual entorpecen las actividades que el paciente realiza en su rol social, y en algunas ocasiones los obligan a retirarse de ellas.<sup>2</sup>

Por lo que una amplitud acomodativa adecuada no elimina la posibilidad de una anomalía acomodativa. Un problema de flexibilidad, problema de mantenimiento o una incapacidad de relajar la acomodación podrían coexistir con una amplitud acomodativa normal. Por tanto es importante realizar test adicionales.<sup>41</sup>

A fin de demostrar la relación entre la acomodación y sus alteraciones, en 1991 se publicó un estudio que demuestra que la falta de acomodación y convergencia, el punto próximo y la acomodación relativa pueden ser precursores para que una persona presente un problema refractivo como es la miopía.<sup>42</sup>

En consecuencia alteraciones reportadas por el uso de computadoras en la Universidad de Navarra en España publicaron que algunos efectos nocivos relacionados a la visión desencadenan crisis convulsivas en niños con antecedentes de epilepsia, siendo la causa los destellos y cambios de intensidad de los colores de forma continua.<sup>43</sup>

La mayoría de los usuarios presentan trastornos como son disfunciones acomodativas, desequilibrio oculomotor, errores refractivos bajos, deficiencia lagrimal, problemas ergonómicos (de postura) provocados por el ángulo del monitor, la iluminación, la reflectancia. La disminución del parpadeo provoca la ruptura de la película lagrimal; generando "puntos secos" sobre la superficie de la córnea, puesto que el parpadeo disminuye la distribución de la película lagrimal es deficiente, los síntomas siempre se manifiestan cuando las demandas visuales exceden a la capacidad visual del sujeto.<sup>13</sup>

La clasificación de los síntomas nos ayuda a identificar las alteraciones presentadas en relación al uso de video terminales, algunos casos consideran aspectos visuales y otros los ergonómicos, de esa forma el diagnóstico de estas anomalías se facilitan.<sup>13</sup> (Ver Tabla 4)

<b>CATEGORIA DEL SINTOMA</b>	<b>SINTOMAS</b>	<b>DIAGNOSTICO PROBABLE</b>
<b>Astenópicos</b>	Fatiga visual Ojos cansados Ojos inflamados, doloridos cefalea	Visión binocular Acomodación
<b>Ocular</b>	Ojos secos Ojos llorosos Ojos irritados	Problemas de lentes de contacto Lagrima escasa Alergia ocular
<b>Visual</b>	Visión borrosa Lentitud de cambio de enfoque Visión doble presbicia	Error refractivo Acomodación Visión binocular
<b>Musculo-esquelético</b>	Dolor de cuello Dolor de espalda Dolor de hombro	Corrección de presbicia Localización de la pantalla del ordenador

Tabla 4. Clasificación de los síntomas oftálmicos más comunes. Fuente Thea, Síndrome Visual del Ordenador

## **ASTENOPIA**

Es un término usado para describir una sensación de tensión y de debilidad o fatiga ocular, creado por el uso excesivo de los músculos ciliares y extra oculares del ojo, para mantener la fijación y la convergencia, dando como resultado una serie de síntomas y signos oculares y visuales identificables clínicamente por lo que es motivo de consulta frecuente en pacientes que presenten alteraciones insuficiencia de acomodación, de convergencia, errores refractivos, así como estrabismo intermitente.<sup>41</sup>(Francisco R. Sánchez et al 1996)

Existen otros factores que pueden influir en la aparición de la astenopia, como son los factores ambientales, por ejemplo la iluminación, (exceso, defecto o mala distribución), el predominio puro de colores puros en paredes, techos y maquinarias, los contrastes de los colores, así como también el reflejo de la luz, otro factor es el psicológico, el exceso de trabajo y el poco descanso pueden contribuir a la astenopia.<sup>15</sup>

Signos y síntomas de la astenopia

- Diplopía
- Dolor de cabeza
- Problemas de enfoque
- Visión borrosa de lejos y de cerca
- Problemas para leer
- Fatiga visual
- Cansancio
- Epifora
- Sensación de cuerpo extraño
- Alta sensibilidad a la luz
- Hiperemia conjuntiva

Ahora bien, la astenopía se presenta en cualquier edad, incluso en niños de edad escolar hasta personas adultas, así mismo la relación entre la insuficiencia de acomodación, los errores refractivos, estrabismos intermitentes pueden ser su origen, tal es el caso de un estudio realizado en Suecia en el 2007 a 130 estudiantes de entre 7 y 16 años, de los cuales 49 reflejaron una insuficiencia de acomodación y que refieren astenopia.<sup>44</sup>

Normalmente la astenopia está dividida por dos causas; la astenopía refractiva, es decir por errores refractivos; y la astenopía muscular, es decir, aquellos que comprenden un estrabismo, insuficiencia de convergencia y acomodativas.<sup>44</sup>



## TRANSTORNOS ACOMODATIVOS

Las anomalías de la acomodación son caracterizadas por una amplitud o un control inadecuado de los cambios visuales de visión cercana a lejana o viceversa. Según Griffin; establece que las anomalías de la acomodación pueden estar separadas por cuatro categorías, sin embargo los pacientes que presentan una disfunción acomodativa puede tener una o varias categorías, es decir, no son exclusivas como alteraciones únicas y aisladas, por ejemplo; un paciente que presente una insuficiencia acomodativa puede presentar también una inflexibilidad y un poco resistencia acomodativa: <sup>18</sup>

1. Insuficiencia
2. Exceso
3. Inflexibilidad
4. Fatiga acomodativa



Normalmente para diagnosticar un problema de disfunción acomodativa es necesario contemplar factores, ya sea de origen orgánico y funcional, que causan alteraciones en forma binocular y monocular según sea el origen del problema acomodativo. Ya que existe la posibilidad de que existan dos categorías más:

1. Inadecuada acomodación
2. Parálisis acomodativa

Por lo que hay que considerar factores que puedan producir una disminución de la acomodación: <sup>18</sup>

❖ Origen funcional

- Binocularmente: una variación acomodativa puede ser:
  - La variación biológica de una población, un punto de trabajo muy próximo, baja iluminación, bajo nivel de oxígeno, fatiga general y ocular, estrés, y problemas de vergencias.
- Monocularmente: el ojo dominante sea aún más dominante, y es por el resultado de una
  - pobre acomodación en el ojo no dominante.

❖ De origen refractivo

- Monocularmente manifestación de una hipermetropía latente, una pseudomiopía, o una presbicia a temprana edad.
- Monocularmente una anisotropía no corregida, una corrección refractiva menor, una esclerosis de bajo grado del cristalino.

❖ Enfermedades oculares

- Binocular: Una oftalmoplejia interna, una ambliopía orgánica bilateral, cataratas prematuras, glaucoma bilateral, iridociclitis, aplasia del cuerpo ciliar, subluxación parcial del cristalino.
- Monocular: son las mismas que en la condición anterior, solo que afecta a un ojo más que al otro, metástasis anterior coloidal, traumatismo, ruptura de las fibras de la zónula.

Enfermedades sistémicas que afectan a la acomodación en condiciones binoculares son:

❖ Hormonales o metabólicos

- Embarazo
- Menstruación
- lactancia
- menopausia
- diabetes
- condiciones tiroideas
- anemia
- hipertensión vascular
- distrofia miotónica (problemas en la osmolaridad). De la células

- ❖ Neurológicos
  - Miastenia gravis
  - Esclerosis múltiple
  - Tumor pineal
  - Lesión de latigazo
  - Trauma en la cabeza y cuello
  - Contusión cerebral
  - Enfermedades del mesencéfalo y lesiones vasculares
  
- ❖ Infecciosas
  - Influenza
  - Toxemia intestinal
  - Tuberculosis
  - Sífilis
  - Encefalitis
  - Hepatitis viral
  - Poliomiелitis
  - Malaria
  - Herpes zoster
  - Disentería
  - Tosferina
  - Infección en amígdalas y dental
  
- ❖ Condiciones tóxicas, drogas y medicamentos que alteren la acomodación binocular
  - Efectos residuales de cicloplejico
  - Neuropatía alcohólica
  - Marihuana
  - Monóxido de carbono
  - Botulismo
  - antihistamínicos estimulantes del sistema nervioso central
  - Uso prolongado de drogas tranquilizantes
  - Drogas para enfermedad de Parkinson
  - Medicamentos de acción sistémica
  - Envenenamiento por metales pesados

- ❖ Efectos emocionales con afectación binocular
  - Estrés
  - Histeria
  - Proceso de enfermedades

## **EXCESO ACOMODATIVO**

Es una respuesta excesiva de la acomodación con respecto al estímulo existente; (incapacidad de relajar la acomodación) siendo una respuesta del sistema visual binocular provocado por un excesivo trabajo cercano, a pesar de que se ha considerado poco frecuente, no se ha diferenciado adecuadamente, también se caracteriza por ataques intermitentes de acomodación, convergencia y miosis, se considera un trastorno que no tiene consecuencias graves, dados por un aumento en la inervación parasimpática del músculo ciliar.<sup>26 45</sup>

Un exceso acomodativo puede transformarse a un espasmo acomodativo, o espasmo de reflejo cercano.<sup>46</sup> Para Rutsein y colaboradores consideran que es una condición poco frecuente, en el caso de Duane encontró que el 2.6 % de 114 pacientes presentaron un exceso acomodativo.<sup>19</sup>

También pueden relacionarse con algunas enfermedades sistémicas, ya antes mencionadas; se asocia a una insuficiencia de convergencia, o pseudomiopía, debido a una inadecuada relajación de la acomodación. Existen síntomas como: <sup>26 45</sup>

- El paciente refiere visión borrosa de lejos después de realizar un trabajo de visión cercana
- Dificultad para enfocar de lejos a cerca
- Sensibilidad a la luz
- Dolor de cabeza
- Tensión ocular

Siendo dentro de la clasificación de la hiperfunción acomodativa, sus valores esperados serán: <sup>45</sup>

- Un valor de la amplitud acomodativa mayor con respecto a la edad
- La ARN se encontrara reducida
- Presenta una respuesta de dificultad para aclarar con lentes positivas
- En MEM, se neutralizan con lentes negativas<sup>18 19</sup>
- Bajos ciclos de Flippers
- La ARP es alta

### **INSUFICIENCIA ACOMODATIVA**

Se define como una insuficiente amplitud de acomodación para proporcionar una imagen clara por objeto de un estímulo a una distancia determinada, esta afectación suele presentarse en pacientes pre presbitas, presbitas y no suele ser en pacientes jóvenes.<sup>28</sup> Por lo que el paciente presenta dificultades para estimular la acomodación, la Universidad de New York, State College of Optometry revelan que la prevalencia de la insuficiencia acomodativa es del 9.2%.<sup>47</sup> Normalmente el comportamiento de una insuficiencia acomodativa al ser valorada será: <sup>45</sup>

- Amplitud de acomodación menor de lo esperado con respecto a la edad
- Se encuentra un incremento en el resultado de Lag acomodativo
- La ARP se presenta reducida
- Existe una respuesta de dificultad para aclarar con lentes negativas
- Están reducidos los ciclos de Flippers mono y binocularmente con lente negativa

En una condición patológica, afecta al nervio craneal, músculo ciliar dando como resultado la parálisis del cristalino y puede afectar a cualquier edad.

El uso de simpaticomiméticos (adrenérgicos) o para simpaticolíticos (anti colinérgicos) dan como resultado una disminución en la amplitud de la acomodación y aunque es isolateral tiene un período de duración de 1 mes aproximadamente, también se producen cambios por enfermedades tropicales.<sup>18</sup>

Griffin reportó observar a un paciente de 21 años de edad, que presento 3 meses atrás influenza; teniendo solo 1 D de amplitud de acomodación, sin presentar ningún otro signo o síntoma, este paciente tenía un programa de entrenamiento de 4 hrs de natación, se le prescribió bifocales para su visión cercana y se continuo con un estudio neurológico encontrando un grado bajo de una encefalitis viral.<sup>18</sup>

Gran parte de la prevalencia de la insuficiencia acomodativa es funcional. Chrousos menciona que 10 casos de jóvenes sanos fueron manejados en forma óptica, demostrando que su amplitud de acomodación era baja con respecto a su edad y sin tener ningún problema orgánico descartando la posibilidad de que una probable enfermedad fuera el motivo de su disminución de acomodación, estos casos fueron tratados con el uso de bifocales, o lentes sencillas, al menos tres requirieron prismas para la corrección de una exoforia cercana.<sup>18</sup>

Ciuffreda comenta que uno de los principales síntomas de la insuficiencia acomodativa es generalmente la astenopia en relación al trabajo de visión cercana.<sup>18</sup> Otro de los síntomas asociados es la insuficiencia de convergencia, incluyendo también síntomas como:<sup>45</sup>

- Dolor de cabeza
- Fatiga visual
- Diplopía, problemas a la lectura
- Incapacidad de concentrarse
- Movimiento de texto
- Abandonar o no realizar tareas cercanas

## INFLEXIBILIDAD ACOMODATIVA

Es la condicionante que presenta un paciente, un tiempo de respuesta excesivo desde que se le presenta un cambio en el estímulo acomodativo hasta que este se traduce en respuesta, es decir la latencia como la velocidad de la respuesta acomodativa son anormales, la habilidad de la amplitud de acomodación de forma rápida y eficaz esta disminuida<sup>19</sup>, en el caso de la inhabilidad acomodativa la prevalencia encontrada en la Universidad de New York, State College of Optometry es del 5.1%.<sup>44</sup>

Sus síntomas son asociados a las actividades de Visión cercana: <sup>45</sup>

- Dificultad para enfocar de lejos a cerca
- Dolor de cabeza
- Tensión ocular
- Problemas de lectura
- Pérdida de la comprensión después de un tiempo de trabajo cercano
- Fatiga y somnolencia
- Sensación de tirantes alrededor de los ojos
- Puede o no existir síntomas

Los signos están asociados a la incapacidad para realizar cambios de acomodación

- AA normal
- Falla en los ciclos de Flippers mono y binocularmente tanto positivas como negativas
- ARP bajo
- ARN bajo
- Inexistencia de síntomas ( se presenta falta de interés y abandono de las tareas visuales cercanas)
- MEM y CCF en límites normales
- Alteraciones binoculares

## **DISFUNCIÓN ACOMODATIVA RELACIÓN CON LA CONVERGENCIA**

Aunque las disfunciones acomodativas y las disfunciones de convergencia son dos anomalías diversas, las dos pueden interferir en el desarrollo de una persona a nivel escolar y profesional e incluso en un atleta en su rendimiento deportivo, así como el funcionar de manera eficiente en el trabajo, según la American Optometric Association , las personas que tienen una gran cantidad de trabajo cercano, como leer, utilizar una computadora de manera excesiva son más propensas a desarrollar signos y síntomas de dichas anomalías, como es el caso de la astenopía <sup>48</sup>

Los movimientos oculares rápidos y exactos son necesarios para fijar y estabilizar una imagen de la retina, aun cuando el cuerpo está en movimiento, trabajando en conjunto los ojos y el cuello, para obtener una imagen optoquinética con movimientos voluntarios de ejecución del ojo, requiriendo un preciso y eficiente sistema de seguimiento, ya sea lento para una estimulación a la fóvea, un movimiento sacádico para llevar a la fóvea el objeto que se consideró, y un sistema de convergencia para colocar el objeto de consideración en ambas fóveas, estos movimientos son extremadamente precisos para evitar de esta forma una diplopía y facilita la percepción e integrarla como única.<sup>47</sup>

Esta respuesta es provocada por la disparidad retiniana debido a los movimientos de convergencia y al mecanismo de acomodación que entra en proceso para aclarar la imagen. (American Optometric Association 2011). <sup>48</sup>

## FACTORES DE RIESGO

### ERGOFTALMOLÓGICOS

Los principales factores a los cuales se enfoca la Ergofoftalmología son los siguientes: El nivel de iluminación depende de diversos factores que deben tenerse en cuenta, como lo son: el tamaño de las piezas, la precisión requerida en la tarea, la velocidad a la que se realiza; el contraste entre las piezas, la disposición en el espacio de las piezas, herramientas y equipo utilizado, el reflejo de la superficie de trabajo, entre otros.<sup>49</sup>

Otro de los factores relevantes para la Ergofoftalmología es el color, debido a que provoca una respuesta perceptiva que se da en un individuo y que guarda relación con algunas características físicas de los objetos. Los factores a tomar en cuenta pueden ser la reflectancia diferencial. La mezcla sustractiva, aditiva, dimensiones descriptivas de las experiencias de color y la temperatura.

Una deficiente iluminación o la utilización de monitores durante largos períodos producen malestar visual y un conjunto de síntomas generales aparentemente no relacionados con los ojos. Se presenta así un fenómeno de causa multifactorial y se acuña en algunos ámbitos científicos el término “estrés visual” (Godnig) y se define como la inhabilidad de la persona para procesar determinada información visual de una manera cómoda y eficiente.

Dicho término se aplica al estrés general producido por entornos con grandes demandas de actividad visual y se manifiesta con reacciones físicas y psíquicas.<sup>49</sup>



Imagen 13. Cansancio frente a una computadora Fuente: demedicina.com

## FACTORES DE RIESGO

### VISUALES

A partir de los cambios que se generaron en los países desarrollados, las investigaciones referentes al uso de VT y sus efectos a nivel visual, se enfatizaron, tal es el caso de Boissin y un grupo de oftalmólogos franceses que encontraron que el uso inadecuado de lentes puede inducir con mayor frecuencia la fatiga y las molestias oculares, esta observación fue a través de un estudio en 275 operadores de pantallas de visualización de datos (PVD) y a 65 controladores, el resultado fue que el 32 % de las personas examinadas podían mejorar su visión con una buena corrección. En este estudio, el 68 % de los participantes tenía una visión normal, el 24 % presentaba miopía y el 8 % hipermetropía.<sup>10</sup>

Considerando que existen factores que agravan las molestias presentadas como es el caso de las posturas, la iluminación, la sensibilidad que está íntimamente relacionada con la edad.<sup>13</sup>

Ahora bien la gran mayoría de las investigaciones abarcan como dato principal alteraciones visuales en general, pero en nuestro sistema visual existen diferentes mecanismos para el proceso de la visión, tanto lejana como en la visión próxima o cercana, siendo el tema principal de este documento priorizar la información referente al mecanismo que ocurre para enfocar objetos a una distancia cercana como es el caso de la *Acomodación*.

Por lo que la identificación de las anomalías de la acomodación que se han realizado conforme a las consultas de especialistas en la visión, que se proyectaron sobre una población determinada, Borrás citó que tal es el caso de Hokoda; que realizó un estudio en una muestra de 119 sujetos sintomáticos, encontrando que el problema visual más frecuente es el de origen acomodativo, 25 de los 119 sujetos presentaban problemas acomodativos. Mencionó también que Hoffman y colaboradores realizaron estudios sobre la eficiencia de las terapias visuales en pacientes no estrábicos, encontrando que el 62 % de 129 sujetos presentaban problemas acomodativos.<sup>19</sup>

Sin embargo Borrás y colaboradores realizaron una investigación en una población estudiantil de la Universidad de Óptica y Optometría de Terrassa de España, con una incidencia del 23.5% de problemas acomodativos de 120 sujetos.<sup>19</sup>

En consecuencia al extraño magnetismo que ejercen los videojuegos en una población determinada, se empezó a investigar al respecto, dándose cuenta que tiene esta afinidad por jugar el mayor tiempo posible, a aquellas personas llamadas *gamers*, centrando su atención a un monitor que cada vez es más pequeño, una pantalla con acciones que involucran la coordinación del ojo, la mano adquiriendo otro tipo de habilidades, como la destreza de mover pequeños botones sin dejar de ver a la pantalla. <sup>50</sup>

Por lo que se realizó un estudio que demuestra la incidencia de las afecciones a nivel visual por el uso de videojuegos, dirigida a niños de 9 a 14 años en una muestra de 30 personas, encontrando las afecciones siguientes:<sup>50</sup>

- Ardor en el ojo afectado al 40% (12)
- Comezón un 16.67% (5)
- Dolor ocular al 10%(3)
- Comezón en parpados 6.67%(2)
- Lagrimeo 6.67%(2)
- Dificultad de enfoque 3.33% (1)
- No tener ningún síntoma 16.67%(5)

Las destrezas visuales básicas necesarias para el uso en el juego son:

- Visión lejana: visión de objetos situados a distancia igual o mayor de los cinco o seis metros.
- Visión binocular: coordinación de ambos ojos para conseguir una única percepción de la imagen
- Movimientos oculares: la capacidad de dirigir los ojos con exactitud, el moverlos fácilmente a través de una imagen y cambiar de forma rápida y precisa de un objeto a otro.
- Acomodación: que es la capacidad para enfocar objetos localizados entre el infinito óptico y un punto máximo de acomodación.
- Campo visual: es aquella porción del espacio en que los objetos son visibles simultáneamente al mantener la mirada fija en una dirección.

Todas estas habilidades utilizadas en conjunto facilitan el funcionamiento del uso de videojuegos, en carencia de cualquiera de alguna de estas, el individuo hará un esfuerzo mayor, pudiendo conducir a una serie de problemas visuales como por ejemplo; visión borrosa, diplopía (visión doble), ojo seco, irritación ocular y lagrimeo. <sup>50</sup>

Para esta investigación se consideraron otras afecciones de postura que afectan al uso de una video terminal. Para el autor la agudeza visual cercana no presenta variaciones después de utilizar videojuegos, a diferencia de los valores de agudeza visual lejana. En la medida que esta resolución represente un sistema más fino, se puede esperar que la imagen se construya con mayor información y sea más detallada por el cerebro debido a mayor sensibilidad al contraste, generando posiblemente cambios visuales.<sup>50</sup>

Con respecto a la acomodación visual como un mecanismo de enfoque de la visión cercana como ya se mencionó anteriormente, en Colombia se estudió sobre los valores normales de la amplitud de acomodación y la flexibilidad acomodativa para dos poblaciones en diferentes regiones, el primero en la zona centro del país de Colombia y el segundo fue en la zona costera entre las edades de 18 y 22 años y de 23 y 26 años. Dando como resultado que las personas de la zona costera tienen mayor amplitud de acomodación visual a diferencia de las personas de la zona centro como se muestra en la siguiente tabla.<sup>51</sup> (Ver Tabla 5)

<b>EDAD</b>	<b>ORIGINARIOS DE LA ZONA CENTRO</b>	<b>ORIGINARIOS DE LA ZONA COSTERA</b>	<b>PROMEDIO</b>
18 a 22 años	9.46 D	10.58 D	10.02 D
23 a 26 años	9.50 D	10.27 D	9.89 D

Tabla 5. Resultados sobre la amplitud de la acomodación de dos grupos Fuente Stella Vetulia et al.2005 Ciencia & Tecnología N°5.

En cambio los valores fueron contrarios al ser valorada la flexibilidad acomodativa, los sujetos de la zona centro presentaron una mayor flexibilidad acomodativa que los sujetos de la zona costera como se muestra (Ver Tabla 6)

EDAD	ORIGINARIOS DE LA ZONA CENTRO CICLOS POR MIN	ORIGINARIOS DE LA ZONA COSTERA CICLOS POR MIN	DESVIACION ESTANDAR
18 a 22 años	+/- 2.00 (lente)	+/- 2.00 (lente)	11 +/- 1.58
23 a 26 años	9.55c.p.m +/-2.00 (lentes)	8 +/-2.00 (lente)	+/- 1.90
	c.p.m	10.55 c.p.m	

Tabla 6. Resultados entre la flexibilidad acomodativa de dos grupos. Fuente: Stella Vetulia at el 2005. Ciencia & Tecnología N°5.

En estudios más recientes en el 2009 a través del Centro de Estudios Oftalmológicos en Nepal encontraron la incidencia de anomalías en la insuficiencia acomodativa, la inflexibilidad acomodativa y la insuficiencia de fusión binocular en usuarios de video terminales (VT) ocuparon empleados del Instituto de Medicina desde estudiantes, empleados profesores analistas y todos con la condicionante de que tuvieran uso de una video terminal en promedio de  $6.9 \pm 2.6$  horas al día, con edades promedio de  $25.8 \pm 5$  años, incluían a pacientes con problemas refractivos, forias. El total de su muestra fue de 76 pacientes; 69.7% hombres y el 30.3 % mujeres. De este total el porcentaje de las personas que presentaron anomalías de visión fue del 92.1%.<sup>52</sup> (Ver Tabla 7,8)

Insuficiencia de convergencia (CI)	14 (9%)
Insuficiencia de acomodación (IA)	15(9.7%)
Inflexibilidad acomodativa (FA)	55(35.5%)
Retardo acomodativo (LAG)	21(13.6%)
Ojo seco	11(7.1%)
Insuficiencia de fusión	23(14.8%)
Errores refractivos	16(10.3%)
<b>Total</b>	<b>155 (100%)</b>

Tabla 7. Resultados de la investigación Fuente: Centro de Estudios de Nepal.

Punto próximo de convergencia
Amplitud de acomodación
Facilidad acomodativa
Lag acomodativo
Schirmer's
Vergencias fusiónales
Refracción

Tabla 8. Pruebas aplicadas. (Shrestha at el 2009). Fuente: Centro de estudios de Nepal.

Este estudio si se enfatiza que el usar más tiempo la VDT es un factor para que se presenten síntomas oculares y sistémicos, para el caso de los operadores de computadoras siendo los que presentan mayores riesgos, también se puede compensarse al cambio de factores ambientales, y ergonómicos, así como reducir problemas refractivo que deben ser tratadas.

Acentuando los problemas acomodativos en estudios en relación al uso de computadoras como es el caso de los estudiantes de Ciencias de la Universidad de Indonesia en la Facultad de Informática que fueron estudiados para encontrar las insuficiencias acomodativas causadas por la astenopía durante el uso de una computadora. <sup>53</sup>

El estudio incluyo datos como agudeza visual, punto próximo de acomodación, amplitud de acomodación, punto próximo de convergencia, pantalleo unilateral, alternante. Todas las personas que se estudiaron tenían un uso de un ordenador de 3 a 6 horas al día. Se realizó en un total de 99 estudiantes, revelando que el 69.6% tenía astenopía y para su evaluación se consideraron síntomas como: sensación de pesadez en el ojo, visión borrosa, dolor de cabeza en las sienes o la parte posterior de la cabeza.

Del 95.7% del total que se evaluaron, manifestaron otro motivo para las anomalías de la acomodación; y es la refracción del paciente, siendo una de las causas principales de una insuficiencia acomodativa, encontrando que el total de estudiantes que presentaron esta causa fue del 50.7% de los estudiantes. Así como también se informó que otro de los motivos por el que se encontraron síntomas son la del ojo seco, siendo resultado de un tiempo mayor de exposición de la córnea debido a la disminución del parpadeo. Se define que el uso de la computadora al día para este estudio no es un dato relevante que manifieste la causa de la astenopía

En países de desarrollo como China, India, y Rusia se ha encontrado un creciente uso de ordenadores, siendo la astenopía con un índice de incidencia del 69, 7 % de los usuarios de ordenadores en estudiantes de ciencias en Indonesia.

Concluyendo que aparentemente existen dos causas para la astenopia, la primera es de causa refractiva y que se puede corregir utilizando lentes, la segunda es la astenopía muscular, esto es ocasionado por la acomodación y la convergencia que se presentan por el efecto de trabajo de la visión cercana, que se podrían corregir adecuando la ergonomía del paciente, y del ordenador.<sup>53</sup>

## DIAGNÓSTICO

Anomalías acomodativas y binoculares no estrábicos son disfunciones visuales que pueden interferir con el rendimiento de un sujeto o deteriorar la capacidad para funcionar de manera eficiente en el trabajo. De hecho, las personas que realizan una cantidad considerable de la visión de cerca, como el trabajo de lectura o la computadora, son más propensos a desarrollar síntomas y signos relacionados con disfunciones acomodativas o vergencia. Por lo que tienden a provocar dificultades relacionadas principalmente con las actividades que requieren visión de cerca. Los síntomas comúnmente asociados con estas anomalías pueden incluir borrosa lejos o visión de cerca, dolores de cabeza, diplopía, dificultad en la lectura, pérdida de concentración, y en muchos casos, imposibilidad de mantener una visión clara para un período de tiempo razonable. <sup>54</sup>

La validez diagnóstica; es decir la exactitud de las pruebas son evidencia para tener una fuente de conocimientos generales o específicos que son pertinentes en la solución práctica para un problema de visión binocular como amplitud de acomodación y la flexibilidad acomodativa binocular para el diagnóstico de la insuficiencia acomodativa y una alta acomodación relativa positiva para el exceso de acomodación.

La literatura científica revela ciertas diferencias entre los distintos autores en cuanto a los criterios diagnósticos para las disfunciones acomodativas y binoculares no estrábicos. <sup>54</sup>

No obstante la función acomodativa abarca una serie de habilidades: amplitud acomodativa, flexibilidad, retardo acomodativo (respuesta acomodativa), acomodación relativa y la relación entre la acomodación y la vergencia (AC/C). Y cada uno de ellos debe de mantener niveles adecuados u óptimos en funcionalidad, de lo contrario se presentan los trastornos correspondientes acompañados de sintomatología.

Por lo que existen diferentes técnicas a realizar para la evaluación de la acomodación. <sup>26</sup>

1. Amplitud de Acomodación

- Método de Donders (acercamiento o push up), considerando el criterio: por edad. (Ver Tabla 9)

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

Tabla 9. Tabla de Amplitud de Acomodación de Donders

- La fórmula de Hoffstetter:

Amplitud máxima:  $25 - 0.4 \times \text{edad}$

Amplitud media:  $18.3 - 0.3 \times \text{edad}$

Amplitud mínima:  $15 - 0.25 \times \text{edad}$

- Método de Sheard (a través de lentes negativas), por edad. (Ver Tabla 10)

EDAD	AMPLITUD
15	11 D
20	9 D
25	7.5 D
30	6.5 D
35	5 D
40	3.75 D

Tabla 10. Tabla de Amplitud de Acomodación de Sheard

- Método objetivo (técnica de retinoscopía)

Otros métodos son: Nott, MEM, CROSS: Que proporcionan información sobre la relación entre la respuesta y el estímulo acomodativo, valores dispares a + 0.50/+0.75 dioptrías nos indican una hiperfunción o hipofunción.<sup>26</sup>

## 2. Flexibilidad acomodativa

- Lente de  $\pm 2.00$  D considerando criterios de diagnóstico según el autor o la edad (Ver Tabla 11,12)

	Edad	Monocular	Binocular
Zeller et al.	20 a 30 a.	11 ciclos x min	8 ciclos x min
Hennessey	8 a 14 a.	11.8 ciclos x min	7.8 ciclos x min
Griffin	18 a 23a.	17 ciclos x min	13 ciclos x min
Linn	8 a 14 a.	8 ciclos x min	5 ciclos x min
Sheiman et al.	6 a	5.5 ciclos x min	3 ciclos x min
	7 a	6.5 ciclos x min	3 ciclos x min
	8 a 12 a	7 ciclos x min	5 ciclos x min

Tabla 11. Valores de la flexibilidad Acomodativa. [http://www.imagenoptica.com.mx/pdf/revista46/acomoda\\_fig2.gif](http://www.imagenoptica.com.mx/pdf/revista46/acomoda_fig2.gif)

Niños	MONOCULAR	BINOCULAR
	• 6 años	5.5 c.p.m ( $\pm 2.5$ )
• 7 años	6.5 c.p.m ( $\pm 2$ )	3.5 c.p.m ( $\pm 2.5$ )
• 8- 12 años	7 c.p.m ( $\pm 2.5$ )	5 c.p.m ( $\pm 2.5$ )
	ADULTOS	
	13- 30 años	8 c.p.m ( $\pm 5$ )
	11 c.p.m ( $\pm 5$ )	
	30-40 años	9 c.p.m ( $\pm 5$ )

Tabla 12. Valores de la flexibilidad Acomodativa. Borrás G. M.R

## TRATAMIENTO Y PREVENCIÓN

Así como las computadoras se convierten en parte de la vida cotidiana; y más personas están experimentando una variedad de síntomas a nivel visual como el Síndrome Visual del Ordenador que puede ser relacionado con la ergonómica. También se discuten los efectos visuales que pueden ayudar al confort de un usuario de video terminales, como lo es una corrección óptica adecuada, buena iluminación, filtros anti-reflejantes, la posición ergonómica del monitor de la computadora, la calidad de la pantalla las frecuencias de radiación, las pausas de trabajo regulares;

Por tal motivo al tratamiento requiere un enfoque multidireccional que combina la terapia visual para la mejoría y eficacia de la visión binocular y los procesos de acomodación visual alterados; con un adecuado entorno de trabajo, el uso de fármacos para mejorar la calidad lagrimal, el uso de anteojos.<sup>55</sup>

Realizar un diagnóstico diferencial, dependiendo de la historia clínica de cada caso como el asociarlo a la sintomatología, es de gran importancia para un adecuado tratamiento. De ahí la importancia de la terapia visual para ejecutar un plan para cada caso. <sup>56</sup> (Ver Tabla 13)

	<b>INSUFICIENCIA ACOMODATIVA</b>	<b>INFELXIBILIDAD ACOMODATIVA</b>	<b>FATIGA ACOMODATIVA</b>	<b>ESPASMO/ EXCESO ACOMODATIVO</b>
<b>EJERCICIOS OCULARES</b>	Ejercicios de convergencia	Ejercicios de flexibilidad acomodativa	Ejercicios de convergencia y/o flippers	Ejercicios de lejos y cerca, Flipper, ejercicios de convergencia
<b>TRATAMIENTO REFRACTIVO</b>	Lentes positivas o multifocales	En algunos casos multifocal	Lentes positiva y/o multifocales	En algunas ocasiones multifocal

Tabla 13 Tratamientos para las anomalías de la acomodación visual (Evans B.)

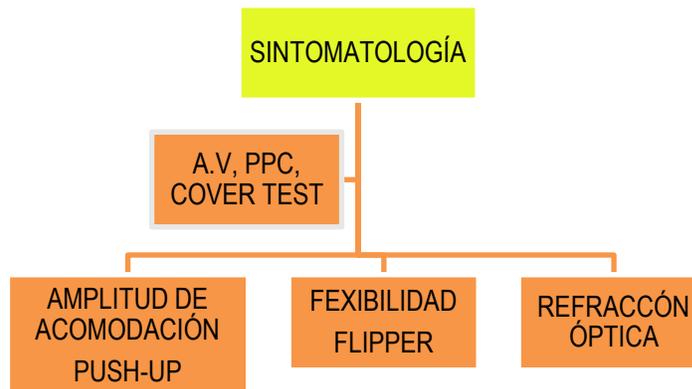
## METODOLOGÍA

### MÉTODO

Se aplicó a la población de 498 alumnos, el instrumento de recolección de datos de tipo encuesta a de la escuela secundaria Silvestre Revueltas, en la colonia Villa de Aragón, Delegación Gustavo A. Madero, en el Distrito Federal para obtener información sobre el hábito de uso de los alumnos entre las edades de 12- 15 años, y con la finalidad de determinar a todos aquellos alumnos que cumplan con el criterio de inclusión: 3 meses como mínimo usando un dispositivo ya sea computadora, teléfono celular, video juegos, los hábitos de frecuencia de uso de una video terminal; por días y por horas así como síntomas referidos durante el uso de estos dispositivos, de los cuales se hizo referencia a 12 signos y síntomas.

A partir del primer escrutinio, se tomó una muestra de 200 (40%) alumnos, que se hallaban con las características del criterio de inclusión, para valorar la acomodación de cada uno de ellos. A través del proceso de la evaluación de la acomodación, se descartan a 87(17.5%) alumnos por ausencia, 23 (4.6%) alumnos desearon no participar en este estudio, por último 90 alumnos que reportaron presentar 3 o más signos y/o síntomas a los cuales se les aplicó la evaluación de la acomodación visual.

Por lo que se realizaron las pruebas de Agudeza visual, con cartilla de Snell, se efectuó la refracción a los alumnos con A.V mayores de 20/25, se midió la amplitud de acomodación (A.A) por la técnica de acercamiento (push up), acomodación relativa positiva y negativa (A.R.N, A.R.P) con lentes negativas y positivas, también se evaluó la flexibilidad acomodativa con flippers de  $\pm 2.00$  dioptrías; cronometrando el tiempo de los ciclos por minuto, se consideró el punto próximo de Convergencia, el pantalleo (Cover Test) de cerca y lejos; estas dos últimas pruebas fueron con efecto de reconocer que existe una visión binocular.



Por último; también se realizaron a 31 alumnos del criterio de no inclusión las pruebas de agudeza visual, pantalleo y amplitud de acomodación con la finalidad de corroborar que no existieran falsos negativos, es decir, que aquellos alumnos que en la encuesta reportaron tener menos de 3 signos y/o síntomas, conservaran una amplitud de acomodación dentro de los rangos indicados con respecto a el criterio de la fórmula de Hoffstetter; por lo que se confirmó que estos alumnos preservaron una amplitud de acomodación normal conforme a su edad y también fueron alumnos que obtuvieron una agudeza visual igual o mejor a 20/25 por lo que no presentaron problemas visuales importantes y hubo visión binocular

## **METODOLOGÍA DE LAS PRUEBAS DE EVALUACIÓN DE LA ACOMODACIÓN**

### **PRUEBA DE AMPLITUD DE ACOMODACIÓN POR EL MÉTODO DE ACERCAMIENTO DE DONDERS**

#### **PROPÓSITO:**

Identificar el punto cercano de acomodación, es decir el punto en el cual se ejerce la máxima acomodación.

Es importante medir de manera precisa la distancia a la cual el paciente observa borrosidad.

#### **EQUIPO**

Oclusor

Optotipo

Regla milimétrica

## PREPARACIÓN DEL PACIENTE

- El paciente lleva su corrección habitual para visión lejana y ocluir un ojo.
- La tarjeta puede ser sostenida por el paciente o el optometrista y debe estar bien iluminada.
- Tapar el OI y situar una tarjeta acomodativa (tamaño de letra 20/10 ó una línea de letras de agudeza visual más bajas que su mejor agudeza visual de cerca,) a una distancia de 50 cm en la línea media de sus ojos, de manera que se encuentre bien iluminado.
- Indicar al paciente que observe las letras.
- Se aproxima lentamente la cartilla (1-2 cm. /seg.), y se pregunta al paciente por el punto en el cual el objeto aparece borroso en forma sostenida, (en niños es importante periódicamente pedir que lean las letras en voz alta para estar seguros que leen con nitidez y se pueden utilizar un dibujo pequeño). Se le pide al paciente que intente aclarar la imagen después de que se hizo borrosa con el fin de obtener la máxima respuesta a la acomodación.
- En ese momento, con una regla milimétrica se mide la distancia, desde la tarjeta al plano de los anteojos del paciente en centímetros. La medida debe ser con mucha exactitud en centímetros.
- La medida lineal es el punto cercano de acomodación, convertir esta distancia en dioptrías, dividiendo 100 entre la distancia medida en centímetros. El valor dióptrico resultante representa la amplitud de acomodación del paciente (El resultado se anota redondeando con el 0.50 más próximo).<sup>56 57</sup>
  
- El valor obtenido representa el punto cercano de acomodación en dioptrías. Repetir el procedimiento en el ojo izquierdo.

Se repite el procedimiento con ambos ojos.

Verificar si los resultados están dentro de los valores normales usando con la fórmula de Hofstetter.

La amplitud de la acomodación de ambos ojos debe ser similar y en todo caso no debe diferenciarse en más de una dioptría

Se anota por separado los valores de ojo derecho, ojo izquierdo y ambos ojos.

- La valoración de la amplitud de acomodación se consideró utilizar el criterio de Hofstetter con las ecuaciones de amplitud máxima, amplitud media, amplitud mínima. <sup>26</sup>

 A.A máxima =  $25 - 0.4 \times \text{edad}$

 A.A media =  $18.3 - 0.3 \times \text{edad}$

 A.A mínima =  $15 - 0.25 \times \text{edad}$

## **ACOMODACIÓN RELATIVA (ARN; ARP) <sup>26</sup>**

### **PROPÓSITO**

Evaluar la habilidad del paciente de aumentar y disminuir la acomodación en condiciones donde la demanda total de convergencia es constante.

### **EQUIPO**

Armazón de pruebas

Optotipo de Agudeza Visual

Fuente de Luz

### **PREPARACIÓN DEL PACIENTE**

Graduación refractiva de lejos en pacientes no presbítas

- Dirigir la atención del paciente a una tarjeta de cerca, a la línea de 20/ 20 (Snell reducida) a una distancia de 40 cm.

- Para la acomodación relativa positiva (ARP) se añaden lentes negativas en pasos de -0.25 D, hasta que el paciente vea las letras ligeramente borrosas, anotar y seguir subiendo hasta que sea incapaz de leer las letras (tener en cuenta que aumenta la convergencia)
- Para la acomodación relativa negativa (ARN) se añaden lentes positivas en pasos de +0.25 D; se realiza el mismo procedimiento (tener en cuenta que se aumenta la vergencia)
- La prueba se realiza en condiciones binoculares.
- Los valores bajos de acomodación relativa pueden ser indicativos de problemas de acomodación y o vergencias.<sup>58</sup>

## **FLEXIBILIDAD ACOMODATIVA**

### **PROPÓSITO**

La flexibilidad acomodativa es evaluar la calidad, resistencia y dinamismo de la acomodación. Los resultados ayudan a distinguir anomalías acomodativas primarias.

### **INDICACIONES**

Solo realizar en pacientes no présbitas

### **EQUIPO**

Lentes +2.00/-2.00 D

Hart chart de cerca

- Para evaluar con Flipper, se sitúa delante del paciente la lente de +2.00 D,
- El paciente debe de observar las letras de la tarjeta de lectura con su mejor agudeza visual cercana, la primera repuesta es que se observen borrosas, y el examinador indica que tiene que parpadear constantemente para aclarar la imagen cuando esto suceda se cambia a la lente de -2.00 D y se repite el procedimiento.<sup>56 57</sup>
- Se considera como un ciclo cuando se haya puesto la lente de +2.00 D y se cambie a -2.00D (que se hayan aclarado las imágenes con las dos lentes de forma respectiva), se debe contemplar que el tiempo es de 1minuto. Por lo tanto se debe contar cuantos ciclos por minuto realizo el paciente
- En el caso de la Flexibilidad acomodativa debido a que en la literatura no hay unanimidad en cuanto a los valores esperados, se considera el criterio de mínimo de 9 ciclos por minuto y de máximo de 13 ciclos por minuto. <sup>18 32 57</sup>

## **TIPO DE ESTUDIO**

Para cumplir con la finalidad de este proyecto, el tipo de estudio es:

- Transversal
- Descriptivo
- Observación
- Encuesta

## **UNIVERSO**

El universo es el total de estudiantes que estén inscritos en el ciclo escolar 2012-2013, entre la edad de 12 a 15 años en la escuela secundaria Silvestre Revueltas que comprendan a 498 alumnos.

## **MUESTRA**

La muestra de estudiantes que participan en este estudio es de 68 alumnos de los cuales son 47 (69.11%) mujeres y 21 (30.88%) hombres.

## **VARIABLE INDEPENDIENTE**

- El uso de una video terminal.

## **VARIABLE DEPENDIENTE**

- Alteraciones de la acomodación visual

## **CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

Son los alumnos que estén inscritos en el ciclo escolar 2012-2013, que utilicen video terminales desde hace 3 meses, que presenten 3 o más signos y síntomas de alteración de la acomodación visual.

## **CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

Son alumnos que no presentan las características requeridas para el estudio, que no manifiesten síntomas relacionados al uso de una video terminal, alumnos con estrabismo o ausencia de visión binocular.

## **INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **1. ENCUESTA**

- Datos generales
  - a) Nombre, edad, sexo, grado de escolaridad
- Hábitos del uso de video terminales
  - a) Cual video terminal se utiliza
  - b) Desde hace cuánto tiempo utiliza la video terminal como ( como mínimo 3 meses)
  - c) Cuantos días a la semana utilizan una video terminal
  - d) Cuantas horas al día ocupa una video terminal
- Presencia de síntomas y signos de las alteraciones de acomodación visual
  - a) Dolor de cabeza
  - b) Visión borrosa de cerca
  - c) Visión borrosa al cambiar la visión de cerca a lejos
  - d) Lagrimeo
  - e) Acercamiento a la lectura

## 2. EVALUACIÓN DE LA ACOMODACIÓN

- Antecedentes patológicos, familiares, antecedentes visuales (uso de anteojos y alteraciones visuales), hábitos de frecuencia del uso de una video terminal en días a la semana, en horas de uso al día, y el tipo de video terminal que utiliza el alumno.
- La Agudeza visual fue realizada con cartilla de Snell monocular y binocularmente, y
- Se realiza la refracción por la técnica de retinoscopia estática,
- Valoración del pantalleo (Cover test)
- El punto próximo de convergencia
- Para la evaluación de la acomodación (A.A) monocular y binocular por medio de la técnica de acercamiento (push up), acomodación relativa positiva y negativa (ARP, ARN),
- Flexibilidad acomodativa; utilizando lente de  $\pm 2.00D$  en Flipper.

### RECUSOS HUMANOS

1 Optometrista

### MATERIAL

- Flipper (lentes positivas /negativas de 2.00 D)
- Cartilla de cerca y lejos se Snell
- Cronómetro
- Regla milimétrica
- Lámpara de mano
- Ocluser
- Caja de prueba
- Estuche de diagnóstico
- Lensometro
- Armazón de pruebas

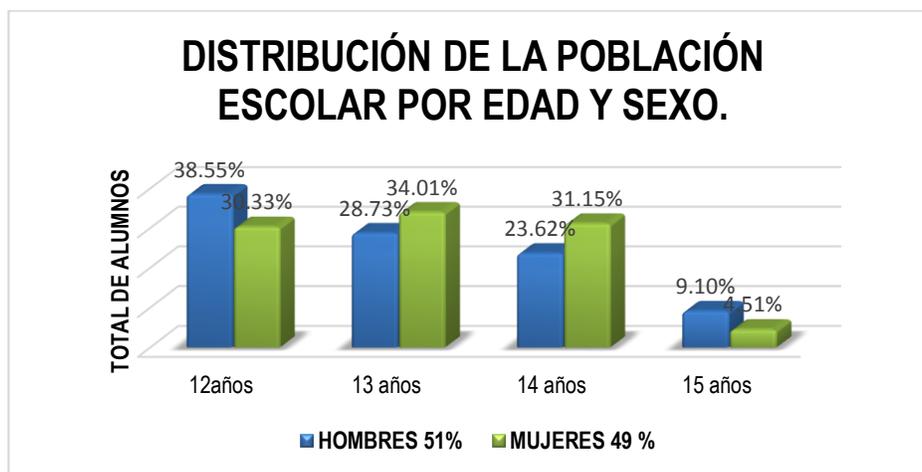
## RESULTADOS

### HÁBITOS DEL USO DE VIDEOTERMINALES

De acuerdo a lo programado en el cronograma de actividades a realizar en esta investigación, en el mes de febrero y marzo del 2013, se aplicó la encuesta denominada "Identificación de hábitos del uso de Video terminales", en la escuela secundaria Silvestre Revueltas, colonia Villa de Aragón, delegación Gustavo A. Madero, a una población total de 498 alumnos en el rango de edad de 12 a 15 años de edad, siendo el 51% del sexo masculino y el 49% del sexo femenino. (Ver Tabla 14).

TABLA 14. DISTRIBUCIÓN DE LA POBACIÓN ESCOLAR POR EDAD Y SEXO			
Edad	Hombres	Mujeres	Total
12 años	98 (38.58%)	74 (30.33%)	172 (34.54%)
13 años	73 (28.74%)	83 (34.01%)	156 (31.32%)
14 años	60 (23.62%)	76 (31.15%)	136 (27.31%)
15 años	23 (9.1%)	11 (4.51%)	34 (6.83%)
<b>Total</b>	<b>254 (51%)</b>	<b>244 (49%)</b>	<b>498 (100%)</b>

Fuente: Encuesta "Identificación de Hábitos del uso de Video terminales" aplicada en febrero del 2013.



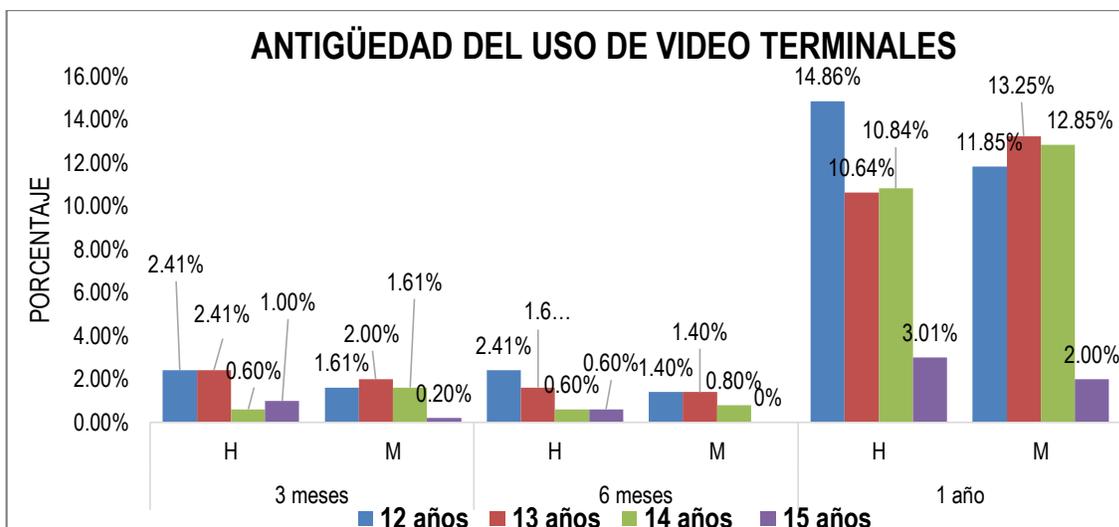
Fuente: Encuesta "Identificación de Hábitos del uso de Video terminales" aplicada en febrero del 2013

Gráfica 1. Se muestra la distribución de la población por edad comprendida de 12 a 15 años, observando que existe una diferencia mínima entre los alumnos del sexo masculino (51%) y femenino fue del (49%), todos inscritos en el ciclo escolar 2012/2013.

Ahora bien, para observar sus hábitos de uso de una video terminal, en la población escolar inscrita, se realizó el instrumento de recolección de tipo encuesta "Identificación de hábitos de uso de video terminales"; empleado video terminales: computadora, un teléfono celular: smarth phone un videojuego portátil), por lo que se consideraron los datos como la antigüedad del uso a partir de 3 meses, de 6 meses y de 1 año. De los cuales se dividieron por edad, de 12 años hasta 15 años e incluso por género. (Ver Tabla 15).

TABLA 15. ANTIGÜEDAD DEL USO DE VIDEOTERMINAL							
	3 meses		6 meses		1 año		
EDAD	H	M	H	M	H	M	Total
12 años	12(2.41%)	8(1.61%)	12(2.41%)	7(1.40%)	74(14.86%)	59(11.85%)	172(34.53%)
13 años	12(2.41%)	10(2.00%)	8(1.61%)	7(1.40%)	53(10.64%)	66(13.25%)	156(31.32%)
14 años	3(0.60%)	8(1.61%)	3(0.60%)	4(0.80%)	54(10.84%)	64(12.85%)	136(27.31%)
15 años	5(1.00%)	1(0.20%)	3(0.60%)	0(0%)	15(3.01%)	10(2.00%)	34(6.83%)
Total	32(6.42%)	27(5.42%)	26(5.22%)	18(3.61%)	196(39.36%)	199(39.96%)	498(100%)

Fuente: Encuesta "Identificación de Hábitos del uso de Video terminales" aplicada en febrero del 2013.



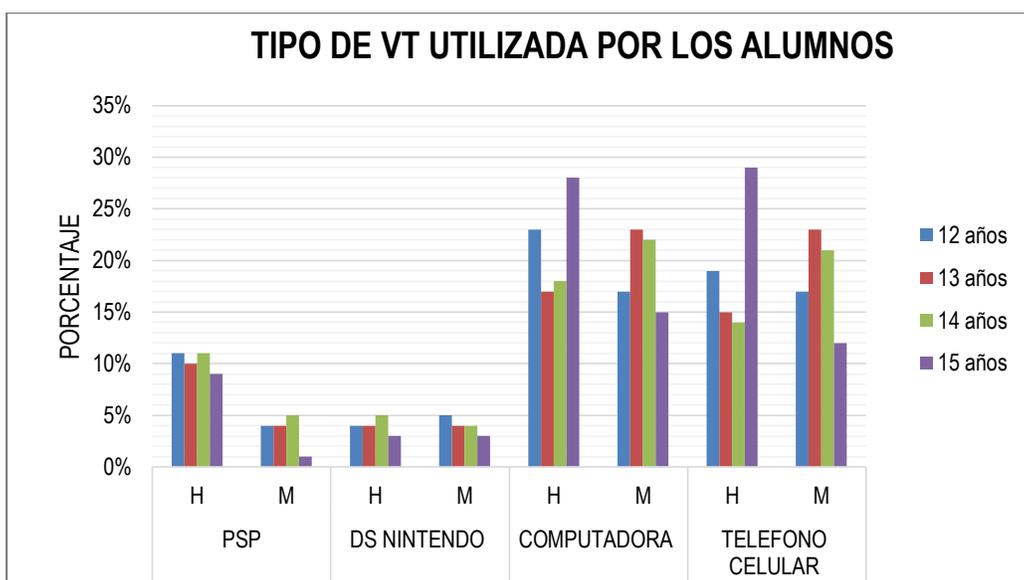
Fuente: Encuesta "Identificación de Hábitos del uso de Video terminales" aplicada en febrero del 2013.

Gráfica 2. Se muestra la distribución del uso de VT en los alumnos desde hace 3 meses, 6 meses y 1 año para la edad de 12 a 15 años de ambos sexos, demostrando que son más los alumnos que utilizan un dispositivo electrónico desde hace un año, destacando el incremento del uso en alumnos de 12 a 14 años.

Por consiguiente, para este estudio, a través de la encuesta se indicó el uso de video terminales con los cuales se realice un trabajo de visión cercana, a una distancia de 40 cm. o menos, por lo que se indicaron las siguientes video terminales y videojuegos portátiles: PSP, DS Nintendo, computadora (ya sea de escritorio ó Lap Top ó tablet) y por último teléfono celular (smarth phone, Iphone). (Ver Tabla 16).

TABLA 16. TIPO DE VIDEOTERMINAL UTILIZADA EN ALUMNOS								
EDAD	PSP		DS NINTENDO		COMPUTADORA		TELEFONO CELULAR	
	H	M	H	M	H	M	H	M
12 años	40(11%)	16(4%)	17(4%)	19(5%)	84(23%)	64(17%)	70(19%)	62(17%)
13 años	31(10%)	12(4%)	14(4%)	12(4%)	54(17%)	74(23%)	47(15%)	72(23%)
14 años	34(11%)	1(5%)	15(5%)	13(4%)	54(18%)	67(22%)	43(14%)	66(21%)
15 años	6(9%)	1(1%)	2(3%)	2(3%)	19(28%)	10(15%)	20(29%)	8(12%)
<b>Total</b>	<b>111(10%)</b>	<b>45(4%)</b>	<b>48(5%)</b>	<b>46(4%)</b>	<b>211(20%)</b>	<b>215(20%)</b>	<b>180(17%)</b>	<b>208(20%)</b>

Fuente: Encuesta "Identificación de Hábitos del uso de Video terminales" aplicada en febrero del 2013.



Fuente: Encuesta "Identificación de Hábitos del uso de Video terminales" aplicada en febrero del 2013.

Gráfica 3. Se muestra la frecuencia del uso de las VT, para cada edad y por sexo. Mostrando que la computadora es más utilizada tanto para hombres y mujeres entre las edades de 12 a 14 años, seguido del teléfono celular, y con un menor uso los videojuegos portátiles

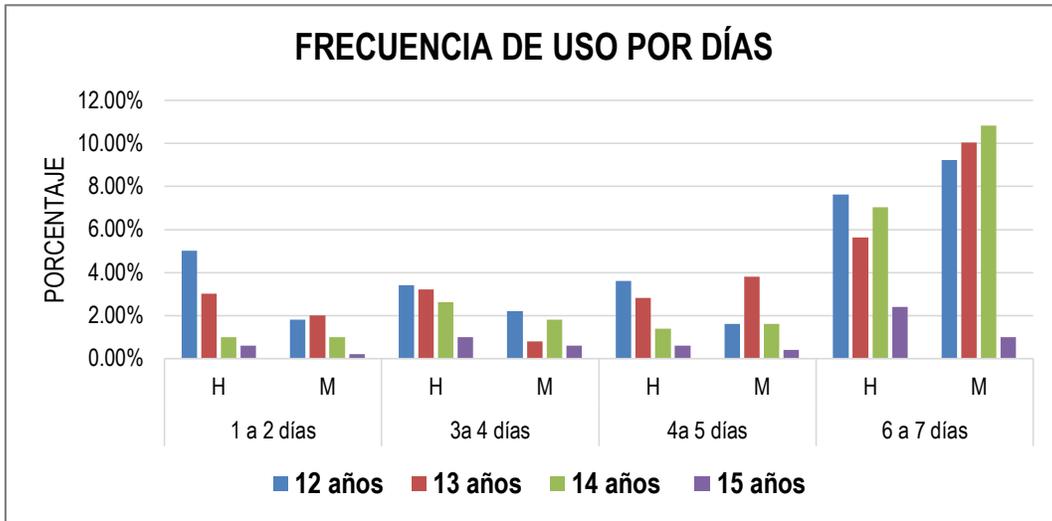
Por lo cual dentro de los hábito del uso de una video terminal de los alumnos inscritos en la escuela secundaria, se contempló la frecuencia del uso; para así observar con mayor precisión el tiempo que se le dedica al uso de los dispositivos, tanto por días a la semana como por horas al día, ya que actualmente son para algunos alumnos de uso indispensable de sus actividades académicas, y en otros casos por diversión. (Ver Tabla 17, 18).

TABLA 17. FRECUENCIA DE USO DE VT POR DÍAS								
EDAD	1 a 2 días		3a 4 días		4a 5 días		6 a 7 días	
	H	M	H	M	H	M	H	M
12 años	25(5.02%)	9(1.81%)	17(3.41%)	11(2.21%)	18(3.61%)	8(1.60%)	38(7.63%)	46(9.23%)
13 años	15(3.01%)	10(2.01%)	16(3.21%)	4(0.80%)	14(2.81%)	19(3.81%)	28(5.62%)	50(10.04%)
14 años	5(1.00%)	5(1.00%)	13(2.61%)	9(1.81%)	7(1.40%)	8(1.61%)	35(7.03%)	54(10.84%)
15 años	3(0.60%)	1(0.20%)	5(1.00%)	3(0.60%)	3(0.60%)	2(0.40%)	12(2.41%)	5(1.00%)
<b>Total</b>	48(9.64%)	25(5.02%)	51(10.24%)	27(5.42%)	42(8.43%)	37(7.43%)	113(22.70%)	155(31.12%)

Fuente: Encuesta "Identificación de Hábitos del uso de Vídeo terminales" aplicada en febrero del 2013.

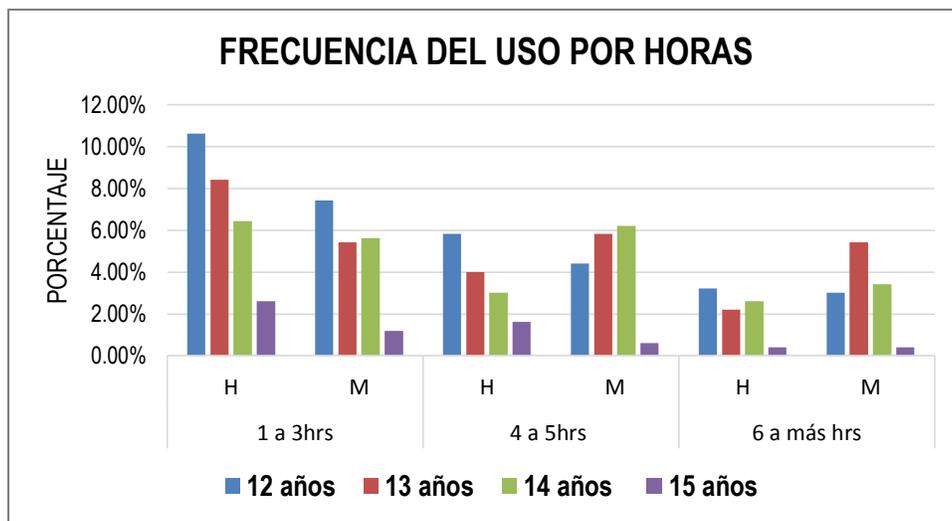
TABLA 18. FRECUENCIA DE USO DE VT, POR HORAS						
EDAD	1 a 3hrs		4 a 5hrs		6 a más hrs	
	H	M	H	M	H	M
12 años	53(10.64%)	37(7.43%)	29(5.82%)	22(4.42%)	16(3.21%)	15(3.01%)
13 años	42(8.43%)	27(5.42%)	20(4.01%)	29(5.82%)	11(2.21%)	27(5.42%)
14 años	32(6.43%)	28(5.62%)	15(3.01%)	31(6.22%)	13(2.61%)	17(3.42%)
15 años	13(2.61%)	6(1.2%)	8(1.61%)	3(0.6%)	2(0.4%)	2(0.4%)
<b>Total</b>	140(28.11%)	98(19.67%)	72(14.45%)	85(17.06%)	42(8.43%)	61(12.25%)

Fuente: Encuesta "Identificación de Hábitos del uso de Vídeo terminales" aplicada en febrero del 2013.



Fuente: Encuesta "Identificación de Hábitos del uso de Video terminales" aplicada en febrero del 2013.

Gráfica 4. Se muestra que los alumnos suelen utilizar comúnmente la video terminal de 6 a 7 días, generalmente el sexo femenino entre las edades de 12 a 14 años, se presenta un mayor uso.



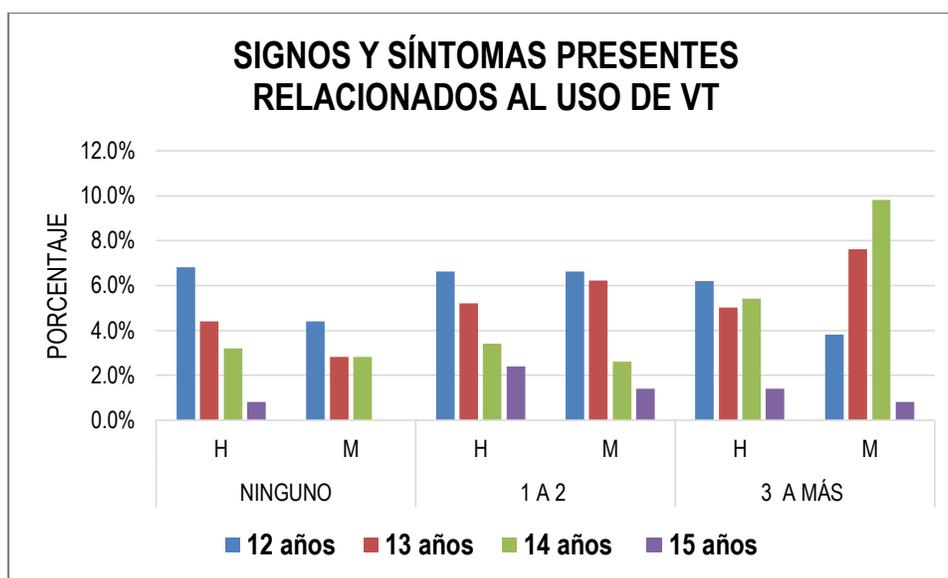
Fuente: Encuesta "Identificación de Hábitos del uso de Video terminales" aplicada en febrero del 2013.

Gráfica 5. Se muestra que el tiempo dedicado al uso de VT de toda la población escolar es de 1 a 3 horas, observando que en el sexo masculino hay una mayor tendencia.

Si bien conocimos el comportamiento de los alumnos en cuanto sus hábitos es necesario relacionarlos con las molestias ocasionadas con el uso de una video terminal por lo que existen aquellos alumnos que aunque utilicen un dispositivo no presentan ninguna sintomatología, y aquellos que si lo manifiesten con signos y síntomas, sobre todo en tareas de visión cercana. (Ver Tabla 19)

TABLA 19. SIGNOS Y SÍNTOMAS PRESENTES RELACIONADOS AL USO DE VT							
EDAD	NINGUNO		1 A 2		3 A MÁS		TOTAL
	H	M	H	M	H	M	
12 años	34(6.8%)	22(4.4%)	33(6.6%)	33(6.6%)	31(6.2%)	19(3.8%)	172(34%)
13 años	22(4.4%)	14(2.8%)	26(5.2%)	31(6.2%)	25(5.0%)	38(8%)	156(31%)
14 años	16(3.2%)	14(2.8%)	17(3.4%)	13(2.6%)	27(5.4%)	49(9.8%)	136(27%)
15 años	4(0.8%)	0%	12(2.4%)	7(1.4%)	7(1.4%)	4(0.8%)	34(7%)
Total	76(15.2%)	50(10.0%)	88(18%)	84(17%)	90(18%)	110(22%)	498(100%)

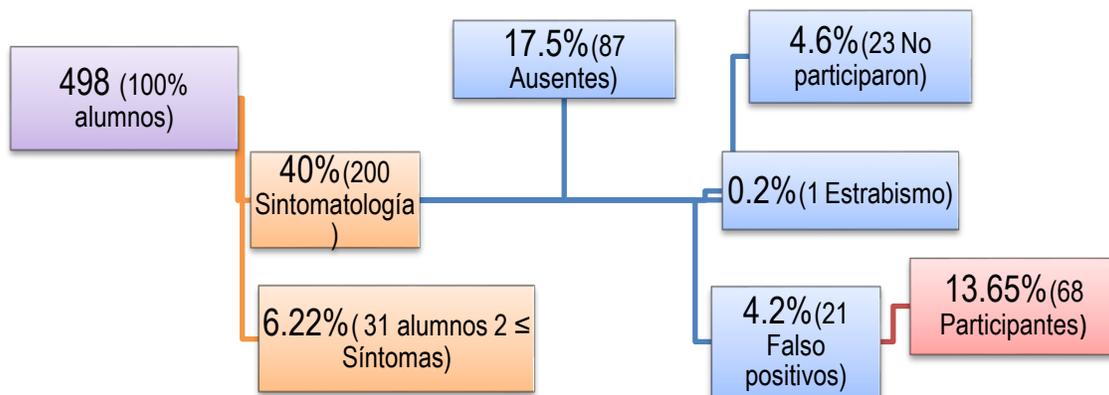
Fuente: Encuesta "Identificación de Hábitos del uso de Video terminales" aplicada en febrero del 2013.



Fuente: Encuesta "Identificación de Hábitos del uso de Video terminales" aplicada en febrero del 2013.

Gráfica 6. Se muestra a los alumnos que no presentaron ninguna sintomatología, aquellos que presentaron de 1 a 2 síntomas y/o signos, así como también a los que refieren de 3 a más síntomas del total de la población escolar.

Se observó, que de los 200 alumnos que presentaban un perfil con el criterio de inclusión por la condición de la sintomatología, en la evaluación de la acomodación visual, 70 alumnos no se valoró por encontrarse en competencias académicas inter-escolares, 12 no asistieron el día de la evaluación, 5 alumnos presentaron suspensión temporal por conducta, 23 alumnos decidieron no participar en el estudio, 21 presentaron un falso positivo; es decir si presentaron sintomatología, pero en la evaluación de la amplitud de acomodación, punto próximo de convergencia y la flexibilidad acomodativa fue dentro de los parámetros normales, aunque si presentaron ametropías que fueron relacionadas con los síntomas, solo 1 alumno presento estrabismo, por lo que no se presentó de forma correcta la visión binocular. Por lo que solo fueron valorados 68 alumnos en total con el criterio de inclusión; es decir, aquellos que utilizaran una video terminal como mínimo desde hace 3 meses, con 3 o más signos y/o síntomas y también la evaluación de la acomodación resultaron con alteraciones.



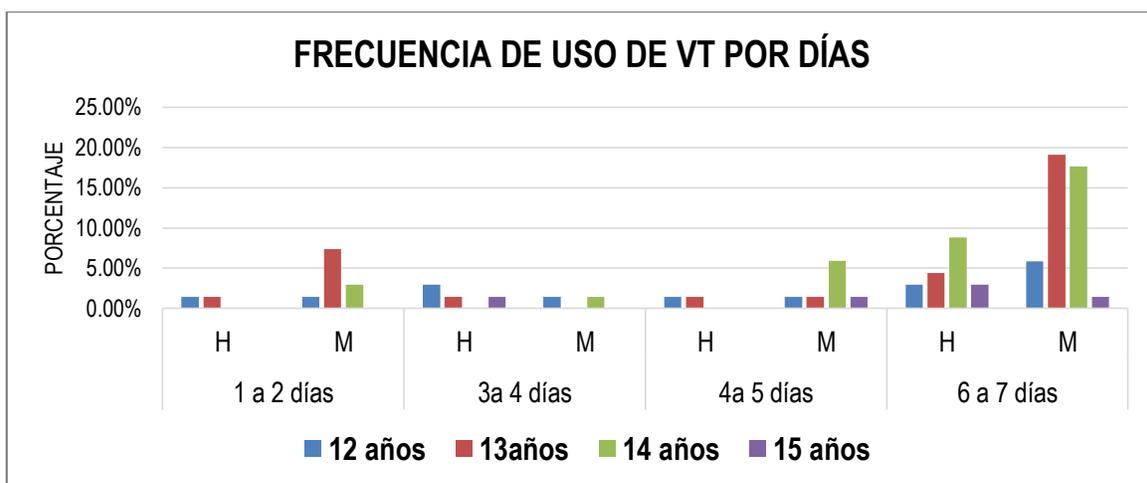
## RESULTADOS

### EVALUACIÓN DE LA ACOMODACIÓN VISUAL

Para ubicar nuevamente sus hábitos del uso de video terminales y el comportamiento específico de estos 68 alumnos a través del instrumento de recolección "Evaluación de la acomodación visual" se categorizó la frecuencia del uso de los dispositivos por días y por horas de uso. (Ver Tabla 20, 21)

TABLA 20. FRECUENCIA DE USO DE VT POR DÍAS									
	1 a 2 días		3a 4 días		4a 5 días		6 a 7 días		TOTAL
EDAD	H	M	H	M	H	M	H	M	
12 años	1(1.47%)	1(1.47%)	2(2.94%)	1(1.47%)	1(1.47%)	1(1.47%)	2(2.94%)	4(5.88%)	13(19%)
13 años	1(1.47%)	5(7.35%)	1(1.47%)	0	1(1.47%)	1(1.47%)	3(4.41%)	13(19.12%)	25(37%)
14 años	0	2(2.94%)	0	1(1.47%)	0	4(5.9%)	6(8.82%)	12(17.65%)	25(37%)
15 años	0	0	1(1.47%)	0	0	1(1.47%)	2(2.94%)	1(1.47%)	5(7%)
<b>Total</b>	<b>2(3%)</b>	<b>8(12%)</b>	<b>4(6%)</b>	<b>2(3%)</b>	<b>2(3%)</b>	<b>7(10%)</b>	<b>13(19%)</b>	<b>30(44%)</b>	<b>68(100%)</b>

Fuente Instrumento "Evaluación de la acomodación visual" aplicada en marzo del 2013

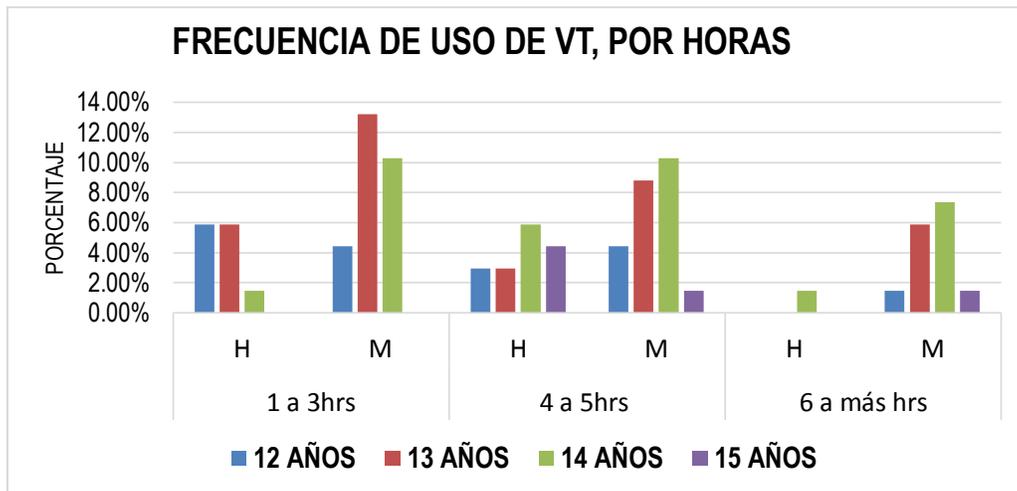


Fuente Instrumento "Evaluación de la acomodación visual" aplicada en marzo del 2013.

Gráfica 7. Se muestra una gran tendencia del uso de los dispositivos en las mujeres entre las edades de 13 y 14 años, utilizándolas casi todos los días de la semana, seguido por los hombres de 14 años.

TABLA 21. FRECUENCIA DE USO DE VT, POR HORAS							
	1 a 3hrs		4 a 5hrs		6 a más hrs		
EDAD	H	M	H	M	H	M	TOTAL
12 años	4(5.88%)	3(4.41%)	2(2.94%)	3(4.41%)	0	1(1.47%)	13(19.1%)
13 años	4(5.88%)	9(13.23%)	2(2.94%)	6(8.82%)	0	4(5.88%)	25(36.8%)
14 años	1(1.47%)	7(10.29%)	4(5.88%)	7(10.29%)	1(1.47%)	5(7.35%)	25(36.8%)
15 años	0	0	3(4.41%)	1(1.47%)	0	1(1.47%)	5(7.4%)
<b>Total</b>	<b>9(13%)</b>	<b>19(28%)</b>	<b>11(16%)</b>	<b>17(25%)</b>	<b>1(1%)</b>	<b>11(16%)</b>	<b>68(100%)</b>

Fuente Instrumento "Evaluación de la acomodación visual" aplicada en marzo del 2013



Fuente Instrumento "Evaluación de la acomodación visual" aplicada en marzo del 2013.

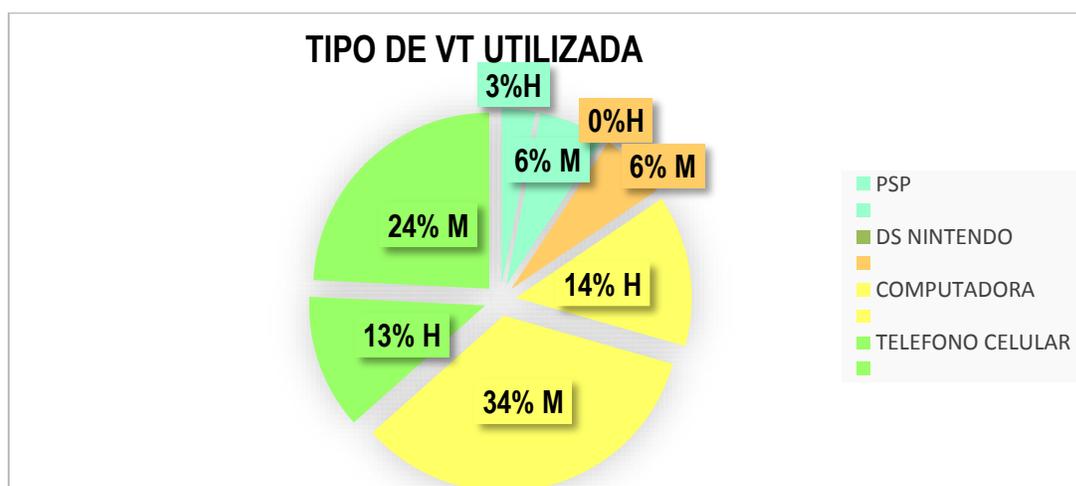
Gráfica 8. Se muestra que a pesar de que utilizan los dispositivos electrónicos generalmente todos los días de la semana, solo suelen utilizarla de 1 a 3 hrs al día, y nuevamente son las mujeres entre 13-14 años, las que presentan un mayor uso en ese tiempo.

Es necesario conocer el tipo de video terminales que utilizan los alumnos del criterio de inclusión en hombres como en mujeres, es importante mencionar que un alumno puede utilizar un dispositivo o incluso utilizar tres o cuatro dispositivos.

Nuevamente haciendo referencia; que es para el trabajo de visión cercana, es decir con una distancia de trabajo de 40 cm. o menos; a lo que este estudio se enfocó en dispositivos como videojuegos portátiles, computadora (de escritorio, Lap top, tablet), teléfono celular, (smarth phone, Iphone) (Ver Tabla 22).

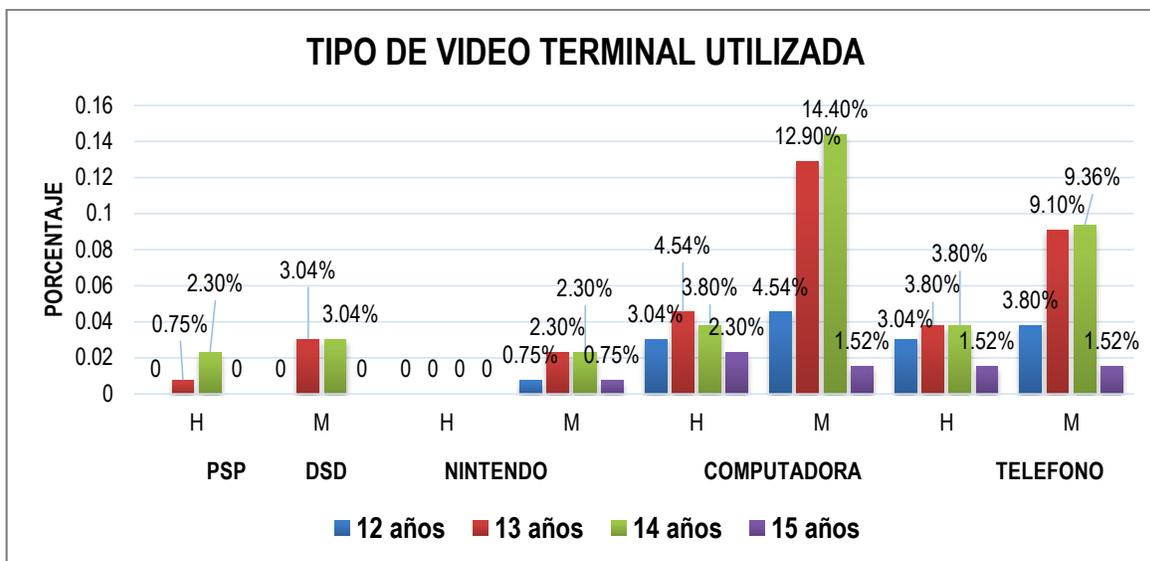
TABLA 22. TIPO DE VIDEOTERMINAL UTILIZADA EN ALUMNOS									
EDAD	PSP		DS NINTENDO		COMPUTADORA		TELEFONO CELULAR		TOTAL
	H	M	H	M	H	M	H	M	
12 años	0	0	0	1(0.75%)	4(3.04%)	6(4.54%)	4(3.04%)	5(3.80%)	20(15.2%)
13 años	1(0.75%)	4(3.04%)	0	3(2.30%)	6(4.54%)	17(12.90%)	5(3.80%)	12(9.10%)	48(36.4%)
14 años	3(2.30%)	4(3.04%)	0	3(2.30%)	5(3.80%)	19(14.40%)	5(3.80%)	15(9.36%)	54(39.0%)
15 años	0%	0%	0	1(0.75%)	3(2.30%)	2(1.52%)	2(1.52%)	2(1.52%)	10(7.6%)
<b>TOTAL</b>	<b>4(3.1%)</b>	<b>8(6.1%)</b>	<b>0</b>	<b>8(6.1%)</b>	<b>18(13.7%)</b>	<b>44(33.44%)</b>	<b>16(12.2%)</b>	<b>34(23.8%)</b>	<b>132(100%)</b>

Fuente Instrumento "Evaluación de la acomodación visual" aplicada en marzo del 201



Fuente Instrumento "Evaluación de la acomodación visual" aplicada en marzo del 2013.

Gráfica 9. Se muestra que la video terminal más usada entre los alumnos es la computadora con el 48% seguido del teléfono celular con 37%, sobre todo en las mujeres entre las edades de 13 y 14 años, y aunque en menor porcentaje existen los videojuegos.



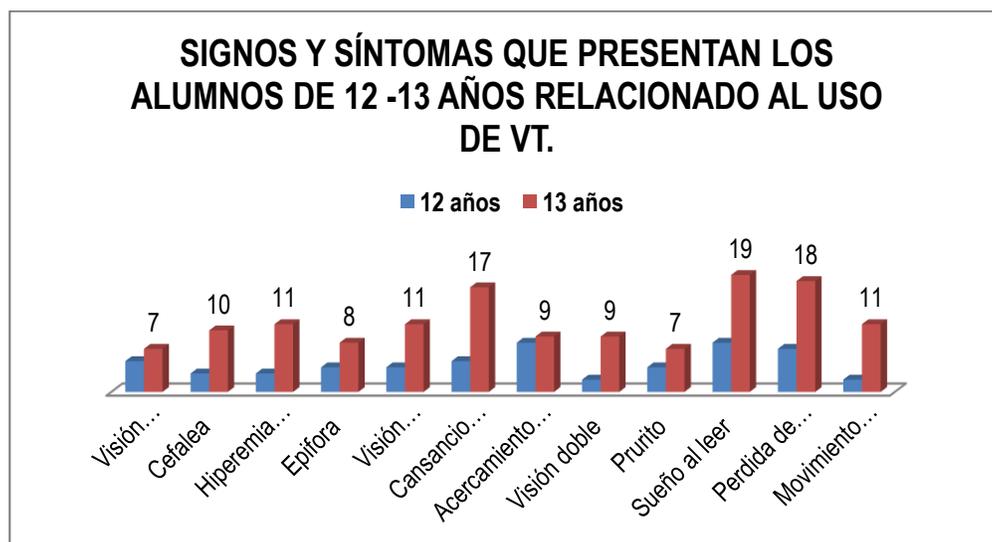
Gráfica 9.1 Se corrobora en forma específica por edad y género que el uso de video terminales se incrementa en las edades de 13- 14 años en las mujeres, con una clara tendencia hacia el uso de las computadoras

**TABLA 10. SIGNOS Y SÍNTOMAS QUE PRESENTAN LOS ALUMNOS RELACIONADO AL USO DE VT. DEL CRITERIO DE INCLUSIÓN**

Edad	Visión borrosa de cerca a lejos	Cefalea	Hiperemia Conjuntival	Epifora	Visión borrosa de lejos	Cansancio ocular	Acercamiento o mayor a la lectura	Visión doble	Prurito	Sueño al leer	Perdida de comprensión a la lectura	Movimiento de texto
12 años	5	3	3	4	4	5	8	2	4	8	7	2
13 años	7	10	11	8	11	17	9	9	7	19	18	11
14 años	10	14	12	12	11	22	9	12	9	18	15	13
15 años	2	0	3	2	4	3	2	1	2	5	3	2

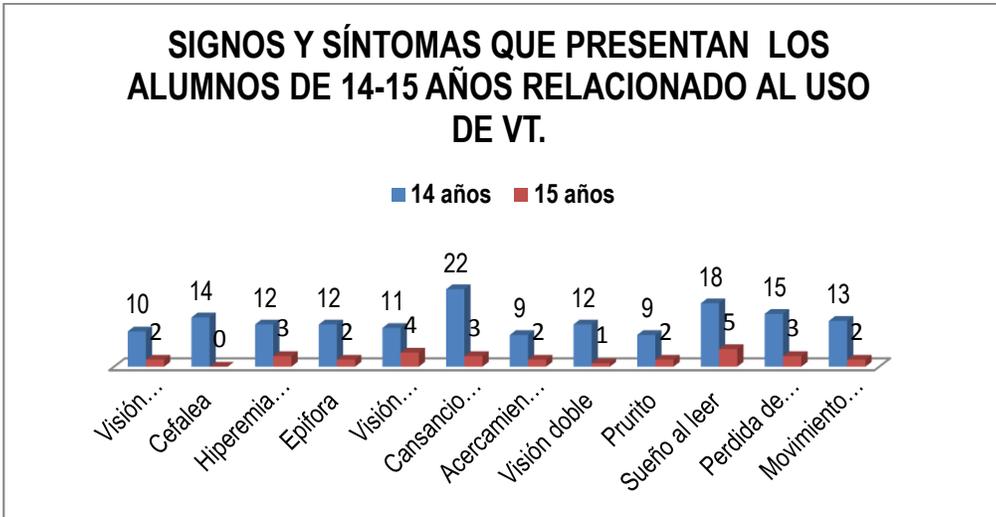
En consecuencia al hábito del uso de video terminales en los alumnos del criterio de inclusión se asociaron con signos y síntomas indicativos de alguna alteración de la acomodación visual, por lo que es fundamental para el diagnóstico. (Ver Tabla 23).

Fuente Instrumento "Evaluación de la acomodación visual" aplicada en marzo del 2013.



Fuente Instrumento "Evaluación de la acomodación visual" aplicada en marzo del 2013.

Gráfica 10. Se muestran signos y síntomas relacionados a las alteraciones de acomodación visual indicados para un exceso, insuficiencia, inflexibilidad, insuficiencia e inflexibilidad e exceso e inflexibilidad acomodativas. Encontrando mayor tendencia en la edad de 13 años.



Fuente Instrumento "Evaluación de la acomodación visual" aplicada en marzo del 2013.

Gráfica 11. Se muestran signos y síntomas relacionados a las alteraciones de acomodación visual indicados para un exceso, insuficiencia, inflexibilidad, insuficiencia e inflexibilidad e exceso e inflexibilidad acomodativas. Encontrando mayo tendencia en la edad de 14 años.

A partir de los datos recabados del instrumento llamado Historia clínica "Evaluación de la acomodación visual", se consideraron puntos como el punto próximo de convergencia, amplitud de acomodación (resultado en dioptrías), amplitud de acomodación relativa negativa y positiva (resultado en dioptrías) flexibilidad acomodativa (resultado en ciclos por minuto) se obtuvo un diagnóstico ya antes mencionado de las alteraciones de acomodación visual. (Ver Tabla 13, 14)

- Para los alumnos de 12 a 13 años de edad se obtuvo conforme a la fórmula de Hofstetter el máximo y mínimo de la amplitud de acomodación:
  - $25 - 0.4 \times \text{edad} = 20 D$  (fórmula para la máxima amplitud acomodación.)
  - $15 - 0.25 \times \text{edad} = 12.00D$  (fórmula para la mínima amplitud de acomodación)
- Para los alumnos de 14 a 15 años de edad se obtuvo conforme a la fórmula de Hofstetter el máximo y mínimo de la amplitud de acomodación:
  - $25 - 0.4 \times \text{edad} = 19.5 D$  (fórmula para la máxima amplitud acomodación.)
  - $15 - 0.25 \times \text{edad} = 11.25D$  (fórmula para la mínima amplitud de acomodación.)
- Para el caso de la flexibilidad acomodativa se llegó a la conclusión de 9 a 12 ciclos por minuto para todas las edades, ya que son pocos autores refieren un rango correspondiente a las edades, por lo que se utilizó el criterio del autor Martín Vesilla y Griffin.<sup>18 32 52</sup>

**TABLA 24. EVALUACIÓN DE LA ACOMODACIÓN VISUAL EN ALUMNOS DE 12 -13 AÑOS DEL CRITERIO DE INCLUSIÓN.**

EVALUACIÓN DE LA VISIÓN EN ALUMNOS DE 12-13 AÑOS. DEL CRITERIO DE INCLUSIÓN													
Edad 12 años	sexo	P.P.C cm	AMPLITUD DE ACOMODACIÓN			ACOMODACIÓN RELATIVA		FLIPPER ±2 D	9 A 12 CICLOS XMIN	DIAGNOSTICO DE ACOMODACIÓN		DIAGNOSTICO REFRACTIVO	
			20D MAX, 11.75DMIN							CICLOS X MIN	O.D	O.I	
			O.D	O.I	A.O	A.R.N (+)	A.R.P(-)						
A1	H	10.5	13.5D	13.5D	12.5D	3.75D	5.5D	8	INFLEXIBILIDAD	ASTG.HIP. COMP	ASTG.HIP.COM		
A2	M	10.5	12.5D	13.25D	9.75D	3D	3D	11	INSUFICIENCIA	MIOPIA	MIOPIA		
A3	M	8	11D	11D	11.75D	3.75D	3.5D	7	INFLEXIBILIDAD	EMETROPE	EMETROPE		
A4	H	10	10.5D	10D	10D	4.25D	5D	7	INSUFICIENCIA/INFLEXIBILIDAD	EMETROPE	EMETROPE		
A5	M	9.8	10D	9.5D	10D	3.75D	5D	13	INSUFICIENCIA	ASTG.HIP.SIMPLE			
A6	H	9.5	11.75D	11.75D	11.50D	3.25D	3.5D	5	INSUFICIENCIA/INFLEXIBILIDAD	HIPERMETROPIA	HIPERMETROPIA		
A7	H	9	10.5D	10.5D	11D	3D	4.5D	6	INSUFICIENCIA/INFLEXIBILIDAD	EMETROPE	EMETROPE		
A8	H	10.5	12.5D	14.25D	14.25D	2.25D	3D	4	INFLEXIBILIDAD	HIPERMETROPIA	ASTG.HIP.COM		
A9	M	7.5	14.5D	15.5D	15.5D	1.50D	2.5D	8	INFLEXIBILIDAD	ASTG.MIOP.SIMPLE	ASTG.MIXTO		
A10	H	9	12.5D	11.75D	17.25D	3D	2.5D	6	INFLEXIBILIDAD	ASTG.MIOP.COMP			
A11	M	7	15.5D	15D	18D	3D	2D	1	INFLEXIBILIDAD	ASTG.MIOP.COMP	ASTG-MIOP.COMP		
A12	M	9	12.5D	12.5D	14D	3D	3D	3	INFLEXIBILIDAD	ASTG.MIOP.SIMPLE	ASTG.HIP.SIMPLE		
A13	M	7	16D	16.5D	16.5D	3D	4.5D	5	INFLEXIBILIDAD	ASTG.MIOP.SIMPLE	ASTG.MIOP.SIMPLE		
Edad 13 años	sexo	P.P.C cm	AMPLITUD DE ACOMODACIÓN			ACOMODACIÓN RELATIVA		FLIPPER ±2 D	9 A 12 CICLOS XMIN	DIAGNOSTICO DE ACOMODACIÓN		DIAGNOSTICO REFRACTIVO	
			20D MAX, 11.75MIN							CICLOS X MIN	O.D	O.I	
			O.D	O.I	A.O	A.R.N (+)	A.R.P(-)						
B1	M	6	13.5D	13.5D	20.5D	3.75D	5D	13	EXCESO	ASTG.MIXTO	ASTG.MIXTO		
B2	M	13.5	12.5D	12D	8D	3.75D	4.75D	15	INSUFICIENCIA	ASTG.HIP.COMP	ASTG.MIXTO		
B3	M	12	12.5D	13D	11D	1.75D	2.25D	7	INSUFICIENCIA	ASTG.MIOP.SIMPLE	ASTG.MIOP.SIMPLE		
B4	M	9	13.5D	14D	11D	3.25D	3D	8	INSUFICIENCIA	HIPERMETROPIA	HIPERMETROPIA		
B5	M	8.7	14.25D	13.50D	12D	3D	4D	6	INFLEXIBILIDAD	ASTG.MIXTO	ASTG.MIXTO		
B6	M	8.8	15.5D	14.25D	13D	3D	5D	5	INFLEXIBILIDAD	ASTG.MIOP.SIMPLE	ASTG.MIOP.SIMPLE		
B7	H	8.5	12.5D	12.5D	13.5D	2.75D	3.75D	7	INFLEXIBILIDAD	ASTG.HIP.COMP	EMETROPE		
B8	H	12.5	10.25D	10D	14.25D	2.25D	2.25D	4	INFLEXIBILIDAD	ASTG.MIXTO	ASTG.HIP.SIMPLE		
B9	M	9	14.25D	16.5D	15.5D	3.5D	4.75D	6	INFLEXIBILIDAD	MIOPIA	ASTG.MIOP.SIMPLE		
B10	M	9	11.75D	12.5D	13.5D	3.75D	4D	5	INFLEXIBILIDAD	ASTG.MIXTO	ASTG.MIXTO		
B11	M	9	14.25D	13.5D	20D	4D	4.75D	4	EXCESO/INFLEXIBILIDAD	ASTG.MIOP.SIMPLE	ASTG.MIOP.SIMPLE		
B12	M	10	12.50D	12.5D	15.5D	3D	3.75D	7	INFLEXIBILIDAD	ASTG.MIOP.SIMPLE	ASTG.MIOP.SIMPLE		
B13	H	12.5	10D	10D	13.5D	3.5D	3D	4	INFLEXIBILIDAD	ASTG.MIOP.COMP	ASTG.MIOP.COMP		
B14	H	8	12.5D	13.5D	16.D	3.75D	2.75D	6	INFLEXIBILIDAD	MIOPIA	MIOPIA		
B15	H	10.5	13.5D	14.25D	14D	2.5D	3.5D	7	INFLEXIBILIDAD	HIPERMETROPIA	HIPERMETROPIA		
B16	M	9.5	14.25D	16.5D	16.5D	3.5D	3.5D	5	INFLEXIBILIDAD	ASTG.MIOP.COMP	ASTG.MIOP.COMP		
B17	M	9.5	11.75D	11D	14.25D	3.25D	1.75D	7	INFLEXIBILIDAD	ASTG.MIOP.SIMPLE	ASTG.MIOP.SIMPLE		
B18	M	11	13.5D	16.5D	14.25D	4D	1.75D	5	INFLEXIBILIDAD	ASTG.MIOP.SIMPLE	ASTG.MIOP.COMP		
B19	M	9	14.25D	12.5D	11.75D	2D	4D	7	INFLEXIBILIDAD	EMETROPE	EMETROPE		
B20	M	11	11D	11D	9D	2.5D	4.5D	6	INSUFICIENCIA/INFLEXIBILIDAD	ASTG.MIOP.COMP	ASTG.MIXTO		
B21	M	10	12.5D	12D	11.75D	3D	3.5D	8	INFLEXIBILIDAD	ASTG.MIOP.COMP	ASTG.MIOP.COMP		
B22	M	11	11D	11.75D	10.5D	3.5D	3.5D	4	INSUFICIENCIA/INFLEXIBILIDAD	ASTG.MIOP.COMP	ASTG.MIOP.COMP		
B23	M	8.5	10D	11D	11.75D	2.75D	3.50D	6	INFLEXIBILIDAD	ASTG.HIP.COMP	ASTG.MIOP.SIMPLE		
B24	M	8.5	11.75D	12.5D	11.5D	2.75D	3.25D	4	INSUFICIENCIA/INFLEXIBILIDAD	EMETROPE	EMETROPE		
B25	H	10.5	10.5D	10D	9D	3.75D	3.75D	7	INSUFICIENCIA/INFLEXIBILIDAD	HIPERMETROPIA	HIPERMETROPIA		

Fuente Instrumento "Evaluación de la acomodación visual" aplicada en marzo del 2013.

**TABLA 24. EVALUACIÓN DE LA ACOMODACIÓN VISUAL EN ALUMNOS DE 14-15 AÑOS DEL CRITERIO DE INCLUSIÓN**

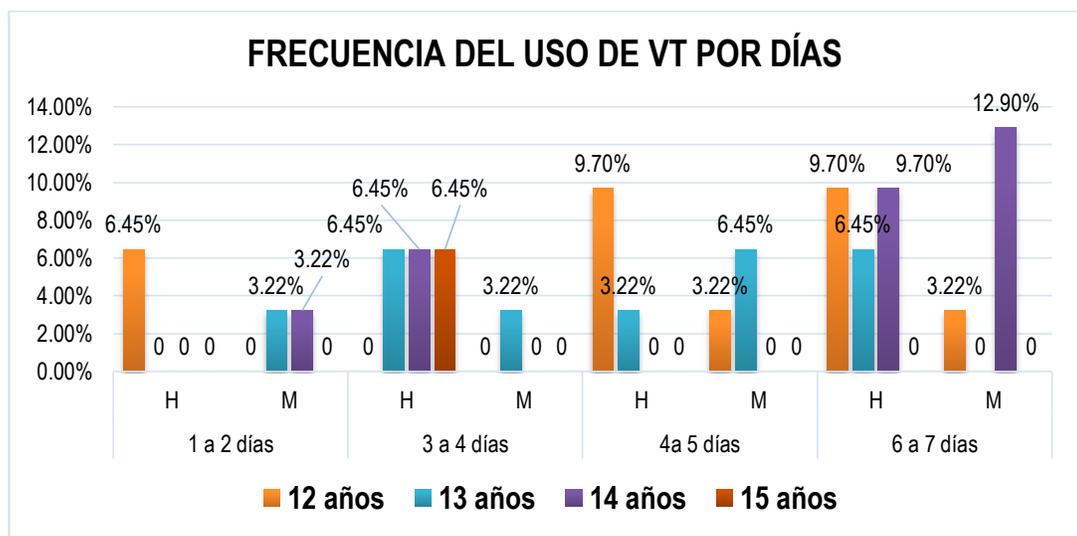
EVALUACIÓN DE LA VISIÓN EN ALUMNOS DE 14-15 AÑOS. DEL CRITERIO DE INCLUSIÓN.											
Edad 14 años	SEXO	P.P.C cm.	AMPLITUD DE ACOMODACIÓN			ACOMODACIÓN RELATIVA		FLIPPER ±2 D	DIAGNOSTICO DE ACOMODACIÓN	DIAGNOSTICO REFRACTIVO	
			O.D	O.I	A.O	A.R.N(+)	A.R.P(-)	9 A 12 CICLOS X MIN		O.D	O.I
			19.5D MAX,11.725D MIN								
C1	M	10	9.5D	10D	10D	3.5D	4D	8	INSUFICIENCIA	EMETROPE	EMETROPE
C2	M	8	9.5D	10.D	12.5D	3.5D	2.5D	5	INFLEXIBILIDAD	EMETROPE	EMETROPE
C3	M	9.5	10.D	10.5D	12.5D	2.5D	4D	2	INFLEXIBILIDAD	ASTG.MIOP.SIMPLE	ASTG.MIOP.SIMPLE
C4	M	8.5	11.75D	11.75D	11.75D	2D	2.25D	6	INFLEXIBILIDAD	HIPERMETROPIA	ASTG.MIOP.SIMPLE
C5	M	8	12.5D	13D	12.5D	2.75D	4.50D	1	INFLEXIBILIDAD	ASTG.HIP.COMP	ASTG.HIP.COMP
C6	M	7	11.75D	12.50D	12.5D	2.5D	6D	7	INFLEXIBILIDAD	ASTG.MIXTO	ASTG.MIXTO
C7	H	9	10D	13.5D	12.5D	2.25D	5D	3	INFLEXIBILIDAD	ASTG.MIXTO	ASTG.HIP.SIMPLE
C8	M	7.5	14.75D	13.5D	15D	3.75D	2.75D	6	INFLEXIBILIDAD	ASTG.MIOP.COMP	ASTG.MIOP.COMP
C9	M	8	16.5D	15.5D	13D	2.25D	4D	3	INFLEXIBILIDAD	ASTG.HIP.COMP	ASTG.HIP.COMP
C10	M	7	16.5D	16.5D	14.24D	2D	4D	2	INFLEXIBILIDAD	ASTG.HIP.COMP	ASTG.HIP.SIMPLE
C11	H	7	15D	16D	14D	1.75D	2.75D	4	INFLEXIBILIDAD	HIPERMETROPIA	HIPERMETROPIA
C12	M	6	18D	18D	18D	3.5D	4.D	5	INFLEXIBILIDAD	HIPERMETROPIA	HIPERMETROPIA
C13	M	7.5	16.5D	18D	13.5D	3.25D	4D	4	INFLEXIBILIDAD	ASTG.MIOP.COMP	ASTG.MIOP.COMP
C14	H	6.5	15D	15D	15D	2.25D	4.75D	3	INFLEXIBILIDAD	EMETROPE	EMETROPE
C15	H	8.5	16D	16D	16D	3D	2.25D	6	INFLEXIBILIDAD	ASTG.MIOP.SIMPLE	ASTG.MIOP.SIMPLE
C16	M	6.8	14.25D	14.75D	14.25D	2.5D	4.25D	4	INFLEXIBILIDAD	ASTG.HIP.COMP	ASTG.HIP.COMP
C17	M	7.5	15.5D	15.5D	15D	1.75D	3D	4	INFLEXIBILIDAD	ASTG.HIP.COMP	ASTG.HIP.COMP
C18	M	7.5	13.5D	14D	13.75D	2.25D	4.5D	1	INFLEXIBILIDAD	ASTG.MIOP.SIMPLE	ASTG.MIOP.SIMPLE
C19	M	9.2	14.75D	14.25D	15.5D	3D	3.75D	7	INFLEXIBILIDAD	ASTG.MIOP.COMP	ASTG.MIOP.COMP
C20	H	8.5	10D	11D	13.5D	3.75D	3D	6	INFLEXIBILIDAD	ASTG.MIOP.SIMPLE	ASTG.MIOP.SIMPLE
C21	M	10.5	15.5D	15.5D	10.5D	2.D	6.75D	5	INSUFICIENCIA / INFLEXIBILIDAD	HIPERMETROPIA	HIPERMETROPIA
C22	M	12.5	12.5D	13D	12.5D	2.75D	3.5D	4	INSUFICIENCIA / INFLEXIBILIDAD	HIPERMETROPIA	HIPERMETROPIA
C23	M	9.5	12D	11D	11D	3D	3.75D	6	INSUFICIENCIA / INFLEXIBILIDAD	EMETROPE	EMETROPE
C24	M	10.5	9.5D	10D	10D	2.5D	2.5D	3	INSUFICIENCIA / INFLEXIBILIDAD	EMETROPE	EMETROPE
C25	H	8	10.5D	10.5D	10.5D	2.5D	4D	5	INSUFICIENCIA / INFLEXIBILIDAD	ASTG.HIP.COMP	ASTG.HIP.COMP
Edad 15 años	sexo	P.P.C cm	AMPLITUD DE ACOMODACIÓN			ACOMODACIÓN RELATIVA		FLIPPER ±2 D	DIAGNOSTICO DE ACOMODACIÓN	DIAGNOSTICO REFRACTIVO	
			O.D	O.I	A.O	A.R.N(+)	A.R.P(-)	CICLOS X MIN		O.D	O.I
D1	H	9	12.5D	11D	11.D	2.25D	3.75D	5	INSUFICIENCIA/INFLEXIBILIDAD	ASTG.HIP.COMP	ASTG.HIP.COM
D2	H	9.5	15.5D	13.25D	14.25D	2.5D	4.75D	6	INFLEXIBILIDAD	ASTG.MIOP.SIMPLE	ASTG.MIOP.COMP
D3	M	6.5	10.5D	10D	15D	2.5D	4.75D	6	INFLEXIBILIDAD	HIPERMETROPIA	HIPERMETROPIA
D4	H	11.5	10D	9D	9D	3.75D	4.25D	7	INSUFICIENCIA/INFLEXIBILIDAD	ASTG.MIOP.SIMPLE	EMETROPE
D5	M	9	10.5D	11D	11D	1.75D	4D	9	INSUFICIENCIA	HIPERMETROPIA	ASTG.HIP.COM

Fuente Instrumento "Evaluación de la acomodación visual" aplicada en marzo del 2013.

Ahora bien se realizó a 31 alumnos del criterio de no inclusión, una evaluación de la amplitud de acomodación por el método de acercamiento (push up), para cotejar que los datos obtenidos en la encuesta fueran lo más fehaciente. Por lo que se encontró que 30 alumnos eran emétopes, 1 presento astigmatismo mixto en ambos ojos y todos tuvieron 2 o menos signos y/o síntomas, así como también verificamos sus hábitos del uso de las video terminales, como la frecuencia de uso por días y por horas. (Ver Tabla 25, 26)

TABLA 25. FRECUENCIA DE USO DE VT POR DÍAS									
EDAD	1 a 2 días		3 a 4 días		4a 5 días		6 a 7 días		TOTAL
	H	M	H	M	H	M	H	M	
12 años	2(6.45%)	0	0	0	3(9.7%)	1(3.22%)	3(9.7%)	1(3.22%)	10(32.25%)
13 años	0	1(3.22%)	2(6.45%)	1(3.22%)	1(3.22%)	2(6.45%)	2(6.45%)	0	9(29.03%)
14 años	0	1(3.22%)	2(6.45%)	0	0	0	3(9.7%)	4(12.9%)	10(32.15%)
15 años	0	0	2(6.45%)	0	0	0	0	0	2(6.45%)
<b>TOTAL</b>	2(6.45%)	2(6.45%)	6(19.35%)	1(3.22%)	4(12.9%)	3(9.7%)	8(25.8%)	5(16.13%)	31(100%)

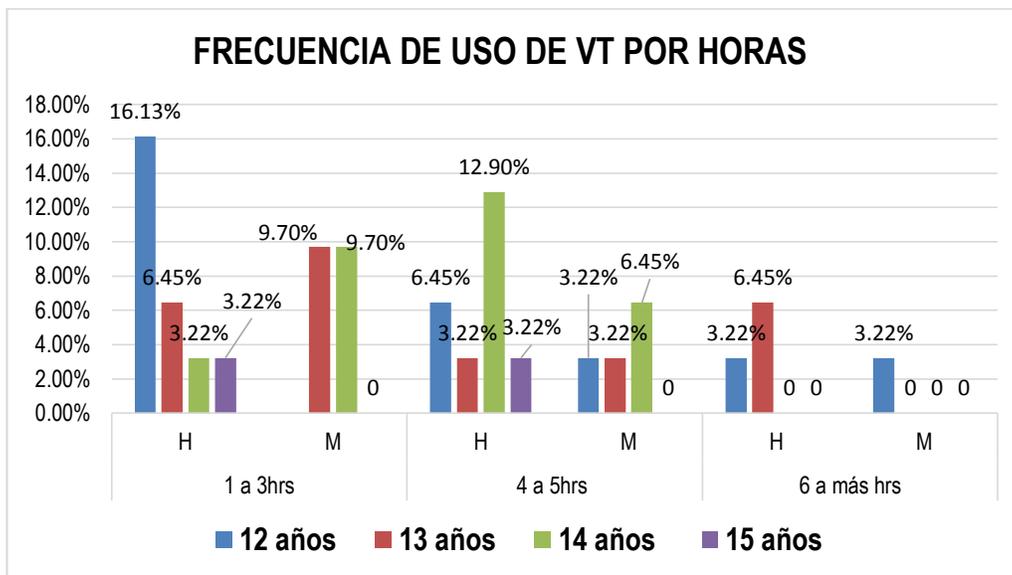
Fuente Instrumento "Evaluación de la acomodación visual" aplicada en mayo del 2013.



Gráfica 13. Se observa que sigue predominando el uso de los dispositivos en todos los días de la semana, así como también las mujeres entre los 14 años, seguido por el sexo masculino entre la edad de 12-14 años.

TABLA 26. FRECUENCIA DE USO DE VT, POR HORAS							
	1 a 3hrs		4 a 5hrs		6 a más hrs		TOTAL
EDAD	H	M	H	M	H	M	
12 años	5(16.13%)	0	2(6.45%)	1(3.22%)	1(3.22%)	1(3.22%)	10(32.25%)
13 años	2(6.45%)	3(9.70%)	1(3.22%)	1(3.22%)	2(6.45%)	0	9(29.03%)
14 años	1(3.22%)	3(9.70%)	4(12.90%)	2(6.45%)	0	0	10(32.25%)
15 años	1(3.22%)	0	1(3.22%)	0	0	0	2(6.45%)
<b>TOTAL</b>	<b>9(29.02%)</b>	<b>6(19.35%)</b>	<b>8(25.80%)</b>	<b>4(12.90%)</b>	<b>3(9.70%)</b>	<b>1(3.22%)</b>	<b>31(100%)</b>

Fuente Instrumento "Evaluación de la acomodación visual" aplicada en mayo del 2013



Fuente Instrumento "Evaluación de la acomodación visual" aplicada en mayo del 2013

Gráfica 14. Se muestra que la frecuencia del uso de los dispositivos para los alumnos que tuvieron el criterio de no inclusión es al igual de 1 a 3 hrs al día, solo que el sector dominante es el masculino.

Así mismo, como en todo el estudio se ubicaron video terminales de trabajo de visión cercana, por lo que para el muestreo del criterio de no inclusión, los alumnos refirieron cual fue el dispositivo que más frecuentemente utilizan (Ver Tabla 27).

TABLA 27. TIPO DE VIDEOTERMINAL UTILIZADA EN ALUMNOS									
EDAD	PSP		DS NINTENDO		COMPUTADORA		TELEFONO CELULAR		TOTAL
	H	M	H	M	H	M	H	M	
12 años	5(7.14%)	0	2(2.85%)	0	8(11.43%)	2(2.85%)	5(7.14%)	2(2.85%)	24(34.28%)
13 años	2(2.85%)	0	1(1.43%)	0	5(7.14%)	3(4.28%)	4(5.71%)	4(5.71%)	19(27.14%)
14 años	3(4.28%)	2(2.86%)	1(1.43%)	0	5(7.14%)	5(7.14%)	2(2.85%)	4(5.71%)	22(31.43%)
15 años	1(1.43%)	0	0	0	2(2.85%)	0	2(2.85%)	0	5(5.14%)
<b>TOTAL</b>	<b>11(15.71%)</b>	<b>2(2.86%)</b>	<b>4(4.71%)</b>	<b>0</b>	<b>20(28.6%)</b>	<b>10(14.28%)</b>	<b>13(18.6%)</b>	<b>10(14.28%)</b>	<b>70(100%)</b>

Fuente Instrumento "Evaluación de la acomodación visual" aplicada en mayo del 2013



Fuente Instrumento "Evaluación de la acomodación visual" aplicada en mayo del 2013.

Grafica 15. Se muestra la video terminal más utilizada es la computadora, entre las edades de 12-15 años, seguido por el teléfono celular, presentando que el sexo masculino tiende a usar más dichos dispositivos.

Se hace referencia que a los 31 alumnos se consideraron como muestra del criterio de no inclusión, se le tomaron datos como la Agudeza visual (A.V), y la amplitud de acomodación por el método de acercamiento (push up) siendo esta última la más utilizada para diagnósticos de las alteraciones de acomodación visual, incluso se verificó si los signos y/o síntomas fueron menores de 3. También se valoró la refracción visual para diagnosticar sus ametropías. De los cuales todos presentaron una Agudeza Visual no mayor de 20/25. (Ver Tabla 28).

**TABLA 28. EVALUACIÓN DE LA ACOMODACIÓN VISUAL EN LOS ALUMNOS DEL CRITERIO DE EXCLUSIÓN. (31 CASOS)**

MUESTREO DE LOS ALUMNOS DEL CRITERIO DE EXCLUSIÓN, A.V 20/25, 20/20																
Edad	Sexo	Tipo de videoterminal				Horas de uso de VT al día			Días de uso de Vt				Amplitud de Acomodación			Signos y síntomas
12 años		PSP	Nintendo	computadora	telefono celu	1 a 3hr	4a 5 hrs	6 o más	1 a 2 días	3 a 4 días	5 a 6 días	6 a 7 días	O.D	O.I	Ambos ojos	
Total 10	2M,8 H	5	2	10	7	5	3	2	2		4	4				
1	M			1	1		1					1	12.5D	12D	13D	1
2	M			1	1			1				1	10D	10.5D	11.5D	2
3	H	1	1	1				1	1				11D	10	11.5D	
4	H		1	1	1	1						1	13D	13D	13.5D	1
5	H	1		1	1	1					1		11D	10.5D	10.25D	1
6	H	1		1	1	1					1		10D	10.5D	11.25D	1
7	H	1		1		1						1	10.5D	10D	10D	
8	H			1	1	1						1	13.25D	13D	13D	1
9	H			1	1		1					1	10.5D	10.5D	10.5D	2
10	H	1		1	1			1	1				10.25D	11D	11.75D	1
13 años		PSP	Nintendo	computadora	telefono celu	1 a 3hr	4a 5 hrs	6 o más	1 a 2 días	3 a 4 días	5 a 6 días	6 a 7 días	O.D	O.I	Ambos ojos	
Total 9	4M,5H	2	1	8	8	5	2	2	1	3	3	2				
1	H	1		1	1	1					1		10.25D	10	10.50D	1
2	H		1	1	1	1				1			10D	10D	10D	1
3	H			1	1		1			1			10D	10.5D	10.5D	
4	H	1		1	1			1				1	9.9D	10D	9.5D	
5	H			1	1			1				1	10.5D	11.D	9.5D	2
6	M			1	1		1				1		12.25D	13D	11.75	
7	M			1	1	1			1				9.5D	9.25D	10D	1
8	M			1	1	1				1			13.5D	13.5D	14.25D	
9	M			1	1	1					1		9.75D	10D	10.75D	1
14 años		PSP	Nintendo	computadora	telefono celu	1 a 3hr	4a 5 hrs	6 o más	1 a 2 días	3 a 4 días	5 a 6 días	6 a 7 días	O.D	O.I	Ambos ojos	
Total 10	5M,5H	5	1	10	6	4	6		1	2		7				
1	H	1		1		1				1			9.5D	9.5D	10.5D	2
2	H			1			1			1			11.75D	11.75D	10D	
3	H	1		1	1		1						11D	10.5D	11.D	
A.V20/30	4 H			1	1		1					1	11.75D	12.25D	12.25D	2,ASTIGMATISMO MIXTO
5	H	1	1	1		1						1	9.75D	9.5D	9.75D	
6	M	1		1	1		1					1	11.5D	11D	10D	1
7	M			1	1		1					1	10.25D	10.5D	9.75D	
8	M			1	1	1						1	9.75D	10D	10D	2
9	M			1	1	1			1				10.5D	10.5D	10D	
10	M	1		1	1	1							10D	10D	9.5D	
15 años		PSP	Nintendo	computadora	telefono celu	1 a 3hr	4a 5 hrs	6 o más	1 a 2 días	3 a 4 días	5 a 6 días	6 a 7 días	O.D	O.I	Ambos ojos	
Total 2	2H	1		2	2	1	1			1						
1	H			1	1		1						1	9.5D	10.25D	10.D
2	H	1		1	1	1				1			9D	9D	10D	

Fuente Instrumento "Evaluación de la acomodación visual" aplicada en mayo del 2013

En suma de todos los datos anteriores anexando sus datos de la amplitud de acomodación visual, que se valoraron con la prueba de Acercamiento (push-up), la flexibilidad acomodativa (Flipper  $\pm 2.00D$ ). Se encontró que la Prevalencia de las Alteraciones de Acomodación Visual en la población escolar de 498 alumnos es del 13.65 %, por los que corresponde a 68 alumnos valorados. (Ver Tabla 29).

**TABLA 29. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE ALTERACIONES DE ACOMODACIÓN VISUAL RELACIONADO AL USO DE VT.**

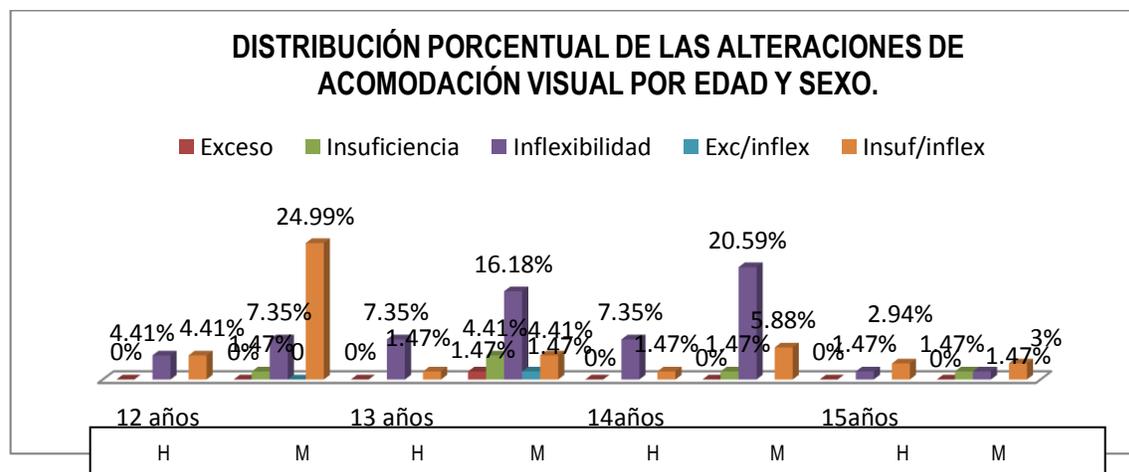
Alteraciones de acomodación visual	12 años		13 años		14 años		15 años		Total
	H	M	H	M	H	M	H	M	
Exceso	0%	0%	0%	1(0.2%)	0%	0%	0%	0%	1(0.20%)
Insuficiencia	0%	1(0.2%)	0%	3(0.60%)	0%	1(0.2%)	0%	1(0.2%)	6(1.20%)
Inflexibilidad	3(0.60%)	5(1.00%)	5(1.00%)	11(2.20%)	5(1.00%)	14(2.81%)	1(0.2%)	1(0.2%)	45(9.03%)
Exc/inflex	0%	0%	0%	1(0.2%)	0%	0%	0%	0%	1(0.20%)
Insuf/inflex	3(0.60%)	1(0.2%)	1(0.2%)	3(0.60%)	1(0.2%)	4(0.8%)	2(0.401%)	0%	15(3%)
Total	6(1.20%)	7(1.40%)	6(1.20%)	0.00%	6(1.20%)	19(3.81%)	3(0.60%)	2(0.40%)	68(13.63%)

Fuente Instrumento "Evaluación de la acomodación visual" aplicada en marzo del 2013.

Por lo que el resultado que las alteraciones de acomodación visual relacionadas al uso de video terminales tiene una prevalencia del 13.65 %, de los cuales la inflexibilidad acomodativa fue la más frecuente con el 66.17 % del total de los 68 casos. Seguido de la insuficiencia con inflexibilidad acomodativa con el 24.99% del total de 68 casos, después se encuentra la insuficiencia acomodativa con el 8.82% del total de los 68 casos, y por último el exceso con inflexibilidad acomodativa con el 1.47%, así como el exceso de acomodación con el 1 %. También se observa que el sexo femenino presenta un mayor porcentaje de las alteraciones, entre las edades de 13 y 14 años. (Ver Tabla 30)

Alteraciones de acomodación visual	12 años		13 años		14 años		15 años		TOTAL
	H	M	H	M	H	M	H	M	
Exceso	0%	0%	0%	1.47%	0%	0%	0%	0%	1%
Insuficiencia		1.47%		4.41%		1.47%		1.47%	0.0882
Inflexibilidad	4.41%	7.35%	7.35%	16.18%	7.35%	20.59%	1.47%	1.47%	66.17%
Exc/inflex		0		1.47%					0.0147
Insuf/inflex	4.41%	24.99%	1.47%	4.41%	1.47%	5.88%	2.94%	3%	
<b>Total</b>	<b>9%</b>	<b>10%</b>	<b>9%</b>	<b>27.94%</b>	<b>9%</b>	<b>28%</b>	<b>4%</b>	<b>3%</b>	<b>100%</b>

Fuente Instrumento "Evaluación de la acomodación visual" aplicada en marzo del 2013.



Fuente Instrumento: "Evaluación de la acomodación visual" aplicada en marzo del 2013.

Grafica 12. Se muestra el porcentaje más alto que corresponde a la insuficiencia e inflexibilidad de acomodación visual en las mujeres de 12 años, seguido por la flexibilidad acomodativa como la más frecuente en las edades de 12 a 14 años, nuevamente en las mujeres.

## DISCUSIÓN

El estudio realizado en la escuela secundaria, con respecto a las alteraciones de acomodación visual muestra que una de las disfunciones de mayor prevalencia en los 68 alumnos fue la Inflexibilidad acomodativa con el 66.17%, seguido de la Insuficiencia e inflexibilidad acomodativa con el 22.06%.

Por lo que las alteraciones de acomodación visual relacionadas al uso de video terminales se presentan en mayor porcentaje en las mujeres entre las edades de 13 y 14 años y que presentaron más de 3 signos y/o síntomas es decir la Astenopía, para este estudio no se consideró la Acomodación visual solo la sintomatología, sin embargo concuerda con un estudio realizado por la optometrista Paola Liliana Vargas publicado en el 2003, en la aparición de Astenopia por el uso de videojuegos en niños de 9 a 14 años; aunque no fue enfocado entre las edades referidas para este estudio de Prevalencia.<sup>50</sup> Así mismo Husnun Amalia, en el 2010 realizo otro estudio en el que evaluó la Acomodación visual en referencia a la Astenopia para estudiantes de 18 a 26 años, citando que las insuficiencias acomodativas son causadas por la manifestación de la astenopia durante el uso de computadoras.<sup>53</sup>

Debido a que existen diferentes criterios actualmente para la evaluación de la amplitud de acomodación,<sup>58</sup> como es la Tabla de Donders y Duane por la edad, las fórmulas de Sheiman y Wick, la fórmula de Hofstter entre otros, incluso de igual forma sucede con los valores de la flexibilidad acomodativa siendo para los niños un menor rango de respuesta que para los adultos, según algunos autores como Borrás y Griffin.<sup>18 19</sup> Se consideró para este estudio utilizar las fórmulas de amplitud de acomodación de Hoffstetter, y el método de acercamiento (push- up) de Donders, en base en otros estudios ya existentes como es el caso Bertil Sterner, quien realizó un estudio de la amplitud de acomodación en niños de 6- 10 años, utilizando el mismo sistema, aunque no fue enfocado al uso de video terminales.<sup>25</sup>

Por otra parte la evaluación de la flexibilidad acomodativa fue realizada por el método de Flipper  $\pm 2.00$  D en forma binocular, con antecedentes de que en otros estudios realizados; por ejemplo, en Nepal, por Gauri Shankare que refiere utilizar el mismo sistema de evaluación para la flexibilidad acomodativa, en este caso si fue un estudio dirigido a los problemas visuales relacionados al uso de video terminales aunque fue orientado para un rango de edad de 25 años  $\pm$ , y con uso de computadora de  $6.9 \pm 2.6$  horas de uso al día.<sup>52</sup>

También se evaluó la amplitud acomodativa relativa, negativa y positiva aunque para efectos del diagnóstico de las alteraciones acomodativas no fue considerada debido a que tampoco existe un criterio unificado de los autores, y que dentro de los artículos revisados fueron dirigidos para medir las vergencias fusiónales, no para determinar alteraciones acomodativas como tal.<sup>59</sup>

Finalmente de acuerdo a lo que la M.C Silvia Tamez en su estudio Daños a la Salud en trabajadores por el uso de computadora, refiere que las mujeres son las que presentan mayores alteraciones visuales, ergonómicas, entre otras.<sup>16</sup> En este estudio de Prevalencia de las alteraciones de acomodación visual por el uso de Video terminales en adolescentes de 12- 15 años de edad coincide en que también son los alumnos del sexo femenino quienes presentan una mayor manifestación de las alteraciones acomodativas por el uso de video terminales (Ver Tabla 31)

<b>EDAD</b>	<b>12 años</b>		<b>13 años</b>		<b>14 años</b>		<b>15 años</b>	
<b>Alteraciones de acomodación visual</b>	<b>H</b>	<b>M</b>	<b>H</b>	<b>M</b>	<b>H</b>	<b>M</b>	<b>H</b>	<b>M</b>
<b>TOTAL</b>	9%	10%	9%	27.94%	9%	28%	4%	3%

Fuente Instrumento "Evaluación de la acomodación visual" aplicada en marzo del 2013.

## CONCLUSIÓN

En resumen al estudio de Prevalencia de alteraciones de acomodación visual por el uso de video terminales en alumnos de 12-15 años de edad, se observó los hábitos, las alteraciones de acomodación visual, los signos y síntomas ocasionados, concluyendo que el total de las alteraciones acomodativas en la población escolar es del 13.65%. Por consiguiente los alumnos que más presentaron astenopia fueron entre las edades de 13-14 años, también todos los alumnos que tuvieron alteraciones de acomodación visual presentaron problemas refractivos.

Uno de los criterios fue que se utilizaran por lo menos una video terminal, ya sea DSD nintendo, PSP, Computadora y teléfono celular, en general el dispositivo en primer lugar utilizado en la muestra fue la computadora con el 47%, en segundo el teléfono celular con el 38%, el tercer dispositivo PSP con el 9% y en cuarto el DSD nintendo con el 6 %.

A condición de que la evaluación de la acomodación visual debe de ser con pacientes corregidos visualmente, <sup>60</sup> se encontró que el 90.5% de la muestra tuvieron problemas refractivos y solo el 9.55% fueron emétopes.

Evidentemente estos 68 alumnos manifestaron presentar 3 o más signos y/o síntomas; es decir, astenopía, relacionada al uso de video terminales de los 12 mencionados para el diagnóstico de las alteraciones de acomodación visual, dentro de los cuales el signo o síntoma referido en primer lugar fue con el 13% Cansancio ocular, sueño al leer respectivamente, en segundo con el 11% pérdida de comprensión a la lectura, el tercero hiperemia conjuntival, visión borrosa de lejos y acercamiento mayor a la lectura con el 8% respectivamente, en cuarto cefalea, epifora, movimiento de texto con el 7% respectivamente, y quinto, visión borrosa de cerca, visión doble, prurito con el 6% respectivamente.

Con este estudio se demuestra que el uso de Video terminales no es determinante de las alteraciones de Acomodación visual, al igual que otros estudios el problema refractivo no corregido o mal corregido visualmente ésta relacionado con la aparición de la astenopía y con la inflexibilidad acomodativa

Por último acuerdo a lo citado por Scheiman et al, "el diagnóstico y tratamiento de alteraciones acomodativas y binoculares debería ser una condición prioritaria en la población". La terapia visual u Ortóptica es eficaz en la mejora de la amplitud de acomodación y la flexibilidad acomodativa. <sup>61</sup>

## RECOMENDACIONES

Las nuevas tecnologías son una de las principales bases de comunicación universal hoy en día, representando oportunidades beneficiosas para los procesos de enseñanza y aprendizaje, por lo que el detectar, diagnosticar y tratar los problemas visuales a tiempo en relación al uso de una video terminal es función de los especialistas de la salud visual y ocular, incluso ofrecerle al paciente una higiene visual para mejorar posturas ergonómicas, de iluminación, recomendar cambios en el lugar de trabajo al uso del ordenador es válido, así como también recomendar terapias visuales en casos necesarios, También es importante reconocer que las técnicas de evaluación de la visión binocular deben ser proyectadas al estilo de vida de cada paciente, es decir utilizar las nuevas tecnologías a nuestro favor. Para satisfacer las necesidades de los usuarios VDT sintomáticos, los optometristas deben realizar una evaluación completa de la acomodación y de la visión binocular. El uso de las pruebas adecuadas, cuando se combina con la atención a los factores ambientales asociados al uso de VDT, permitirá a los optometristas entender las razones de los síntomas y diseñar un programa de tratamiento eficaz.<sup>61</sup>

También considerar las posturas adecuadas y recomendadas dentro de la ergonomía para así evitar lesiones musculoesqueléticas y hacer eficaz el tiempo de trabajo frente a un dispositivo.

## ANEXOS

México D. F a 3 Diciembre del 2012

A quien corresponda:



Por medio de la presente hago expresar el motivo de la misma.

Durante las últimas décadas las demandas visuales han cambiado, el uso de video terminales han sido el motivo de recurrentes síntomas y signos visuales, la intención de un protocolo de investigación es encontrar la prevalencia de la anomalías de la visión ocasionadas por estos dispositivos.

Siendo estudiante del I.P N ESPECIALIDAD DE FUNCION VISUAL en el CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS DE LA SALUD UNIDAD MILPA ALTA, parte de la actividad académica es la realización de una Tesina con el título:

Prevalencia de las alteraciones de acomodación visual por el uso de video terminales en adolescentes de 12 a 15 años de edad.

Las actividades a realizar son la aplicación de una encuesta para detectar a aquellas personas que utilicen de manera prolongada ya sea por cuestión académica y/o entretenimiento un dispositivo

La aplicación de un examen visual para detectar las anomalías visuales, solo a los alumnos que presenten las características para aplicar la evaluación de la acomodación visual

Todo es con fines académicos, nunca se revelaran datos personales, ni fotografías o cualquier situación que se considere inadecuado.

La aplicación de dicho estudio será a partir de la segunda semana del mes de enero.

Espero contar con la aprobación de la misma.

Gracias por el tiempo proporcionado a la revisión del documento, esperando su respuesta quedo a su disposición.

Lic. Opt. Jennifer Mejorada Ocampo

Ced. Prof. 3985616 I.P.N

Tel: 57 99 83 83 [jennifer.mejorada@yahoo.com.mx](mailto:jennifer.mejorada@yahoo.com.mx)



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS DE LA SALUD UNIDAD MILPA ALTA  
SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN  
ESPECIALIDAD EN FUNCIÓN VISUAL

Formato de Consentimiento Informado para la realización de la Evaluación de Acomodación Visual en adolescente 12- 15 Años en la Esc. Secundaria Silvestre Revueltas, Colonia Villa de Aragón , Delegación Gustavo A. Madero, 2013.

Respetado alumno (a); \_\_\_\_\_ por medio del presente documento le solicito su participación voluntaria en la evaluación la visión, titulada Prevalencia de Alteraciones de Acomodación Visual por el uso de Video terminales en Adolescentes de 12-15 años, que la Opt. Jennifer Mejorada Ocampo ha elaborado, como parte de un ejercicio académico e investigativo, que tiene como objetivo medir la acomodación visual en adolescente que comprende el rango de edad ya antes mencionado.

La información obtenida a partir de sus respuestas en la evaluación tendrán un carácter eminentemente confidencial, de tal manera que su nombre no será público por ningún medio.

De antemano, agradezco su participación voluntaria en la realización de estas pruebas.

Expreso voluntaria y conscientemente mi deseo de participar en la evaluación de visión, dentro del plantel escolar, en la fecha prevista por el autor de la prueba.



**Encuesta**

**Identificación de hábitos del uso de video terminales**

**Esc. Secundaria Silvestre Revueltas, colonia Villa de Aragón, Delegación Gustavo A. Madero**

**Datos generales**

Nombre \_\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_\_  
 Sexo \_\_\_\_ Grupo \_\_\_\_ Grado \_\_\_\_\_ ¿Usas lentes? Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_

**Hábito del uso de video terminales**

**Indicaciones: Marca la opción con una X, lo que se pregunta**

1. ¿Desde hace cuánto tiempo llevas utilizando un video terminal? 1 año \_\_\_\_ 6mese \_\_\_\_ 3meses \_\_\_\_
2. ¿Utilizas alguno de los siguientes dispositivos electrónicos? Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_
3. ¿Qué tipo de video terminal usas?

<b>PSP</b>	<b>DS Nintendo(plano)</b>	<b>Computadora(laptop)</b>	<b>Teléfono celular (qué marca?)</b>
------------	-------------------------------	----------------------------	--------------------------------------

4. ¿Cuántas horas de uso continuo utilizas una video terminales al día?

<b>1 a 3hrs.</b>	<b>4 a 6 hrs.</b>	<b>7 ó más hrs</b>
------------------	-------------------	--------------------

5. ¿Cuantos días a la semana utilizas alguna video terminal?

<b>1 a 2 días por semana</b>	<b>3 a 4 días por semana</b>	<b>4 a 5 días por semana</b>	<b>6 a 7 días por semana</b>
------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------

6. ¿Has presentado alguno de estos malestares al utilizas una video terminal?

<b>Síntoma (Exceso acomodativo)</b>	
1)Visión borrosa lejana	
2)Dolor de cabeza	
3)Cansancio ocular	
4)Acercamiento mayor a la lectura	
5)Visión doble	

<b>Síntomas (Inflexibilidad)</b>	
1)Visión borrosa al ver de cerca a lejos	
2)Dolor de cabeza	
3)Ojos rojos	
4)Lagrimeo excesivo	

<b>Síntomas (insuficiencia)</b>	
1) Escozor	
2)Sueño al leer	
3)Perdida de comprensión de la lectura	
4)Movimiento de texto	



Folio \_\_\_\_\_

### HISTORIA CLÍNICA

#### Evaluación de la Acomodación Visual.

Esc. Secundaria Silvestre Revueltas, colonia Villa de Aragón, Delegación Gustavo A. Madero.

1.-Datos generales: Fecha \_\_\_\_\_ Sexo H M Grado \_\_\_\_\_

Nombre \_\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_\_

2.-Antecedentes patológicos y familiares:

a) ¿Padeces de alguna enfermedad?: No Si ¿Cuál? \_\_\_\_\_

b) ¿Tu papá padece alguna enfermedad? No Si ¿Cuál? \_\_\_\_\_

c) ¿Tu mamá padece alguna enfermedad? No Si ¿Cuál? \_\_\_\_\_

d) ¿Tomas algún medicamento? No Si ¿Cuál? \_\_\_\_\_

e) ¿Eres alérgico a un medicamento? No Si ¿Cuál? \_\_\_\_\_

3.- Habito del uso de video terminales

a) ¿Cuál de estas video terminales ocupas comúnmente?

PSP	DS.Nintendo	Computadora	Teléfono celular

b) ¿Cuantos días a la semana utilizas una video terminal?

1 a 3 días	3 a 4 días	4 a 5 días	6 a 7 días

c) ¿Cuántas horas al día utilizas una video terminal?

1 a 3 hrs	3 a 6 hrs	6hrs o más



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
 CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS DE LA SALUD U.M.A  
 ESPECIALIDAD EN FUNCIÓN VISUAL

**HISTORIA CLÍNICA**

**Evaluación de la Acomodación Visual.**

**Esc. Secundaria Silvestre Revueltas, colonia Villa de Aragón, Delegación Gustavo A. Madero**

4.-Antecedentes ópticos

- a) ¿Tú usas lentes actualmente? Si No
- b) ¿Alguien en tu familia ocupa lentes? Si No ¿Quién? \_\_\_\_\_

Signos y Síntomas de las Anomalías de acomodación visual

Marca con una X las molestias referida

Síntomas (Inflexibilidad)	
1)Visión borrosa al ver de cerca a lejos	
2)Dolor de cabeza	
3) Hiperemia conjuntival	
4) Epifora en exceso	

Síntomas (Exceso acomodativo)	
1)Visión borrosa lejana	
2)Dolor de cabeza	
3)Cansancio ocular	
4)Acercamiento mayor a la lectura	
5)Visión doble	

Síntomas (insuficiencia)	
1) Prurito	
2)Sueño al leer	
3)Perdida de comprensión de la lectura	
4)Movimiento de texto	

5.-Evaluación Óptica

Agudeza Visual

DIP \_\_\_\_\_ PPC \_\_\_\_\_cm

RX

	ESFERA	CILINDRO	EJE	A/ V
O.D				
O.I				

O.D	C.V
O.I	C.V
A.O	



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS DE LA SALUD U.M.A  
ESPECIALIDAD EN FUNCIÓN VISUAL

### HISTORIA CLÍNICA

#### Evaluación de la Acomodación Visual.

Esc. Secundaria Silvestre Revueltas, colonia Villa de Aragón, Delegación Gustavo A. Madero

5.- Visión binocular

a) Pantalleo

b) Amplitud de acomodación

	Lejos	Cerca
Unilateral		
Alternante		

O.D	
O.I	
A.O	

c) Acomodación relativa del paciente

ARN	
ARP	

ARN	+2.00(± 0.50)
ARP	- 2.25(± 0.50)

d) Habilidad acomodativa: \_\_\_\_\_ ciclos por minuto con Flipper. (±2.00 D)

Diagnóstico

---

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Echeverri Saldarriaga S. Síndrome de Visión por Computador: Una revisión de sus causas y del Potencial de prevención. CES Salud Pública.2012; 3(2):193-201 [20 Enero 2014] [dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4163389.pdf](http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4163389.pdf) · Archivo PDF
2. Medrano M.S. Métodos del Diagnóstico del estado acomodativo Ciencia & Tecnología para la Salud Visual y Ocular. Colombia. Enero-Junio 2008; (10): 87-96 [24 Enero 2014] [revistas.lasalle.edu.co/index.php/sv/article/view/1385](http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/sv/article/view/1385)
3. Banco Mundial. Población, total | Datos | Tabla - Datos | El Banco Mundial [datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL](http://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL) [17 Mayo 2013]
4. UNFPA [http://www.unfpa.org.mx/swop\\_2012.php](http://www.unfpa.org.mx/swop_2012.php) [20 Mayo 2013]
5. 5.-Internet World Stats usage a Population Stats [5 Marzo 2013] <http://www.internetworldstats.com/stats2.htm>, ESA. Entertainment Software Association [www.theESA.com](http://www.theESA.com).
6. 6.-Estadísticas a propósito del día del niño. Datos nacionales [2 Febrero 2013] Inegi [www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/español/prensa/](http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/español/prensa/)
7. Número de habitantes. Cuéntame de México [3 Febrero 2013] [cuentame.inegi.org.mx/población/habitantes.aspx?tema=P](http://cuentame.inegi.org.mx/población/habitantes.aspx?tema=P)
8. Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México [3 Febrero 2013] [www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/index.html](http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/index.html)
9. Censo de Población y Vivienda 2010 [5 Febrero 2013] [www.censo2010.org.mx/default.aspx?file=INEGI%20CENSO%202010PRELIM](http://www.censo2010.org.mx/default.aspx?file=INEGI%20CENSO%202010PRELIM) Gustavo A. Madero (Distrito Federal) – Wikipedia, [5 Febrero] [es.wikipedia.org/wiki/Gustavo\\_A.\\_Madero](http://es.wikipedia.org/wiki/Gustavo_A._Madero) (Distrito Federal)

10. Berthelette D. Pantallas de Visualización de Datos. En: Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo p.52.11-52.15 [10 Abril 2013]  
[www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/.../tomo2/52.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/.../tomo2/52.pdf)
11. Computer Industry Almanac Inc. [3 Marzo 2013] <http://www.c-i-a.com/>
12. Montali J.C, Gene A, Torregrosa E, Sánchez M, Máximo Pons A. Sintomatología Visual Asociada al uso de VT. Gaceta Óptica. 1999; n° 327. [15 Feb. 2014]  
<http://www.uv.es/=visual/Sintoma.pdf>
13. Síndrome Visual del Ordenador. Thea [9 Abril 2013]  
<http://www.laboratoriossthea.com/archivos/publicaciones/00001.pdf>
14. Chatterjee D, Kothari M, Mody K. Anomalies of Accommodation, Fusion and Refraction in Patients with Low Asthenopia Symptom Survey Score [ Papers on line] AIOS Education. 2010 [21 Agost. 2013]  
<http://www.aioseducation.org/PDF/AIOS%20Proceedings%202010/OPT/Opt3.pdf>
15. Sánchez F. R. Factores de Riesgo para la astenopía en operadores de terminales de computadoras. Salud Pública de México 1996, 38 (3):189-196. [19 Junio 2013]  
<http://bvs.insp.mx/rsp/articulos/articulo.php?id=000911>
16. Tamez González S, Ortiz-Hernández L. Riesgos Y Daños a la Salud Derivos del Uso de Video Terminales. INSP México; Mayo-Junio 2003; 45(3):171-180. [20 Dic 2012]  
<http://bvs.insp.mx/rsp/articulos/articulo.php?id=000396>
17. Diez-Feijóo Arias B. Estudio del Comportamiento de Acomodación en una población sin patología oftalmológica [Tesis Doctoral]. Madrid. 1993. [26 Diciembre 2012]  
<http://biblioteca.ucm.es/tesis/19911996/D/0/AD0078501.pdf>
18. Griffin J. Binocular Anomalies: Diagnosis and Vision Therapy. 3ra ed. USA: Butterworth-Heinemann; 1995.

19. 15.-Borras García M.R. Visión Binocular: Diagnóstico y Tratamiento; 1 era ed. Colombia: Alfa-Omega; 2000
20. Pullen Marín Ma. C. Óptica Fisiológica: El sistema óptico del ojo y la visión binocular. [Libro Electrónico]. Universidad Computense Madrid Universidad Complutense de Madrid [3 Enero 2013] [prints.ucm.es/14823/1/Puell\\_Óptica\\_Fisiológica.pdf](http://prints.ucm.es/14823/1/Puell_Óptica_Fisiológica.pdf)
21. Álvarez J.L, Tapias M. Anomalías motoras de la visión binocular. [Libro Electrónico] [8 Enero 2013] [cw.upc.edu/sites/default/files/materials/15012698/35166-4331.pdf](http://cw.upc.edu/sites/default/files/materials/15012698/35166-4331.pdf)
22. Michaels David D. Visual Optics and refraction a clinical approach, 2da ed. EE.UU: Mosby; 1980.
23. Borish I. Clinical Refraction. 3ra edition. USA: The Professional Press.1975
24. 32.-Eficacia visual - Acomodación y Flexibilidad acomodativa [Monografía en Internet]. Madrid: espalInfoes; 2010 [17 Mayo 2013] <http://rosavision.blogspot.mx/2010/05/eficacia-visual-acomodacion-y.html>
25. Sterner B., Gellerstdt M., Sjöström A. The amplitude of accommodation in 6-10 year old children-not as good as expected. The College Optometrists. Göteborg, Sweden; 2004 (24): 246-251 [5 Junio 2013] [http://holstebrosynogmotorik.dk/files/manager/documents/doc\\_3.pdf](http://holstebrosynogmotorik.dk/files/manager/documents/doc_3.pdf)
26. Borras Ma. R. Optometría, Manual de Exámenes Clínicos, 3ra ed. Alfa- Omega; 2001
27. 35.-García J. A. Valor de normalidad de la amplitud y flexibilidad acomodativa para diagnosticar problemas acomodativos. Granada España. [24 Mayo 2013] <http://www.optica.unican.es/rno7/Contribuciones/articulospdf/GarciaJA.pdf>
28. Ponsa E. "Valoración clínica de la acomodación y la binocularidad [Libro Electrónico] [20 Mayo 2013] [hppt://www.juntadeandalucia.es/averroes/caidv/interedvisual/ftp/val\\_clinic-acom-y-binoc.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/caidv/interedvisual/ftp/val_clinic-acom-y-binoc.pdf)

29. Arquitectura de una Computadora Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rosario Dto. I Eléctrica Fundamentos de Informatica [25 Febrero 2014] [http://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/electrica/2\\_anio/fundamentos\\_informatica/apuntes/arquitectura/Tema1.pdf](http://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/electrica/2_anio/fundamentos_informatica/apuntes/arquitectura/Tema1.pdf)
30. Peruvian Gaming Community. Bloodzone. Ficha técnica de Nintendo Ds/ Ds Lite (informacion general) [15 Junio 2013] <http://www.bloodzone.net/forums/portal.php>
31. Guillén Fonseca M. Ergonomía y la relación con los factores de riesgo en salud ocupacional [On-line] Cubana Enfermer. Habana 2006; 22 (49). [25 Febrero 2013] [http://www.imbiomed.com.mx/1/1/articulos.php?method=showDetail&id\\_articulo=40965&id\\_seccion=1422&id\\_ejemplar=4199&id\\_revista=62](http://www.imbiomed.com.mx/1/1/articulos.php?method=showDetail&id_articulo=40965&id_seccion=1422&id_ejemplar=4199&id_revista=62)
32. Ponce Vargas, Rodrigo Olivares García Ergonomía Informática [Tesis] México. 2009 [25 Febrero 2014] [www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r84319.PDF](http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r84319.PDF)
33. Del Solé Ma. Fisiología ocular: Vision: Acomodación ocular. [7 Febrero 2013] [www.vet.unicen.edu.ar/.../Fisiologia%20del%20Sistema%20Nervioso%2](http://www.vet.unicen.edu.ar/.../Fisiologia%20del%20Sistema%20Nervioso%2)
34. H. Saraux. Anatomía e Histología del ojo. 3ra ed. Barcelona: Masson; 1985.
35. Adler. Fisiología del ojo - Aplicación Clínica 8va ed. Buenos Aires: Panamericana; 1987.
36. Alañón Fernández F, Cárdenas, Arañón, Aguilera. Anatomía y Fisiología del Aparato Ocular [libro electrónico] [13 Marzo 2013] <http://espanol.free-ebooks.net/ebook/Anatomia-y-fisiologia-del-aparato-ocular/pdf?dl&preview>
37. Rodríguez Rodríguez L. Estudio del Mecanismo de Acomodación en la Miopía [Tesis]. Catalunya: Universita Politècnica de Catalunya. 2 Feb 2011 [11 Junio 2013] <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1>

38. El Sistema Visual. Universidad Computense Madrid. [3 Enero 2013]  
<http://www.ucm.es/info/clinopto/Elsistemavisual.htm>
39. Urtubia Vicario C Neurobiología de la visión [libro electrónico]. 2da ed. Barcelona. Edicions UPC [20 Mayo 2013] [www.CU.Vicario.1999.books.google.com](http://www.CU.Vicario.1999.books.google.com)
40. Saul Pasmank. Trastornos del desarrollo visual en el niño. Revista Chilena de Pediatría. 1975; 46 (5-6): 520-522 [21 Nov. 2013] [www.scielo.cl/pdf/rcp/v46n5-6/art15.pdf](http://www.scielo.cl/pdf/rcp/v46n5-6/art15.pdf)
41. Becerra García P. Valoración de la acomodación en pacientes miopes pre y post cirugía refractiva láser técnica lasik [Tesis]. Bogota. Univ. La Salle; 2009 [27 Dic. 2012]  
<http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/10185/1708/1/T79.09%20B386v.pdf>
42. Goss D. "Ocular accommodation, convergence and Disparity Fixation: a manual of clinical analysis 2da ed. Butterworth-Heinemann 1995.
43. Lavilla F. J. Los efectos nocivos por el uso de videojuegos en niños: Clínica Universidad de Navarra. 2013 [2 Junio 2013] <http://www.cun.es/chequeos-salud/vida-sana/consejos-salud/videojuegos-ninos>
44. Adbi S. Asthenopia in Schoolchildren [Tesis Doctoral] [dissertation] Stockholm, Sweden: Karolinska Institute; 2007. [19 Mayo 2013] [www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16514487](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16514487)
45. Sobrado Calvo P. Estudio de la Acomodación [Libro Electrónico]. Murcia. Open Courseware. Ebooks browse [24 Febrero 2014] <http://ebookbrowse.net/tema-3-format-paloma-sobrado-pdf-d175124280>
46. Sheiman M, Wick B. "Clinical Management binocular vision: Heterophoric. Accomodative and Eye Movement Disorders [Libro Electrónico] 3ra ed. Wolters Kluwer; 2008 [7 Junio 2013] [www.amazon.com/Clinical-Management-Binocular-Vision-Accommodative/dp/0781777844/ref=pd\\_sim\\_sbs\\_b\\_1/178](http://www.amazon.com/Clinical-Management-Binocular-Vision-Accommodative/dp/0781777844/ref=pd_sim_sbs_b_1/178)

47. Kenneth J. Ciuffreda. The scientific basic for and efficacy of optometric vision therapy in nonstrabismic accommodative and vergence disorders. *Optometry*. 2002. 73(12): 735-762 [11 Junio 2013] [https://www.google.com.mx/?gfe\\_rd=cr&ei=kmWCU5r0AcbA8gffulGwBg#q=Kenneth+J.+Ciuffreda%](https://www.google.com.mx/?gfe_rd=cr&ei=kmWCU5r0AcbA8gffulGwBg#q=Kenneth+J.+Ciuffreda%)
48. American Optometric Association. Fact Sheets on Optometric Vision Therapy. The Primary Eye Care Profession. 2011 [8 Marzo 2013] <http://www.aoa.org/Documents/optometrists/QI/vision-therapy-reimbursement.pdf>
49. Reyes Martínez R. Ergofoftalmología: Análisis de los Factores que Inciden en la Astenopía de los Trabajadores de Inspección Visual en la Industria Electrónica. [On Line]. Nuevo León. 2005 p136-147 [2 Enero 2013] [https://www.google.com.mx/?gfe\\_rd=cr&ei=SYCCU9XSBenP8gemxIH0Dg#q=49++Reyes+Ma](https://www.google.com.mx/?gfe_rd=cr&ei=SYCCU9XSBenP8gemxIH0Dg#q=49++Reyes+Ma)
50. Murcia Vargas P.L. Incidencia del uso de Videojuegos en Alteraciones visuales ergonómicas, en niños de 9 a 14 años. [Tesis]. Colombia: Unisalle; 2004 [08 Noviembre 2013] <http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/sv/article/view/1921>
51. Betulia Jiménez S. Determinación de valores normales de amplitud y flexibilidad de acomodación visual en dos grupos de estudiantes universitarios, oriundos de diferentes regiones de Colombia. *Ciencia & Tecnología para la Salud Visual y Ocular*, Julio Diciembre 2005. (5):45-50, [11 Febrero] <http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/sv/article/view/1662>
52. Gauri Shankar S , Nestha Mohamed F, Visual Problems among video display terminal (VDT) user in Nepal. *Journal of Optometry*. 2011 Elsevier. 4(2):56-62 [5 Junio 2013] [www.journalofoptometry.org/en/pdf/.../S300/](http://www.journalofoptometry.org/en/pdf/.../S300/)

53. Husnun A, Gusi G. Accommodative Insufficiency as cause of asthenopia in computer-using students. *Universa Medicina. Indonesia* May-August 2010; 45(3):171-180 [18 Dic. 2013] <http://www.univmed.org/wp-content/uploads/2011/02/HusnunFinal.pdf>
54. Cacho Martínez P, García Muñoz A, Ruiz Cantero Ma. T. Is there any evidence for the validity of diagnostic criteria used for accommodative and nonstrabismic binocular dysfunctions? [Abstrac]. *Journal of Optometry*. 2014; 7(1):2-21 [20 Enero 2014] <http://www.journalofoptometry.org/en/vol-07-num-01/sumario/13017756/>
55. Bleehn C, Vishnu S, Khattak A, Mitra S, Yee R. W. Computer Vision Syndrome: A Review [Abstrac]. *Pud Med*. 2005; 50(3): 253-262 [20 Enero 2014] <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15850814>
56. Evans B. *Visión Binocular*. 1era ed. Masson. 2006
57. Martín- Vecilla. *Manual de Optometría*. 1ra ed. Panamericana. 2011
58. García A, Cacho P, Lara F. Evaluating Relative Accommodations in General Binocular Dysfunctions. *Optometry and Vision Science*. 2002; 79(12): 779-787 [11 Junio 2013] [www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12512686](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12512686)
59. Hoffman D.M, Girshik A. R, Akeley K, Banks M. S. Vergence- Accommodation conflicts hinder Visual performance and cause visual fatigue [Abstrac]. *Journal of Vision*. 2008; 8(3) [5 Sep. 2013] <http://www.journalofvision.org/content/8/3/33.short>
60. Mitchell Sheiman Treatment of Accommodative Dysfunction in Children: Results from Randomized Clinical Trial *Optometry and Vision Science* [Resumen] 2011; 88(11) <http://archophth.jamanetwork.com/article.aspx?articleid=416768>
61. Scheiman M. Accommodative and binocular vision disorders associated with video display terminals: diagnosis and management issues. *J Am Optom Assoc. Pud Med*.1996; 67(9) [25 Junio 2013] <http://test.europepmc.org/abstract/MED/8888886/reload=2;jsessionid=4D394995C29CC452858F7E04ED0AE603>

62. Antona Peñalba A. Fiabilidad Intraexaminador y Concordancia de Pruebas clínicas de evaluación de la vision Binocular [Tesis Doctoral]. Madrid. Universidad Complutense de Madrid. 2008 [25 Mayo 2013] <http://eprints.ucm.es/10149/1/T30728.pdf>
63. Rose K.A, Morgan I, Kifley A, Huynh H, Smith W. Outdoor Activity Reduces the Prevalence of Myopia in Children [Abstrac]. Journal of Optometry. 2008; 115(8): 1279-85 [3 Marzo 2014] <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0161642007013644>
64. Aguilar Ibarra M.P, Góngora Garay R. Reséndiz Ruiz R. Comparación de Hábilitades visuales en usuarios y no usuarios de computadora. Imagen Óptica. 2013; 50 [17 Julio 2013] <http://www.imagenoptica.com.mx/pdf/revista50/comparacion.htm>
65. Ferrero Rosanas A. Adaptaciones Sensoriales en alteraciones de la Visión Binocular. Gaceta Óptica.2009; 8: 12-15 [7junio 2013] [file:///C:/Users/Jenny/Downloads/Cientifico\\_1%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Jenny/Downloads/Cientifico_1%20(1).pdf)
66. Mc Clelland JF, Parkes J, Colian N, Jackson AJ, Saunders KJ. Accommodative dysfunction in children with cerebral palsy: a population-based study. [Abstrac]. Pud Med. 2006; 47(5): 1824-30 [18 Agost. 2013] <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16638987>
67. Sánchez Román F. J, Pérez Lucio C, Juárez Ruíz C, Mayola Vélez Zamora N, Jiménez-Villarruel M. Factores De Riesgo Para La Astenopía En Operadores De Terminales De Computadoras. Redalic.org. 1996; 38(3): 189-196 [19 Junio 2013] <http://bvs.insp.mx/rsp/articulos/articulo.php?id=000911>
68. 65.-Palomo Alvarez C, Puell MC. Accommodative function in school children with reading difficulties [Abstrac]. Pud Med. 2008; 246(12): 1769-74 [4 Junio 2013] <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18751994>
69. Llorca Díez Ma. A. Hábitos y uso de los Videojuegos en la comunicación visual: Influencia en la inteligencia espacial y el rendimiento escolar [Tesis Doctoral]. Granada: Universidad de Granada; 2009 [20 Julio 2013] <http://digibug.ugr.es/bitstream/10481/2421/1/18278346.pdf>

70. Vela A, Alesón Carbonell T, Rico García. Visión y Aprendizaje. Ebookbrowse [6 Marzo 2014]  
<http://web.ua.es/es/gvc/documentos/trabajos-ergonomia-visual/vision-en-el-aprendizaje.pdf>
71. Cid I. Efectos Potenciales del uso continuado de ordenadores portátiles de pequeño tamaño sobre la salud ocular de niños entre 11 y 14 años. Fundación Oftalmologica del Mediterraneo. Serie de Informe Técnico: 96 [19 Oct. 2013]  
[http://servicios.lasprovincias.es/documentos/informe\\_ofthalmologico\\_ordenadores.pdf](http://servicios.lasprovincias.es/documentos/informe_ofthalmologico_ordenadores.pdf)
72. Gaona Bosque S. Estudio de Integración Visuomotora en niños con altas capacidades intelectuales [Tesis Master]. Valencia. Universidad de Alicante; 2011 [6 Agost. 2013]  
<http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/24418>
73. Brewer S, Van Erd D, Amick B, Irvin E, Daum K, Gerr F, Steven Moore J, et al. Workplace interventions to prevent musculoskeletal and visual symptoms and disorders among computer users: A systematic review [Abstrac]. Journal of Occupational Rehabilitation. 2006; 16(3): 317-350 [8 Nov. 2013] <http://link.springer.com/article/10.1007/s10926-006-9031-6>
74. Entertainment Software Association. Essential Fact About the computer and video game Industry. 2013 [22 Feb. 2014] [http://www.theesa.com/facts/pdfs/esa\\_ef\\_2013.pdf](http://www.theesa.com/facts/pdfs/esa_ef_2013.pdf)
75. Sheedy J, Parsons S. The Video Display Terminal Eye Clinic: Clinical Report [Abstrac]. Optometry & vision Science. 1990; 67(8) [23 Oct. 2013]  
[http://journals.lww.com/optvissci/Abstract/1990/08000/The\\_Video\\_Display\\_Terminal\\_Eye\\_Clinic\\_\\_Clinical.12.aspx](http://journals.lww.com/optvissci/Abstract/1990/08000/The_Video_Display_Terminal_Eye_Clinic__Clinical.12.aspx)
76. Gwiazda J, Bauer J, Thorn F, Held R. Shifts in tonic accommodation after near work are related to refractive errors in children [Abstrac]. Wiley Job Network. 1995(On line 2002); 15(2): 93-97 [12 Agost. 2013] <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1475-1313.1995.9598238i.x/abstract>

77. Rempel D, Willms K, Anshel J, Jaschinski W, Sheedy J. The Effects of Visual Distance on eye Accommodatin, Head posture, and vision and neck syptoms. Human Factors. 2007; 49(5): 830-838 [5 Dic. 2013] <http://hfs.sagepub.com/content/49/5/830.short>
78. Jiménez R, Pére Ma, García J, Gonzalez M. Statistical normal values of visual parameters that characterize binocular function in children [Abstrac]. Pud Med. 2004; 24(6): 528-42 [10 Enero 2014] <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15491481>
79. UNESCO. Informe sobre el Uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en la Educación para Personas con Discapacidad [28 Enero 2014] <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002163/216382s.pdf>
80. Terán Guerrón V.E. Importancia y Eficacia del Tratamiento Ortóptico en Pacientes con Alteraciones Binoculares Latentes [Tesis] Ambato – Ecuador. Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede – Ambat; 1999-2000 [2 Marzo 2014] <http://repositorio.pucesa.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/111/1/75011.pdf>
81. Falahee M, Latham K, Geelhoed. Safety and Comfort of Eyeglass Displays [Abstrac]. Springer. 2000; 1927(2000): 236-247. [12 Feb. 2014] [http://link.springer.com/chapter/10.1007/3-540-39959-3\\_18](http://link.springer.com/chapter/10.1007/3-540-39959-3_18)
82. Instituto Mexicano para la Competitividad. Recomendaciones de diseño del programa para dar computadoras a estudiantes de 5° y 6° de primaria. [On Line] [8 Mayo 2014] <http://imco.org.mx/wp-content/uploads/2013/4/recomendacionesparaeldisenosexperimentalprogramacomputadoras.pdf>
83. Greenfield P. M, DeWinstanley, Kilpatrick Heidi, Kaye D. Action video games and informal education: Effects on strategies for dividing visual attention [Abstrac] Journal of Applied Developmental Psychology. 1994; 15(1): 105-123 [11 Agost. 2013] <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0193397394900086>

84. Daum K.M, Clore A. K, Simms S, Vesely J.W, Wilczek Dawn, Spitte B. M, et al. Productivity associated with visual status of computer users [Abstrac]. American Optometric Association. 2004; 75(1): 33-47 [22 Nov. 2013] <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1529183904700093>
85. García Porreo Juan A, Hurlé Juan M. Anatomía Humana
86. Guía para citas y referencias bibliográficas [On Line] Piura: Facultad de Comunicación; 2011 [15 Abril 2014] <http://www.biblioteca.udep.edu.pe/wp-content/uploads/2011/02/Guia-ElabCitas-y-Ref-Estilo-Vancouver.pdf>







