

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE FARMACIA
Departamento de Nutrición y Bromatología I
(Nutrición)



**Estudio de los estados de refracción visual en jóvenes
universitarios y su relación con el uso de ordenador**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR
PRESENTADA POR**

Celia Sánchez Ramos

Directores

Manuel Domínguez Carmona

Margarita Romero Martín

Madrid 2005

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

AREA DE MEDICINA PREVENTIVA Y SALUD PUBLICA

FACULTAD DE FARMACIA

Ponente: Sr. Dr. Fco Jose SANCHEZ MUNIZ

TRIBUNAL

Presidente: Sr. Dr. DEL CASTILLO GARCIA

Vocal: Sr. Dr. MATE HERNANDEZ

Vocal: Sr. Dr. REQUEJO MARIANO

Vocal: Sr. Dr. RAIZ SANCHEZ

Secretario: Sr. Dr. VILLANUEVA DOMINGUEZ

ESTUDIO DE LOS ESTADOS DE REFRACCION VISUAL EN JOVENES UNIVERSITARIOS Y SU RELACION CON EL USO DE ORDENADOR

TESIS DOCTORAL

TESIS REALIZADA PARA OBTENER

EL GRADO DE DOCTOR EN FARMACIA, POR:

CELIA SANCHEZ RAMOS.

Directores:

Prof. Dr. D. Manuel Dominguez Carmona

Prof^a. Dra. D^a Margarita Romero Martin

Madrid, Junio 1994.

INFORME DEL DIRECTOR DE LA TESIS

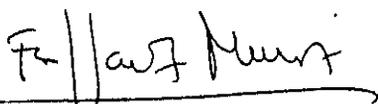
D. MANUEL DOMINGUEZ CARMONA, Catedrático Emérito y DÑA. MARGARITA ROMERO - MARTIN, Profesora Titular, ambos del Departamento de Medicina Preventiva, Salud Pública e Historia de la Ciencia de la Universidad Complutense de Madrid,

CERTIFICAN: Que la Licenciada DÑA. CELIA SANCHEZ RAMOS ha realizado bajo nuestra dirección, el Trabajo de Investigación titulado "ESTUDIO DE LOS ESTADOS DE REFRACCION VISUAL EN JOVENES UNIVERSITARIOS Y SU RELACION CON EL USO DE ORDENADOR" el cual presenta para optar al Grado de Doctor en Farmacia.

Y para que así conste a los efectos oportunos, firmamos el presente Certificado en Madrid a día ocho de Junio de mil novecientos noventa y cuatro.

Asimismo, D. FRANCISCO JOSE SANCHEZ MUNIZ como ponente de la Doctoranda en Facultad de Farmacia, está de acuerdo con lo certificado por los Directores.

V.º B.º
EL TUTOR (2) PONENTE

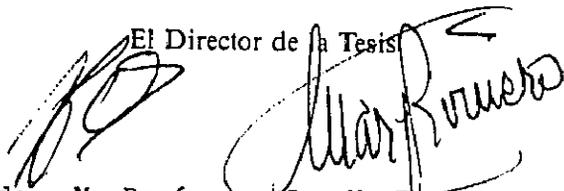


Fdo.: Fco. José Sánchez Muniz

(fecha y firma)

D.N.I.: 29.705.640 J

El Director de la Tesis



Fdo.: M. Domínguez C. y M. - Romero M.

Fdo.: _____

(fecha y firma)

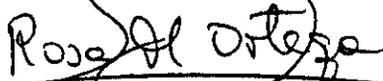
D.N.I.: 13419492 / 8674.654

INFORME DEL CONSEJO DE DEPARTAMENTO

Reunido el Consejo del Departamento de Nutrición y Bromatología I (Nutrición) se ha evaluado positivamente la Memoria de Tesis Doctoral presentada por DÑA. CELIA SANCHEZ RAMOS, la cual puede ser presentada y defendida por la Doctoranda para optar al Grado de Doctor en Farmacia.

Fecha reunión
Consejo Departamento

14 Junio 1994



V.B. Secretaria Consejo de Dpto.

El Director del Departamento



Fdo.: ANA Mª REQUEJO M.

(fecha y firma)



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

DEPARTAMENTO DE NUTRICION I

DÑA. ANA M^a REQUEJO MARCOS, Directora del Departamento de Nutrición y Bromatología I (Nutrición) de la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid, y D. FRANCISCO JOSE SANCHEZ MUNIZ, Profesor Titular del mismo Departamento:

CERTIFICAN: Que el presente Trabajo de Investigación titulado "ESTUDIO DE LOS ESTADOS DE REFRACCION VISUAL EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS Y SU RELACION CON LA EXPOSICION A PANTALLAS DE ORDENADOR", constituye la Memoria presentada por Dña. CELIA SANCHEZ RAMOS para optar al Grado de Doctor en Farmacia y reúne las condiciones exigidas para su lectura y defensa pública.

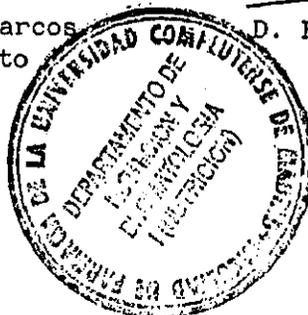
Lo que certifico en Madrid a día treinta y uno de Mayo de mil novecientos noventa y cuatro.

Ana M^a Requejo

Fdo.: Dña. Ana M^a Requejo Marcos
Directora de Departamento

Fco. José Sánchez Muniz

D. Fco. José Sánchez Muniz
Ponente



A mis padres, por toda una vida
de sacrificios y dedicación;
ellos son mi mejor ejemplo.

AGRADECIMIENTOS

Para la presentación de esta memoria, he leído con sumo interés varias tesis doctorales y siempre me pareció difícil recordar a todas aquellas personas que durante tantos años colaboran con un doctorado haciendo posible la conclusión de su trabajo pero, ahora que debo repasar despacio todas las ayudas recibidas aún me resulta más complicado y soy consciente que sin su colaboración no hubiera sido posible presentar este documento.

En primer lugar agradezco de forma muy sincera las enseñanzas científicas y humanas del Profesor Dr. D. Manuel Domínguez Carmona y de la Profesora Dra. D^a Margarita Romero Martín, directores de esta tesis, que han sido para mí un ejemplo de dedicación sin reservas, a la docencia y a la investigación.

De igual forma, mi agradecimiento profundo a la Profesora Dra. D^a Ana M^a Requejo Marcos, Directora del Departamento y al Profesor Dr. D. Francisco José Sánchez Muniz tanto por su acogida y confianza como por su humanidad y cariño para conmigo.

Realizar esta investigación, no hubiera sido posible, sin la colaboración siempre generosa y entrañable del Profesor Dr. D. Luis Maté Hernández, Decano de la Facultad de Informática de la U.P.M. que puso a nuestra disposición los medios de infraestructura necesarios para realizar en el centro los exámenes visuales.

En la elección y preparación de las técnicas estadísticas utilizadas, quiero agradecer la valiosa ayuda de D. Jaime García Lorenzo así como la inestimable supervisión del Profesor Dr. D. Juan Pazos Sierra, Catedrático de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial de la Facultad de Informática de la U.P.M.

A todos mis compañeros de la Escuela Universitaria de Óptica de la U.C.M., en especial a Cinta Puell, M^a Jesús Pérez y Antonio Langa quiero agradecerles su apoyo, ayuda y comprensión.

Mi agradecimiento a los responsables de las bibliotecas de la Facultad de Farmacia, Medicina, Centro Nacional de Epidemiología, Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo y otros centros consultados por su alto nivel de profesionalidad, en particular a M^a Jesús Santurtun de la Hoz responsable de la biblioteca de la Escuela Universitaria de Óptica cuya colaboración aprecio sinceramente.

La ayuda de M^a Carmen, Inmaculada, Alejandra, Teresa, José Joaquín, Raúl y Pedro ha sido tan eficaz que gracias a ellos hemos podido terminar puntualmente.

A todos los estudiantes, que han participado en esta investigación, les agradezco toda la información prestada.

Agradezco con todo mi cariño a Pepe y mis hijos su comprensión, aliento y apoyo incondicional durante todos estos años.

Por último, me gustaría hacer un agradecimiento muy especial al resto de mi familia, en particular a mis padres y a mis hermanas Begoña, Inmaculada y M^a Fernanda por su constante interés, inestimable ayuda e inmensa generosidad.

INDICE

I.- Introducción y Justificación del Estudio	1
1.1.- INTRODUCCION GENERAL	2
1.2.- JUSTIFICACION DEL ESTUDIO	7
II.- Conceptos Generales y Actuales de la Función Visual	8
2.1.- FISILOGIA DE LA FUNCION VISUAL	9
2.2.- CONSIDERACIONES PREVIAS DEL OJO COMO INSTRUMENTO OPTICO	15
2.3.- ANALISIS DE LOS DIFERENTES ESTADOS DE REFRACCION	21
2.3.1.- Génesis de los Estados de Refracción	26
2.4.- MECANISMO DE ACOMODACION	58
2.4.1.- Trastornos de la acomodación	75
2.4.1.1.- Astenopia y fatiga acomodativa	77
2.5.- FISILOGIA DE LA VISION BINOCULAR	80
2.5.1.- Anomalías en la visión binocular heteroforias.	86
III.- Situación Bibliográfica	95
3.1.- ESTADO REFRACTIVO GENERAL DEL JOVEN UNIVERSITARIO	96
3.1.1.- Miopía	101
3.1.2.- Hipermetropía	105
3.1.3.- Astigmatismo	109
3.2.- FATIGA VISUAL	116
3.2.1.- Fatiga visual en los usuarios de ordenador.Sintomatología	117
3.2.2.- Fatiga visual en los usuarios de ordenador. Causas	123

5.2.3.1.1.2.- Test de agudeza visual	
Binocular	173
5.2.3.2.- Método de diagnóstico para determinar	
la sensibilidad al contraste	174
5.2.3.2.1.- Método de medida de la	
sensibilidad al contraste	178
5.2.3.3.- Método de diagnóstico de fatiga	
visual y de agudeza dinámica	180
5.2.3.3.1.- Test de fatiga	180
5.2.3.3.2.- Test de fatiga visual dinámica	181
5.2.3.4.- Análisis del estado de la visión	
binocular	182
5.2.3.4.1.- Test de equilibrio binocular	
en visión intermedia y lejana	182
5.2.3.4.2.- Test de fusión	183
5.2.3.4.3.- Test de estereoagudeza	184
5.2.3.5.- Medidas de adaptación visual y tiempo	
de recuperación al deslumbramiento	185
5.2.3.5.1.- Test de agudezas visuales en dos	
niveles de iluminación	185
5.2.3.5.2.- Test del tiempo de recuperación	
al deslumbramiento	186

VI.- RESULTADOS	188
6.1.- CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRAS	189
6.1.1.- Variables de Persona	189
6.1.2.- Tiempo de Exposición	193
6.1.3.- Ambiente de Trabajo	199

6.1.4.- Utilización de Compensación Optica	200
6.2.- ANALISIS DE LOS DIFERENTES ESTADOS DE REFRACCION VISUAL	209
6.2.1.- Estudios de los Diferentes estados refractivos	209
6.2.2.- Graduación en la Compensación Optica Habitual	219
6.3.- ERRORES EN LA COMPENSACION OPTICA	228
6.4.- ESTADO DE LA FUNCION VISUAL	232
6.4.1.- Agudeza Visual	232
6.4.1.1.- Agudeza visual monocular	232
6.4.1.2.- Agudeza visual binocular	236
6.4.2.- Sensibilidad al Contraste	241
6.4.3.- Adaptación Visual	251
6.4.4.- Campo Visual Periférico	255
6.4.5.- Agudeza Visual Dinámica	257
6.4.6.- Fatiga Visual	259
6.4.7.- Estudio de Heteroforias	261
6.4.7.1.- En visión intermedia	261
6.4.7.2.- En visión lejana	261
6.4.8.- Mecanismo de Fusión	265
6.4.9.- Estereoagudeza	267
6.5.- SINTOMATOLOGIA OCULAR Y VISUAL	269
6.5.1.- Presencia de Síntomas	269
6.5.2.- Intensidad de Síntomas	270
6.6.- ANALISIS BIDIMENSIONAL	280

VII.- DISCUSION	333
7.1.- ESTADOS REFRACTIVOS Y ERRORES DE LA COMPENSACION OPTICA	334
7.1.1.- Miopía y asociación de miopía-astigmatismo	335
7.1.2.- Hipermetropía y asociación de hipermetropía y astigmatismo	341
7.1.3.- Astigmatismo	347
7.1.4.- Errores de la compensación óptica	354
7.2.- ESTADO DE LA FUNCION VISUAL	364
7.2.1.- Agudeza visual	365
7.2.1.1.- Agudeza visual monocular	365
7.2.1.2.- Agudeza visual binocular	367
7.2.2.- Función de la sensibilidad al contraste	374
7.2.3.- Adaptación visual	379
7.2.4.- Fatiga y agudeza visual dinámica	382
7.2.5.- Visión binocular	385
7.3.- ESTUDIO COMPARADO DE LA SINTOMATOLOGIA	396
VIII.- CONCLUSIONES	427
IX .- BIBLIOGRAFIA	432

I.- INTRODUCCION

Y

JUSTIFICACION DEL ESTUDIO

1.1.- Introducción General

Desde el nacimiento de la tecnología informática en 1946, las diversas etapas de su evolución han ido unidas al desarrollo de la electrónica.

La válvula de vacío utilizada en la primera generación de ordenadores fue desplazada en 1959 por la aparición del transistor, que dio paso a la segunda generación. La tercera generación aparece en 1964 con el uso masivo de los circuitos integrados, para producirse un nuevo e importante avance en la evolución en 1971, año en el que se descubre el microprocesador ("chip") que abrirá el paso a la expansión y diversificación de los ordenadores.

Pero el verdadero salto cualitativo se alcanza en 1980, cuando los avances en electrónica permitieron la miniaturización integrada de los "chip" en gran escala apareciendo en el mercado los ordenadores personales (Espuñas Fierro, 1984).

En tan sólo una década, desde 1981 los PC multiplican su potencia y capacidad, gracias a nuevas miniaturas electrónicas que aceleran su velocidad de proceso, incrementan la memoria básica del sistema y soportan el almacenamiento masivo de datos, que permite la utilización individual y su interconexión con terminales inteligentes.

El abaratamiento y reducción de los equipos informáticos ("hardware") a su vez fue acompañado por la invención de nuevos sistemas de programación ("software"), para sacar mayor rendimiento a ordenadores cada vez más potentes.

En la actualidad asistimos al desarrollo imparable de la quinta generación informática, en la cual los avances de la microelectrónica, telemática, componentes ópticos y los nuevos sistemas de programación denominados de inteligencia artificial, permiten nuevas aplicaciones, reconocimiento y síntesis de voz, sistemas expertos, visión artificial aplicada a robots industriales etc.

Los niveles de informatización evolucionan de forma progresiva, así, se prevé que en América del Norte, a comienzos del siglo XXI, más del 60 % de la población activa trabajará con ordenador. Actualmente en este país hay más de 45 millones de pantallas de visualización en los lugares de trabajo; aproximadamente 30 millones en las viviendas y del orden de 8 millones de aparatos portátiles (Harris, 1984).

Según Castells (1986) en un estudio comparado del nivel de informatización de los distintos países europeos expone que, España se encuentra en el 65 % respecto de la media europea pero que la implantación de sistemas informáticos avanza rápidamente.

El crecimiento del parque de ordenadores en España se ha acelerado de tal modo que se ha pasado de las aproximadamente 600.000 pantallas a finales de 1985 a una estimación de 4.000.000 a finales de 1994.

Es evidente por tanto, que nos encontramos ante una verdadera revolución tecnológica, en la que el uso del ordenador se extiende a todas las áreas: medicina, investigación, gerencia, enseñanza, dibujo industrial, etc. y su popularización ha llegado incluso al ocio domestico, a través de los videojuegos. Como toda nueva tecnología la informática y la telemática están cambiando en profundidad nuestros sistemas productivos y hábitos de vida.

En los últimos años se ha concedido considerablemente atención a los efectos que sobre la salud puede plantear el trabajo frente a ordenadores. Las primeras publicaciones específicas de esta temática aparecen a finales de los 60, debiendo citarse los trabajos de Gould (1968) considerando las implicaciones visuales que pudieran verse afectadas y a Rohmert y Luczak como pioneros en las evaluaciones ergonómicas del trabajo informático.

Suecia es el primer país que desarrolla investigaciones referentes a la acomodación, fatiga visual, deslumbramiento, etc, en éste tipo de trabajo. Deben citarse, a este respecto.

los artículos de Hultgren y Knave (1974) y los de Ostberg (1975) quien ya avanza las primeras directrices en el diseño de las terminales y los factores ambientales que deben ser tenidos en cuenta.

La línea de investigación abierta por estas publicaciones se continua con los trabajos de Grandjean (1977) quien considera diversos aspectos ergonómicos.

Al comenzar la década de los 80 y coincidiendo con la gran expansión de la informática, comienzan a publicarse en Estados Unidos, Gran Bretaña, Japón y otros países varios, estudios e investigaciones a cerca de estos temas (Grignolo, 1982; Dainoff, 1980; Kurimato, 1983).

En los últimos años diversos Organismos Nacionales e Internacionales relacionados con la defensa de la salud y condiciones de trabajo: NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health) en Estados Unidos, O.M.S. (Organización Mundial de la Salud). O.I.T. (Organización Internacional del trabajo) y otras han publicado también sus informes específicos referentes a este tema, estos son influyentes para sindicatos y empresas (NIOSH, 1986; OIT, 1980 - 1988; OMS, 1982). Algunos países como Austria, Suecia, Japón, Alemania Federal y otros han establecido regulaciones y normas, con la finalidad de conseguir las condiciones más saludables.

De igual manera, el Consejo de las Comunidades Europeas, por propuesta de la Comisión, previa, consulta al Comité de Seguridad e Higiene aprobó una Directiva que regula todos los aspectos para el trabajo con terminales de ordenador (1989), obligando a los Estados miembros a aplicar las disposiciones legales necesarias para atender a dicha Directiva (89/C 130/07).

1.2.- Justificación

El Servicio de Seguridad y Salud del trabajo de la O.I.T. (Organización Internacional del Trabajo) planteó un estudio que pretende revisar el estado de los acontecimientos científicos y técnicos sobre la influencia del trabajo frente a terminales de ordenador (1980).

En este informe se dice:

"En general, los efectos más admitidos del trabajo con ordenador son los que afectan a la función visual provocando un aumento de la frecuencia de los síntomas de astenopia. Lo que aún no está determinado es la medida en que los problemas asociados al ordenador difieren en cuanto a especificidad e intensidad con los problemas cansados por cualquier otra actividad que requiera un esfuerzo visual importante".

En nuestro trabajo de investigación, teniendo en cuenta la consideración anterior, nos proponemos valorar los posibles efectos diferenciales en un colectivo que trabaja habitualmente en visión próxima y que ofrece muchas particularidades de interés epidemiológico, en relación con otras cuestiones que preocupan mucho desde el punto de vista sanitario.

En la bibliografía consultada no se han encontrado trabajos sobre este tema en España, siendo ésta una aportación de la Tesis.

II.- CONCEPTOS GENERALES

Y

ACTUALES DE LA FUNCION VISUAL

2.1.- Fisiología de la Función Visual

La Visión, definida, según Millodot, (1986) como la apreciación de diferencias en el mundo externo resultado de la estimulación retiniana por la luz es el sentido más complejo de los que poseemos para conocer y relacionarnos con el entorno. Nos proporciona aproximadamente el 80% de la información percibida por vía sensorial.

La visión es una función perceptiva fundamentalmente aprendida en los organismos superiores, aunque estudios actuales realizados por Fantz, (1975) han demostrado la existencia innata de indicios en la distinción de configuraciones en recién nacidos.

Al nacer, captamos una estimulación luminosa relativamente informe que, se va organizando al ritmo de la maduración de los órganos visuales. Esta maduración de las estructuras orgánicas va acompañada de la acumulación de experiencias sensoriales y motoras que permiten discriminar y ordenar las sensaciones luminosas. (Sachsenweger, 1969).

La función visual pasa por tres fases absolutamente necesarias para su realización. Una primera etapa constituye la marcha de los rayos luminosos a través de los dioptrios oculares para formar una imagen sobre la retina, ésta desempeña el papel de pantalla receptora de la imagen. La calidad óptica

de ésta imagen depende de los medios ópticos oculares que contribuyen a su formación (Gil del Río, 1957).

Por tanto, el sistema óptico del ojo debe proporcionar una imagen retiniana relativamente luminosa, contrastada, enfocada y libre de aberraciones.

Esta imagen es recibida por las células sensoriales nerviosas, que se encuentran en la retina, (fotorreceptores: conos y bastones), las señales eléctricas procedentes de ellas, se procesan en una segunda capa de neuronas que, posteriormente, son transmitidas a un estrato interior de la retina constituido por las células ganglionares. (Masland, 1987). La segunda etapa termina con un complejo proceso de transformación en estímulos nerviosos interpretados en términos de contraste, orientación, color y profundidad que permiten la identificación del objeto.

En el tercer estadio, el impulso nervioso alcanza el cerebro a través de la vía óptica, allí se efectúa la coordinación de las sensaciones de ambos ojos con otras regiones del organismo, para la preparación de una respuesta adecuada.

Recientes investigaciones realizadas por Zeki, Shipp, Maunsell y Van Essen (1978) aclaran la separación funcional de las distintas áreas a la corteza cerebral.

La sensación visual, es pues, el resultado de una compleja coordinación funcional entre el ojo y el cerebro (Belmonte 1985).

A partir de la captación de estos rasgos particulares de los objetos, el cerebro nos proporciona una representación simbólica del mundo exterior. Recientes descubrimientos realizados por Hubel y Livingstone (1988) parecen indicar que las señales visuales no son procesadas por un único sistema jerárquico sino que pasan al menos por tres sistemas cerebrales de procesamiento cada uno de los cuales desempeña una función distinta.

En consecuencia, cuando la sensación visual alcanza el nivel de la conciencia, las sensaciones sintetizadas dan lugar a una percepción.

Así pues, la imagen final percibida por el sujeto ya no es la imagen retiniana propiamente dicha, sino la llamada imagen cortical. Esta imagen cerebral es la síntesis de sensaciones sucesivas, reconstruidas gracias a la persistencia de las impresiones en los centros nerviosos superiores. (Zenron, Ratli, 1981).

Edward Grom hace una distinción entre imagen retiniana e imagen óptica. La imagen retiniana sería la que se forma sobre

la capa receptora del ojo, la cual puede estar enfocada ó desenfocada, en tanto que la imagen óptica sería la imagen teórica que forman los dioptrios oculares sin tener en cuenta la posición de la retina. Las dos imágenes, óptica y retiniana, solamente coincidirán cuando ésta última esté enfocada.

Podemos considerar la visión como un fenómeno global que no aparece espontáneamente en un individuo; así, las múltiples relaciones que hay entre el sistema visual, el organismo y el medio se desarrollan progresivamente para permitir un funcionamiento eficaz.

Por otro lado, los estímulos para la sensación visual pueden ser adecuados ó inadecuados. La luz es el estímulo adecuado para la visión y corresponde a la porción visible del espectro electromagnético que está aproximadamente entre las longitudes de onda de 400 nm a 750 nm.

Los estímulos inadecuados incluyen cualquier hecho no luminoso que produce sensación visual. El fosfeno por presión produce sensaciones visuales informes cuya observación depende de condiciones de luz u oscuridad apareciendo oscuro en el ojo adaptado a la luz y claro en el ojo adaptado a la oscuridad. Las sensaciones visuales por movimiento son resultado de la distorsión de la retina provocada por el arrastre del nervio óptico, vitreo o músculos extraoculares. Nebel (1957).

Podemos por tanto decir que, la energía radiante es un fenómeno físico con propiedades bien definidas y medibles; que actúa como un estímulo adecuado para la sensación visual.

En conclusión, la visión es de naturaleza psicofísica, sólo algunos hechos fisiológicos objetivamente registrables son útiles para evaluar el estado del sistema visual pero las medidas más sensibles de la función visual sólo pueden medirse por medio de técnicas subjetivas.

En consecuencia, hay dos formas diferentes para detectar y medir la luz. La primera involucra el uso de técnicas de medición físicas (radiometría), mientras que la segunda emplea métodos psicofísicos en los cuales se recurre a sujetos para detectar y comparar las sensaciones visuales producidas por la luz (fotometría). Las medidas radiométricas de radiación electromagnética involucran la caracterización de su frecuencia, su contenido de energía y distribución en tiempo y espacio (con independencia de espectro visible e invisible). Las medidas fotométricas dependen de la detección y comparación de luces por las sensaciones de color y brillo.

El brillo visto por observadores humanos no es una simple función del contenido de energía de la luz. Distintas longitudes de onda de la luz tienen diferentes eficacias para la producción de sensaciones visuales. Longitudes de onda

subjetivamente identificables como verde son más eficaces para estimular una sensación visual, mientras que aquellas que producen la sensación de azul o rojo requieren niveles mucho más altos de energía para producir niveles equivalentes de brillo subjetivo.

Son múltiples las investigaciones actuales referidas al estudio de éste tema, destacamos las realizadas por el grupo de investigación compuesto por Raasch. T, Beiley. I, Howarth. P, Greenhouse. D. (1991) y por Berman (1991) en la Escuela de Optometría de Berkeley en California ya que revisan estos aspectos de la función visual relacionándolos con la utilización de ordenadores.

2.2.- Consideraciones previas del Ojo como Instrumento

Optico

La refracción del ojo depende del poder refringente de los dioptrios oculares, de la posición de la retina en relación con el mismo y parcialmente de las pupilas del sistema óptico.

Analizamos en primer lugar el dioptrio ocular que está constituido básicamente por la córnea y el cristalino. Fue Listing (1851) el primero en estudiar la óptica ocular basándose en la óptica de Gauss.

Así pues, el ojo tiene como mínimo 8 superficies de saltos de índice: 2 para la córnea y 6 para el cristalino; 3 de estas superficies tienen potencias claramente superiores a las otras: la anterior de la córnea y las superficies anterior y posterior del cristalino. Si estas 3 superficies esenciales se pudieran considerar como de revolución alrededor de un eje común, podría admitirse que el ojo es un sistema centrado.

El centro de curvatura de la córnea está habitualmente desplazado del lado temporal con relación al eje del cristalino (Helmholz y Tscherning). Este desplazamiento puede sobrepasar 0'1 mm. Para Yves Le Grand, ésta diferencia de dirección entre los ejes visuales es débil si se tiene en cuenta la suspensión elástica de la zónula.

Actualmente todos los estudios se basan en éstas premisas.

Por otro lado, desde el punto de vista óptico el ojo debe presentar las siguientes cualidades esenciales:

- Ser transparente para las longitudes de onda que estimulan a los fotorreceptores retinianos.
- Focalizar los rayos luminosos sobre la retina.
- Presentar pocas aberraciones que distorsionen ó deformen la imagen.

Comenzando por el primer medio de separación, estudiamos la cornea, considerado como el dioptrio más externo que compone el sistema óptico ocular es necesario tener en cuenta que varía sus características ópticas en función de la estructura histológica, de su posición y forma respecto al resto del sistema. Además, el poder de vergencia está en función del índice de refracción y de la curvatura de sus superficies.

Los estudios clásicos proponen unos valores medios para el ojo teórico respecto a estas variables de $n = 1,37$; $r_1 = 7,8$ mm.; $r_2 = 6.5$ mm.

Sin embargo en los estudios realizados por Gullstrand (1911) existen algunas variaciones respecto a estos datos

concretamente en los valores medios de los radios de curvatura, estos son $n = 1,37$; $r_1 = 7,7$ mm.; $r_2 = 6.8$ mm.

Posteriormente, Yves Legrand (1963) calcula la potencia de la cornea basándose en los datos del ojo teórico.

$$D = n' - n/r;$$

Cara anterior: $n = 1$ (aire; $n' = 1,3771$ (cornea)

corneal $r = 7.8 \cdot 10^{-3}$ m; en consecuencia $D_1 = 48.35$ D.

Cara posterior: $n = 1,3771$; $n' = 1,3774$ (humor acuoso)

corneal $r = 6.5 \cdot 10^{-3}$ m; por tanto $D_2 = - 6.11$ D.

En consecuencia se puede calcular la Potencia Corneal Total: $D = D_1 + D_2 - D_1 D_2 S$; siendo S la distancia reducida entre el plano principal imagen del primer dioptrio y el plano principal objeto del segundo; estos puntos coinciden con los vértices de los dos dioptrios separados 0.55 mm. Desarrollando los cálculos obtenemos para $S = 3.99 \cdot 10^{-4}$ m.

Por tanto, siguiendo las consideraciones de Yves Legrand (1963) aceptamos que la potencia total de la cornea es del orden de 43 Dioptrías.

Es interesante conocer también los parámetros básicos del segundo dioptrio del sistema óptico del ojo como es sabido el

cristalino, desde el punto de vista estructural se considera una lente biconvexa asimétrica.

Al igual que en la cornea exponemos los valores de sus principales parámetros correspondientes al ojo teórico, estos son para el índice de refracción y para los radios de curva

$$n = 1.42, r_1 = 10,2 \cdot 10^{-3} \text{ m.}; r_2 = -6 \cdot 10^{-3} \text{ m.}$$

Otro aspecto a aclarar es que en el cristalino, como veremos posteriormente, se desarrollan cambios muy importantes en el mecanismo de acomodación, por tanto los datos que utilizamos para los cálculos son valores cuando la lente está en estado de reposo fisiológico.

Como en la cornea las investigaciones y cálculos de Gullstrand (1911) difieren respecto a los valores teóricos, siendo para el índice de refracción medio y para el radio de la cara anterior y posterior los siguientes: $n = 1.40$, $r_1 = 10$ mm.; $r_2 = -5.33$ mm.

Con los valores medios, Yves Legrand (1963) realizando cálculos semejantes a los utilizados para la cornea obtiene una potencia media del cristalino de 21,78 Dioptrías.

En consecuencia, considerando los valores anteriores para los 2 componentes más importantes del sistema óptico aceptamos

el valor de la potencia total del ojo teórico como (59.44 D) (aprox. 60 D).

En un análisis elemental en parte de la bibliografía se utiliza la aproximación que adjudica $2/3$ de la potencia total del ojo a la cornea y $1/3$ a la lente del cristalino.

Al comenzar éstas consideraciones exponíamos que la refracción del ojo dependía del poder refringente de los dioptrios oculares, esta capacidad en el ojo teórico y su comparación con los datos de Gullstrand ya se han comentado, pero es necesario hacer una breve mención referente a la posición de la retina respecto de los dioptrios, ésta depende de la longitud axial del globo.

La medida de la longitud axial se puede obtener con una precisión de décimas de milímetro; el primer método fue propuesto por Rushton (1938) fue utilizado por varios investigadores durante algunas décadas, destacamos los trabajos de Stenström por estar realizados en una población joven (20 a 30 años) semejante a la de nuestro estudio.

Stenström investigando en 1.000 jóvenes y realizando, además de otras pruebas, la medida de la longitud de eje anteroposterior obtuvo un valor medio de 24 mm. con una desviación estándar de 1.1.

Posteriormente y ya con métodos de biometría actual (Ultrasonidos) se encuentran en la bibliografía los estudios de Kanki y Col (1961) en los que utilizando para la investigación 694 ojos se obtienen valores próximos a 24 mm. semejantes a los estudios precedentes.

En el mismo sentido y para confirmar la hipótesis de los investigadores anteriores, Leary y Sorsby realizan pruebas en una amplia población, en sus conclusiones además de obtener los valores medios de la longitud axial coincidentes con los de Kanki y Col demuestran la eficacia de la técnica que es considerada de alta precisión con errores medios de 0.3 mm.

En 1970, investigadores de gran prestigio en éste campo, Ducke-Elder y Abrams, ratifican con un colectivo amplio que el eje anteroposterior del ojo en un organismo humano vivo mide 24 ± 1 mm.

Para terminar analizamos someramente otro parámetro a tener en cuenta en la refracción de ojo, éste es el diafragma pupilar que influye de forma importante en la visión. La contracción de la pupila (miosis) suprime los rayos marginales, reduciendo aberraciones, y aumentando la profundidad de campo y asegurando una mayor focalización mientras que la dilatación pupilar (midriasis) aumenta la luminosidad aparente del objeto. (Belmonte 1985).

2.3.- Análisis de los diferentes Estados de Refracción

Los valores atribuidos a los diferentes parámetros anatómicos son cifras medias, como es natural los datos biométricos varían de un sujeto a otro. Si todos ellos se combinaran al azar difícilmente hallaríamos un ojo ópticamente normal. Es preciso, pues, suponer que existe un mecanismo que controla la correcta correlación entre los diferentes parámetros que constituyen la refracción ocular.

Este control se conoce como "mecanismo de emetropización". Consiste en coordinar el desarrollo de los distintos componentes del sistema óptico (longitud axial, potencia refractiva de la córnea, del cristalino, profundidad de la cámara anterior, etc...). Muchos estudios epidemiológicos realizados por distintos autores como Post (1971) y Crow (1986) constatan la existencia de éste proceso.

Para empezar, se puede definir la emetropía como el estado refractivo del ojo en el que, con la acomodación relajada, el punto conjugado del infinito está en la retina. O sea la retina está en el plano del foco principal imagen y los objetos lejanos forman su imagen en ella. Es el estado refractivo ideal del ojo.

En consecuencia, el punto remoto de un ojo emétrope está situado en el infinito desde donde los rayos luminosos llegan al ojo paralelos.

En la práctica, sin embargo, se considera que los rayos luminosos procedentes de un objeto situado a 6 metros llegan casi paralelos al ojo por lo que, a partir de dicha distancia, cualquier objeto equivaldrá al punto remoto del ojo.

Por otra parte cuando, por diversas causas, el foco imagen del ojo no coincide con la retina, decimos que dicho ojo es amétrope. En éste caso, la imagen retiniana será imperfecta al estar desenfocada (Gil del Río).

Así pues, si consideramos la forma del fascículo refractado y la posición que la imagen óptica, elaborada por el sistema dióptrico ocular, ocupa con relación a la pantalla retiniana, encontramos dos grupos de ametropías: esféricas ó axosimétricas y cilíndricas o astigmáticas.

En primer lugar consideramos las ametropías esféricas ó axosimétricas, que se caracterizan por que el valor dióptrico de la ametropía es el mismo en todas las secciones meridianas del ojo. En esta forma de ametropía los rayos procedentes de un punto objeto se reúnen en un punto imagen. Las dos formas fundamentales de ametropía esférica son miopía e hipermetropía.

En la primera el foco está situado por delante de la retina y en la segunda por detrás.

En segundo lugar, la ametropía de tipo cilíndrico en las que la refracción del ojo varía en los diferentes meridianos, por lo tanto los rayos procedentes de un mismo punto objeto no van a reunirse en un mismo foco, sino en focos diferentes, según sea el meridiano del ojo que atraviesan. El término astigmatismo se debe a Whewell (1817).

Es interesante puntualizar que en la práctica, las ametropías esféricas se presentan asociadas, con una gran frecuencia, a cierto grado de astigmatismo, éste efecto se ha considerado en nuestro estudio al analizar los diferentes estados de refracción y sus posibles implicaciones en la función visual.

Los criterios para clasificar las distintas ametropías son varios, aunque muchos autores atienden a las causas que producen tales desviaciones. Este es el caso de Weymouth, Hirsch (1980).

Por consiguiente y siguiendo el criterio antes expuesto, llamamos ametropías axiales aquellas que han sido producidas por un aumento o disminución del eje anteroposterior del ojo. En segundo lugar se atiende a las ametropías de curvatura

como aquellas anomalías de la refracción producidas por variaciones más o menos pronunciadas de los medios refringentes del ojo, y por último se consideran ametropías del índice si son producidas por variaciones del índice de refracción de los componentes ópticos del ojo.

Es necesario también el análisis del grado de ametropía, los autores más destacados en éste sentido realizan sus investigaciones ya desde principio de siglo, destacamos los estudios de Jackson (1900), Hirschberg (1912), May (1949) y Duke-Elder (1943).

Por otro lado y desde el punto de vista clínico, es preciso señalar las diferencias fundamentales que existen entre una ametropía débil y una ametropía fuerte, dado que éstas, en particular en el caso de la miopía, pueden basarse en consideraciones anatomopatológicas. Las ametropías elevadas pueden catalogarse como auténticas enfermedades del ojo, en particular, como se ha expresado en el caso de las miopías elevadas.

En consecuencia, es importante recordar que las ametropías podrían considerarse como benigna (Miopía e Hipermetropía) cuando se tratan de variaciones en el estado de refracción inferior a 6'00 dioptrías estas son la resultante de las variaciones normales de los diferentes parámetros anteriormente descritos.

Mientras que las ametropías fuertes, elevadas ó "magna" aparecen como una afección degenerativa y no se pueden explicar como variaciones normales de los diferentes parámetros del ojo, y además existe un claro déficit visual, a la vez que aparecen complicaciones, del fondo de ojo. Estas consideraciones son aceptadas actualmente por todos los investigadores.

Según otro criterio íntimamente relacionado y desde el punto de vista de la longitud axial del ojo, las ametropías se pueden clasificar en ametropías de correlación o fisiológicas y ametropías de composición.

En el primer caso, estamos ante ametropías débiles, en las cuales el valor de la longitud axial se sitúa en los límites normales, entre 22 y 26 mm., estas se explican, por la combinación de los distintos parámetros oculares normales pero, no son compensados por la potencia dióptrica del cristalino. Kanki y Col (1961), Duke-Elder (1970).

Por otro lado en las ametropías de composición, se trata de ametropías elevadas (superiores a 6,00 dioptrías positivas o negativas), están originadas por una anomalía biométrica que generalmente es la longitud del eje anteroposterior del ojo. Duke-Elder (1970).

Según los trabajos De Muelenaere (1970) realizados para conocer la prevalencia de las anomalías oculares se concluye que las ametropías de composición son menos frecuentes que las de correlación y sólo afectan a un 3 % de la población.

2.3.1.- Génesis de los Estados de Refracción del Ojo

La génesis de las ametropías continúa siendo uno de los problemas más discutidos y controvertido. En el transcurso de éste siglo se han realizado innegables progresos y se han emitido muchas teorías; pero, pese a que las aportaciones sobre el tema son cada día más numerosas, la génesis de los estados de refracción del ojo queda sin aclarar, faltándonos todavía un largo camino que recorrer.

Como hemos expuesto al principio de éste epígrafe, se admite la existencia de un mecanismo regulador de la refracción ocular, al que Straub (1909) denominó emetropización y que podría definirse como la tendencia que muestra el aparato óptico ocular hacia la ametropía, por una correlación de los elementos ópticos individuales. Gracias a éste mecanismo, el número de emétropes es mucho mayor y la variabilidad de refracción menor de lo que sería si el estado óptico del ojo dependiese de una combinación al azar de los distintos componentes de la refracción ocular.

Sería interesante encontrar el punto de partida de los estímulos, que provocan la puesta en marcha de éste mecanismo emetropizante, algunos estudios expresan que debe ser la retina; pero hasta la fecha su mecanismo íntimo nos es totalmente desconocido.

En definitiva, el proceso de emetropización del ojo consiste en la armonización de los distintos elementos que intervienen en la refracción y que son interdependientes.

Como es deducible en el estado de la refracción del ojo, la longitud del eje anteroposterior es uno de los parámetro que desempeña un papel importante. La variación de la longitud axial da origen a una ametropía cuando ésta supera la posibilidad de armonización con los otros elementos que intervienen en la óptica ocular.

Los primeros estudios en éste campo se deben a Wessely (1909), que realizó unos ensayos experimentales con el fin de relacionar el desarrollo del cristalino con el crecimiento del globo ocular. Llegó a la conclusión de que un cristalino demasiado pequeño frenaría el crecimiento del ojo.

Posteriormente, Steiger (1913), aportó nuevas ideas basándose en la distribución normal de la curvatura corneal en una prueba realizada en el análisis de 5.000 ojos. Steiger

admitía que, la refracción del ojo, es el resultado de una combinación independiente de sus elementos ópticos y que el valor de éstos era un factor hereditario; es decir, las anomalías de refracción eran variaciones normales fisiológicas y no patológicas.

Otros muchos estudios epidemiológicos se realizaron en estos años así, Wibaut (1926), basando sus estudios en los resultados obtenidos sobre 2.920 ojos de adolescentes en edades comprendidas entre los 12 y los 19 años, puso objeciones a la teoría de Steiger afirmando que, en la práctica, existen muchos más emétopes que lo que aquella teoría predice (2,9 veces mayor), pues la curva de frecuencia de los estados de refracción del ojo, más que ser normal, nos muestra un pronunciado exceso positivo.

Este mismo autor, en 1932, y aprovechando el material de 75 ojos de Zeeman (1911), demostró la existencia de correlaciones cruzadas: refractivas, potencia del cristalino, curvatura corneal y potencia total del ojo. Por eso llegó a la conclusión de que se trataba de variables relacionadas entre sí y no independientes, y que el exceso en la curva de frecuencia de la refracción era el resultado de una correlación entre la potencia dióptrica total y la longitud axial. Pero insistió en la importancia del cristalino en el proceso de emetropización.

Sin embargo, Tron (1929) aceptó en gran parte la teoría de Steiger añadiendo sus propios datos a los de Zeeman y a los de Averbach (1909), y con éste material combinado de 200 ojos, llega a la conclusión de la existencia de una distribución normal en todos los elementos ópticos, excepto la longitud axial del globo ocular, pero descubre también que ésta última se hacía normal si se excluían las miopías elevadas.

A pesar del hecho de que la longitud axial del ojo parecía estar relacionada con el estado de refracción no podía ser el único factor determinante, porque el coeficiente de correlación era sólo de 0,65. Puesto que la correlación entre la potencia dióptrica total del ojo y su refracción era significativa, llegó a la conclusión de que la ametropía no tenía un origen axial ó refractivo, sino una combinación entre ellos. Redundando, así en las conclusiones de otros autores.

Berg (1931), afirmaba que Steiger fue demasiado lejos en sus deducciones ignorando las fronteras biológicas en el campo de la refracción. Estudiando a fondo los datos que pocos años antes había aportado Tron, demostró que la correlación entre la longitud axial y la curvatura corneal para todas las formas de refracción combinadas, aumentaba considerablemente cuando la correlación era determinada en series con la misma refracción; el aumento era inferior en las miopías elevadas y todavía menor en las hipermetropías fuertes.

Como resultado de sus estudios, Berg llegó a la conclusión de que los ojos estaban compuestos, al menos, por tres grupos biológicamente diferentes y con correlaciones esencialmente distintas entre los elementos ópticos.

En definitiva, la distribución de la refracción es en parte el resultado de correlaciones existentes y, parcialmente, una consecuencia de un material no homogéneo.

Por tanto el estado de refracción de un ojo está determinado por muchos componentes variables, y, según Duke-Elder (1963), la longitud axial del ojo no ofrece una importancia específica determinante, en la frecuencia de los pequeños y medianos errores de refracción, pero sí en los elevados grados de miopía e hipermetropía.

Fue por tanto demostrado que la refracción total del ojo queda prácticamente determinada por la relación recíproca entre cuatro componentes principales e individuales, que hacen que aquella sea en realidad una relación entre varias variables. Los cuatro componentes principales son: la longitud axial, la potencia dióptrica corneal, el efecto óptico del cristalino y la profundidad de la cámara anterior.

Estudios posteriores analizan distintos aspectos y buscan posibles asociaciones. Son destacables las investigaciones de

Grieten y Weekers (1962) que llegan a la conclusión de la inexistente correlación entre el diámetro corneal y el grado de ametropía.

Respecto a las variaciones del poder refractivo de la córnea los primeros estudios referenciados se deben a Steiger, quién demostró que los valores para la potencia corneal oscilaban entre 39 y 47 dioptrías, señalando que la frecuencia de distribución seguía una curva binominal. Son muchos, los autores que posteriormente, han confirmado la teoría de Steiger.

Profundizando en otros aspectos destacamos los trabajos que sobre biometría de la cámara anterior han realizado diversos autores, entre ellos Weekers, Delmareelle, Collignon y Luicky (1975) que demuestran la existencia de una correlación positiva entre el diámetro corneal y el radio de curvatura.

Las investigaciones para determinar la medida de la profundidad de la cámara anterior presentan resultados con amplias variaciones. Tron (1929) dio una variación entre 2,16 mm. y 5,05 mm., y además concluyó que la profundidad de la cámara anterior no desempeña un papel importante en la refracción del ojo. En contra de ésta tesis, Sorsby propone considerar la variación observada ya que ésta es altamente significativa.

Respecto a las variaciones del poder dióptrico del cristalino que oscilan entre 14 y 15 dioptrías cuando las medidas son tomadas en el aire, hay bastante acuerdo en la bibliografía así lo confirman los trabajos de Averbach, Seeman (1911), Tron (1934) y Sorsby (1953) además concluyen que las variaciones están distribuidas según una curva binominal.

Posteriormente los estudios de Lucky y Weekers (1966 y 1971) han comprobado un crecimiento del cristalino de tipo casi lineal e idéntico en los tres tipos de refracción. Así, estos autores estudian las variaciones del espesor del cristalino, en función del estado de refracción.

En los últimos años, los trabajos de Stenström han sido confirmados por otros autores, anotando las correlaciones existentes entre los distintos parámetros del globo ocular. El citado autor llega a las siguientes conclusiones:

- Existe una correlación importante entre la longitud axial del globo ocular y su refracción ($r = 0,76$).
- También hay una correlación entre el radio de curvatura corneal y la longitud axial del ojo ($r = 0,31$).
- Una correlación entre la profundidad de la cámara anterior y la refracción del globo ocular ($r = 0,34$).

- Existe una correlación entre la potencia dióptrica total y la longitud axial ($r = 0,44$).
- Una débil correlación entre la potencia refringente total del globo ocular y la refracción ($r = 0,10$).
- Una débil correlación entre la potencia de la córnea y la refracción del ojo ($r = 0,18$).

Las modificaciones que experimenta cada uno de los componentes individuales de la refracción en el transcurso del desarrollo del globo ocular resultan ser menores que en la mayoría de las otras partes del organismo; pero, aunque pequeñas, son suficientes para producir por sí solas, aunque actuasen al azar, importantes variaciones en la refracción total del ojo.

Si consideramos, que cada milímetro de longitud axial equivale a un cambio refractivo del ojo de 3 dioptrías, y si tenemos en cuenta que la longitud anteroposterior del ojo es en el momento del nacimiento de 16 mm. y en el adulto de 24 mm. lo que supone un aumento de 8 mm., ello significa que el simple aumento de la longitud axial origina una modificación de, por lo menos, 24 dioptrías de miopía. Por tanto, durante el crecimiento tienen que ocurrir importantes cambios en el

segmento anterior del ojo para mantener un estado de refracción emetrópica.

El crecimiento del ojo resulta ser un proceso altamente correlativo, y lleva consigo grandes cambios. Estos hechos llevan a Sorsby (1962) a la conclusión de que el ojo es un órgano correlativo y no una mera combinación de componentes variables libres.

El aumento del eje anteroposterior del ojo motivado por el crecimiento de éste originaria, como ya hemos señalado, una miopización del ojo; pero dicho crecimiento también produce otras modificaciones en los componentes ópticos del ojo que tienden a disminuir la refracción miópica consecutiva al aumento axial, como ocurre con el cristalino, que como consecuencia de su aumento de tamaño se va haciendo más plano, disminuyendo, por tanto, su potencia dióptrica.

Este aplanamiento ha sido atribuido a la elongación que sufre la lente por el estiramiento que experimente periféricamente al sufrir el cuerpo ciliar un ensanchamiento por crecimiento. Por otra parte, a medida que el ojo aumenta de dimensiones, la córnea va aplanándose, con lo que disminuye su refracción total. A estos factores compensadores de la miopía por crecimiento axial hay que añadir el derivado del aumento de la profundidad de la cámara anterior. Luicky (1975).

Como consecuencia de los trabajos realizados Sorby (1962), declara que las ametropías comprendidas entre +4,00 y -6,00 dioptrías no son más que unas variantes de la emetropía.

Otros autores como Van Alphen (1961), ha estudiado el problema de las correlaciones y distribución de los diferentes elementos que componen la refracción ocular. Van Alphen a la vista de trabajos anteriores y de sus observaciones personales desarrolla una nueva teoría:

El análisis de las correlaciones simples entre los elementos de la refracción ocular (potencia dióptrica total, longitud axial, profundidad de la cámara anterior, potencia dióptrica de la córnea y potencia dióptrica del cristalino) muestra que diez correlaciones están fundadas sobre tres factores básicos.

El origen de la emetropía o ametropía, es decir, el estado de refracción del ojo, debe ser investigado en un proceso de autofocalización del ojo. El tono del músculo ciliar es controlado por centros nerviosos superiores, lo que permite al ojo normalmente hipermetrope del recién nacido distenderse, y con el tiempo llegar a adquirir un tamaño del eje anteroposterior que corresponda a la potencia dióptrica total del ojo.

Los factores que desencadenan éste mecanismo pueden ser orgánicos, esto es, localizados en diferentes puntos (córnea,

vías ópticas, cerebro, etc.), ó funcionales (sistema autónomo, factores psicológicos ó factores psicosomáticos, stress).

Las ideas de Van Alphen representan los conceptos mayoritariamente admitidos en la actualidad, pues explican problemas refractivos tan interesantes como el de la miopía por astenopía.

Comenzamos en las siguientes páginas unos breves comentarios de los diferentes estados de refracción.

Según la definición de Millodot, (1986) en su diccionario de optometría, la miopía es una anomalía de la refracción en que, ya sea por una excesiva longitud del eje ocular, ya por un excesivo valor refractivo de los dioptrios oculares, o bien por ambos factores a la vez, los rayos que llegan paralelos al ojo forman el foco por delante de la retina, por lo que es necesario que, para que se formen sobre dicha pantalla, incidan en cierto grado de divergencia, siendo ésta tanto mayor cuanto mayor sea el grado de miopía.

Por tanto, el punto remoto del ojo miope está situado entre el infinito y el ojo del sujeto.

El concepto de miopía ha sufrido variaciones en el transcurso de los años, primitivamente sólo existía la idea de

que ésta anomalía de la refracción era debida a una exagerada longitud del eje ocular y se consideraba que la potencia de los dioptrios oculares permanecía constante.

En cambio, las teorías modernas establecen, que el estado de refracción de un ojo está determinado por variaciones, tanto de la longitud axial como de la potencia de los dioptrios.

La primera referencia encontrada es de 1611, Juan Kepler supuso que la miopía era debida a que los rayos procedentes del infinito formaban su foco por delante de la retina. Posteriormente, la idea de Kepler fue confirmada por Plempius (1632) con la demostración anatómica de que el ojo del sujeto miope es más largo que el del sujeto normal.

Artl dio a conocer, en 1858, la forma de pera de los ojos enucleados afectos de miopía elevada, así como su adelgazamiento posterior.

En el mismo año, Donders comprobó que la refracción de la córnea no variaba directamente con el estado de refracción ocular, por lo que daba a las dimensiones del eje el factor determinante principal de la refracción del ojo.

En 1895, Shnabel puso de manifiesto que la longitud del eje del ojo emétrope y del miope débil son del mismo valor, en tanto que la del miope elevado es una longitud mucho mayor.

Sobre la frecuencia de la aparición de la miopía es de destacar la influencia racial. Así muchos estudios demuestran un elevado porcentaje de esta ametropía en las poblaciones de China, Japón, India y en los países de Europa, su relativa rareza en los negros de Africa (0,14 % en Gabón) y su aún mayor infrecuencia entre los indios mexicanos (0 % en los indios de raza pura).

La incidencia de un componente hereditario en la aparición de la miopía es clara, si bien hay que diferenciar entre las distintas formas de miopía.

La miopía débil, al igual que la hipermetropía ligera, debe ser considerada como una variante, dentro de los límites normales, de la distribución binomial (Steiger, 1913), es decir, una combinación de varias constantes ópticas, que a su vez dependen de varios factores genotípicos.

Para Klein y Franceschetti, la miopía débil es un estado resultante de diversos factores aislados, condicionados por la herencia.

En cambio, la miopía elevada o degenerativa es generalmente evolutiva, siendo menos frecuente que el tipo de miopía simple. Las miopías superiores a -6,00 dioptrías no representan más que el 3,0 % del total de ojos miopes. La herencia en la miopía elevada está demostrada por el estudio de los gemelos. En la aparición de la miopía no sólo intervienen factores hereditarios, sino también factores ambientales.

A este respecto hay que considerar el papel del músculo ciliar y del cristalino, que tienden a compensar los efectos del crecimiento de la longitud axial. Así, la diferencia de desarrollo entre el músculo ciliar e incluso de la coroides varios años después del nacimiento del sujeto miope resultan de gran interés como bases determinantes del estado final de la refracción total del globo ocular.

En un estudio realizado por Sato (1957) constata un aumento del porcentaje de los niños miopes en las escuelas japonesas pasando del 15 % en 1914 al 45 % en 1957, este hecho es interpretado como una evidencia de la influencia de factores ambientales pues tal variación es inexplicable teniendo en cuenta solo factores genéticos.

Otros autores como Weekers (1956) emite una hipótesis semejante considerando una predisposición genética y ratifican-

do que la evolución de la ametropía depende de factores externos.

Es de gran interés el estudio de la miopía que aparece cuando el niño o el joven realiza sus estudios, el exceso de convergencia y acomodación en distancia próxima, considerados como factores mecánicos de trabajo próximo da lugar a anomalías en el sentido de miopización, ésta hipótesis fue defendida por (Savolyuk 1968).

De ahí, que por algunos autores se recomiende evitar un trabajo excesivo en visión próxima en la edad preescolar y la primera parte de la escolar. Según Furuhashi, la influencia del ambiente varía según que exista o no una predisposición a la miopía; de acuerdo con ello, una persona que no tenga predisposición a la miopía podrá contraer una miopía de hasta - 1,75 dioptrías, en tanto que una persona con predisposición a estas ametropías podrá adquirir una miopía de hasta - 5,50. Es por tanto la unión de ambas circunstancias lo que produciría una ametropía elevada.

Algunos autores especulan respecto al hecho de que ciertas personas que trabajan intelectualmente padezcan una miopía con más frecuencia, hay que tener en cuenta que parece existir una correlación entre la miopía y la inteligencia; el hecho de que entre los trabajadores intelectuales aparezcan con más

frecuencia casos de miopía podría deberse a que estando el punto próximo y punto remoto en estos sujetos está cerca del ojo, les incita a la realización de trabajos a corta distancia, es decir que en estos casos la miopía influiría en la elección de trabajos en visión próxima, o trabajos intelectuales; y a la inversa.

Por otra parte, para el estudio de las formas clínicas en las que la miopía se presenta en la práctica, se acostumbra dividirla en dos tipos fundamentales: congénita y adquirida.

El tipo congénito presentará ciertas características, tales como una longitud axial aumentada, un fondo de ojo deteriorado, en tanto que a la miopía adquirida se le atribuye una longitud axial normal y escasas o nulas alteraciones de fondo de ojo. Pero la realidad demuestra que no están tan bien delimitadas, sino que, por el contrario existen un gran número de casos intermedios.

Comentamos en este estudio dos tipos de miopía adquirida, el más frecuentemente se presenta en la época del crecimiento y progresa de una manera constante y uniforme, alcanzando sólo excepcionalmente las 10,00 dioptrías. Un segundo tipo de miopía adquirida es la que aparece tardíamente, una vez terminado el crecimiento físico, sin llegar a alcanzar grados elevados, y que estará determinada por factores ambientales.

Respecto a la causa de la aparición de una miopía tardía, debemos señalar que, teniendo en cuenta que a esa edad no es concebible un alargamiento del eje anteroposterior del ojo, ni tampoco una modificación sustancial del radio corneal, pues las variaciones que estas magnitudes pueden sufrir en el adulto son insignificantes, debemos suponer que la causa de este tipo de miopía debe ser debida al cristalino y que el aumento de la potencia dióptrica de éste sería producido principalmente por un aumento del índice de refracción de las capas periféricas y de su núcleo, ya que un aumento de la curvatura de sus caras parece menos probable.

La segunda anomalía refractiva, de gran importancia, en cuanto a número de sujetos afectados es la hipermetropía, anomalía de la refracción axosimétrica, resultante de una incongruencia entre la potencia de los dioptrios oculares y la longitud axial ya sea por disminución de uno de ellos, ya por defecto de los dos a la vez. Consecuencia de ello será que los rayos que llegan al ojo procedentes del infinito, tienen su foco detrás de la retina. El punto remoto en la hipermetropía, está situado por detrás del ojo, (remoto virtual). Millodot (1986).

Por tanto, si un objeto situado en el infinito se fuera acercando poco a poco al ojo, sería visto cada vez más borroso, ya que su imagen retiniana se iría desenfocada progresivamente.

Cuanto más divergentes sean los rayos que inciden en el ojo, más atrás de éste formarán la imagen después de sufrir la refracción en los dioptrios oculares, y en consecuencia, mayor será el círculo de difusión. Por ello, si el sujeto hipermetrope no acomoda, no puede ver bien ni de lejos ni de cerca.

Para que los rayos luminosos procedentes de un objeto situado en el infinito (sin hacer intervenir a la acomodación) formen su imagen en la retina, es preciso que incidan en el ojo con cierto grado de convergencia, que es lo que ocurre con la interposición de una lente convergente.

Es frecuente, en la hipermetropía en general y en las formas más elevadas en particular, que se produce un acortamiento del eje anteroposterior del globo ocular.

A éste respecto, Friedmann (1968), en sus trabajos sobre el tema, encuentra una correlación de $-0,71$ entre el grado de hipermetropía y la dimensión del eje anteroposterior del ojo.

De igual manera, Francois y Goes (1970) hallan una longitud media de 20,32 mm. para el eje anteroposterior en los ojos de un grupo de hipermetros de más de 6,00 dioptrías, por consiguiente según los autores, una dioptría de hipermetropía corresponde a un acortamiento de 0,4 mm. en la longitud axial del ojo.

Por otro lado, los trabajos realizados por distintos autores parecen demostrar que existe un retraimiento del vítreo en la hipermetropía. El grado de ésta, como ya se ha comentado, estaría determinado por el acortamiento del segmento posterior del globo ocular.

En la hipermetropía ligera, como en general en las ametropías débiles, no existe correlación entre el radio de curvatura corneal y la longitud del eje anteroposterior del ojo. Pero además, ésta correlación es muy pequeña o nula en el caso de hipermetropías elevadas.

Estudios posteriores referidos a la distancia entre cornea y cara anterior de cristalino exponen que el ojo hipermetrope presenta una profundidad media de la cámara anterior inferior a la del globo ocular emétrope, dato predecible si el tamaño general del ojo era disminuido.

En el mismo sentido, Stenström (1946) ha encontrado una correlación de $r = -0,34$ entre la profundidad de la cámara anterior y la refracción. Observa una profundidad pequeña en la hipermetropía de 3,00 a 4,00 dioptrías. Más allá de estos valores, se encuentran las cifras semejantes que en ojos emétropes.

Por el contrario, los trabajos realizados por diversos autores, entre los que podemos citar: Horstmann (1879), Platenga (1898), Awebach (1900), Zeeman (1911), Raeder (1922), demuestran una cámara anterior menos profunda entre 0,06 y 0,37 mm. en la hipermetropía en comparación con los valores del ojo emétrope. Esta diferencia no se observaría mas que a partir de la adolescencia. Respecto al espesor del cristalino en la hipermetropía, son pocos los estudios realizados, los que se conocen dan valores de espesor iguales que para el ojo emétrope.

En definitiva, la hipermetropía puede ser originada por un acortamiento del eje del ojo (hipermetropía axial), por una disminución de la curvatura normal de la cornea es decir aumento del radio de curvatura (hipermetropía de curvatura); estos valores biométricos dan como consecuencia que variaciones que de 1 mm. del radio de curvatura corneal provoquen 6,00 dioptrías de hipermetropía.

Otra causa debida al poder refringente de las lentes es una disminución de la curvatura de las caras del cristalino a éste factor se debe la hipermetropía del anciano consecuencia de un aplanamiento progresivo del cristalino por el aumento creciente de sus capas a lo largo de la vida (Ivanoff).

Por último, considerando los índices de refracción, se ha demostrado que una disminución del índice del cristalino y humor acuoso ó un aumento del índice de refracción del vítreo dan lugar a una hipermetropía del índice.

Gernet (1965) divide la hipermetropía en tres grupos, según los elementos del sistema óptico implicados; en hipermetropía simple debida a un acortamiento del vítreo. Es la forma más frecuente de hipermetropía; hipermetropía compuesta, se produce por un acortamiento del vítreo y un aplanamiento de la cornea e hipermetropía mixta, donde la cornea es plana y el vítreo más largo o viceversa.

Por otro lado, la frecuencia de ésta ametropía es muy variable en función de la edad esto es debido a que normalmente, el niño nace hipermetrope, y el valor de ésta hipermetropía es de aproximadamente 2,00 dioptrías (lo mismo ocurre en la mayor parte de los animales); progresivamente, la refracción tiende a la emetropía, como ya se ha comentado en éste documento, parece que el equilibrio de crecimiento está regulado por la retina, hecho aún no demostrado científicamente.

La hipermetropía estará, por tanto, sujeta a variaciones con el crecimiento del sujeto; cuando éste cesa, el ojo conserva sensiblemente la misma refracción durante toda la

vida. Sin embargo, en la vejez, la refracción del ojo tiende a la hipermetropía, es decir, el emétrope se hace hipermétrope, el miope disminuye de valor, y el hipermétrope aumenta su defecto.

A este respecto, Donders, estableció unos valores medios en función de las edades, por el contrario Yves Le Grand considera que los valores no son constantes y en consecuencia no pueden ser generalizados.

Al estudiar el papel de la herencia en la hipermetropía, destaca, que la influencia de los factores ambientales es mucho más escasa que en una miopía. Un estudio realizado por Krüger en 1937, en una muestra de gemelos evidencia éste hecho.

Respecto a la frecuencia del grado de ametropía es interesante conocer la mayor parte de los ojos hipermétropes son inferiores a 5,00 dioptrías, pero excepcionalmente vemos hipermetropías mayores de 10,00 dioptrías, y hasta se ha citado algún caso superior a 20,00 si bien se trata de ojos apenas desarrollados.

En nuestro estudio es importante conocer cual es el estado refractivo base y su sintomatología respecto a la distancia próxima e intermedia por tanto, si el sujeto hipermétrope carece de acomodación la agudeza visual es siempre mala, tanto

de lejos como de cerca. Por consiguiente, podemos decir que la agudeza visual del hipermetrope varía con la edad del sujeto y con el grado de la anomalía.

Si el hipermetrope es un sujeto joven y su ametropía es inferior a 3,00 dioptrías, puede ver bien de lejos y de cerca. De lejos ve de una manera nítida porque pone en juego la acomodación, neutralizando de esta manera el valor de la hipermetropía, y de cerca porque tiene el suficiente poder acomodativo de reserva para que, mediante un esfuerzo, además de neutralizar el defecto, aumente en otras 3,00 dioptrías que son necesarias para poder ver de una manera clara a la distancia de 33 cm. Por tanto, si el joven hipermetrope dispone de una acomodación máxima de 6,00 dioptrías, para valores de hipermetropía inferiores a 3,00 dioptrías, podrá ver nítidamente de lejos y de cerca.

Si tenemos en cuenta que el hipermetrope tiene que poner en juego el mecanismo acomodativo para ver bien de lejos, ello supondrá, aun en estado de reposo, un trabajo constante del músculo ciliar, por lo que en visión próxima el esfuerzo acomodativo tiene que ser mucho mayor. Por tanto, la visión supondrá un esfuerzo mayor que al emétrope.

Al disminuir la amplitud de acomodación con la edad, la repercusión en el hipermetrope es más manifiesta y por tanto

en estos sujetos la sintomatología es acumulativa. Cuando el sujeto hipermetrope tiene un defecto de un valor superior a su capacidad de acomodación, verá mal de lejos y mucho peor de cerca (Hirsch, 1958).

El síntoma subjetivo más característico de la hipermetropía no corregida es el trastorno visual producido por el esfuerzo, más o menos grande, a que somete su acomodación y que trae consigo la aparición de la llamada ASTENOPIA ACOMODATIVA, originada por un cansancio ocular. A esta fatiga se le pueden añadir dolores oculares y cefaleas. En casos excepcionales, se puede producir incluso náuseas. A esta astenopia se le puede asociar un ardor en los ojos, y en algunos casos visión borrosa al ceder la acomodación por efecto de la fatiga (Maddock, Millodot, 1981).

Como el esfuerzo acomodativo que tiene que hacer el hipermetrope es más pronunciado en visión próxima que en visión lejana, la astenopia se presentará más fácilmente cuando el paciente realiza un trabajo cercano. Puede presentarse también en visión lejana si el sujeto la mantiene fija durante largo tiempo.

El excesivo y constante esfuerzo acomodativo puede producir, en determinadas ocasiones, un importante estímulo de la convergencia de los globos oculares y como consecuencia, dar

origen a trastornos de la visión binocular tales como heteroforias o tendencia a estrabismos, estos últimos en sujetos adultos son mucho menos frecuentes debido a un alto desarrollo del poder de fusión. (Charman, 1982) (Rosner J, 1989)

En los hipermétropes se agudizan los efectos producidos por la edad en los que la amplitud de acomodación disminuye y las relaciones entre la acomodación y la convergencia son muy estrechas; la amplitud relativa de acomodación no puede compensar el trastorno de la convergencia y por tanto entre los 30 y 40 años, al disminuir la acomodación, aparecen los trastornos típicos de la endoforia y exoforia. Las investigaciones de Hugonnier (1977) y Raab (1984) confirman éste hecho.

Respecto a la relación de la hipermetropía con los otros estados de refracción es destacable la asociación frecuente con el astigmatismo. Esta unión puede lugar a conjuntivitis y blefaroconjuntivitis crónica, debido a que la congestión del interior del globo ocular, por excesivo trabajo del músculo ciliar, se extiende a la conjuntiva y párpados, y facilitando las inflamaciones crónicas de dichos anexos oculares que son muy resistentes a los tratamientos ordinarios y que ceden con facilidad al ser tratados con compensación óptica.

En éste sentido se expresan los trabajos de Salzer (1911) que en un estudio anatómico en ojos hipérmegos encontró

importantes variaciones respecto a otros estados de refracción, llama la atención el excesivo desarrollo del músculo ciliar, el cual presenta una riqueza exagerada tanto de fibras anulares como de fibras longitudinales.

A causa del constante esfuerzo acomodativo, hay que distinguir en el sujeto hipermetrope varias clases de hipermetropía: si un sujeto hipermetrope tiene una agudeza visual mala para los objetos lejanos (sin lente compensadora), quiere decir que, a pesar del esfuerzo acomodativo máximo, no ha llegado a compensar su ametropía en visión lejana. Si a dicho sujeto le vamos interponiendo lentes positivas, aumentando progresivamente su potencia, llegará un momento en que comenzará a ver claramente los objetos (en este momento el esfuerzo acomodativo máximo hace que los objetos se formen sobre la retina), recibiendo la denominación de hipermetropía absoluta, la que corrige la lente más débil que asegura el máximo de agudeza visual.

Si en la experiencia, continuamos aumentando la potencia de la lente correctora, la agudeza permanecerá invariable, en tanto que el esfuerzo acomodativo irá disminuyendo a medida que la lente compensadora es más fuerte, hasta llegar a cierto límite, a partir del cual la agudeza visual comienza a decrecer. Recibe la denominación de hipermetropía manifiesta la que corrige la lente de máximo valor dióptrico.

Consecuentemente, se llama hipermetropía facultativa la diferencia entre la hipermetropía manifiesta y la absoluta.

Como ya se ha expuesto, en el sujeto hipermetrope joven, el músculo ciliar se encuentra en un estado de contracción permanente, lo que trae consigo su incapacidad para relajar de una manera completa su acomodación, así, la hipermetropía manifiesta no será el valor real de la ametropía que correspondería a una refracción estática igual a cero.

Schröder y Daniel dieron en 1883 la relación entre la hipermetropía manifiesta y la total en las diferentes edades del sujeto: sería de un tercio por debajo de los quince años, de un medio hacia los veinte, y se aproximaría a la unidad hacia los cuarenta.

El último estado de refracción que analizamos es el astigmatismo, el término se debe a Whewell (1817) y significa sin punto.

El astigmatismo es una anomalía de la refracción del ojo caracterizada porque su forma geométrica no es de revolución, así la curvatura de sus dioptrios será diferente de los distintos meridianos y, en consecuencia, el valor dióptrico será diferente para distintos meridianos.

Esta ametropía empezó a estudiarse de una forma profunda a principio de siglo con la introducción del queratómetro, instrumento que permite la medida del radio de curvatura de los diferentes meridianos corneales de manera exacta. Duke - Elder (1932), Eskridge (1958) y otros muchos investigadores realizaron interesantes estudios de ésta anomalía. Debemos destacar aquí los trabajos del profesor español Manuel Márquez, que contribuyeron a evidenciar la importancia clínica del astigmatismo.

Como consecuencia de ésta anomalía un haz de rayos luminosos homocéntricos, al sufrir la refracción en un ojo astigmático, pierde tal propiedad para convertirse en heterocéntrico así, los rayos luminosos procedentes de un punto objeto no se reúnen en un solo punto imagen después de sufrir la refracción en los dioptrios oculares.

Desde el plano teórico decimos que un ojo es astigmático cuando los rayos procedentes de un punto y que dicho ojo fija son refractados de tal modo que todos pasan describiendo una recta perpendicular al eje anteroposterior (primera línea focal) atravesando seguidamente otra similar (segunda línea focal), cuya dirección es perpendicular a la primera línea focal. La sección perpendicular al eje entre las dos líneas focales a través de este haz de rayos es elíptica y hay un lugar preciso entre estas dos líneas focales en que la sección

es circular (círculo de menor difusión o circunferencia de mínima distorsión), siempre que la pupila sea también circular.

Existe una diferencia fundamental entre el astigmatismo y las ametropías esféricas desde el punto de vista del enfoque de los objetos; en las ametropías esféricas, el ojo puede ser enfocado sobre los objetos, haciendo intervenir la acomodación o variando la distancia, en tanto que en el astigmatismo el ojo no puede estar perfectamente enfocado a ninguna distancia, ya que a un punto objeto jamás corresponde un punto imagen, sino que, como ya hemos visto, los rayos procedentes de un punto van a pasar por dos líneas focales que están separadas por cierta distancia (intervalo focal de Sturm) (1967).

Por tanto, la potencia dióptrica en el astigmatismo varía de una manera continua en los diferentes meridianos del ojo, desde un mínimo hasta un máximo, y así, todo astigmatismo, cualquiera que sea su forma -con excepción del irregular-, puede ser expresado por una diferencia de refracción entre estos dos meridianos que son perpendiculares entre sí.

El valor del astigmatismo viene representado por la diferencia del valor dióptrico de los meridianos principales, y su posición por la de estos meridianos. El valor dióptrico variará en los diferentes meridianos de acuerdo con la fórmula

$$D_m = D \sin^2$$

Muchos son los estudios actuales sobre el astigmatismo destacamos los realizados por Rengstorff (1965, 1971, 1976, 1977), Satterfield (1989), Saunders (1981, 1984), Sorsby (1957, 1960, 1961, 1962, 1970) por la entidad de las poblaciones utilizadas.

En el estudio del astigmatismo es importante el concepto de círculo de menor difusión de un fascículo, éste es la sección circular del fascículo por un plano perpendicular al rayo medio, ésta sección está situada entre las dos líneas focales. Para pupilas de entrada de 4 mm., el círculo de menor difusión da la impresión de una imagen puntual, lo que quiere decir que los astigmatismos inferiores a 0,15 dioptrías se consideran emétopes.

La visión del astígmata es defectuosa tanto en visión lejana como en visión próxima, pero en ésta última el astigmatismo puede sufrir una reducción más o menos grande. Ese hecho lo confirma la práctica, pues los sujetos que padecen un astigmatismo débil algunas veces no quieren utilizar sus lentes compensadoras para la visión próxima. (Percibal, 1928).

Muchos autores destacan la influencia del astigmatismo no corregido, o defectuosamente compensado con una serie de trastornos subjetivos, que en determinados casos pueden adquirir gran intensidad. (Wang, 1983) (Millodot, Thibault

1985). Entre los síntomas se puede destacar la astenopía acomodativa, con la particularidad de presentarse con gran frecuencia en astigmatismos débiles, dato explicable si consideramos que el sujeto trata de autocorregir estos pequeños defectos mediante esfuerzos acomodativos asimétricos. (Lansche, 1966).

Como consecuencia de este mecanismo autoregulator se producirán procesos de conjuntivitis, blefaritis, cefaleas, náuseas, vértigos y desviaciones binoculares; la sintomatología aumentará igualmente con el trabajo prolongado, o con trabajos que requieren un gran esfuerzo visual. Es imprescindible una correcta compensación óptica para anular estos trastornos Hofstetter (1945), Keating (1976).

La acomodación de ojo astigmático producirá modificaciones de las líneas focales en relación con la posición de la pantalla retiniana. Estas modificaciones dependen, de la asociación con otros estados de refracción del ojo (miope, emétrope o hipermétrope). En visión lejana el astigmata-miope, al acomodar, aumentará la borrosidad de la imagen retiniana, ya que al no existir una acomodación negativa no puede acercar la imagen a la retina.

Si se trata de un astigmata hipermetrópico, entonces se puede proyectar sobre la retina una de las líneas focales, o

el círculo de menor difusión. Según afirmó en 1925 W. Swaine, un enfoque sobre este círculo de menor difusión sería inestable, y el individuo coloca una de las focales sobre la pantalla retiniana, con preferencia la focal vertical, que resulta más ventajosa en visión binocular.

Otras investigaciones posteriores avalan ésta tesis Halldén, Henricsson (1974) y Garber (1985) estudian en profundidad la relación del astigmatismo con otras ametropías.

2.4.- Mecanismo de Acomodación

La posibilidad de enfocar un objeto, a una distancia inferior a 6 metros, exige la presencia de un mecanismo que aumenta el poder dióptrico del sistema de lentes del ojo. La acomodación o propiedad de enfoque del ojo por modificación de la forma del cristalino es lo que hace del globo ocular un aparato óptico distinto a los demás, pues en éstos el mecanismo de enfoque se realiza por variación de la longitud axial en tanto que en el ojo ésta magnitud permanece invariable.

Desde 1619 que Scheiner demostró que, la acomodación no es una ilusión psicológica, sino un cambio físico en la marcha de los rayos dentro del ojo, en contra de la teoría de Kepler (1611) que consideraba que el cristalino para el acto acomodativo sufría un desplazamiento; son muchas las investigaciones que ayudaron a aclarar el proceso.

La acomodación permite al ojo de una manera automática, ver los objetos de forma nítida cualquiera que sea su distancia, pero no verlos de forma simultánea. Esta capacidad de enfoque se puede aplicar a todas las distancias comprendidas entre dos puntos: remoto y próximo.

La posibilidad de incrementar el ojo su sistema dióptrico es limitada, existiendo un punto más cercano a partir del cual no pueden formarse imágenes enfocadas sobre retina. Este punto

se le denomina punto próximo. El punto más alejado donde un objeto puede ser visto con nitidez constituye el punto remoto. Este punto se encuentra situado en el infinito en el ojo emétrope. (Mac Gillaury, 1858).

El espacio comprendido entre el punto remoto y el punto próximo recibe la denominación de recorrido de la acomodación y su valor se expresa en metros. La inversa del recorrido de la acomodación es la amplitud de acomodación se expresa en dioptrías. (Fincham, 1958).

Si se representa por A_m el valor máximo de acomodación, por P el próximo y por R el remoto, se tiene:

$$A_m = 1/R - 1/P$$

En tanto que el remoto R está bien definido por la ausencia de toda acomodación estando el ojo en un reposo estático (que puede ser obtenido fácilmente con medicamentos, como, por ejemplo, la atropina), la acomodación es un esfuerzo dinámico variable, y por tanto, el próximo P dependerá de los diversos factores, como son la fatiga y, en particular, la convergencia binocular de los ejes de los dos ojos. (Alpern, 1960).

En la práctica, un individuo solamente es capaz de sostener durante largo tiempo acomodaciones inferiores en valor a $2/3$ ó $3/4$ de la amplitud de la máxima de acomodación (A_m).

Por otro lado, la capacidad de acomodación del ojo, como se ha visto, es limitada y además disminuye al aumentar la edad del individuo.

Donders, realizó un estudio comparativo de los resultados obtenidos en personas de distintas edades, de lo que se dedujo una ley: si representamos por A_m la amplitud máxima de acomodación y por E la edad del individuo, tenemos:

$$A_m = 12,5 - 0,2 E$$

En el niño, la potencia dióptrica del ojo puede ser aumentada en unas 14 dioptrías, lo que coloca al próximo a 7 cm. del ojo. Con el crecimiento, ésta amplitud de acomodación comienza a decrecer, y a los 36 años se ha reducido a unas 7 dioptrías. A los 45 años, la amplitud de acomodación es de 4 dioptrías, y a los 60 años, de 1 dioptría.

Se observa que la disminución más importante del poder acomodativo está situada entre los 20 y los 40 años. Tal decrecimiento en aquella época no suele ir acompañado de molestia alguna, pero si explica una posible aparición en aquellas edades de descompensaciones o trastornos de la visión binocular, heteroforias o insuficiencia de la convergencia.

En la actualidad parece estar demostrado que la posición del punto próximo no es fija, cualquiera que sea la posición

de la mirada, sino que varía con ésta. Fue Sach (1950) el primero que estudió esta variación y descubrió que, cuando, a la misma distancia se observaban optotipos hacia arriba y hacia abajo la acomodación no tenía los mismos valores.

Ripple, (1952) ha determinado el punto próximo, actuando sobre 56 individuos normales, en las diferentes direcciones de mirada, llegando a la conclusión de que el ojo acomoda mejor cuando mira hacia adentro, y comprobando lo contrario hacia arriba y hacia fuera. Estudios recientes como los desarrollados por Lie y Watten (1985) contemplan una limitada importancia a éste aspecto.

La acomodación se produce como una respuesta refleja a una situación óptica particular, posiblemente por la interacción de varios factores incompletamente conocidos como pueden ser los cambios aparentes de la imagen retiniana, la borrosidad de la imagen sobre la retina, su dirección respecto al eje óptico, y otros. Las teorías de Fincham (1951, 1955) Fisher (1982, 1983) Moses (1965) y otros investigadores intentan aclarar todos los aspectos sin conseguir llegar a conclusiones definitivas.

Al efectuar el cambio de la visión lejana la visión cercana son necesarios en el aparato visual unos reajustes. El primero es la convergencia de los ejes visuales sobre el objeto

mirado, con el fin de que los campos visuales de ambos ojos sean lo suficientemente compatibles para permitir una fusión binocular de la imagen. El segundo reajuste de aparato visual, como ya se ha comentado, corresponde a un aumento del poder dióptrico del ojo para que la imagen nítida de los objetos siga formándose en la capa sensible (retina) del globo ocular.

Como consecuencia de los cambios expuestos Gil del Río, (1985) diferencia entre refracción dinámica y estática según el sistema óptico esté ó no ejerciendo el mecanismo de acomodación.

Según un estudio realizado por Luciani hay unos valores medios de los desplazamientos de la imagen retiniana en relación con los del objeto entre el infinito y 12 cm.

Infinito	20 mm.
5 metros	20,06 mm.
1 metro	20,30 mm.
0,5 metros	20,62 mm.
0,25 metros	21,27 mm.
0,125 metros	23,57 mm.

El enfoque mediante al acto acomodativo se ejecuta con gran precisión y no es instantáneo sino que se realiza por tanteos muy rápidos.

La percepción de la imagen origina la inervación adecuada del músculo ciliar, cuya contracción regula la forma del cristalino, el equilibrio en el sistema está sometido a pequeñas variaciones.

Como hemos comentado anteriormente el ojo emétrope está enfocado al infinito, pero en la realidad es capaz de ver netamente sin necesidad de acomodar los objetivos situados entre el infinito y 6 metros; es decir el ojo tiene una conformación que hace que, prácticamente, su infinito esté situado a 6 metros de distancia. A distancias menores de 6 metros, el ojo, para ver con nitidez los objetos ha de poner en juego el mecanismo acomodativo.

Según Moses (1965), la razón por la cual, los objetos situados entre el infinito y 6 metros pueden ser vistos de una manera distinta sin necesidad de acomodar, es debida a que la pantalla donde se forma la imagen no es delgada, sino que posee un espesor, como es el caso de la retina (capa de conos y bastones), el objeto podrá sufrir desplazamientos de cierta intensidad sin que la imagen experimente un desenfoque apreciable.

Por otro lado, con la acomodación se produce una disminución de la profundidad de foco, que estará en parte compensada por la contracción pupilar a distancia próxima.

De aquí resultan deformaciones del cristalino que a la vez deforman la imagen y la hacen oscilar a una y otra parte de su posición media. Este fenómeno ha sido llamado por Arnulf microfluctuaciones de la acomodación. El valor medio de estas variaciones es de 0,075 dioptrías. Los trabajos de Randle, Murphy (1974) y Takeda (1985) corroboran ésta afirmación.

Respecto a la velocidad de acomodación las primeras medidas conocidas fueron de Ferré y Rand que cuantificaron en tiempos diferentes el paso de la visión lejana a próxima (entre 0'39 y 0'82 segundos) y los valores obtenidos para pasar de visión próxima a lejana entre 0'50 y 1'16 sg.

Estos trabajos fueron ratificados por Robertson.

Estudios recientes realizados por Ostberg (1986) en un grupo de sujetos que, por su trabajo (usuarios de ordenador), acomodaban a varias distancias comprobó que la velocidad de acomodación disminuyó cuando se les obligaba a leer en tres distancias distintas, así como si lo hacían cambiando la iluminación del ambiente.

Varios movimientos asociados o sincinesis entran en juego de manera simultánea durante la acomodación, que tiene como fin que la visión próxima sea clara. Así, la acomodación posibilita el enfoque de los objetos próximos sobre la retina, la

convergencia permitirá la fusión de las imágenes retinianas de ambos ojos, la miosis reduce las aberraciones a que dan lugar los cambios de curvatura de las superficies del cristalino, que tienen lugar durante la acomodación y produce también un aumento de la profundidad de foco.

La acomodación-convergencia-miosis están ligadas entre sí, pues dependen todas ellas de una inervación a cargo del sistema nervioso parasimpático, pero estos tres factores serían independientes entre sí, aunque son solicitados de una manera simultánea por un impulso central cuando el sujeto enfoca los objetos próximos; en definitiva se trata de movimientos asociados y no reflejos (Cogan, 1937).

Los trabajos de Alpen y Larson (1960) así como las investigaciones de Campbel y Westheimer (1960) buscando la relación entre estos mecanismos confirman la asociación.

El proceso de acomodación implica varias modificaciones del ojo respecto del estado de reposo, analizamos las más importantes:

Miosis pupilar.

Scheiner (1619) observó la contracción de la pupila cuando un ojo mira a un objeto cercano (a igualdad de iluminación). Posteriormente Donders comprueba que la disminución del

diámetro pupilar no sincroniza exactamente con la acomodación lo que demuestra que no desempeñan un papel activo en la acomodación-convergencia sino que está ligada con la visión próxima y además no se suprime mediante la interposición de lente esférico que paraliza la acomodación o de un prisma que elimina la convergencia. Es interesante añadir que, la contracción desencadenada por la acomodación es más lenta que la producida por la luz, los trabajos de pupilografía electrónica de Lowenstein y Lowenfeld (1958) ratificaron éste hecho.

Disminución en la zona central y aumento periférico de la profundidad de la cámara anterior.

Según los estudios de Helmholtz la medida del desplazamiento de la zona central es de 0,4 mm. para una acomodación de 7 dioptrías. Este dato ha sido aceptado por Yves le Grand y tomado como media para sus cálculos. El aumento periférico de la cámara anterior fue demostrado por las investigaciones de Joseph y Tscherning.

Modificaciones observadas en el cristalino.

En su cara anterior se producen variaciones muy importantes experimentándose cambios tanto en la posición como en su forma. Según varios autores el polo anterior avanza entre 0,3 y 1 mm. Las investigaciones, a éste respecto, aportadas por Fincham (1936) dando unos valores medios sirvieron como punto de partida para nuevos estudios.

Previamente, Langenbeck (1849) midió las variaciones del radio de curvatura de la cara anterior y cuantificó para una acomodación entre 7 y 10 dioptrías, radios de curvatura que varían entre 5 y 7 milímetros. Además en estudios posteriores Nordenson (1917) y Fincham (1936) demuestran que el punto central presenta una curvatura más pronunciada que la periferia.

En la cara posterior.

Esta cara sufre unos cambios mucho menores. Experimenta un desplazamiento hacia atrás que puede llegar a 0,3 mm. Estas mediciones han sido llevadas a cabo por Nordenson (1917), Erggelet (1932), Fincham (1937), Karpe (1939) y Huggert (1947).

Posteriormente, Yves Le Grand admite un retroceso de 0,1 mm. de la cara posterior del cristalino, por lo que el espesor de su cristalino teórico pasaría de 4 mm. ($A = 0$) a 4,5 mm. ($A = 7$), contando con las variaciones de las dos caras. Fincham (1936), encuentra para $A = 1$ y $A = 9$ dioptrías, los valores siguientes: sujeto hipermetrope, 5,18 y 5,05 mm., y para un sujeto miope, 5,74 y 4,87 mm. Mientras que Yves Le Grand conserva el valor de Helmholtz de 5,5 mm.

Algunas teorías atribuyen a variaciones intracapsulares, en la sustancia del cristalino, parte de la capacidad de deformación de la lente; en éste sentido, las experiencias

realizadas por Fincham (1955) concluían una alta variabilidad según la idiosincrasia de los sujetos.

En este mismo sentido, otros estudios como los realizados por Brown profundizan en el conocimiento de las causas que provocan las modificaciones.

Variación del diámetro frontal del cristalino.

El diámetro frontal disminuye durante la acomodación en un valor de 0,4 a 0,5 mm. comprobado por los siguientes autores en poblaciones diferentes Coccius (1868), Cattaneo (1929), Comberg (1933), Crosmann (1904), Uhthorff (1912), Story (1924).

Variaciones del índice de refracción del cristalino.

Se produce un aumento del índice de refracción durante la acomodación denominado "mecanismo intracapsular de la acomodación" (Gullstrand).

Modificaciones en el dentado del Ecuador.

Ha sido comprobado experimentalmente que las ondulaciones borde del cristalino se pierden durante la visión próxima y reaparecen en visión lejana. Hess (1903), Brown (1928).

Tremulación del Cristalino acomodado.

Fue descubierta por Hess (1903) que atribuyó el fenómeno a la relajación zonular. Este hecho se puede equiparar al

ligero desplazamiento del cristalino por acción de la gravedad y a la pequeña rotación alrededor de un eje vertical (Aurichio, 1952). Hay autores que explican de manera distinta el fenómeno y, así, Obarrio, (1926), dice que se trata de una transmisión de las vibraciones musculares a través de un ligamento suspensor.

Modificaciones observadas en la zónula y procesos ciliares.

Cattaneo (1929) comprobó un relajamiento de la zónula durante la visión próxima. Hess (1903) y Fincham (1937) aseguran asimismo que las fibras zonulares aparecen más flojas en el comienzo de la acomodación, considerando este hecho en favor del relajamiento. Odquist, (1938), observa que los desplazamientos de las fibras zonulares son incompatibles con un estado de tensión.

Muchas investigaciones aportan otro argumento en favor del relajamiento zonular durante la acomodación, es que las secciones experimentales de la zónula producen un aumento de la curvatura de las caras del cristalino, como han demostrado Fincham (1937) y Pau (1951) entre otros autores. Los procesos ciliares avanzan durante la acomodación, pero en éste avance hacia el eje del ojo nunca llegan a ponerse en contacto con el cristalino.

Modificaciones del músculo ciliar.

El músculo ciliar es de tipo liso y de origen epitelial. Se considera un sistema de unidad funcional. Constituido por dos conjuntos de fibras elásticas (Mollier, Kokott, Rohen). La acción del músculo ciliar sobre la acomodación fue demostrada por primera vez por Hensen y Volkers (1878).

Hess, (1919), demostró que la excitación del músculo ciliar producía un desplazamiento de los procesos ciliares, que se aproximaban al eje anteroposterior del ojo, y que estos movimientos tenían por objeto la relajación de las fibras zonulares.

Es interesante destacar que la capacidad de contracción del músculo ciliar es poco afectada con la edad.

La actividad del músculo ciliar está regulada por el sistema vegetativo siendo el parasimpático el efector principal. Se origina en la porción caudal del núcleo del motor ocular común y unido a III par sigue la rama del oblicuo menor que abandona para llegar al ganglio ciliar, donde establece sinapsis. Las fibras postganglionares, constituyendo los nervios ciliares cortos, penetran en el globo, atraviesan la supracoroides y se resuelven en ramas finas que llegan al iris y músculo ciliar. Muchas son las experiencias en éste campo, destacamos las realizadas por Tornquist (1966).

En los últimos años, la doble inervación del músculo ciliar ha sido probada, sin lugar a dudas, por consideraciones teóricas, clínicas y farmacológicas, por diversos autores: T. Henderson (1926), Poss (1928), Hudelo (1930), Byrne (1933), Kitahara (1933), Nicolai (1935), Cogan (1937), Bielchowski (1938), Mohny (1940-1942), Monje (1952) y Meesmann (1956).

Respecto al resto de transformaciones son muy interesantes las investigaciones de Fisher sobre la influencia del cuerpo vítreo y las de Hyams, Friedman y Newmann (1968) referentes a las variaciones de presión intraocular.

En definitiva y a la vista de los cambios expuestos en los párrafos anteriores se puede concluir que la acomodación necesita de dos factores, por un lado la posibilidad de deformación del cristalino y por otro la acción del músculo ciliar capaz de provocar la actuación. Fuchs llamó acomodación fisiológica a la dependiente del músculo ciliar y acomodación física a la fase relacionada con el cristalino.

La acomodación física se mide en dioptrías, pero la fisiológica se expresa en miodioptrías, unidad cuya creación se debe a Flieringa (1923).

Los estímulos que se necesitan para la actuación de la acomodación y convergencia son la disparidad de las imágenes

retinianas y el aumento de los círculos de difusión. La disparidad de las imágenes, actuando sobre el centro de la fusión, estimula el acto de la convergencia. Son muchos los trabajos realizados para determinar hasta que punto los cambios de la convergencia tienen influencia sobre la acomodación. Para Adamson y Fincham (1919), la relación entre ambas funciones es lo suficientemente íntima para que un aumento o disminución de la convergencia ocular se acompañe siempre de un aumento ó de una disminución de la acomodación. Sin embargo, hay que advertir que ésta relación no es siempre inflexible.

Fincham (1961) ha estudiado por un método objetivo el comportamiento de la acomodación y de la convergencia de los ojos en la oscuridad y para iluminaciones muy débiles. Los registros simultáneos demuestran que ambas son activas en ausencia de estímulo, pero sus fluctuaciones son independientes. De sus experiencias Fincham concluye que, la sinergia entre las inervaciones de la acomodación subsiste todavía en la proximidad del umbral por percepción luminosa, a pesar de la miopía nocturna; pero en ausencia de imagen retiniana, los dos mecanismos funcionan de una manera independiente.

La unidad de convergencia es el ángulo métrico y representa la cantidad de convergencia necesaria para que los ejes visuales se encuentren a la distancia de un metro.

La convergencia monocular expresada en ángulos métricos tiene el valor representado por la inversa de la distancia del punto de fijación a la línea base; siendo ésta línea la recta que une los centros de rotación de los ojos de un sujeto. El valor de la convergencia se representa también en dioptrías prismáticas, $\text{Convergencia en } \frac{1}{d} = \text{Convergencia en AM} \times \frac{1}{2} \text{ de la línea base (en cm.)}$.

Según las experiencias de Fincham (1957), en los casos en que existe un desequilibrio fisiológico en los músculos, no se verifica la igualdad entre la acomodación y la convergencia. Las investigaciones de Westheimer y Mitchel (1956) confirman la teoría anterior.

Los resultados parecen demostrar que, por requerirse una inervación mayor que la normal para producir una cantidad dada de convergencia en los casos de exoforia, la inervación de acomodación subsiguiente es también mayor, lo que causa una reacción relativamente alta de ésta función. Por el contrario, en la endoforia, y por el hecho de que los ojos tienen tendencia a converger, la inervación requerida es menor que la normal, y así se somete el centro de la acomodación a una inervación más débil.

Es importante comentar una particularidad de la imagen, que se encuentra sometida a variaciones con el enfoque, causada

por la aberración cromática normal del ojo ya que desde el punto de vista de nuestro trabajo puede tener cierta influencia. La imagen retiniana de un rayo blanco de luz o de cualquier rayo policromático, tiene bordes coloreados que cambian a medida que el foco de luz se altera. Estos bordes que rodean un objeto blanco sobre el campo oscuro, son rojos cuando el poder dióptrico del ojo es demasiado bajo, como ocurre en la hipermetropía, y azules cuando es excesivo, como en el caso de la miopía. Se puede suponer que la retina, por ser sensible al color, podrá detectar estas diferencias cromáticas, y el sistema nervioso interpretarlas en los términos convenientes provocando la acomodación adecuada (Fincham, 1951), (Rey, 1977).

Por último otro de los factores que regulan el mecanismo acomodativo está representado por dos estímulos acromáticos. La existencia de éstos demuestra que el mecanismo retiniano debe poseer algún medio para traducir las diferencias lumínicas, ya que la luminosidad y el color son las únicas distinciones que puede hacer la retina (Toates, 1972).

En consecuencia, tanto los bordes coloreados de la imagen como los círculos de difusión acromáticos representan dos estímulos del mecanismo acomodativo (Rupp, McVey y Taylor, 1980).

2.4.1.- Trastornos de la Acomodación

Para el análisis de la disfunción acomodativa debemos tener en cuenta que en el acto acomodativo no sólo intervienen el cristalino y el músculo ciliar, como órganos efectores, sino que es necesario también el normal funcionamiento de un complejo mecanismo nervioso que, a partir de una imagen foveal desenfocada, debe provocar un arco reflejo; por tanto la causa de un trastorno acomodativo pueda radicar en puntos muy diversos y obedecer a una etiología igualmente variada. Para que la acomodación se realice con normalidad y eficacia es necesario, por tanto un cierto grado de plasticidad en el cristalino, y una actuación eficaz del músculo ciliar y del sistema nervioso.

Un trastorno importante a tener en cuenta corresponde a la parálisis de la acomodación.

Los síntomas de disfunción acomodativa más frecuentes van desde visión cercana perturbada, por lo que los objetos próximos aparecen nublados, hasta micropsia. También se ha demostrado que la paralización del mecanismo acomodativo puede aparecer aisladamente ó acompañada de midriasis (Tornquist, 1966).

Por otro lado, la disminución y la pérdida de la elasticidad en la acomodación es un hecho fisiológico debido a la edad,

aunque por efecto de ésta no se llegue nunca a una pérdida total (Fincham 1956). Consecuencia de la disminución de la capacidad de acomodación debida a la edad, es la aparición progresiva de la presbicia.

Ahora bien, las enfermedades generales que se acompañan de debilidad y de astenia traen consigo un estado de paresia de la acomodación, que se manifiesta por la imposibilidad de acomodar durante cierto tiempo sobre objetos cercanos y por tanto la insuficiencia acomodativa, se pone de manifiesto cuando se produce un trabajo excesivo con gran fatiga visual.

Por el contrario, son frecuentes trastornos originados por una excesiva actividad del músculo ciliar, lo que se manifiesta por un aumento del tono de músculo ciliar en los casos leves, hasta alcanzar un espasmo en los casos más graves, ambos se manifiestan clínicamente por un acercamiento al ojo de los puntos remotos y próximo, es decir, por un desplazamiento en sentido miopizante, al hallarse aumentada la potencia dióptrica del cristalino. El exceso de acomodación se presenta con la mayor frecuencia en aquellos sujetos afectos de hipermetropía débil, pero también aparece en casos de astigmatismo y en pacientes jóvenes, afectos de miopía, que trabajan excesivamente en visión próxima (Fincham, 1957).

Dada la relación existente entre la acomodación y la convergencia, el exceso de acomodación se presenta igualmente en aquellos casos en que se requiere una convergencia excesiva. No cabe la menor duda de que el trabajo excesivo en visión próxima es el factor determinante de éste trastorno del mecanismo acomodativo. La lectura y el trabajo en visión próxima son los factores responsables de la etiología del exceso acomodativo, que generalmente va asociado con un desequilibrio oculomotor (Sheedy, Parson, 1990).

En casos extremos, se produce un espasmo acomodativo debido, a una contractura permanente del músculo ciliar, cuando la acomodación alcanza un índice muy elevado. En los estudios realizados por Bessiere y Verin (1965) específicamente sobre ésta anomalía afirman que en una tercera parte de los casos, se transforman en auténticas miopías.

2.4.1.1.- Astenopía y Fatiga Acomodativa

El término astenopía fue introducido hace más de un siglo por Donders, quién consideró que el trastorno tenía una gran importancia y que podía definirse como una fatiga del músculo ciliar. Esta fatiga ó astenopía se produciría como síntoma de un trastorno de la refracción del ojo, en particular en los casos de presbicia, hipermetropía y astigmatismo, al provocar un esfuerzo acomodativo (Daum, 1988), (Levine, 1985). En determinados casos de astenopía acomodativa, el dolor repercute

en la región occipital y en la nuca, así como en órbita y frontales.

Posiblemente, el síntoma más característico de la astenopía es que el individuo, después de un plazo de tiempo variable, es incapaz de continuar contemplando los objetos próximos con nitidez, haciéndose progresivamente borrosa la visión (Cole, Breadon, Sharpe, 1986). Ahora bien, tras un descanso de los ojos la visión vuelve a la normalidad; pero, si el sujeto insiste en el trabajo visual, al cabo de un breve reposo el fenómeno se repite tanto más rápidamente cuanto menor haya sido el descanso ó mas prolongado sea el trabajo. Al dolor se le unen con frecuencia otros síntomas, como son: contracciones fibrilares del orbicular, pesadez de los párpados y, excepcionalmente, ligero lagrimeo e hipersensibilidad a la luz (Starr, Thompson, Shute, 1982).

La fatiga visual es definida por Weston (1956); en el apartado correspondiente a situación bibliográfica, analizamos en profundidad los trastornos que conlleva, ahora bien es necesario considerar en éste epígrafe que una de las causas más importantes es la fatiga acomodativa, que se manifiesta por una disminución de la capacidad siendo la resultante de esfuerzos físicos y mentales (Dainoff, Happ, Crane, 1981).

En condiciones normales de utilización de la visión, la fatiga de la acomodación es difícil de provocar, siendo tanto más rara en aparecer, cuanto más alejado del punto próximo está el objeto fijado. Como ya se ha dicho en otro lugar, solamente es posible sostener durante largo tiempo acomodaciones inferiores en valor a $3/4$ de la amplitud máxima de acomodación.

Ahora bien hay que tener en cuenta que los dos factores más importantes para la aparición de un cansancio acomodativo son la disminución de la amplitud de acomodación y la fatiga general. De todos es sabido la rápida aparición de una fatiga acomodativa en los pacientes convalecientes de una enfermedad ó después de un gran esfuerzo físico ó mental. Igualmente hay que señalar la rápida aparición del cansancio acomodativo cuando se realiza un trabajo prolongado en el límite de la acomodación máxima.

Además, Ducke-Elder cita también como trastorno acomodativo el fenómeno que presentan algunos sujetos consistentes en que, a pesar de tener la amplitud de acomodación normal, no son capaces de sostener el esfuerzo acomodativo y, a los pocos instantes de iniciar un trabajo, comienzan a separarse del objeto fijado, es decir, se fatigan muy rápidamente. El citado autor denomina a éste trastorno "defecto de la acomodación sostenida".

2.5.- Fisiología de la Visión Binocular

Cada ojo recibe una imagen y la transmite al cerebro, y sin embargo, cuando miramos un objeto, lo vemos simple. Esto constituye el hecho de la visión binocular, hecho que puede parecer evidente, pero que, cuando se analiza, plantea toda una serie de problemas de los que la mayor parte no están completamente resueltos.

La visión binocular es el estado de visión simultánea con dos ojos que ven, ninguno de los cuales necesariamente debe ser normal, que ocurre cuando un individuo fija la atención visual en un objeto. (Bishop, 1970, 1973).

Para explicar éste fenómeno nos basamos en los trabajos de Helmholtz y Hering (1925) en el imaginario "ojo cíclope". Se parte de la premisa : "Todo ocurre como si en los dos ojos formasen un sólo órgano". Se le supone situado hacia atrás de los dos ojos, a su altura, cerca del centro de los movimientos de lateralidad de la cabeza, o dicho de otro modo, cerca del centro de la misma.

El principio esencial es que está formado por la superposición de las dos retinas, la porción nasal de la retina del ojo derecho superponiéndose a la parte temporal de la retina del ojo izquierdo e inversamente, de tal manera que, en el polo posterior del ojo cíclope, se encuentran confundidas la fóvea

del ojo fijador y el punto que le corresponde en la retina opuesta (que es la fovea de la misma en visión binocular normal, pero otro punto en correspondencia anormal).

Para que el cerebro perciba finalmente un objeto único, es necesario en principio que los ojos envíen una imagen conveniente de este objeto. Esta primera etapa de la visión binocular, equivalente a la percepción simultánea debe ir acompañada de la correspondencia retiniana.

En consecuencia es preciso, la integridad anatómica y dióptrica de los globos para que las imágenes producidas sean al menos análogas, además de un campo visual binocular producto del solapamiento de los monoculares así como que las dos retinas y los elementos nerviosos que de ellas nacen funcionen en armonía (Ducke - Elder, 1961).

A este respecto conviene exponer que cuando se habla de puntos retinianos, se sobreentiende que se trata en realidad de los elementos retinocerebrales, es decir, no solamente de los elementos sensoriales impresionados por el estímulo luminoso, sino también de las fibras nerviosas que de ellos emanan y de las neuronas que le siguen hasta el área estriada occipital. Está fuera de duda, que el cambio de correspondencia patológica no es un fenómeno retiniano sino cortical (Cynader, 1978).

En consecuencia, cada punto retiniano tiene una dirección visual que le es propia. Es ésta una cualidad innata, como el sentido luminoso, como el sentido cromático, etc. Esta afirmación que puede parecer evidente es, sin embargo, la base de toda esta cuestión. La excitación de un punto retiniano, sea el que sea (específica, es decir luminosa, o no específica, por ejemplo una presión sobre un punto del globo ocular) produce una sensación luminosa que el cerebro localiza siempre, en fisiología normal, en la misma dirección, esté o no realmente el estímulo en ésta dirección. Cada punto retiniano tiene una dirección visual de los otros, siendo la dirección visual principal la de la fovea.

En fisiología normal, las dos máculas tienen la misma dirección visual. Si fijan las dos el mismo objeto, éste es visto simple. Se dice que las máculas son puntos retinianos correspondientes y que ellos son los puntos de visión diferenciada (Hering, 1925).

Otro aspecto a considerar es la "confusión" que ocurre cuando dos objetos forman su imagen sobre un par de puntos correspondientes y éstos son vistos superpuestos, éste hecho fue descubierto por Hering (1925). Pero, cuando un objeto forma sus imágenes sobre puntos no correspondientes, se produce diplopia (doble imagen).

Por otra parte, es interesante para nuestro estudio hacer constar que la correspondencia retiniana es absolutamente independiente de la relativa posición anatómica de los globos (Hugonnier, 1977).

En consecuencia, cuando los dos ojos fijan un objeto con las fóveas, se puede imaginar fácilmente que otros puntos de pares correspondientes reciben las imágenes de objetos que son igualmente vistos simples, lo mismo que el objeto fijado. La región del espacio en la que éstos objetos están situados es llamada "horóptero". Si el horóptero teórico tiene la forma de un círculo, (Vieth - Muller, 1818). Otros autores estudiosos del tema como Hering, Helmholtz, Hillebrand, han mostrado que, en la práctica, su forma varía según la distancia del objeto fijado y es bien evidente que hay tantos horópteros como posiciones del objeto fijado: curva cóncava hacia el objeto, si el punto de fijación es próximo, línea casi recta a distancia media, curva convexa si el objeto está más alejado. Así pues, por definición, todo objeto que se encuentra en ésta área es visto simple.

En otras investigaciones Panun (1858), demuestra que la correspondencia entre las dos retinas no se hacen punto por punto, si no que en realidad, a un punto corresponde una zona, una superficie de forma más o menos elíptica, con el eje mayor horizontal, cuyas dimensiones pueden variar de un objeto a

otro. Cuando el área de Panum es grande puede crear una especie de disparidad de fijación. Esto explica, en todo caso que el horóptero real no esté limitado al horóptero teórico de Vieth - Muller y que la visión estereoscópica pueda existir (Ogle, 1952), (Mitchell, 1969), (Bagolini, 1976).

Por el contrario, cuando un objeto está fuera del horóptero o del área Panum, sus imágenes se forman sobre puntos no correspondientes, y en consecuencia es visto doble. Concretamente los objetos que están más alejados del punto de fijación son vistos en diplopia fisiológica homónima y los que están más próximos en diplopia fisiológica cruzada. Su apreciación es un factor de buena orientación y de visión de relieve.

Para completar las capacidades exigidas para una correcta visión binocular es imprescindible que los ojos estén orientados fácilmente sobre el objeto mirado y como consecuencia que el mecanismo motor esté intacto.

Así, para que la visión binocular sea normal, es necesario que los ojos puedan dirigirse hacia el objeto fijado, en todas las direcciones y a todas las distancias, en los límites evidentes de las posibilidades fisiológicas, de forma que las imágenes caigan sobre las fóveas de cada ojo. Este es el papel del mecanismo motor y muy particularmente de los movimientos

de fusión, movimientos disyuntivos destinados a conservar sobre las fóveas las imágenes del objeto. Estudios actuales siguen investigando ésta fase de la visión binocular, destacamos los trabajos de Sullivan y Kertesz (1978, 1980).

Respecto a la segunda etapa de la binocularidad correspondiente a la elaboración de una percepción final única son muchas las investigaciones referenciadas.

Recientemente se acepta la idea de un centro cortical de la fusión ya investigado por Heine, Worth (1903) y Verhoeff (1925). Determinados autores localizan éste centro en el área estriada. Actualmente es admitido por todos, que ésta percepción final se realiza a un nivel muy elevado; las 2 sensaciones primarias llegan ciertamente a la consciencia, dato demostrado experimentalmente (Duke - Elder, 1954).

Considerando para nuestro estudio el tercer grado de la visión binocular, percepción estereoscópica, sabemos que es necesario que las imágenes sean semejantes pero un poco desplazadas (Dodge, 1907).

Los trabajos de investigaciones actuales son muchos en éste aspecto, destacamos los realizados por Fox (1977, 1980, 1981) así como los de Held, Birch y Gwinazda en 1980, por

estudiar poblaciones de características semejantes a la de nuestro estudio.

Respecto a la percepción del relieve queremos expresar que son muchos los factores extrínsecos como color y nitidez de los objetos, sombras, superposición de contornos, convergencia de las líneas en el infinito y factores intrínsecos entre los que destacamos acomodación, paralaje y convergencia.

Es difícil destacar estudios actuales sobre éste tema debido al gran número e importancia de las referenciados, ahora bien, Hugonnier y Clayelte-Hugonnier (1969), Hubel (1970, 1971), Le Grand, Millodot (1967) destacan en el difícil estudio de la visión binocular y es de justicia hacer una mención especial.

2.5.1.- Anomalías de la Visión Binocular

La visión binocular no es una facultad innata, se desarrolla progresivamente durante el 1º año de vida. Está formada por la suma de muchos reflejos, posturales, de fijación, de acomodación de convergencia, etc... dominados por el reflejo de la fusión (Hugonnier, 1969).

Para otros autores como Lyle, la visión binocular en su conjunto puede ser considerada como un reflejo condicionado.

En el análisis de sus ventajas podemos considerar que son diversas y de desigual importancia, tales como un campo visual de mayor amplitud, la posibilidad de compensar alteraciones que proporcionaría único ojo y otras.

El máximo interés de la visión binocular es una mejor percepción del espacio por una mejor visión del relieve (Bishop, 1971).

Heteroforias

Entre los estrabismos o heterotropías, y las heteroforias o estrabismos latentes, no existe en el fondo más que una diferencia de grado. La distinción fundamental en las formas típicas recae sobre el elemento sensorial. En los dos casos, la desviación existe; pero en la heteroforia esta desviación es relativamente débil, y se encuentra compensada por una fusión suficientemente fuerte que es capaz de mantenerla latente en la visión habitual. Por el contrario, en las heterotropías, esta fusión, mala o ausente, no puede oponerse a la aparición de la desviación, que por tanto es manifiesta (Hugonnier, 1969).

Las heteroforias constituyen una parte fundamental de nuestro estudio y a continuación detallaremos algunos aspectos de interés.

Tipos de Heteroforias

El sentido de la desviación determina el tipo de la heteroforia:

- desviación hacia adentro: endoforia;
- desviación hacia afuera: exoforia;
- desviación vertical: hiperforia;
- desviación de la torsión: cicloforia;

(a los que corresponden, cuando la desviación es manifiesta, los términos de: endotropía, exotropía, hipertropía, ciclotropía).

Es preciso en principio definir qué es lo que se entiende por ortoforia, consideramos ortoforia cuando los dos ojos se dirigen sin ningún esfuerzo sobre un punto determinado; es decir que si se mueve un ojo, el eje visual del mismo se dirige aún bajo pantalla oclusora hacia el objeto fijado por el otro ojo. En la ortoforia verdadera, ideal, ocurre esto sea cual sea la dirección de la mirada y la distancia del objeto fijado, en los límites, naturalmente, de una convergencia normal. Esta ortoforia ideal no existe más que muy raramente (Millodot, 1986).

La ortoforia que se podría llamar relativa u ordinaria es la que existe en los movimientos oculares fisiológicos de la vida corriente. Se sabe que los mismos son mucho más reducidos

que los movimientos anatómicamente posibles. No obstante, incluso esa ortoforia reducida no es la regla.

Respecto a la frecuencia de las heteroforias las cifras dadas varían del 55 al 90% de la totalidad de la población. Depende de que los procedimientos de examen empleados sean más o menos sensibles (White, 1939). Permanece como cierto que la gran mayoría de las personas consideradas como normales presentan en realidad una tendencia a la desviación de los ejes visuales. Si bien está claro que solamente un pequeño número de entre ellas se quejarán de signos funcionales. En la mayor parte de los casos la desviación permanece latente sin ningún esfuerzo consciente (Sheedy, Saladiu, 1977); (Grishan, 1983).

Las heteroforias muy débiles pueden en realidad ser consideradas como fisiológicas: por ejemplo, 1 a 2 dioptrías de endoforia de lejos, 2 a 3 dioptrías de exoforia de cerca (Hugonnier, 1977).

Con relación a algunas variables que afecten a las heteroforias destacamos estudios que investigan sobre la influencia del sexo y edad, éstos concluyen que el sexo juega un papel insignificante, mientras que respecto a la edad se expone que los signos funcionales provocados por la descompensación de una heteroforia aparecen en cualquier edad de la vida, generalmente en los adultos, pero la heteroforia es

siempre mucho más antigua, frecuentemente congénita, sin que se pueda apreciar su iniciación. Cole, Breadon, Sharpe, Guest (1986), Grignolo (1982).

En el estudio de la etiología ya hemos advertido que las causas de las heteroforias y las de los estrabismos son las mismas, y pueden ser debidas a factores anatómicos, variaciones en la función de acomodación, convergencia y secuelas por parálisis ocular. Liu, Lee, Jang, Ciuffeda, Wong, Grishan, Stark (1979).

Otros sucesos que afectan a equilibrio oculomotor pueden ser los traumatismos craneales que dejan a veces como secuela una exoforia o una insuficiencia de convergencia y el efecto prismático de los lentes mal prescritos que pueden producir una heteroforia (Jones, 1977).

Los signos funcionales no existen más que en un pequeño número de heterofóricos. Como dice Duke - Elder (1961), su aparición y su importancia dependen, no del grado de la desviación, sino de otras condiciones como son: la potencia de las vergencias, la profesión del paciente y su estado físico y psíquico.

Por otro lado, los signos no son verdaderamente los mismos para cada tipo de heteroforia. En su conjunto, son alteraciones

que traducen el esfuerzo ocular: ante todo, cefaleas más o menos sordas y variables, dolores referidos "al fondo de los ojos", molestia en la lectura, a veces incluso, pero esto es bastante raro, impresión de diplopía intermitente, con vértigos y náuseas algunas veces. Es mucho más frecuente que esta diplopía no sea percibida como tal, ya que ella es demasiado ligera; pero el sujeto declara que en la lectura las líneas se vuelven turbias y parecen mezclarse, de una forma que además varía según el tipo de heteroforia. Sheedi, Saladin (1983).

A estos signos subjetivos pueden añadirse signos objetivos: lagrimeo, ojos más o menos hiperémicos, blefaritis crónica, conjuntivitis crónica. Ostberg (1980), Dainoff, Happ, Crane (1981).

En fin, los heterofóricos están con frecuencia molestos cuando les es preciso pasar de una fijación de lejos a otra próxima ó viceversa dando lugar a "visión turbia".

En nuestra investigación todas estas consideraciones, fueron tomadas en cuenta cuando realizamos los cuestionarios de sintomatología con el fin de conocer si la frecuencia de heteroforias provoca síntomas en los usuarios de ordenador ó viceversa.

En la endoforia la desviación de los ejes visuales, mantenida latente por la fusión, tiene tendencia a hacerse hacia adentro. Una endoforia de 1 a 2 dioptrías para lejos puede ser considerada como normal (Hugonnier, 1977).

La endoforia puede ser de origen estático: anatómica o parética; acomodativa esta causa es frecuente (Malbran) ya sea producida por hipermetropía, ó a causa de factores extrínsecos o de factores oculares; y por último nerviosa: este origen es ciertamente frecuente, pero todavía bastante mal conocido (Bishop, 1973).

Los síntomas son en su conjunto los de toda heteroforia pero con algunas particularidades. Su aspecto panorámico es con frecuencia muy evidente. Las cefaleas persisten bastante tiempo, reapareciendo por la mañana al levantarse. La visión lejana es con mucha frecuencia borrosa, bien sea por diplopía desconocida, bien sea por relajamiento de la acomodación en un hipermetrope. La visión del relieve de lejos es deficiente. En visión cercana, la lectura es difícil, sobre todo al principio de cada línea. Howarth, Istance (1985); Cole, Breaton (1986); Turner (1982).

Destacamos dos tipos de endoforia:

- tipo insuficiencia de divergencia: la esoforia es mayor de lejos que de cerca, los ojos pueden estar en ortoforia de

cerca. Para Keith-Lyle (1990), una paresia del recto externo es frecuentemente la causa.

- tipo exceso de convergencia: la endoforia es mayor de cerca que de lejos. De lejos se puede encontrar una ortoforia.

Por el contrario, en la exoforia la desviación mantenida latente por la fusión, tiene tendencia a hacerse hacia afuera.

Este tipo de heteroforia es extremadamente frecuente, pero en la mayor parte de los casos pasa inadvertida, ya que la convergencia es suficiente para compensarla. Una ligera exoforia puede ser considerada como normal. Respecto a las causas, estas pueden ser de origen acomodativo como es el caso de miopes hipocompensados ó no compensados (Griffin, 1982) y de origen nervioso, en los traumatismos craneales. Estudios de Favory y Sedan han señalado la presencia de exoforia en los boxeadores.

Atendiendo a los síntomas, son los de las heteroforias en general, sin muchas particularidades. La moletia frecuentemente es acusada de cerca, y es sobre todo marcada cuando la insuficiencia de convergencia se superpone a la exoforia, lo que es frecuente (Burian, 1985).

La exoforia puede ser más marcada de cerca o de lejos.

- tipo insuficiencia de convergencia: la desviación de

cerca es mayor que la de lejos. Ya sea exoforia de cerca mayor que la de lejos, ya sea exoforia de cerca y ortoforia de lejos;

- tipo exceso de divergencia: la desviación de lejos es también grande o más grande que la desviación de cerca (Hugonnier, 1977).

Las forias verticales no fueron objeto de nuestro estudio ya que aunque interesantes son de menor importancia para el colectivo que analizamos.

III.- SITUACION BIBLIOGRAFICA

3.1.- Estado Refractivo General de Jóvenes

Universitarios

Durante la fase de crecimiento y desarrollo del ser humano, todas sus estructuras orgánicas están sometidas a diversos cambios. El sistema visual no es una excepción y presenta algunas variaciones hasta que alcanza una fase que podemos denominar madurez visual, donde sus características visuales permanecen más ó menos estables.

En el estudio que presentamos, nos centramos únicamente en un grupo de personas con edad estable desde el punto de vista visual y con características y necesidades específicas que les confiere el hecho de ser estudiantes universitarios, al que añadimos un aspecto diferencial que corresponde la utilización de ordenadores en su trabajo cotidiano.

En la primera parte del trabajo analizamos el estado refractivo de base, en todo el colectivo, para considerar posteriormente cual es el estado de la función visual de los grupos con la característica diferencial.

Las primeras referencias bibliográficas respecto al estudio de los estados de refracción en el adulto nos llevan a principios de siglo, Betsch (1.928) realiza un estudio epidemiológico sobre 12.000 ojos de sujetos adultos bajo ciclopégia. Este análisis aunque no fue el primero, sirvió de

base para trabajos posteriores que comentaremos. Los resultados que dio a conocer mostraban una curva con un exceso de miopía, aproximadamente del 13 % de los ojos examinados. Pero, si de los resultados se eliminan aquellos globos oculares que presentaban un cono miópico, la curva se hacía simétrica situándose el eje en + 0,50 dioptrías y los extremos entre + 11,50 dioptrías y - 10 dioptrías. Otro dato interesante fue establecer el estado refractivo medio y se concluyó que en el 80 % de los casos la refracción del ojo estaba comprendida entre + 1,50 y - 0,50 dioptrías.

Por otro lado en 1.931, Kronfeld y Deiney efectuaron un interesante estudio sobre 2.229 ojos de pacientes con edades superiores a 25 años, realizando esquioscopías bajo atropina en ojos que presentaban astigmatismos menores de 0,75 dioptrías, y observaron que en el 88,56 % de los casos el estado de refracción del ojo estaba situado entre +2 y - 2 dioptrías.

Respecto a los cambios producidos por el órgano visual y sus posibles correlaciones destaca el trabajo de Collins (1921). De acuerdo con éste trabajo se desarrollan las investigaciones de Hirsch que comienza en 1947 en un grupo de jóvenes a los que se les analiza el estado de refracción y la frecuencia de las distintas ametropías, el seguimiento de estos mismos individuos en 1950 y 1952 le permite desarrollar una teoría sobre las variaciones que sufre el colectivo objeto de

estudio e intenta extrapolar los datos a poblaciones semejantes.

Cook y Gasscock (1951) también utilizando ciclopegia y en consecuencia con la función visual en reposo determina el estado refractivo de 1000 individuos (Arkansas). En la población utilizada se componía de 625 individuos de raza negra y 375 individuos de raza blanca, de ésta forma elaboró una curva de distribución para cada grupo. Las figuras obtenidas eran similares a las desarrolladas por investigadores precedentes como Wibaut (1926) y Kempf (1928).

Estos estudios de gran validez científica determinaban cuatro parámetros: Media aritmética, desviación estándar, coeficiente de asimetría horizontal (g_1) y coeficiente de curtosis (g_2); esta misma estructura estadística es la que nosotros hemos utilizado para el trabajo que presentamos.

Los trabajos de Brown, a partir de 1942, se dirigen al estudio del estado de refracción en jóvenes de 20 años, en los que resuelve que la media de error refractivo en el grupo por él estudiado es de + 0,50 dioptrías, con el transcurso del tiempo y en la investigación de un grupo con 29 años de edad detecta una disminución hasta + 0,25 dioptrías. Aclaremos que la población analizada en este estudio no era de estudiantes.

En el mismo sentido, Stenstrom (1948) publica un estudio denominado "Investigación y Variaciones en los elementos ópticos de ojos humanos".

Un año más tarde, Takeda (1949) realiza unas investigaciones sobre la relación de la lente del cristalino en los estados de refracción del ojo, investigaciones realizadas en un amplio colectivo. De la importancia del cristalino y su influencia también se han ocupado otros autores como se ha comentado en el apartado correspondiente, entre los que destacamos a Tron, Strenstrom y Collins que fueron estudiosos de todos los aspectos de la refracción ocular.

La curva de distribución de frecuencia para los errores de refracción en población general se ha querido equiparar a la curva normal (Harrison y Col, 1977), como en otras investigaciones se demostró que presentan zonas excesivamente desiguales respecto a la distribución normal (Sorsby y Col, 1960), (Sorsby, 1980), aunque al excluir algunos intervalos se producen variaciones con semejanzas a la curva normal.

Las variaciones anatómicas que provocan los errores de refracción han sido estudiadas en cada epígrafe correspondiente, en éste comentario queremos recordar los trabajos de Duke-Elder y Abrams (1970) sobre la longitud del eje antero posterior y su implicación en el estado de refracción.

Posteriormente los esfuerzos investigadores se centraron, en gran medida, en la determinación del grado ó la incidencia de los factores genéticos en el análisis de los errores de refracción, en éste sentido Sorsby y colaboradores (1966) en Inglaterra realizan un estudio epidemiológico para determinar el grado de relación entre los factores genéticos y la frecuencia de las distintas ametropías encontradas en su población.

En la misma línea de trabajo podremos destacar los estudios de Young y colaboradores (1969-1972), así como los de Alsbirk en (1979) y Ashton (1985) que realizan una comparación entre éstos estados de refracción en poblaciones europeas y asiáticas.

Los aspectos genéticos y en consecuencia la implicación de las diferentes razas con respecto al estado visual es analizada, encontrando importantes comparaciones entre poblaciones europeas y asiáticas en los estudios de Bear (1981).

Otros investigadores como Keller (1973), Hegmann (1974) y Johnson y colaboradores (1979) estudian las ametropías de dos colectivos: padres e hijos, todos ellos intentan determinar las variaciones existentes entre los dos grupos.

A este respecto, merece una mención especial el estudio de Ashton (1985), realizado en una población compuesta por 185 sujetos con ascendencia japonesa y 192 con ascendencia europea. Este investigador sigue las técnicas utilizadas por Lalouel y colaboradores (1983); del estudio de Ashton se concluye la influencia de la familia ó del grupo familiar en la existencia de ametropías desde el punto de vista de correlación e intenta elaborar unos modelos genéticos para predecir los estados de refracción en niños, en función de su componente genético.

Los resultados de su estudio no están de acuerdo con los realizados por Bear y colaboradores (1981), ni con los de Chen y colaboradores (1985).

Hay muchos estudios que profundizan en el análisis y la influencia de las razas y etnias en los estados visuales, así Baldwin (1981) realiza un estudio estadístico para relacionar la miopía y las etnias y buscar características fisiológicas que pudieran representarlos de una manera genética.

3.1.1.- Miopía

A continuación, vamos a exponer algunos de los trabajos por orden cronológico que se han realizado en el campo de la prevalencia de miopía en grupos de estudiantes, la discusión de nuestros resultados referente a estos datos se realizarán en el epígrafe correspondiente.

En Harvard, encontramos el primer trabajo de investigación realizado por Derby en 1877 y posteriormente realizados por el mismo autor en Amberst durante 1880 y 1882, en un grupo de estudiantes universitarios.

Un amplio estudio investigando en 2.436 personas, va a ser expuesto por Randall, se realizó durante el año 1885 en 6 universidades europeas y 2 americanas. Siguiendo la investigación bibliográfica, nos encontramos con dos estudios realizados por Agnew y colaboradores (1887) en un colegio de estudiantes universitarios en New York.

Ya en el principio de éste siglo se analiza en la Universidad de California el estado de refracción de un amplio número de estudiantes, éste estudio fue hecho por el equipo de investigación dirigido por Burnett (1911); también investigaciones realizadas por Hall (1935) en Washington estudian en una universidad los datos correspondientes a todo tipo de ametropías.

Del mismo modo son destacables los trabajos realizados en Harvard (1968) por Dunephy.

Concretamente en el mismo marco que nosotros hemos elegido para nuestro estudio y utilizando para el análisis estudiantes de escuelas de Optometría, se deben tener en cuenta los

recientes trabajos de Serton (1984) y de otro grupo de investigación dirigido por Schell (1985).

En Europa, las primeras referencias bibliográficas respecto a los errores de refracción en estudiantes universitarios se encuentran en Alemania. Destacaremos y exponemos por orden cronológico los siguientes: Erismann (1871), Pfluger (1875), Seggel (1879), Cohn (1881), Collard (1881), Durr y Van Anrooy (1883-1884) respectivamente. También en Alemania, pero a principio de siglo concretamente en 1907 se referencian los trabajos realizados por Fleischer.

En Inglaterra, respecto al estudio de los estados de refracción en estudiantes, nos encontramos con trabajos de investigación realizados por Clarke (1924) y Parnell (1951). En el mismo sentido, la primera referencia encontrada en Suiza destaca los trabajos de Emmerp (1876), citado por Randal (1885). En Dinamarca, también en el siglo pasado se encuentran los trabajos de Tscherning (1882).

Respecto a países Asiáticos, y siempre referidos a grupos de estudiantes sólo destacar tres investigaciones de Japón, India y China. Llama la atención los trabajos realizados por Tamura a partir de 1932 en Japón, donde se concluyen índices de miopía muy diferentes de los valores encontrados en otras poblaciones de estudiantes universitarios, sirviendo como punto

de referencia respecto a la situación de ésta ametropía en los países orientales. Inmediatamente después en 1933, se realizan estudios en el mismo sentido en la India, intentando confirmar la hipótesis en la que se consideraba que la raza tiene influencia en los índices de ametropía, estos trabajos fueron dirigidos por Banerjee (1933).

De una manera somera queremos comentar estudios epidemiológicos sobre prevalencia de ametropías realizados en poblaciones de sujetos jóvenes no estudiantes, la referencia más antigua que encontramos corresponde a una cita de Cohn (1867) sobre un estudio realizado unos años antes por Szokalsky (1848) en Francia.

Entre las investigaciones ya de éste siglo, nos interesa referirnos a aquellas que analizan grupos de jóvenes en las mismas edades pero no estudiantes universitarios con el fin de poder comparar los resultados. Los estudios que hemos seleccionado son tres de distintos años y de diferentes autores, Nakamura (1954), Sultton y Didmars (1970) y Gmelin (1976); éstas tres investigaciones tienen en común la población objeto de estudio que son colectivos de militares, reclutas y cadetes. En todos los casos se dividieron en grupos para su posterior comparación; los resultados respecto a prevalencia de miopía serán posteriormente discutidos y comparados con los que nosotros disponemos obtenidos de nuestro estudio.

Por último referente a la incidencia de miopía consideramos los trabajos de Robert y Rowland (1978), Esperduto (1983) y Fierelius (1983) que nos proporcionan datos de frecuencia de miopía en poblaciones de edades comprendidas entre 18 y 26 años, la diferencia con los dos grupos anteriores es que en éste caso se refieren a jóvenes de población general con cualquier profesión y en ambiente rural y urbano.

3.1.2.- Hipermetropía

En el estudio de la frecuencia de ésta ametropía, uno de los datos que más ha llamado nuestra atención ha sido que la literatura concerniente a este estado de refracción resulta mucho menos amplia de lo que cabría esperar si nos fijamos en la alta prevalencia de la hipermetropía en la población general.

Grosvenor (1971) hace un balance entre la documentación existente, hasta ese momento, respecto a la miopía e hipermetropía y el resultado es de 4 a 1. Rosner (1990), intenta explicar éste curioso fenómeno argumentando que las consecuencias patológicas de un proceso miópico suelen ser más graves que en los casos de hipermetropía.

Sin embargo, hemos pedido recurrir para la discusión de nuestros resultados y para el conocimiento en profundidad de

ésta anomalía refractiva a varios documentos de gran validez por el prestigio de sus autores.

Los trabajos de Sorsby y colaboradores a partir de 1957 pretenden estudiar los factores genéticos que influyen la aparición de la hipermetropía y el grado de relación existente.

La variación respecto a la hipermetropía con la edad ha sido estudiada en muy diversos ámbitos, destacaremos los trabajos de Kempf (1928), Brown (1938), Slataper (1950) y Grosvenor (1987). Los estudios realizados por Hirsch, desde 1948 y posteriormente en 1964 en una población adolescente marcarán la diferencia y la relación de ésta ametropía con la edad en el proceso de emetropización.

García Sánchez, Méndez y Sánchez Salorio (1972) también han estudiado la ametropía en relación con la edad, en un total de 4.894 ojos en sujetos en clases comprendidas entre 4 y 25 años y concluyen que tanto la hipermetropía como el astigmatismo hipermetrópico, son los trastornos más frecuentes encontrados durante los primeros años de vida y que con posterioridad la frecuencia de estos trastornos va disminuyendo.

De gran importancia para nuestro estudio son las posibles relaciones existentes entre la hipermetropía y los factores correspondientes a desequilibrios binoculares como las

heterotropías y heteroforias, estos aspectos son estudiados en poblaciones jóvenes por Robb y Rodier (1986), así como por Nelson y colaboradores (1987).

También es interesante la relación existente entre la hipermetropía y los trastornos por exceso de acomodación, éstos aspectos y su posible relación fueron estudiados por Mazow y colaboradores (1984) así como por Raab (1984).

Por otro lado, se presentan los trabajos de investigación de Rosner (1987) sobre la posible evolución progresiva de la hipermetropía, se realizan en un conjunto de 123 sujetos, relacionando la existencia de hipermetropía con la edad, así como la influencia que diferentes circunstancias ambientales y excesos en la acomodación pueden producir dicha evolución.

Se ha especulado mucho sobre las relaciones entre las distintas ametropías, específicamente entre la miopía y la hipermetropía con los cambios en la personalidad de los estudiantes. Estos trabajos fueron realizados por Gawron (1981) y posteriormente por el mismo autor en (1983). Su relación y la implicación con el sistema nervioso simpático fue también estudiada por Garner (1983).

Los últimos trabajos que relacionan la hipermetropía con los niveles de acomodación, vergencia y adaptación a distintos

procesos de enfoque del ojo han sido llevados a cabo por Schor (1988), a éstos trabajos nos referiremos posteriormente en la discusión de resultados.

3.1.3.- Astigmatismo

Los estudios de Helmholtz en 1909, sugieren que los factores anatómicos son los productores de la desviación del foco y de la formación de varios focos en éste tipo de ametropía. Posteriormente se van a realizar gran cantidad de estudios epidemiológicos, encontrando referencias importantes en 1950 y 1952 realizadas por Poos investigando la distribución y las causas del astigmatismo.

Es interesante en el estudio de la anomalía refractiva, que nos ocupa un trabajo realizado por Marin-Amat (1956) sobre la relación de los músculos orbiculares en la aparición de astigmatismos. Del mismo autor, destacamos el análisis de las variaciones de la curvatura corneal durante la vida, concretamente su importancia y transcendencia en la refracción ocular.

Por otro lado, las causas de los astigmatismos son motivo de estudio para muchas investigaciones; explicaciones en profundidad fueron dadas por Duke-Elder en (1970); estudios más recientes como los de Grey y Yap (1986), Vihlen y Wilson (1983) ahondan en ésta cuestión.

La influencia de la herencia en la ametropía ha sido motivo de numerosos estudios, los más antiguos corresponden a los realizados por Tscherning y Sorenses en 1944.

La toricidad de la superficie corneal y la cuantía que puede imputársele respecto al astigmatismo fue analizada por varios autores. Destacan los trabajos de Bannon y Walsh en 1945 así como los de Le Grand 1967, en éstos estudios se cuantificó el astigmatismo corneal en una media de valores entre 0 y 2,25 dioptrías.

Respecto a la implicación de la lente cristalino en la formación de astigmatismo debemos referirnos a los trabajos de Fletcher en 1951, en éstas investigaciones la oblicuidad de la lente cristalino afecta sobre ésta ametropía en proporciones entre 0,25 y 0,50 dioptrías, éste dato está de acuerdo con el obtenido por Sorenses (1944) que cuantificaba la media del astigmatismo de cristalino en adultos en 0,36 dioptrías.

Buscando otras posibles causas de astigmatismo se encuentran los trabajos de Le Grand (1967) así como los trabajos de Burton (1973) sobre la implicación de la superficie retiniana en la formación de imágenes astigmáticas.

Son muchos los trabajos encontrados en la literatura a éste respecto Bannon y Walsch (1946), Brungardt (1969), Roth (1969), Sarver (1969), El-Hage (1971), así como otros más recientes, Wick (1976, 1982).

En el mismo sentido se presentan los trabajos realizados en 1988 por Grosvenor y colaboradores confirman de forma clínica algunos aspectos de astigmatismos estudiado previamente por otros autores.

Respecto a la prevalencia de astigmatismos en diferentes poblaciones nos centramos en los colectivos semejantes al de nuestro estudio, destacamos los trabajos de Phillips (1952) en grupo de pacientes de 30 años, en los que investiga sobre la influencia y frecuencia de las deformaciones corneales; trabajos posteriores en 1958 realizados por Morgan buscan la diferencia entre los astigmatismos en función del sexo para grupos en edades comprendidas entre 20 y 30 años.

Por otro lado, son muy interesantes los trabajos realizados por Rosvenor en 1977 intentando evidenciar los cambios en la evolución del crecimiento en sujetos entre 20 y 30 años, no encontrándose diferencias significativas respecto a la evolución a estas edades.

Comentaremos posteriormente en la discusión de los resultados los distintos estudios realizados referente a las poblaciones generales y particulares de estudiantes adultos, destacamos en éste caso estudios en busca de correlaciones de astigmatismos relacionándolos con la edad.

Podemos considerar a éste efecto los trabajos de Beer y Richler (1983), así como los de Kragha (1986) y los de Satterfield (1989), estos últimos en una población de 1.112 Pacientes en edades entre 20 y 30 años, obteniendo resultados concretos sobre la frecuencia de la ametropía así, como respecto al grado de esta.

Respecto a la influencia de factores genéticos en la frecuencia de astigmatismos nos encontramos con opiniones bien diversas, hay estudios que sugieren alguna influencia hereditaria entre los que destacaríamos los realizados por Gates (1946), Biro (1948), Sosbi (1970), Duke-Elder (1962) y Waardenburg (1963), no faltan autores que rechazan esta hipótesis. Fatt y Griffin (1983)

Otros trabajos indican que no encuentran evidencias experimentales que pueden concluir en uno u otro sentido es el caso de Stern y Rosenborg (1940) que realizan un amplio estudio a este respecto en 2.000 pacientes.

Es importante también considerar si existen aspectos de las condiciones ambientales que provoquen un aumento del astigmatismo, ya a partir de 1953 en estudios realizados con 3 generaciones de 51 familia (1.208 ojos) por Hofstetter y Rife (1953) afirman éste hecho.

El estudio más reciente encontrado al respecto es el de Teikari y O'Donnell (1989), comparando parejas de gemelos, en conclusiones indican que no encontraron evidencia de la relación de esta ametropía con la herencia.

Es interesante también conocer la influencia de la raza en la aparición astigmatismo, en éste sentido se han realizado multitud de estudios, destacamos aquellos que dirigieron Lyle y colaboradores (1972), Abraham y Volovick (1972) en distintas poblaciones de americanos comparándolas con indios de raza pura, encontrando valores diferentes con alta significación estadística e intentando buscar las causa de éstas diferencias, los autores consideran la influencia de la estructura anatómica del ojo así como factores externos.

Otros trabajos dirigidos en el mismo sentido son los de Wong (1976), Hamilton (1976), Head (1976), Mohindra y Nagary (1977), Garber y Hughes (1983), Alder-Grinberg (1986).

Sin embargo, autores como Grosvenor (1977) realizan otros análisis del astigmatismo intentando comprender lo que el denomina astigmatismo inducido.

Referente a los distintos tipos de astigmatismo y su prevalencia en distintas poblaciones y estudios se especula con la idea de si la presión ó tracción de los músculos extraocula-

res pueden provocar cambios en las curvaturas corneales obligando a astigmatismos en determinados ejes, en ésta línea de trabajo se pueden encontrar los estudios realizados por Lopping y Weale (1960) y (1965), así como investigadores tan prestigiosos como Duke-Elder y Abrams (1970). Los estudios de Millodot y Thibault (1985) intentan aproximarse a las hipótesis previas en éste sentido.

La influencia ó los efectos del astigmatismo sobre la agudeza visual, han sido estudiados durante largos años y tienen gran importancia en nuestro estudio. Un astigmatismo incorrectamente corregido puede provocar numerosos efectos adversos (Lyle 1990).

Los ejes del astigmatismo tienen según ha demostrado Casanovas en 1966 y Birnbaum una influencia para el reconocimiento y habilidad de letras y números, en ésta línea de trabajo destacamos los estudios de Atkinson y French (1979), así como los más recientes de Giwiazda y colaboradores (1985) que estudia el desarrollo de la agudeza visual en niños con astigmatismo.

Es importante comentar desde el punto de vista de nuestro estudio la influencia de los astigmatismos mal compensados sobre síntomas de astenopía, manifestada por cefaleas, tirantez y enrojecimiento de ojos. Estos síntomas se van a producir en

astigmatas hipermetr6picos y astigmatas mi6picos si van acompa1ados de trabajos visuales prolongados en distancia pr6xima, ya en 1924 Gullstrant y Helmholtz imputaban al astigmatismo de entre 0,50 y 1 dioptría m1s sintonatología que a otras ametropías en el sentido de causante de astenopía.

Es muy importante destacar los trabajos de Van Althen (1961) en los que analiza el astigmatismo como posible causa de miopías. De igual forma que estudios posteriores realizados por Birnbaum (1978) en los que se intenta relacionar los astigmatismos con el desarrollo de un proceso mi6pico.

De acuerdo con 6sta propuesta, Fulton y colaboradores (1982) sugiere que existe una influencia clara entre los astigmatismos no compensados y el desarrollo de miopía.

3.2.- Fatiga Visual

Las exigencias visuales necesarias para el trabajo con pantallas de ordenador y las condiciones ambientales en las que a menudo se realizan estos trabajos puede ocasionar fatiga visual (astenopía), Ostberg (1980). Este término médico agrupa todos los síntomas asociados con el esfuerzo muscular excesivo del aparato visual, durante un largo período de tiempo y puede ser difícil de diferenciar respecto a síntomas de cansancio físico y mental como resultado del trabajo de condiciones no satisfactorias. (Starr, Thompson, Steven, 1982)

En primer lugar, vamos a analizar varias definiciones referentes a la fatiga visual, para en sucesivos epígrafes desarrollar la situación bibliográfica con relación a la población objeto de estudio. La definición realizada por Robert (1972) dice que la fatiga puede definirse como un estado resultante del funcionamiento excesivo de un órgano, que se traduce en una disminución del poder funcional, pudiendo ir acompañado de sensaciones desagradables.

La fatiga visual fue definida posteriormente por Dubois Poulsen (1978) como " un fenómeno aparentemente reversible que puede acompañarse de sensaciones molestas al mismo tiempo que da lugar a la reducción de la capacidad necesaria para realizar una tarea visual ".

Eliás y Cail, hacen intervenir en su definición de fatiga un elemento diferente; para ellos, la fatiga visual puede definirse como una modificación funcional con efectos fisiológicos generalmente reversibles, debida a contracciones.

3.2.1.- Fatiga Visual en los Usuarios de Ordenador.

Sintomatología.

En éste apartado presentamos la influencia del estado de refracción ocular en la sintomatología de usuarios de ordenador.

Según la clasificación de Dubois Poulsen, se pueden distinguir respecto a los síntomas tres grandes tipos: en primer lugar los síntomas oculares, generalmente expresados como sensaciones de quemazón, escozor de los globos, enrojecimiento, aumento del parpadeo e incluso dolor ocular, en segundo lugar síntomas visuales como dificultad para enfocar, visión borrosa, percepción de manchas delante de los ojos, mayor sensibilidad a la luz, doble visión (diplopía) y por último síntomas generales como cefaleas e incluso vértigos y nauseas.

En la búsqueda bibliográfica nos encontramos con multitud de estudios que relacionan la frecuencia de quejas visuales y oculares en usuarios de videoterminals, entre ellos destacamos por ser pioneros en este campo, los trabajos de Hultgren y

Knave (1974), Kir y colaboradores (1978), Ostberg (1975), Elías y colaboradores (1979).

En la década de los 80, se encuentra en la literatura amplias referencias en el campo del estudio de síntomas de usuarios, entre ellos referenciamos por su importancia posterior los trabajos realizados por Laubli (1980), Dainoff (1980), Smith (1980), Rey y Meller (1980), Gunnarsson y Ostberg (1977); en todos ellos se analiza la frecuencia de las quejas visuales y oculares en colectivos de trabajadores existiendo una curiosa disparidad en las conclusiones en cuanto a la influencia de la utilización de ordenadores y los síntomas de astenopía, creemos que esta disparidad es debida a la falta de metodología homogénea y objetiva en las investigaciones.

Posteriormente nos encontramos con los trabajos de Turner (1982) y de Starr (1982). Es interesante observar que durante algunos años las investigaciones en este campo disminuyen y en consecuencia las referencias bibliográficas también son menores.

En 1985, Dain retoma el estudio de la sintomatología elaborando un trabajo que después en 1988 será revisado. En estas investigaciones comparan la sintomatología en 1.013 personas que utilizan durante varias horas al día un ordenador, clasificándolas en grupos en función de mayor ó menor nivel de

sintomatología. En el apartado de discusión de resultados, y debido a que en nuestro estudio además de analizar la influencia del trabajo con ordenador sobre el estado de refracción y la función visual hacemos una revisión de la sintomatología expresada por los estudiantes, comentaremos la frecuencia de quejas visuales a las que hacen referencia los trabajos presentados en los párrafos anteriores.

Como decíamos, resulta redundante los estudios de estos años, respecto a frecuencia y prevalencia de síntomas. Además se cuantifica de forma muy variable, dados los problemas metodológicos inherentes en los estudios epidemiológicos en este área:

- 1) por la frecuente asociación con otros trastornos,
- 2) por las múltiples formas de presentación y
- 3) por las conocidas limitaciones de los autoinformes.

A partir de 1986, y a propuesta de Instituciones internacionales como la Organización Internacional del Trabajo y la Organización Internacional de la Salud se comienza una nueva etapa en las investigaciones; intentando buscar métodos para objetivar los síntomas que declaran los individuos (Ostberg, 1986), desarrollando simuladores para tomar medidas objetivas durante las horas de trabajo, además se investigan otros aspectos externos como la iluminación ambiental, así como condiciones relativas a los individuos tales como el análisis

de microfluctuaciones en la acomodación, velocidad de ésta, tiempo de recuperación al deslumbramiento, etc.. proporcionando así un mejor conocimiento de los factores influyentes en las molestias de astenopía considerándolos de forma individualizada. (Iwasaki, Kurimoto, 1986); (Kageku, Akinori, 1986); (Kochear, Foulfe, 1986); (Sliney y Wolbarsht, 1986).

En 1988, Dann, Good y Tejerina analizan la influencia de los errores refractivos en la sintomatología de un grupo de usuarios de ordenador; la muestra estaba formada por jóvenes entre 18 y 32 años con una media de edad de 23.1 y una $S = 3.8$. Estudios semejantes se realizaron por otros grupos de investigación como Bailey, Greenhouse, Howarth (1986), Campbell, Durden (1986), Cushman (1986) y Sheedy (1987). Más concretamente, Wiggins y Dann (1991) comparan las molestias visuales respecto a la existencia y grado de astigmatismo.

En España se han realizado también estudios de éste tipo, la iniciativa parte de distintos Estamentos en algunas ocasiones de la administración (I.N.S.H.D.), también de asociaciones patronales (AMYS) y sindicatos e incluso de algunas empresas con gran desarrollo informático (Telefónica).

Con relación a los informes promovidos por los sindicatos, destaca el que editó la fundación IESA, realizado por UGT en el sector de Banca. La encuesta fue realizada en 1982, sobre

una población estimada de 2.500 empleados que trabajan de forma continua y estable ante pantallas de ordenador. La muestra recoge las respuestas, los trastornos más usuales fueron picor, ardor, enrojecimiento de ojos, desdoblamiento de imagen y fotofobia, se han expuesto por orden decreciente de frecuencia. Como objeciones observamos que no se compara con grupos - control y sólo se toman en cuenta las respuestas subjetivas de los operadores, sin embargo resulta informativo en cuanto a las condiciones ambientales.

Por otro lado, hemos observado que la mayor parte de estos estudios se han efectuado sobre grupos pequeños (no superiores a 200 personas) y formados exclusivamente por usuarios de pantallas.

Respecto a las propuestas del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, se presentan los informes sobre "problemática de trabajadores y usuarios de informática" (1985) así como dos documentos en 1986 relacionados con la exploración oftalmológica específica y la emisión de radiaciones no ionizantes.

Desde otras organizaciones como AMYS (Asociación de Medicina y Seguridad para la empresa eléctrica) se realizan trabajos en el mismo sentido, este es el caso del Informe sobre

pantallas de Visualización, encargado por ésta asociación (1986).

Para terminar la aportación desde las grandes empresas corre a cargo del estudio que organizó la compañía Telefónica en 1984, se evaluaron 500 reconocimientos médicos sobre un total estimado de 2.216 puestos de trabajo con pantalla. La investigación comprendía dos fases: una subjetiva y otra objetiva (exploración clínico funcional oftalmológica); ésta última resultó normal en el 95 % de los empleados encontrándose una incidencia de patología de retina, vasos y nervio óptico en el 5 %. La tensión ocular fue normal en el 100 % de los empleados lo que es lógico puesto que la edad media de ellos era de 35 años. Respecto a la exploración funcional fueron detectadas forias superiores a 4 dioptrías en endoforias ó a 2 dioptrías en exoforias, dentro de los márgenes fisiológicos en un 12 % de empleados. En éste estudio se cruzaron los datos correspondientes a la sintomatología objetiva con las horas de trabajo frente a videoterminal.

De la abundancia de literatura, muy pocos son los estudios que comparan los síntomas de astenopía entre operadores y grupos - control, entre estos trabajos los realizados por N.I.O.S.H. (1981), Woo, Strong, Irving (1986) y otros; serán comentados posteriormente y comparados, con nuestros resultados respecto a los diferentes parámetros que estudian.

En Francia, los trabajos de Morin y Pellet (1989) utilizan una metodología semejante.

Como ejemplo sólo comentar, el trabajo desarrollado por Dain, McCarthy y Chan-Ling (1988) entre un grupo de operadores de videoterminal y un grupo de sujetos que no utilizaban ordenador; se encuentran datos interesantes desde el punto de vista de la función visual. Las dos muestras fueron exploradas con pruebas de diagnóstico optométrico y cuestionadas sobre aspectos de su sintomatología. Los resultados obtenidos de ambos análisis se relacionaron entre sí; las conclusiones apuntaban como en el resto de los estudios comparados a una mayor incidencia de molestias en el grupo expuesto, en éste caso fueron referidas a visión borrosa, cefaleas y deslumbramientos.

3.7.2.- Fatiga Visual en los Usuarios de Ordenador;

Causas.

En nuestro estudio, uno de los retos es la búsqueda de los motivos por los que los usuarios de pantalla de ordenador expresan una sintomatología superior a personas que no lo utilizan. Todos los elementos que constituyen la carga visual del trabajo con pantalla intervienen en la aparición de la fatiga visual. A menudo éstos factores son intrínsecos, se habla de una sobrecarga visual cuando aparecen síntomas de fatiga, éste epígrafe afecta directamente a nuestra investiga-

ción e intentaremos comprobar cuales son los aspectos hiperutilizados de la función visual, pero ha sido demostrado, que existe una alta influencia de factores externos en la astenopía.

3.2.2.1.- Factores Extrínsecos

Nos referimos a aspectos ambientales y concernientes específicamente al terminal de ordenado, estos factores de indudable interés e influencia en la astenopía de los usuarios no son objeto de estudio de éste documento.

Sin embargo, debido a la importancia que conllevan deben ser analizados aunque de forma somera.

En la búsqueda bibliográfica, respecto a los parámetros analizados por nosotros, hemos encontrado un gran número de referencias en éste sentido. En primer lugar las directrices del Parlamento Europeo ó las Instituciones Europeas de normalización dictan unas normas ergonómicas que deben cumplir tanto las instalaciones como los aparatos propiamente dichos.

Las condiciones de iluminación en las que se realizan las tareas informáticas, revisten gran importancia. De hecho, como hemos comentado, muchos síntomas de fatiga visual están provocados por unas condiciones de iluminación incorrectas. En éste sentido se desarrollan los trabajos de Cakir (1980, 1982), Desnoyers (1982), Santer (1983, 1984) y otros promovidos por organizaciones Nacionales e Internacionales (OMS, OIT, NIOSH).

Dentro de este factor se deberá tener en cuenta el contraste de luminancias, la posición, nivel y eficacia de las

fuentes de luz, la eliminación de deslumbramientos, el centelleo de los tubos fluorescentes. Algunas publicaciones encontradas investigan sobre estos aspectos, destacamos las realizadas por Zinchenko y Munipov (1985), Grandjean y Vigliani (1982), De Wesley Woodson (1978).

Con relación, a la pantalla de ordenador se deberán controlar la emisión de radiaciones, éste factor fue muy estudiado tanto respecto a la cuantía de la emisión como a las posibles repercusiones en la salud visual de los operadores. Entre los estudios presentamos los realizados por Weiler (1975), Zaret (1980, 1984) y Mc. Donald (1984, 1986). Concluyendo a este respecto la inocuidad de estos instrumentos para el usuario.

Además se han encontrado correlaciones positivas entre quejas por reflejos y centelleo del monitor y síntomas de astenopia, así como asociaciones significativas entre los ratios de luminancia (pantalla - mesa - entorno) y quejas visuales. Stammerjohn, Smith (1981). Estudios epidemiológicos realizados en 28.591 empleados de la Sociedad Italiana de Telecomunicaciones confirman las investigaciones anteriores.

Respecto al tamaño, color y luminosidad de los caracteres así como la altura e inclinación del monitor, también se han encontrado trabajos que determinan su influencia en la asteno-

pía Nielsen, Engineer, Brüel y Kjaer (1986). En éste trabajo específico se investiga sobre la influencia de luminancia, iluminación y contraste en distintas pantallas al igual que las características de reflexión en diferentes unidades de video-terminal. Como conclusión exponen que la demanda de luminancia en la dirección especular tiene que ser menor de 200 cd/m² y la de los caracteres no debe exceder los 300 lux.

3.2.2.2.- Factores Intrínsecos

3.2.2.2.1.- Trastornos de Refracción

Favorecen la fatiga visual debido a un esfuerzo acomodativo y a una demanda superior de la interpretación de la imagen borrosa en la retina, en consecuencia las ametropías no compensadas ó mal compensadas van a tener una incidencia importante en la sintomatología molesta de los usuarios. Santer (1986).

Comenzamos el análisis de las anomalías visuales por los miopes leves, la visión de ellos es nítida a nivel de la pantalla, teclado y documento, mientras que el resto del ambiente tiene una visión borrosa ya que está más lejos de su punto remoto. Sin embargo, en la miopía más elevada el punto remoto está entre el sujeto y la pantalla, entonces el ergorama es borroso y es necesario que el sujeto se aproxime a la pantalla para poder leer.

En este sentido, nos interesamos por los trabajos realizados en 1975 y 1980 un grupo de investigación dirigido por Ostberg. En un grupo de sujetos entre 25 y 40 años estudió los estados de refracción y su comparación antes y después de un trabajo intenso ante pantalla, concluyendo en su trabajo un aumento de miopía inducida.

De acuerdo con esta posición se desarrollan los estudios de Haider (1980), que demuestra una disminución de la función visual después de varias horas de trabajo. Así como los realizados por Pací y Ormezzano (1986) que relaciona el grado de miopización inducido medido en dioptrías con el uso de los diferentes tipos de pantalla.

Respecto al estado del enfoque visual, acomodación y convergencia en individuos que utilizan pantallas de ordenador y para evidenciar y aclarar su relación con la edad y horas de exposición los mismos autores, Hedman y Brienn, diseñan una investigación. Como premisas previas consideran los trabajos de Grandjean y Vigliani (1980) y de Dainoff y colaboradores (1981) referentes a la evidencia de una alta frecuencia de quejas visuales. En el estudio investigan 29 sujetos con edades comprendidas entre 17 y 54 años, utilizando para las medidas de la función visual un método previamente validado por Leibowipe y Henessy (1975).

El tiempo del estudio fue de seis meses de los cuales tres trabajaban con tareas variables y otros tres trabajaban durante toda la jornada con una pantalla de ordenador. Para valorar la precisión de enfoque, se analizó el punto próximo de acomodación y convergencia. Los grupos se dividieron según la edad; en menores de 20 años, de 20 a 40 años.

En las conclusiones obtenidas de los resultados no se detecta un aumento de la miopía inducida en contra de las tesis de Ostberg (1980) y Haider (1980). Las diferencias marcadas en las conclusiones de ambos grupos de investigación pueden ser debidas a la configuración de las muestras respecto de la edad y trabajos realizados.

Hemos hecho referencia a la edad en la exposición anterior y nos parece interesante ahondar en este aspecto, comentando un trabajo realizado en Alemania, concretamente en la Universidad de Munich por el equipo de Jiranet, Kugelmann y Krueger (1986) en el que buscan la influencia del factor edad relacionándolo con aspectos de la función visual.

La población utilizada es dividida en dos grupos: una primera muestra entre 20 y 30 años y una segunda muestra de edad superior a 30 años. Los resultados demuestran con diferencias estadísticamente significativas que en el grupo de edad superior a 30 años se presentaban más síntomas y además

se producía una evolución negativa de las ametropías ya existentes.

Ahora bien, en este estudio no se demuestra que la influencia del tiempo expuesto afecte al estado de refracción.

Trabajos precedentes como los realizados por Eason (1980), Benz y Haubner (1983) concluyen datos semejantes.

En base a la bibliografía estudiada, determinamos que la variable edad tiene influencia a partir de los 30 años debido a la pérdida acusada de la acomodación, pudiendo provocar síntomas e incluso variaciones en el estado visual y sinergia con el efecto de la utilización de ordenadores. Es por éste motivo, por el que se ha limitado a 30 años la edad de los individuos componentes del colectivo objeto de nuestro estudio, con el fin de evitar enmascaramientos producidos por la edad.

Consideramos que merece un comentario especial un trabajo realizado por Woo e Irving en la Escuela de Optometría de Waterloo (Canadá) por tener algunas semejanzas con el estudio que nosotros exponemos en este documento. En primer, lugar el análisis se realiza en dos grupos, uno de los cuales utiliza ordenador y el otro le sirve de muestra en blanco, debido a que sus componentes no son usuarios de videoterminal. Además, otro punto en común consiste en el uso de métodos de diagnóstico de

contraste variable y de contraste único para la detección del estado de la función visual en los grupos de análisis. Por otro lado, también se interesan por las variaciones negativas que en el estado de refracción pueden provocar un excesivo esfuerzo visual.

En este estudio, se analiza la respuesta acomodativa del sistema visual con la valoración de la agudeza visual, cabría esperar una correlación con los síntomas de astenopía pero en los resultados esta asociación no existe, este hecho puede ser explicado por el alto contraste de los optotipos.

En consecuencia, Woo y sus colaboradores para evidenciar de manera determinante la posible correlación, utilizan la función de sensibilidad al contraste con ondas sinusoidales de frecuencia variable y contraste decreciente. Con este método pretenden medir cambios sutiles en dicha función.

En los resultados de la investigación se producen cambios en la sensibilidad (fluctuaciones) antes y después del trabajo; pero estos cambios se establecen en ambos grupos (usuarios y no usuarios).

En la investigación se ratifica el aumento de la miopía transitoria después del trabajo, citada en párrafos anteriores en el grupo de usuarios, esta puede ser debida a un esfuerzo

para mejorar la posición focal de la imagen y finalmente en los resultados del estudio se detectan desequilibrios en la función binocular (heteroforias).

De la misma manera, el estudio epidemiológico realizado por Scullica (1990) en una población de usuarios compuesta por 29.604 sujetos, pretende conocer la influencia de los errores refractivos en la astenopía. Deducen que los defectos de refracción actúan aumentando la incidencia de astenopía con un grado variable según sea el tipo de ametropía, así en los hipermétropes se encuentra el mayor porcentaje de asténopes. Estos datos son obtenidos con un alto valor de significancia estadística.

Es interesante comparar estas conclusiones con estudios referentes a la incidencia de ametropías, miopía, hipermetropía y astigmatismo en estudiantes que no utilizan pantallas de ordenador. En éste sentido trabajos muy recientes, realizados en 1994 por Sanz, González, Martínez y Muñoz en 103 sujetos en edades comprendidas entre los 18 y 24 años nos sirven de referencia.

En la investigación relacionan el estado de refracción con las capacidades visuales, para ello miden la agudeza visual y a diferencia de otros trabajos concluyen que no hay una

disminución de la agudeza visual, cuando la ametropía existente está bien compensada.

Para terminar, en el caso de los astigmatas se produce una fatiga muscular ya que el sujeto se esfuerza utilizando el mecanismo de acomodación para colocar una de las dos focales sobre la retina. Este esfuerzo se sobrepone al habitual frente a las pantallas. Estudios en este sentido fueron realizados por Cocno, Denieul (1986) y Murch (1982).

3.2.2.2.2.- Trastornos de Agudeza Visual

No son abundantes las referencias que relacionan las influencias sobre la Agudeza Visual y el hecho de ser usuario habitual de pantalla de Ordenador.

En 1976 Pape, Blankenagel y Kaise encuentran una correlación positiva entre la Agudeza Visual y la actividad realizada, tanto en investigaciones de campo como con el laboratorio.

Así dedujeron que el valor necesario de Agudeza Visual en un trabajo de oficina se estima para una distancia de 50 cm. Este valor es considerado para una oficina convencional pero no dotada de sistemas de ordenador, tal y como Schmidtke y Schohe (1967) demostraron en una muestra de 9.400 trabajadores industriales.

Krueger (1986) en el estudio realizado con objeto de deducir la relación causa efecto entre los trastornos visuales y el uso de pantallas de ordenador, concluye que existe así mismo una correlación positiva entre el tipo de trabajo y el valor de la agudeza visual necesaria.

Por otro lado, los valores obtenidos por distintos grupos de trabajos sobre diferentes colectivos que ejercen tareas de diferente exigencia visual han sido semejantes, así para Shober (1968) el valor de esta variable agudeza visual es de 0,94 sobre una población de 9.468 personas adultas; el grupo de investigación dirigido por Hatch (1990) obtuvo un valor promedio de Agudeza Visual igual a 0,925, medido sobre una población penitenciaria y finalmente en 1994 Sanz y colaboradores, han obtenido un valor igual a 0,97 en un colectivo de jóvenes universitarios entre 18 y 24 años.

Con respecto a la población de usuarios de ordenador debemos considerar los resultados de Catros (1986) que evidencian la necesidad de una Agudeza Visual de 0,4 para poder discriminar los caracteres de la pantalla. Este puede ser el motivo por el cual personas con una inadecuada compensación visual no detecten ante un terminal el déficit de la misma.

3.2.2.2.3.- Trastornos del Equilibrio Oculo-Motor

El trabajo ante pantallas necesita la fusión a diferentes distancias y en distintas direcciones. Si las vergencias personales son mediocres la fusión no puede mantenerse más que con un esfuerzo de convergencia. La insuficiencia ó exceso de convergencia sola ó asociada a una heteroforia originará síntomas de fatiga visual (Hugonnier, 1973).

Es este sentido las referencias bibliográficas encontradas son abundantes, abarcan desde estudios en tamaños pequeños de población (Zlateva y Koicheva, 1986) hasta estudios epidemiológicos; referenciamos como ejemplo del segundo grupo el análisis realizado por Burian y Von Noorden (1974) sobre una población de 379 usuarios de VDT y 126 no usuarios. Como resultados no se encontraron diferencias significativas entre los dos grupos referidas a la medida del punto próximo de convergencia después de una jornada de trabajo. Coincidiendo con estos, los resultados de Hedman y Brien (1983).

Sin embargo este dato es refutado por Gunnarsson y Söderberg (1979) que hallaron que el punto de convergencia aumentaba de 1 a 4 cm. hacia fuera en los individuos que se exponían a un día de trabajo frente a terminales de ordenador, especialmente si el esfuerzo realizado es "intenso".

Fueron estudiados, también por estos mismos autores, las anomalías sobre heteroforias y heterotropía. Concluyendo la

inexistencia de desequilibrios binoculares debidos al esfuerzo de una jornada (Burian y colaboradores, 1974). Ahora bien la prevalencia de exoforias fue demostrada, de igual manera se expresaron los trabajos de Laübli (1981). En el apartado correspondiente a discusión de resultados compararemos estos datos con los obtenidos de nuestro estudio.

Finalmente y centrándonos en la población de estudiantes exponemos y comparamos los trabajos realizados por Suchoff y Mozlin (1991), Simon y Gassler (1988), Seedy y Saladin (1983) y por Rabino Maina y Romano (1986) en los que se presentan los tipos y grados de heteroforias, así como los porcentajes referentes en cada caso.

IV.- OBJETIVOS

4.1.- Objetivo General

Conocer la posible influencia que tiene la utilización ó no de ordenadores en el estado de refracción visual y la sintomatología ocular de adultos jóvenes estudiantes.

4.2.- Objetivos Específicos

- 1.- Buscar la frecuencia de los diferentes estados de refracción y de su compensación óptica en jóvenes estudiantes expuestos ó no a pantallas de ordenador.

- 2.- Describir y comparar la capacidad visual en función de los parámetros: Agudeza visual, sensibilidad al contraste y fatiga acomodativa en la población objeto de estudio y establecer la posible correlación entre los resultados obtenidos en dichos parámetros con la valoración subjetiva de sus síntomas y condiciones de trabajo.

- 3.- Analizar, igualmente la función binocular y posibles desequilibrios oculomotores en las poblaciones de usuarios y no usuarios de ordenador valorando la presencia de heteroforias, el mecanismo de fusión y el nivel de estereoagudeza.

4.- Estudiar el proceso de adaptación visual a diferentes niveles de iluminación así como el tiempo de recuperación al deslumbramiento y su posible expresión sintomática en función de estar ó no expuestos a pantallas de videoterminal.

5.- Valorar la sintomatología ocular y visual subjetiva referida por los dos grupos en relación con sus condiciones diferenciales.

6.- Comparar la utilidad de los diferentes métodos de exploración de la función visual, clásicos y recientes a fin de proponer un esquema básico de sistemática de diagnóstico y seguimiento en programas de prevención en Salud Pública.

V.- MATERIAL Y METODOS

5.1.- Material y Métodos Estadísticos e Informáticos

5.1.1.- Selección y Características de la Muestra

Nuestro trabajo realiza un estudio sobre dos muestras de datos utilizando el análisis multivariable.

El análisis multivariable es uno de los métodos más usados para reducir, con la mínima pérdida de significación, la complejidad que presentan los problemas multidimensionales, reduciendo esa dimensionalidad de valores inmanejables a otros asumibles. Era importante seleccionar dos muestras de estudiantes universitarios con características totalmente diferentes respecto al uso habitual de pantallas de ordenador, para ello se eligió un primer grupo de alumnos de la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid y una segunda muestra de estudiantes de la Escuela Universitaria de Optica perteneciente a la Universidad Complutense de Madrid.

En el primer caso se estimó que debido a los estudios específicos en el área informática el uso de computadoras era elevado, tanto en horas al día como en años de trabajo frente a terminales de ordenador. El segundo grupo de estudiantes universitarios, alumnos de la Escuela Universitaria de Optica se analizó como muestra patrón ya que el uso de pantallas de ordenadores se suponía muy bajo.

En el epígrafe correspondiente a resultados, se confirma ésta hipótesis (Tablas 3, 4) y se demuestra que las diferencias son estadísticamente significativas respecto al tiempo tanto en años como en horas al día trabajando con pantallas de ordenador ($r = 0.67$; $r = 0.65$ respectivamente).

La fase del estudio correspondiente a la toma de datos y análisis visuales se realiza durante el curso 1991 - 1992. Con todos los resultados obtenidos de cada grupo se afronta el estudio por medio del análisis factorial, ésta parte del programa fue supervisada por D. Juan Pazos Sierra, Catedrático de Inteligencia Artificial, de la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid.

El trabajo indicará las características presentes en cada población y las relaciones entre ellas, consta de tres partes:

Análisis Unidimensional: Se va a centrar en el estudio de la distribución de las muestras para las distintas características posibles.

Análisis Bidimensional: Se intentará encontrar posibles relaciones para cada muestra entre una serie de características que, presumiblemente, están relacionadas.

Análisis de Homogeneidad de las Muestras: Va a intentar descubrir la posible dependencia del lugar de toma de las muestras en los valores obtenidos en una serie de variables.

La asociación de los 3 métodos es para Joaristi, Lizasoain y Etxeberna (1990) la mejor combinación posible.

El problema de determinar el tamaño de la muestra es crucial dentro del contexto de la inferencia estadística. Así, un tamaño de muestra excesivamente elevado puede incrementar en exceso el tiempo y el coste de la investigación y por otra parte, si la muestra es demasiado pequeña puede que no se encuentre el deseado grado de fiabilidad. (Ojer, 1.990).

Considerando el intervalo de confianza para éste caso al 99 por ciento y un error máximo de 0,25 Dioptrías, se eligieron las variables con respecto a las cuales se va a calcular el tamaño de la muestra. Estas fueron, la graduación de las lentes compensadoras que llevaba el individuo (prueba objetiva con el frontofocómetro) así como los valores de refracción para ambos ojos que obtuvimos con el autorrefractómetro (prueba objetiva).

En base a los valores de las dos variables se obtienen los siguientes tamaños de muestra:

Muestra informática (Sujetos expuestos).

- Dioptrías ojo derecho con frontofocómetro:

Media aritmética = 0,8

Varianza = 1,07

Tamaño de la muestra = 122

- Dioptrías ojo izquierdo con frontofocómetro:

Media aritmética = 0,76

Varianza = 1,07

Tamaño de la muestra = 122

- Dioptrías ojo derecho con autorrefractómetro:

Media aritmética = 0,76

Varianza = 0,66

Tamaño de la muestra = 47

- Dioptrías ojo izquierdo con autorrefractómetro:

Media aritmética = 0,8

Varianza = 0,85

Tamaño de la muestra = 77

Muestra óptica (Sujetos no expuestos).

- Dioptrías ojo derecho con frontofocómetro:

Media aritmética = 1,33

Varianza = 1,35

Tamaño de la muestra = 192

- Dioptrías ojo izquierdo con frontofocómetro:

Media aritmética = 1,26

Varianza = 1,35

Tamaño de la muestra = 192

- Dioptrías ojo derecho con autorrefractómetro:

Media aritmética = 1,33

Varianza = 1,15

Tamaño de la muestra = 140

- Dioptrías ojo izquierdo con autorrefractómetro:

Media aritmética = 1,21

Varianza = 1,14

Tamaño de la muestra = 138

Todos éstos datos han sido obtenidos de 15 casos de prueba extraídos aleatoriamente de cada colectivo, siguiendo las indicaciones que nos da el Dr. Carrasco (1989) en su " Método Estadístico en la Investigación Médica ".

Según este autor, para cubrir todos los casos que se presentan, se debe elegir el tamaño mayor resultante para cada muestra, en consecuencia se utilizan los siguientes tamaños muestrales:

	<u>Lugar de origen</u>	<u>Tamaño</u>	<u>Característica</u>
n_1	Informática	122	expuestos
n_2	Optica	192	no - expuestos

Como se puede observar, los tamaños en las muestras de alumnos de Optica e Informática presentan las diferencias necesarias y convenientes para ser utilizados como representantes de su población de origen. La característica que va a marcar ésta diferencia es la cantidad de dioptrías presentes en la compensación óptica medida con el frontofocómetro. Con las consideraciones expuestas en las páginas precedentes, la varianza es el único factor diferenciador que hace que los tamaños muestrales varíen de un caso a otro, puesto que el error y el intervalo de confianza es el mismo para todos los casos.

Observando los resultados se comprueba que la varianza es superior en la E.U.O., debido a que sus alumnos poseen unos conocimientos superiores en el campo de la función visual que hacen, que cualquier tipo de dificultad ó molestia visual sea rápidamente compensada con el uso de gafas.

Esta actitud se constata en la tabla 8: el 27.9 % de los alumnos de Informática frente al 31.8 % de los alumnos de Optica, llevan gafas permanentemente.

Además, el error existente entre los cristales compensadores y las necesidades reales del individuo es superior en la muestra de los alumnos de Informática.

En las tablas nº 19 y 20 se expresan las prevalencias con errores superiores a 0,5 D en esfera y cilindro respectivamente.

El estudio factorial de las muestras, como se ha comentado, se realiza en tres etapas:

- El estudio Unidimensional se realiza mediante el programa "Frecuencias" que de cada muestra nos expone la distribución de la población para las distintas variables.

- El estudio Bidimensional consiste en la utilización del programa "Crosstabs" ("Test" de la chi - cuadrado) para cada grupo, intentando encontrar relaciones entre unas variables determinadas previamente.

- Por fin en la tercera etapa se estudia conjuntamente las dos muestras para determinar la probabilidad de que ciertas variables presenten ó no las mismas distribuciones de probabilidad. Esta parte se realizará mediante los programas "Crosstabs" ("Test" de la chi - cuadrado) y "T - Test" ("Test" de la

t de Student) para la comparación de las medias de dos poblaciones (Etxeberria, 1990).

5.1.2.- Descripción del Programa Utilizado

Para obtener todos los resultados se ha utilizado el paquete estadístico SPSS-PC + de la empresa SPSS Inc.

Actualmente y a raíz de la aparición de la versión para PC's, el empleo del paquete estadístico S.P.S.S. (SPSS/PC+) ha comenzado a generalizarse. Entre los paquetes estadísticos de estas características este es uno de los más utilizados, en el campo de la investigación empírica.

El SPSS - PC+ está constituido por un conjunto de programas independientes especialmente diseñado para cubrir la mayor parte de las necesidades del proceso estadístico que suelen plantearse en la realización de investigaciones y estudios de tipo empírico en el campo de las ciencias médicas, sociales y humanas.

Como ya se ha comentado en páginas precedentes entre los programas utilizados se pueden destacar: Frecuencias, Cross-tabs, y T - Test.

El sistema SPPSS - PC+ es ejecutable en cualquier ordenador personal compatible con un mínimo de 384 Kbytes. (En

función de los módulos que estén instalados, el requisito de memoria varía).

Los resultados obtenidos mediante el programa SPSS - PC+ han sido importados en formato ASC II, para su tratamiento y posterior impresión.

Con ésta herramienta de cálculo nos hemos exigido obtener los siguientes estadísticos: Medidas de posición, de orden, de dispersión y de forma.

X : media

Xd: mediana

Xo: moda

= desviación típica

s = error de la derivación

²= varianza

Cu = Coeficiente de Curtosis.

Medidas de Relación

r_c = Coeficiente de Contingencia

= Coeficiente Tau de Kendall

= Coeficiente de Gamma.

5.1.3.- El Cuestionario

Las fichas que componen el cuestionario las hemos construido partiendo de las encuestas ya utilizadas y validadas por Morin y Pellet (1989) adaptándolas a nuestro medio. Siguiendo las directrices de Carrasco (1989) antes de realizar el estudio en el colectivo completo (N = 314 sujetos) se comprobó el nivel de inteligibilidad y fiabilidad en una prueba piloto durante los meses de Octubre y Noviembre de 1991. Esta fase previa se realizó con una muestra representativa de los alumnos incluidos en el estudio.

Los datos tomados tanto del análisis visual (pruebas objetivas y subjetivas) así como las consideraciones de síntomas, ambiente de trabajo y demás valores biodemográficos fueron completando las fichas correspondientes.

FICHA 1 - VARIABLES DE PERSONA Y AMBIENTE

FACULTAD / ESCUELA:

APELLIDOS:

NOMBRE:

DIRECCIÓN:

D.P.:

CURSO:

TELÉFONO:

SEXO:

EDAD:

EXIGENCIAS VISUALES:

REDUCIDA

MEDIA

ELEVADA

¿DESDE HACE CUANTO TIEMPO TRABAJA CON PANTALLA?

MENOS DE 1 AÑO

DE 1 A 3 AÑOS

MÁS DE 3 AÑOS

¿CUANTAS HORAS AL DÍA TRABAJA CON PANTALLA DE ORDENADOR?

MENOS DE 1 HORA

DE 1 A 3 HORAS

MÁS DE 3 HORAS

¿LLEVA GAFAS O LENTES DE CONTACTO?

SI

NO

SI ES AFIRMATIVO:

PERMANENTE

SOLO DE LEJOS

SOLO DE CERCA

SOLO PARA TRABAJO EN PANTALLA

FICHA II TEST SUBJETIVO DE FATIGA VISUAL (1ª Parte)	
APELLIDOS:	NOMBRE:

POR LA TARDE, AL TERMINO DE LA JORNADA DE TRABAJO:

EN CASO AFIRMATIVO

TENÍA Vd.:

	No. nunca	Si	Rara vez	Bastante a menudo	Muy a menudo	Debil-mente	Inten-mente
UNA FATIGA DE OJOS							
UNA FATIGA NERVIOSA							
PICORES DE OJOS							
TIRANTECES DE OJOS							
QUEMAZONES DE OJOS							
DOLORES DE OJOS							
DOLORES DE CABEZA							
DOLORES DE NUCA							
DOLORES DE ESPALDA							
DOL. DE BRAZOS-MUÑECAS							
OJOS LLOROSOS							
OJOS ENROJECIDOS							
VISION TURBIA							
DIFICULTAD PARA LEER							

Frecuencia Intensidad

FICHA II TEST SUBJETIVO DE FATIGA VISUAL (2ª Parte)		
EN CASO AFIRMATIVO, ESTOS FENÓMENOS:		
¿SURGEN HABITUALMENTE:	AL PRINCIPIO DE LA SEMANA	
	EN MEDIO DE LA SEMANA	
	AL FINAL DE LA SEMANA	
	EN CUALQUIER MOMENTO	
¿DISMINUYEN DURANTE EL FIN DE SEMANA?		SI NO
¿DISMINUYEN DURANTE LAS PARADAS DE TRABAJO SUPERIORES O IGUALES A UNA SEMANA (ENFERMEDADES - VACACIONES)	EN ABSOLUTO	
	PARCIALMENTE	
	TOTALMENTE	

POR LA TARDE, DESPUES DEL TRABAJO,		
Tenía Vd., con respecto a los días no trabajados, más dificultades:		
Para leer	SI	NO
Para ver la televisión	SI	NO
Para conducir	SI	NO
Para ver de cerca	SI	NO
Para ver cuando oscurece	SI	NO

FICHA III: ESTADO DE REFRACCIÓN Y DE COMPENSACIÓN OPTICA

APELLIDOS: _____ NOMBRE: _____

GRADUACIÓN EN SU GAFA Ó LENTES DE CONTACTO
(FRONTOFOCÓMETRO):

OJO DERECHO			
OJO IZQUIERDO			
	ESF	CIL	EJE

GADUACIÓN OBJETIVA (AUTORREFRACTÓMETRO):

OJO DERECHO			
OJO IZQUIERDO			
	ESF	CIL	EJE

FICHA IV: AMBIENTE DE TRABAJO

APELLIDOS: _____ **NOMBRE:** _____

AMBIENTE LUMINOSO:

TIPO DE ALUMBRADO:	NATURAL	ARTIFICIAL	MIXTO
SI ES NATURAL O MIXTO, ¿EXISTEN PERSIANAS?	SI NO	Láminas horizontales	
		Láminas verticales	
SI ES ARTIFICIAL, ¿EXISTEN DIFUSORES?	SI NO	Persianas tela	
		Otras	

LOS TUBOS FLUO, ¿VAN ACLOPADOS?: **SI** **NO**

¿ESTÁN LAS FUENTES FUERA DEL ÁNGULO DE DESLUMBRAMIENTO 30°?: **SI** **NO**

ILUMINACIÓN PUNTUAL: **SI** **NO**

* EN CASO AFIRMATIVO, RELACIÓN DE ALUMBRADO LOCAL/GENERAL:

PUESTO DE TRABAJO:

ASIENTO:	ASIENTO REGULABLE EN ALTURA	SI	NO
	RESPALDO REGULABLE EN INCLINACIÓN	SI	NO
MESA:	ALTURA REGULABLE	SI	NO
	ASPECTO DEL TABLERO	MATE	BRILLANTE
DOCUMENTO:	POSICIÓN HORIZONTAL	OBLICUA	
	DISTANCIA DE TRABAJO OJO-DOCUMENTO:		

PANTALLA:

CARACTERÍSTICAS:	Color de los caracteres: Amarillo-anaranjado	VERDE	BLANCO
	COLOR DEL FONDO: NEGRO	GRIS	VERDE OSCURO
	CARACTERES:	DIMENSIONES CONVENIENTES	SI NO
	2,7 a 3 mm a 50 cm - 3,8 a 4,2 mm a 70 cm		
	SEPARACIÓN SUFICIENTE ENTRE:		
	LÍNEAS Y CARACTERES:	SI	NO
	LÍNEAS 100-150 %/h. - CARACTERES 20-50 %/h.		
	POSIBILIDAD DE INCLINAR LA PANTALLA:	SI	NO
	POSIBILIDAD DE GIRAR LA PANTALLA:	SI	NO
FACTORES DE DESLUMBRAMIENTO:			
		SI	NO
POSIBILIDAD DE DESCANSO DE LA MIRADA, SIN DESLUMBRAMIENTO:			
		SI	NO
POSIBIL. / FACILIDAD / AJUSTAR:	LA LUMINANCIA DE LOS CARACTERES:	SI	NO
	LA LUMINANCIA DEL FONDO	SI	NO

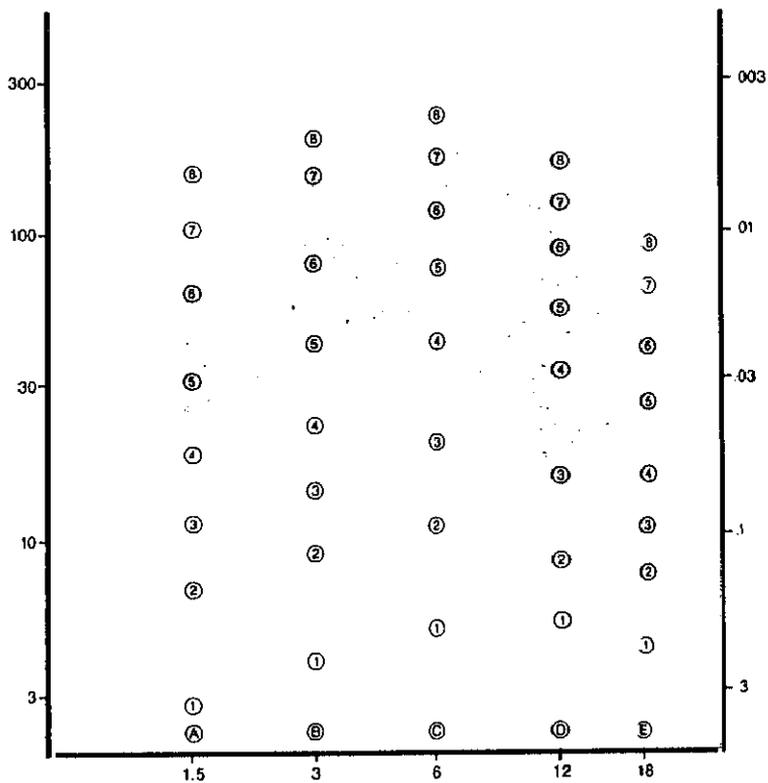
FICHA V: TEST DE SENSIBILIDAD AL CONTRASTE

APELLIDOS:

NOMBRE:

S
E
N
S
I
B
I
L
I
D
A
D

C
O
N
T
R
A
S
T
E



FRECUENCIA ESPACIAL

Distancia Intermedia (0,66 m)

FICHA VI: ESTUDIO DE AGUDEZAS VISUALES

CONDICIONES FOTÓPICAS.

APELLIDOS:

NOMBRE:

OJO DERECHO

AGUDEZA VISUAL
VISIÓN LEJOS
MONOCULAR

<input type="text"/>					
2	4	6	8	10	12

OJO IZQUIERDO

AGUDEZA VISUAL
VISIÓN LEJOS
MONOCULAR

<input type="text"/>					
2	4	6	8	10	12

AGUDEZA VISUAL
VISIÓN LEJOS
BINOCULAR

<input type="text"/>					
2	4	6	8	10	12

AGUDEZA VISUAL
VISIÓN INTERMEDIA
BINOCULAR

<input type="text"/>					
2	4	6	8	10	12

AGUDEZA VISUAL
VISIÓN PROXIMA
BINOCULAR

<input type="text"/>					
2	4	6	8	10	12

FICHA VI: ESTUDIO DE AGUDEZAS VISUALES

CONDICIONES MESÓPICAS.

AGUDEZA VISUAL
VISIÓN LEJOS
BINOCULAR

<input type="text"/>					
2	4	6	8	10	12

FICHA VIII: ESTUDIO DE LA VISIÓN BINOCULAR

APELLIDOS:

NOMBRE:

PRUEBA DE HETEROFORIAS:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

PRUEBA DE FUSIÓN:

PRUEBA DE ESTEREOAGUDEZA:

MÁS CERCA

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

MÁS LEJOS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

5.2.- Material y Métodos de Diagnóstico

La población objeto de este estudio (N = 314) ha sido estudiada en profundidad con objeto de conocer tanto sus características refractivas como el estado de su función visual, aplicando a tal efecto las siguientes pruebas diagnósticas:

A) Análisis del Estado Básico de Refracción.

- . Método objetivo con autorrefractómetro
modelo QR - 007, Shin - Nippon

B) Análisis de las Compensaciones Ópticas Habituales.

- . Método objetivo con frontofocómetro
modelo PL - 2/PL - 2WR, Nikon

C) Análisis de la Función Visual.

C₁ . Medida de la Agudeza Visual.

- . Método Subjetivo con Visiotest. Ergovisión
modelo C - 50, Essilor.

C₂ . Medida de la Sensibilidad al Contraste.

- . Método Subjetivo de Ginsburg
modelo VCTS 6000, Vistech Consultants, Inc

C₃ . Medida de la Fatiga Visual y Percepción Dinámica

- . Método Subjetivo con Visiotest. Ergovisión
modelo C - 50, Essilor

- C₄ . Medida de la Visión Binocular.
 - . Método Subjetivo con Visiotest Ergovisión modelo C - 50, Essilor

- C₅ . Medida de Adaptación Visual y Tiempo de Recuperación al deslumbramiento
 - . Método Subjetivo con Visiotest. Ergovisión modelo C - 50, Essilor

A continuación se describe el material y la metodología de manera más detallada.

5.2.1.- Métodos de Diagnóstico para determinar el Estado Básico de Refracción

Los procedimientos empleados se dividen en dos grandes grupos:

- Métodos optométricos subjetivos
- Métodos optométricos objetivos.

Los primeros están basados en las apreciaciones del paciente; se utilizan la caja de prueba u otros instrumentos llamados optómetros subjetivos. El análisis con los mismos está basado ó bien en la discriminación, por parte del paciente de un test proyectado sobre su retina (optómetros de Young y Badal) ó bien en el cromatismo del ojo, como es el caso de la prueba de Freeman (Belmonte, 1985).

Los métodos optométricos objetivos nos permiten determinar la refracción del ojo sin tener en cuenta las apreciaciones del paciente; característica que otorga exactitud a los resultados; debido a ello este ha sido el método seleccionado par nuestra investigación.

El desarrollo de optómetros objetivos comenzó con los instrumentos de Kenker, refractómetro de paralaje (1922) el optómetro de Kuht (1922), Thorner (1922 - 28). Posteriormente el optómetro de Fincham (1937) fue modificado por Reason y Briggs (1937) y modernizado por Hartinger. Collins (1937) desarrolló el primer optómetro electrónico que utilizó luz infrarroja como estímulo de medida. Campbel (1956) y Robsou (1959) perfeccionaron el instrumento de Collins. Los progresos en fotodetectores, circuitos control y microprocesadores llevaron a la construcción del primer optómetro automático. En 1972 apareció el autorrefractor 6600; entre 1980 y 1985 se desarrollaron varios instrumentos incluyendo grandes mejoras y variaciones.

Muchos son los autores que han ayudado a la evolución de estos instrumentos optométricos así como al conocimiento del nivel de fiabilidad para el análisis de la refracción ocular. Entre los primeros destacamos Cornsweet y Crane (1970), Floyd y García (1974), Oshima y colaboradores (1983), respecto al

segundo grupo merece consideración las investigaciones de Pappas, Burghardt (1984) y Wood (1988).

Basándose en las investigaciones citadas se han desarrollado unos instrumentos optométricos con resultados muy exactos, éste es el caso de los "autorrefractómetros", aparatos de alta complejidad técnica y capaces de realizar las medidas en escasos segundos. Matsumura, Maruyama, Hirano (1983).

La utilización de los autorrefractómetros supone un gran avance, en especial para la determinación de la refracción en grandes masas de pacientes, centros hospitalarios, colegios ó en ergoftalmología. Motivo por el cual nos hemos inclinado por la elección de un autorrefractómetro para la realización de la primera fase de nuestro estudio.

Hemos elegido el modelo QR - 007 de la marca Shin - Nippon distribuido en España por la empresa INOPSA; con este instrumento obtenemos medidas del estado de refracción con el mínimo error debido a que cuenta con un mecanismo que anula la posible acomodación que naturalmente se provoca al obligar al paciente a mirar fijamente a un objeto.

Las características exigidas al instrumento fueron:

- . Utilización de radiación infrarroja.
- . Reducción/Eliminación de la miopía instrumental.

- . Reducción del tiempo de medida, para evitar errores.
- . Presentación directa de los resultados.

Limitaciones del instrumento:

- . Miopía de 0 Dioptrías - 16 D (Pasos de 0,25 D).
- . Hipermetropía de 0 Dioptrías a + 16 Dioptrías (Pasos de 0,25 D).
- . Astigmatismo de 0 Dioptrías a \pm 8 Dioptrías (Pasos de 0,25 D).
- . Eje del astigmatismo de 0° a 180° (Pasos de 1°).

Fundamento óptico del autorrefractómetro

Es necesario una fuente que emita radiación infrarroja situada frente a un sujeto iluminando su retina. El haz de radiación infrarroja que emerge del ojo del paciente presentará en general una estructura en forma de conoide de Sturm.

Si se realiza un corte transversal del haz aparecerá una elipse, cuya orientación refleja el estado refractivo del ojo en esfera, cilindro y eje de prescripción.

Se utiliza una fuente de luz que ilumina una máscara compuesta por tres líneas que forman entre sí ángulos de 120°. Tres detectores tienen frente a sí una máscara conjugada de la anterior que selecciona la radiación correspondiente a tres meridianos. La suma de las contribuciones de las elipses

correspondientes a diferentes puntos hará que en la imagen las tres líneas tengan distinto grosor, y por lo tanto den diferente señal en tres detectores situados sobre cada una de ellas. Buscando la máxima señal en cada una de las 3 direcciones se obtienen las 3 potencias a 0° , 60° y 120° .

El instrumento consta de una sección de medida, un ordenador y una impresora.

Método de Medida

Para cada paciente ajustamos el instrumento, el operador alineó el instrumento mediante un sistema auxiliar cuando el paciente mira un blanco de fijación.

Una mira circular que se proyecta en la pantalla debe ser centrada respecto a la cornea del ojo a estudiar, para enfocar hasta conseguir el test nítido. A continuación se busca la orientación de los meridianos principales, que producen un pico de medida provocando la realización de cinco medidas consecutivas cada una de las cuales se realiza en 0,07 segundos, el instrumento nos indica la medida más fiable con un asterisco; así se obtiene la graduación esferocilíndrica adecuada.

Para verificar el diagnóstico en nuestro experimento se realizaron tres tomas de medida de forma consecutiva para cada

uno de los ojos, por consiguiente se realizaron para cada prescripción un mínimo de 15 medidas sin error.

Las ametropía se clasificaron en:

- 1.- Miopes simples
- 2.- Hipermetropes simple
- 3.- Asociación de miope y astigmata
- 4.- Asociación de hipermetrope y astigmata
- 5.- Astigmata

y según el grado en leve, medio y elevado.

5.2.2.- Estudio de las Compensaciones Opticas

Habituales

En nuestro estudio es necesario conocer el valor y signo de la compensación habitual en los sujetos analizados.

El instrumento óptico utilizado ha sido un Frontofocómetro Nikon de proyección mod. PL-2/PL-2WR.

Fundamento óptico del frontofocómetro :

La lente objeto de medida se sitúa sobre un soporte entre el colimador y un sistema telescópico afocal. El soporte se encuentra en el foco imagen del colimador. Un blanco iluminado esta situado frente al colimador, que proyecta una imagen de éste. Cuando la imagen del blanco se ve a través del antejo, el blanco estará exactamente sobre el foco del colimador.

Situando la lente a medir en su soporte, la imagen del blanco a través del anteojo desaparecerá, pero vuelve a aparecer cuando el blanco se ha desplazado una distancia Z respecto al foco objeto del colimador.

En éste instante el colimador está dando una imagen en el foco de la lente a medir. Como ésta lente se ha situado sobre el foco imagen del colimador, la distancia Z' del soporte a la imagen del blanco dado por el colimador estará relacionada con Z por la relación de Newton:

$$Z \cdot Z' = - f_c'^2$$

donde f_c' es la focal del colimador. La determinación de la distancia Z permite la obtención de Z', que es la distancia de la cara de la lente dirigida hacia el colimador hasta el foco.

El rango de potencias que puede medir un frontofocómetro está determinado por la potencia de la lente colimadora. En éste instrumento es de - 25 Dioptrías a + 25 Dioptrías. El aparato incluye unos adaptadores de - 25 D y + 25 D ampliando con su acoplamiento el rango de - 50 Dioptrías a + 50 Dioptrías.

Método de Medida

La medida de las lentes compensadoras que llevaban las personas examinadas se han tomado con un frontofocómetro de

proyección, eliminando así los errores del enfoque del retículo.

El procedimiento requiere los siguientes pasos:

- . Colocación de la lente a medir entre el colimador y el sistema telescópico.
- . Reenfoque del sistema óptico generado regulando las distancias entre las lentes por medio de un dispositivo graduado.

La graduación se anota en la ficha correspondiente del cuestionario, teniendo en cuenta el tipo y grado de ametropía siguiendo las mismas normas que en la refracción obtenida con el autorrefractómetro.

Es imprescindible para la realización de éste estudio conocer la diferencia existente entre el estado refractivo real y la compensación que cada sujeto llevaba en el momento del examen, ésta diferencia se ha llamado error habitual de la compensación óptica y los resultados se expresan en las tablas 19 y 20 y gráfica 8 correspondiente en el epígrafe de resultados. Los errores inferiores ó iguales a 0,50 dioptrías tanto en la componente esférica como cilíndrica no han sido tomados en cuenta.

5.2.3.- Métodos de Diagnóstico para Determinar la Función Visual.

En todas las exploraciones que de la refracción del ojo se realizan, es fundamental la determinación de la agudeza visual.

La disminución de ésta característica de la función visual es un síntoma común en todas las ametropías, además la compensación de las ametropías trae consigo una rápida subida de la agudeza visual hasta alcanzar valores normales.

Hay múltiples definiciones de Agudeza visual, elegimos las más utilizadas; Voipio, Hyvarinen (1966) dicen que es la capacidad que tiene el ojo de percibir detalles ó también el límite de percepción como distintos, de dos puntos muy próximos. Posteriormente Millodot, Miller y Jernigan (1973) la definen como un complejo proceso de discriminación.

Por otro lado, si denominamos forma a la configuración de los cuerpos que nos rodean, la percepción de estos es un fenómeno complejo que reposa sobre la integración psicológica de los datos sensoriales elaborados a nivel del ojo y transmitidos por las vías ópticas (Perdnel, 1978).

Duke-Elder (1961) distingue tres formas de agudeza: agudeza visual bruta, o poder visual del ojo no compensado; agudeza visual absoluta y agudeza visual relativa.

Según las recomendaciones dadas por el Consejo Internacional de Oftalmología (Budapest, 1972), la indicación más conveniente para definir la agudeza visual es la del valor angular del espacio más pequeño que el ojo es capaz de discriminar; pero, en virtud de un uso general, la agudeza visual, admite el Consejo, se expresa por la relación $V = d/D$ (d representa la distancia a la cual los optotipos más pequeños legibles son de un ángulo visual de 5 minutos, lo que supone que el detalle característico del optotipo se ve desde el ángulo de un minuto.

Los optotipos son los objetos ó figuras destinados a la determinación del valor de la agudeza visual. Las primeras escalas optométricas se deben a Henri Kuchler (1835).

Los diferentes test para medir la A.V. no son equivalentes entre sí, por ejemplo un valor de 1 de A.V en la mira de Foucault equivale a 0.97 en Anillo de Landolt, a 0,87 en E de Snellen y a 0,76 en la Barra de Cobb. Además, hay discrepancias entre las recomendaciones sobre la iluminación del test ya que la American Optometric Association declara que la luminancia

del test debe estar entre 34 y 51 cd/m², mientras que la British Standards (1968) recomienda un mínimo de 150 cd/m².

En los métodos tradicionales la separación entre el observador y los optotipos es de 6 m. para visión lejos, de 0,66 m. para distancia intermedia y de 0,33 para distancia próxima.

5.2.3.1.- Método Subjetivo con Visiotest-Ergovisión

En nuestro estudio hemos utilizado un instrumento de alta precisión, especialmente diseñado para obtener datos sobre el estado visual.

El instrumento consta de un cuerpo central que incluye exteriormente: Ventanas monoculares para visión de lejos, ventanas para visión intermedia y próxima. Diodo de exploración del campo visual, iluminación del entorno luminoso, ventana de reglaje para la posición de la cabeza del paciente y un teclado para introducir los dígitos de las pruebas a realizar.

Los motivos por los que seleccionamos este instrumento fueron; por una parte su precisión, confirmados en las investigaciones de Bailey (1973) y Collins (1983) por otra parte, la capacidad del sistema para considerar en las condiciones de medida características tales como la posición del individuo en el trabajo a distancia próxima y demás

circunstancias ambientales propias del trabajo con pantalla de ordenador. Ya que es un instrumento específicamente diseñado para realizar medidas de la función visual sobre el colectivo de usuarios habituales de ordenador.

Los trabajos de Henson (1983) comparan las características técnicas y prácticas de los instrumentos diseñados por las siguientes marcas: Rodenstock, Keystone, Essilor (Visiotest - Ergovisión), Optec 2000, Topcon, Oculus y Titmus II; determinando el grado de especificidad para determinadas poblaciones a estudio.

En sucesivos epígrafes analizamos cada aspecto de forma individual comentando así mismo los test incluidos en cada caso.

5.2.3.1.1.- Test de agudeza visual

Todas las pruebas referentes a éste aspecto del estado visual, se realizaron con las compensaciones ópticas que llevaba cada paciente en el momento del examen.

5.2.3.1.1.1.- Test de agudeza visual monocular

- . Agudeza visual monocular ojo derecho
- . Agudeza visual monocular ojo izquierdo.

Los test presentados constan de dos líneas de optotipos: letras y números.

Comenzamos la exposición por los test correspondientes a agudeza 2/10 para ir disminuyendo el tamaño de los optotipos hasta 12/10 en pasos sucesivos de 2/10; así 2/10; 4/10; 6/10; 8/10; 10/10; 12/10.

Respecto al criterio seguido para determinar el estado de agudeza fue necesario responder correctamente 3/4 de los números ó letras para considerar el estado de agudeza visual existente.

Las agudezas visuales monoculares se examinaron en distancia lejos.

5.2.3.1.1.2.- Test de agudeza visual binocular

Con los dos ojos destapados, se examina la función visual a 3 distancias:

- . Visión lejos
- . Visión intermedia (60 cm.)
- . Visión próxima (33 cm.)

En el análisis de la visión binocular distancia lejos se presentaban los test de agudeza 12/10 a 2/10 de forma individual.

En el estudio A. V. visión intermedia a (60 cm.) y próxima (33 cm.) siempre en visión binocular, se ha expuesto un panel de optotipos, después de instruir al sujeto, se le pide indique la línea de letras y símbolos más pequeña que es capaz de determinar.

En el estudio de las agudezas visuales es imprescindible el control de la iluminación ambiente, evitando cualquier fluctuación en éste aspecto.

El criterio exigido para la determinación de estos parámetros fue igual que para la A.V. monocular, concretamente 3 de cada 4 optotipos ya fueran letras ó números.

5.2.3.2.- Métodos de Diagnóstico para Determinar la Sensibilidad al Contraste

Entendemos por contraste la diferencia existente entre los coeficientes de reflexión de la luz que presentan dos superficies vecinas iluminadas simultáneamente. La medición de la función de sensibilidad al contraste (CFS) por medio de redes sinusoidales (o en general, con cualquier tipo de perfil, por ejemplo cuadrado) fue introducida por Campbell (1965) y se ha utilizado ampliamente en Optica Fisiológica, y posteriormente en el análisis de problemas oftalmológicos.

Para generar las redes sinusoidales se usan las técnicas electrónicas, con el inconveniente de que las técnicas desarrolladas son diseños complicados y poco operacionales. Una técnica más operativa consiste en producir las redes en un dispositivo de televisión con lo que se obtiene un buen tamaño de imagen y una luminancia alta. El problema de estos sistemas, además de las pequeñas fluctuaciones no demasiado importantes, es que resultan muy poco transportables.

Para subsanar estos inconvenientes, sobre todo en lo referente al transporte, se han desarrollado las técnicas impresas en las que se transfieren estos patrones de redes al papel. De esta manera se obtienen paneles clásicos, fácilmente transportables. El principal problema es justamente la impresión para obtener los contrastes adecuados, lo que obliga a una exactitud en la reproducción de las redes y un cuidado posterior ya que la acumulación de suciedad, las huellas de grasa producidas por los dedos, etc., pueden variar al contraste.

Entre estos test impresos cabe destacar el de Ginsburg (1984), de Arden (1978), y el de Pelli-Robson que se encuentra en fase de estudio.

Este último, consta de una serie de letras impresas distintas en grupos de tres en tres, que van disminuyendo el

contraste progresivamente en cada grupo. Con este sistema sólo se obtiene un valor de la sensibilidad al contraste y no una curva completa de sensibilidad al contraste. Por ello, tras estudiar las diferentes opciones hemos seleccionado para nuestra investigación el método de Ginsburg, que presenta una curva completa de sensibilidad al contraste (Capilla, Martínez y colaboradores, 1990).

Para la mejor comprensión de la función de sensibilidad al contraste hay que tener en cuenta que cuando percibimos un objeto, éste se puede descomponer en un conjunto de componentes sinusoidales de diferente frecuencia espacial, orientación y contraste. Los componentes de alta frecuencia contribuyen a la formación de los pequeños detalles del objeto y los de baja frecuencia a las formas generales. Esto es fácilmente observable ya que si realizamos la figura de difracción de un objeto y obturamos las altas frecuencias en la imagen obtenida, veremos que desaparecen los detalles al ser las altas frecuencias las que vehiculan esta información.

De todas formas, conviene tratar esta cuestión con precaución ya que no es obvio en la anatomía de la retina que el ojo pueda actuar como un analizador de frecuencias espaciales. A pesar de esto, sí que está comprobado que existen células simples de la corteza visual que responden sólo a bandas estrechas de frecuencia espacial, y su respuesta es más

intensa ante redes sinusoidales que ante redes cuadradas o cualquier línea simple, barra o borde (Maffei y col, 1974), (Glezer y col 1976 - 1977) y (De Valois, 1977).

Para poder determinar el efecto del contraste en la visión es necesario poder modificar el contraste manteniendo la luminancia media constante y variando la diferencia entre los máximos (L_{max}) y los mínimos (L_{min}) del perfil sinusoidal hasta llegar al contraste umbral del observador. El contraste o modulación viene dado por:

$$M = \frac{L_{max} - L_{min}}{L_{max} + L_{min}}$$

fórmula propuesta originalmente por Michelson para la medida de la visibilidad de franjas de interferencia.

En nuestro método se representa la sensibilidad al contraste (inversa de la modulación umbral) en coordenadas logarítmicas en función de la frecuencia espacial, obteniéndose la curva de la función de sensibilidad al contraste (CSF) del sistema visual. La CFS es, para un perfil dado, proporcional a la función de transferencia de modulación (MTF) y ambas coinciden cuando los objetos son redes sinusoidales.

Los principales factores que influyen en la CSF son el diámetro pupilar, el estado refractivo del ojo, la edad del observador y las diferentes enfermedades de la retina. Además, en ciertas enfermedades oculares específicas se detecta una

variación de la sensibilidad al contraste. Otros parámetros de gran importancia como el nivel de luminancia o el color se encuentran todavía en fase de estudio.

5.2.3.2.1.- Método de medida de la sensibilidad al contraste

La prueba seleccionada para el estudio de la sensibilidad al contraste en éste trabajo fue la desarrollada por Ginsburg (1986).

El test consta de cinco filas de placas con redes sinusoidales impresas, teniendo cada fila redes de diferente frecuencia espacial 1,5; 3; 6; 12; 18 ciclos/grado.

Cada fila tiene las redes con un contraste decreciente aproximadamente en 0,1 unidades logarítmicas desde un alto contraste a contraste cero. Estas redes pueden estar inclinadas en tres orientaciones (-15° , 0° , $+15^\circ$).

Así la sensibilidad al contraste del observador para cada frecuencia espacial se determina por la placa del menor contraste.

El procedimiento de medida requiere los siguientes pasos:

- Se situa el panel sobre el que se encuentra impreso el test a la distancia de visión intermedia.

- . Se solicita del paciente cual es la placa de menor contraste que puede percibir para cada una de las frecuencias.
- . Se anota sobre la ficha correspondiente (Ficha V) conformando la curva de sensibilidad al contraste
- . Finalmente se compara la curva obtenida con la gráfica patrón.

5.2.3.3.- Métodos de Diagnóstico de fatiga Visual

Dinámica

5.2.3.3.1.- Test de fatiga

Esta prueba permite controlar la función acomodación/convergencia. La fatiga puede ser engendrada por un esfuerzo de acomodación sostenida o por una alternancia rápida de acomodaciones a distintas distancias (caso de los usuarios de ordenador). Ostberg (1980), Ciuffreda y Kenyon (1983).

El test consiste en presentar optotipos de 4/10 alternativamente en visión lejos (5m.) y cerca (0,33 m.). Se compone de dos planchas distintas de 5 líneas de 3 números.

El tiempo entre dos presentaciones elegido fue de 2 segundos considerado normal para la edad de las personas que componen nuestras muestras. Kurimoto, Nomura, Sagara (1982).

En cada presentación los visualizadores de teclado indican los números de las líneas que el operador pide al sujeto que lea.

Los sujetos se clasificaron en normal (10 presentaciones correctas) ó fatiga acomodativa cuando se declaraban fallos al leer al mismo ritmo.

5.2.3.3.2.- Test de la agudeza visual dinámica

Este aspecto de la visión permite el reconocimiento de objetos en movimiento. No hay relación directa con la A.V. estática tanto en el plano de los individuos como en el plano de los parámetros (Gil del Río, 1966)

La A.V. dinámica es muy sensible a la forma del test, al tipo de movimiento, a la iluminación del test, al tiempo de presentación y naturalmente al tamaño y velocidad.

La prueba consistió en presentar al sujeto unos ángulos cuyo vértice se orientaba a la derecha ó a la izquierda. Estos ángulos tenían la misma dimensión pero la agudeza es dada por los espaciamientos de los trazos (frecuencia espacial).

El test se desplaza siempre horizontalmente, de izquierda a derecha. Representan 3 agudezas que son todas representadas a 3 velocidades distintas.

La respuesta correcta de los 9 test necesita de la percepción del estímulo con la consiguiente persecución y una adecuada transmisión de la información al cerebro.

El criterio utilizado para la clasificación de ésta capacidad fue en función del número de errores. Así, 0 ó 1

errores consideramos buena percepción de estímulos en movimiento, 2 ó 3 errores intermedia y más de 3 errores deficiente.

Los resultados del test de fatiga y A.V. dinámica se adjuntaron a las fichas correspondientes del paciente.

5.2.3.4.- Análisis del Estado de la Visión Binocular

5.2.3.4.1.- Test equilibrio binocular visión intermedia y lejana

Las medidas de las heteroforias se examinan a dos distancias (lejos y cerca). En nuestro trabajo los test son presentados a 5 m. (lejos) y a 66 cm. (intermedia). El test está constituido por una rejilla verde y un punto rojo, ésta se ve a través de un filtro rojo situado delante del ojo derecho, que por tanto ve el punto y de un filtro verde situado delante del ojo izquierdo que ve la rejilla. El paso de la rejilla es de una dioptría prismática (desviación de 6,6 mm. a 66 cm.). Esta técnica se basa en el método de disociación (Hugonnier, 1973). Al paciente se le preguntó cual era la posición del punto rojo sobre la rejilla verde.

Se consideró para el criterio de clasificación el intervalo entre 6 y 10 dioptrías prismáticas como ortoforia por encima y debajo de estos valores se determinó la existencia de heteroforia

Esta respuesta se anotó en la ficha correspondiente a visión binocular. (Ficha VIII)

5.2.3.4.2.- Test de fusión

Esta fase de la visión binocular es estudiada con un test rojo/verde, formado por un trazo rojo (ojo derecho), un trazo verde (ojo izquierdo) y una cruz con dos triángulos que son vistos por ambos ojos a la vez.

Según Hugonnier (1973), en muchas ocasiones, pequeños desequilibrios binoculares pueden ser compensados por el mecanismo de fusión, a costa, de un esfuerzo muscular; en consecuencia el análisis de la visión binocular no es completo sin conocer el funcionamiento de la fusión y estereoagudeza.

Los criterios de clasificación seguidos son los siguientes:

- Si el sujeto ve los 2 trazos alineados con la cruz hay fusión total.
- Si no ve uno ó los dos alineados determinamos disparidad de fijación.
- Si solo vio un trazo se diagnosticará supresión y si éstos son percibidos primero uno y luego otro se trata de visión alternante.

Como ya comentamos en los conceptos generales deficiencias o excesos fusionales suelen ser fuentes de fatiga visual, en

nuestro estudio vemos en que medida afecta a éstos estados, ya que resultan de importancia clave para los usuarios de ordenador.

5.2.3.4.3.- Test de estereoagudeza

Ya que un objeto es visto desde distinto ángulo para cada ojo podemos definir la agudeza estereoscópica como la más pequeña diferencia perceptible (Bishop, 1979).

Son muchas las técnicas para determinar la disparidad binocular. En éste caso, se presentan 5 círculos negros situados en diferentes planos. Dichos círculos van numerados del 1 al 5. Se pedía que los ordenaran desde el más próximo al más lejano.

Si se consideran los círculos unos respecto de otros, las agudezas comprobadas son:

1', 2', 3', 4', 6', 7', 8', 13' y 14'

expresadas en segundos de arco.

Con ésta prueba determinábamos el estado de estereoscopia, el dato se incluyó en la ficha referente a visión binocular, compuesta en definitiva por el estudio de heteroforias, fusión y estereoagudeza.

5.2.3.5.- Medidas de Adaptación Visual y Tiempo de Recuperación al Deslumbramiento

5.2.3.5.1.- Agudezas visuales en dos niveles de iluminación

Se consideraron dos ambientes de iluminación: fotópica y mesópica.

En condiciones de baja iluminación la función visual depende de los bastones ya que los conos son inoperantes (Gil del Río, 1966).

Entre el día (fotópica), cuando las luminaciones son elevadas y la oscuridad total (escotópica), existe un estado intermedio llamado mesópico, en el que los fotorreceptores conos y bastones funcionan parcialmente.

En éstas condiciones cuatro fenómenos tienen un importante papel, hay que considerar la adaptación a la oscuridad, la desadaptación por deslumbramiento, la miopía nocturna y la variación de la agudeza visual, ésta cae considerablemente cuando el fondo pasa de 100 cd/m^2 a $0,1 \text{ cd/m}^2$.

Para comprobar esta experiencia en nuestro estudio, pretendemos detectar la variación de la Agudeza Visual para ello se presentan una tabla de optotipos desde 12/10 a 2/10, primero con luminancia 2 cd/m^2 y posteriormente con 150 cd/m^2 .

Se pedía al sujeto examinado que leyera la línea de letras y números más pequeñas que pudieran determinar, inmediatamente iluminamos el panel y se repite la prueba comprobando cual ha sido la capacidad de discriminación en cada caso.

El criterio seguido para cuantificar si la pérdida era ó no aceptable desde un punto de vista fisiológico fue considerar normal el intervalo de 4/10 entre los dos paneles (Hart, 1977).

Los resultados se reflejaron en la ficha VI.

5.2.3.5.2.- Test del tiempo de recuperación al deslumbramiento

El sistema visual debe funcionar en distintas condiciones de iluminación, esto es posible por el mecanismo de adaptación, considerando éste como un ajuste de la respuesta de las neuronas en función del nivel del estímulo (Rushton, 1963).

En esta prueba estudiamos la adaptación a la luz que depende del estado visual del individuo. Este test está inspirado en el test de Bailliart.

Las condiciones de partida corresponden a la adaptación por deslumbramiento central y las condiciones finales exigen adaptación a un nivel luminoso sencillo.

En nuestro experimento se midió el tiempo entre las 2 adaptaciones, el sujeto al principio del test debe mirar a una fuente luminosa deslumbrante durante 10 segundos. Cuando se extingue la fuente una playa redonda de pequeña luminancia (2 cd/m^2) se ilumina, en su interior se expone un test de contraste 1 que el sujeto debe reconocer.

En la primera fase el sujeto deslumbrado es cegado, debido a un escotoma que le impide ver el test, la sensibilidad en este punto es cero. Luego la sensibilidad aumenta llegando a ver el test una vez pasado el tiempo de recuperación.

Teniendo en cuenta la edad de los individuos del análisis se establecieron 4 intervalos de respuesta $< 20 \text{ sg.}$; de 20 a 40 sg.; de 40 - 60 sg. y $> 60 \text{ sg.}$

Las respuestas se anotaron en la ficha número IX.

VI.- RESULTADOS

La descripción y análisis de los resultados se va a desarrollar en 57 tablas, clasificadas para su mejor comprensión en:

- Características de las muestras
- Estados de refracción
- Error en la compensación óptica
- Estado de la función visual
- Sintomatología subjetiva.

Estos primeros epígrafes se incluyen en las tablas de la nº 1 a la nº 48. Posteriormente en el estudio bidimensional buscamos las posibles relaciones entre dos variables de cada grupo.

(Tablas desde la 49 a 57 inclusive).

En todas ellas se ha pretendido exponer los resultados de los dos grupos para conseguir la comparación de datos más eficaz e intuitiva.

6.1.- Características de las Muestras

Desde la tabla 1 a la 8 se expresan los resultados de características generales de las muestras.

6.1.1.- Variables de Persona

Las condiciones de sexo y edad se desarrollan en las tablas 1 y 2.

Tabla n° 1

Destacamos que el n° de sujetos totales es de 142 varones correspondientes a un 45,2 % del total y 172 mujeres correspondiente a un 54,8 % de la muestra, en consecuencia en n° total de sujetos analizados es de 314.

Los tamaños de muestras parciales representantes de las poblaciones de sujetos expuestos y no expuestos equivale al calculado (cálculos en el epígrafe de Material y Métodos). Como se recordará el número adecuado es de $n_1 = 122$ para usuarios de ordenador y $n_2 = 192$ para la muestra sin exposición.

De esta tabla comentar además que la desviación típica para hombres y mujeres en los dos grupos es muy semejante, concretamente una desviación típica de 0,468 y 0,463 respectivamente.

Tabla n° 2

Otra variable de persona importante es la edad, la población seleccionada incluye edades entre los 18 y 30 años. En esta tabla se aprecia que la media de edad de las dos muestras es idéntica, así $X_1 = 22,4$ años y $X_2 = 22,4$ años. También, en los dos grupos la mediana es la misma X_{d1} y X_{d2} encontrándose en 22 años. La moda respecto a la edad es de 21 y 20 años respectivamente. Las desviaciones típicas son de 2,57 años para individuos expuestos y de 2,84 años para no expuestos.

TABLA N° 1
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA
VARIABLES DE PERSONA
RESULTADOS: SEXO.

Sexo			Sujetos	Sujetos no	Totales
			Expuestos	expuestos	
Sexo	Varón	f.a.	83	59	142
		%	68	30,7	45,2
	Mujer	f.a.	39	133	172
		%	32	69,3	54,8

$n = 122$	$\sigma = 0,46$	$n = 192$	$\sigma = 0,46$
$x = 1,32$	$s = 0,04$	$x = 1,69$	$s = 0,03$
$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,21$	$x_d = 2,00$	$\sigma^2 = 0,21$
$x_0 = 1,00$	$C_u = -1,41$	$x_0 = 2,00$	$C_u = -1,30$

TABLA N° 2
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA
VARIABLES DE PERSONA
RESULTADOS: EDAD

	Años	Variable	Sujetos expuestos	Sujetos no expuestos	Totales
	Edad	18	f.a.	4	0
%			3,3	0	1,3
19		f.a.	7	0	7
		%	5,7	0	2,2
20		f.a.	13	56	69
		%	10,7	29,2	22
21		f.a.	26	37	63
		%	21,3	19,3	20,1
22		f.a.	19	23	42
		%	15,6	12,0	13,4
23		f.a.	14	26	40
		%	11,5	13,5	12,7
24		f.a.	20	16	36
		%	16,4	8,3	11,5
25		f.a.	8	13	21
		%	6,6	6,8	6,7
26		f.a.	6	6	12
		%	4,9	3,1	3,8
27		f.a.	4	7	11
		%	3,9	3,6	3,5
28		f.a.	0	4	4
		%	0	2,1	1,3
29		f.a.	0	1	1
		%	0	0,5	0,3
30	f.a.	1	3	4	
	%	0,8	1,5	1,3	

$n = 122$	$\sigma = 2,57$	$n = 192$	$\sigma = 2,84$
$x = 22,40$	$s = 0,23$	$x = 22,41$	$s = 0,20$
$x_d = 22,00$	$\sigma^2 = 6,63$	$x_d = 22,00$	$\sigma^2 = 8,07$
$x_0 = 21,00$	$C_u = 9,82$	$x_0 = 20,00$	$C_u = 11,06$

6.1.2.- Tiempo de Exposición

En las tablas desde la n° 3 hasta la tabla n° 8 se concretan tanto en porcentaje como en frecuencia absoluta, los datos correspondientes al tiempo de exposición en años trabajando con pantalla de ordenador, (tabla n° 3) y también los resultados de las horas al día trabajando con pantallas (tabla n° 4).

La tabla n° 3 cuantifica los resultados correspondientes a años, hemos reunido estos así como los estadísticos del estudio comparado para facilitar la revisión de las características.

Se demuestra, que hay diferencias estadísticamente significativas y en consecuencia las dos muestras pueden utilizarse como grupo "expuesto" y "no expuesto". El valor 1 "nunca" es prácticamente nulo para el primer grupo y por el contrario es del 90,1 % para el segundo (173 personas). El valor "2" menos de un año es pequeño en ambos casos (9 % y 6,3 % respectivamente).

Las diferencias aumentan, marcadamente, para valor 3 (entre 1 y 3 años) encontrando una frecuencia absoluta de 47 personas (38,5 %) en el grupo 1 frente a 5 sujetos (2,6 %) en la segunda muestra. Ahora bien, donde realmente se extrapolan las diferencias es para el valor 4 (más de tres años). En el

grupo expuesto contamos con un 51,6 % frente al 1 % en los estudiantes del grupo segundo.

En el comentario de la tabla nº 4, horas al día trabajando con pantalla, es de destacar que la diferencia entre los 2 grupos es altamente significativa con un P inferior igual a 0,01, dato que se demuestra al analizar ó a comparar las frecuencias y porcentajes de las 2 poblaciones. Referente a las personas que trabajan entre 1 y 3 horas al día con pantallas de ordenador (valor 3), en el grupo expuesto el porcentaje es del 51,6 % mientras que en el grupo control solamente del 1 %; en los demás intervalos las diferencias son también marcadas. Así para el valor 1 "nunca" la muestra 1 presenta una frecuencia absoluta de 3 correspondiendo a un 2,5 % frente al 89,6 % (172 personas).

En los estadísticos encontramos que la moda y la mediana para n_2 es el valor 3, es decir el número de horas que utilizan el ordenador mayoritariamente está en el intervalo de 1 a 3 horas; mientras que los mismos estadísticos, X_d y X_o corresponden al valor 1 "Nunca" para la segunda muestra.

TABLA Nº 3
CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS
ESTUDIO DEL TIEMPO DE EXPOSICIÓN
RESULTADOS: AÑOS TRABAJANDO CON PANTALLA DE ORDENADOR.
MÉTODO SUBJETIVO (Cuestionario)

**

AÑOS TRABAJANDO CON PANTALLA DE ORDENADOR
--

SUJETOS EXPUESTOS	SUJETOS NO EXPUESTOS	Totales
--------------------------	-----------------------------	----------------

Valor	C (años)	f.a.	%	% acum	f.a.	%	% acum.	%
1	Nunca	1	0,8	0,8	173	90,1	90,1	55,4
2	< 1 año	11	9,0	9,8	12	6,3	96,4	7,3
3	1 a 3 años	47	38,5	48,4	5	2,6	99,0	16,6
4	>3 años	63	51,6	100	2	1,0	100	20,7

$n = 122$	$\sigma = 0,68$	$n = 192$	$\sigma = 0,49$
$x = 3,41$	$s = 0,06$	$x = 1,14$	$s = 0,03$
$x_d = 4,00$	$\sigma^2 = 0,47$	$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,24$
$x_0 = 4,00$	$C_u = 0,23$	$x_0 = 1,00$	$C_u = 15,48$

$N = 314$	$\chi^2 = 258,470$	$g.l. = 3$	significancia = 0,000
	$r_c = 0,671$	$\tau = -0,838$	$\gamma = -0,983$

** $P \leq 0.01$

TABLA N° 4
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA
ESTUDIO DE TIEMPO DE EXPOSICIÓN
RESULTADOS: HORAS AL DIA TRABAJANDO CON PANTALLA
MÉTODO SUBJETIVO (Cuestionario)

**

HORAS AL DIA TRABAJANDO CON PANTALLA

SUJETOS EXPUESTOS	SUJETOS NO EXPUESTOS	Totales
------------------------------	---------------------------------	----------------

Valor	C (horas)	f.a.	%	% acum	f.a.	%	% acum.	%
1	Nunca	3	2,5	2,5	172	89,6	89,6	55,7
2	< 1 hora	41	33,6	36,1	17	8,9	98,4	18,5
3	1 a 3 horas	63	51,6	87,7	2	1,0	99,5	20,7
4	>3 horas	15	12,3	100	1	0,5	100	5,1

$n = 122$	$\sigma = 0,70$	$n = 192$	$\sigma = 0,40$
$x = 2,73$	$s = 0,06$	$x = 1,12$	$s = 0,02$
$x_d = 3,00$	$\sigma^2 = 0,49$	$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,16$
$x_0 = 3,00$	$C_u = -0,28$	$x_0 = 1,00$	$C_u = 18,08$

$N = 314$

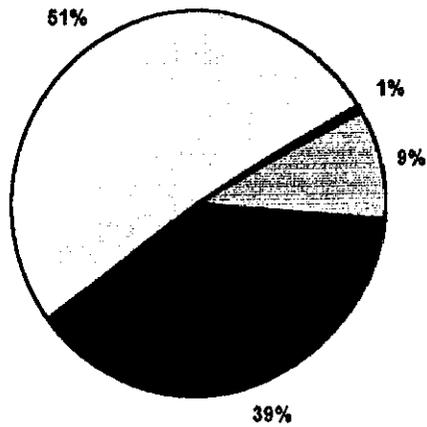
$\chi^2 = 238,900$
 $r_c = 0,657$

$g.l. = 3$
 $\tau = -0,813$

significancia = 0,000
 $\gamma = -0,977$

** $P \leq 0.01$

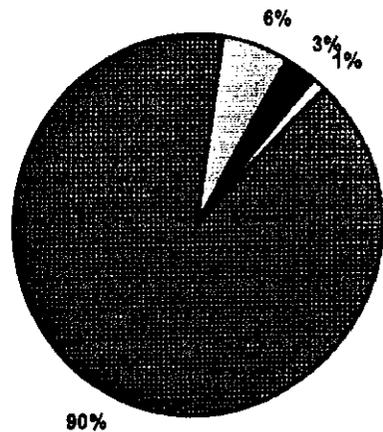
Muestra 1.- Tiempo trabajando con pantalla (años)



■ Nunca ■ Menos de 1 año ■ 1 a 3 años □ Más de 3 años

Gráfica 1.1.

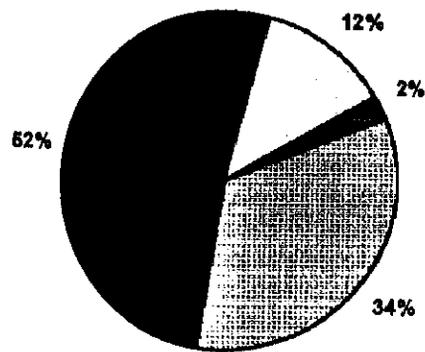
Muestra 2.- Tiempo trabajando con pantalla (años)



■ Nunca ■ Menos de 1 año ■ 1 a 3 años □ Más de 3 años

Gráfica 2.1.

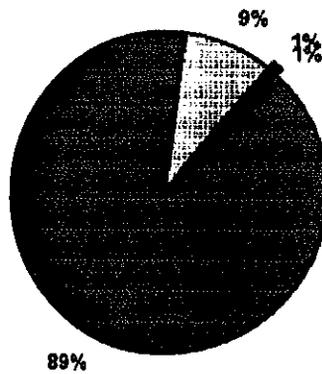
**Muestra 1.- Tiempo trabajado con pantalla
(horas/día)**



■ Nada ■ Menos de 1 Hora ■ 1 a 3 Hora □ Más de 3 Hora

Gráfica 1.2

**Muestra 2.- Tiempo trabajando con pantalla
(horas/día)**



■ Nada ■ Menos de 1 hora ■ 1 a 3 horas □ Más de 3 horas

Gráfica 2.2.

6.1.3.- Ambiente de trabajo

Las tablas 5, 6 y 7 nos informan sobre las condiciones ambientales (factores extrínsecos) en el lugar de estudio referidos a color de los caracteres, iluminación ambiental y existencia ó ausencia de reflejos en la pantalla o mesa de estudio.

Respecto al color de los caracteres (Tabla nº5) el 35,2 % (43 sujetos) utilizan terminales con caracteres ambar ó verde, frente a un 63,9 % (78 sujetos) que se exponen a una pantalla cuyos caracteres son blancos; naturalmente las diferencias entre el grupo expuesto y no son también altamente significativas. Estos valores, sólo resultan informativos.

La tabla nº 6 estudia la iluminación ambiental: natural, artificial ó mixta. Destacamos de esta que un 63,1 % admite tener una iluminación en el ambiente de trabajo con pantalla y estudio mixta, frente al 31,1 % que la tiene artificial exclusivamente y el 5,7 % que la tiene siempre natural.

Por último, respecto a la tabla nº 7, cuando se cuestionó a las personas si había ó no reflejos en la pantalla de su ordenador un 39,3 % contestaron afirmativamente frente al 60,7 % que lo hicieron negativamente. En este caso los resultados como es lógico también son altamente significativos ya que el

grupo de sujetos no expuestos no trabajaban con pantallas y naturalmente en consecuencia no tenían reflejos.

6.1.4.- Utilización de Compensación Óptica

Nos pareció interesante conocer, para este estudio, la frecuencia en el uso de la compensación óptica así como las circunstancias en las que los estudiantes utilizaban las gafas.

La tabla nº 8, última del apartado Características de la Muestra, nos describe ésta actitud; preguntábamos si las ponían permanentemente, sólo de cerca, sólo de lejos ó cuando usaban ordenador.

En este caso, aunque las diferencias entre las dos poblaciones no fueron significativas cabe destacar que en el primer grupo un 54,9 % no lleva gafa graduada mientras que entre la muestra de sujetos no expuesto un 46.4 % se encuentran en la misma circunstancia.

Las personas que llevaban gafa graduada permanentemente, en el caso de sujetos expuestos, es de 34 (27.9 %) frente a 61 (31.8 %). Para el valor 3 - sólo de lejos - las diferencias son casi inexistentes del 9 % frente al 10,4 %. En consecuencia, las modas X_0 son iguales y corresponden al valor 1, mientras que las medianas X_{d1} y X_{d2} son 1 y 2 respectivamente.

Para el total de la muestra (314 personas) el porcentaje de individuos sin gafas es del 49,7 % frente al 30,3 % que las lleva permanentemente y valores próximos al 10 % y 9 % que sólo utilizaban la compensación óptica para lejos y cerca respectivamente.

Por último, llamar la atención sobre el uso de gafas para ordenador con filtros y características especiales; tan sólo 3 personas (2,5 %) de la muestra que reconocen estar expuestos varias horas al día durante algunos años utilizan la protección que les proporcionan los filtros especiales. Así, esta respuesta evidencia la infrautilización de ayudas específicas en este campo.

En las gráficas 1.6 y 2.6 se demuestran las diferencias entre los grupos objetivo del estudio.

TABLA N° 5
CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS
ESTUDIO DEL AMBIENTE DE TRABAJO
RESULTADOS: COLOR DE LOS CARACTERES EN PANTALLA
MÉTODO SUBJETIVO (Cuestionario)

**

COLOR DE LOS CARACTERES EN PANTALLA
--

SUJETOS EXPUESTOS	SUJETOS NO EXPUESTOS	Totales
------------------------------	---------------------------------	----------------

Valor	Color	f.a.	%	% acum.	f.a.	%	% acum.	%
1	Ambar-Verde	43	35,2	35,2	6	3,1	3,1	15,6
2	Blanco	78	63,9	99,2	10	5,2	8,3	28,0
3	Ninguno	1	0,8	100	176	91,7	100	56,4

$n = 122$	$\sigma = 0,49$	$n = 192$	$\sigma = 0,40$
$x = 1,65$	$s = 0,04$	$x = 2,88$	$s = 0,02$
$x_d = 2,00$	$\sigma^2 = 0,24$	$x_d = 3,00$	$\sigma^2 = 0,16$
$x_0 = 2,00$	$C_u = -1,28$	$x_0 = 3,00$	$C_u = 13,26$

$N = 314$	$\chi^2 = 250,343$	$g.l. = 2$	significancia = 0,000
	$r_c = 0,666$	$\tau = -0,821$	$\gamma = -0,956$

** $P < 0.01$

TABLA N° 6
CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS
ESTUDIO DEL AMBIENTE DE TRABAJO
RESULTADOS: TIPO DE ILUMINACIÓN AMBIENTAL.
MÉTODO SUBJETIVO (Cuestionario)

**

TIPO DE ILUMINACIÓN AMBIENTAL

SUJETOS EXPUESTOS	SUJETOS NO EXPUESTOS	Totales
--------------------------	-----------------------------	----------------

Valor	Intervalo	f.a.	%	% acum.	f.a.	%	% acum.	%
1	Natural	7	5,7	5,7	0	0	0	2,2
2	Artificial	38	31,1	36,9	10	5,2	5,2	15,3
3	Mixto	77	63,1	100	12	6,3	11,5	28,3
4	Ninguna	0	0	100	170	88,5	100	54,1

$n = 122$	$\sigma = 0,60$	$n = 192$	$\sigma = 0,49$
$x = 2,57$	$s = 0,05$	$x = 3,83$	$s = 0,03$
$x_d = 3,00$	$\sigma^2 = 0,36$	$x_d = 4,00$	$\sigma^2 = 0,24$
$x_0 = 3,00$	$C_u = 0,20$	$x_0 = 4,00$	$C_u = 7,71$

$N = 314$

$\chi^2 = 236,977$
 $r_c = 0,655$

$g.l. = 3$
 $\tau = 0,780$

significancia = 0,000
 $\gamma = 0,930$

~~** $P \leq 0.01$~~

TABLA N° 7
CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS
ESTUDIO DEL AMBIENTE DE TRABAJO
RESULTADOS: EXISTENCIA / AUSENCIA DE REFLEJOS
METODO SUBJETIVO (Cuestionario)

**

REFLEJOS EN PANTALLA

SUJETOS EXPUESTOS	SUJETOS NO EXPUESTOS	Totales
------------------------------	---------------------------------	----------------

Valor		f.a.	%	% acum.	f.a.	%	% acum.	%
1	SI	48	39,3	39,3	4	2,1	2,1	16,6
2	NO	74	60,7	100	188	97,9	100	83,4

$n = 122$	$\sigma = 0,49$	$n = 192$	$\sigma = 0,14$
$x = 1,60$	$s = 0,04$	$x = 1,97$	$s = 0,01$
$x_d = 2,00$	$\sigma^2 = 0,24$	$x_d = 2,00$	$\sigma^2 = 0,02$
$x_0 = 2,00$	$C_u = -1,83$	$x_0 = 2,00$	$C_u = 44,19$

$N = 314$	$\chi^2 = 36,977$	$g.l. = 3$	$significancia = 0,000$
	$r_c = 0,655$	$\tau = 0,780$	$\gamma = 0,930$

** $P \leq 0.01$

TABLA N° 8
CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA
ESTUDIO SOBRE EL USO DE GAFAS GRADUADAS
RESULTADOS: COMPARATIVO DE AMBAS MUESTRAS
METODO SUBJETIVO (Cuestionario)

COMPARATIVA DE AMBAS MUESTRAS

SUJETOS EXPUESTOS	SUJETOS NO EXPUESTOS	Totales
------------------------------	---------------------------------	----------------

Valor	Variable	f.a.	%	% acum.	f.a.	%	% acum.	%
1	Nunca	67	54,9	54,9	89	46,4	46,4	49,7
2	Permanent.	34	27,9	82,8	61	31,8	78,1	30,3
3	Sólo Lejos	11	9,0	91,8	20	10,4	88,5	9,9
4	Sólo Cerca	7	5,7	97,5	21	10,9	99,5	8,9
5	Sólo Pantalla	3	2,5	100	1	0,5	100	1,3

$n = 122$	$\sigma = 1,01$	$n = 192$	$\sigma = 1,02$
$\bar{x} = 1,73$	$s = 0,09$	$\bar{x} = 1,87$	$s = 0,07$
$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 1,02$	$x_d = 2,00$	$\sigma^2 = 1,04$
$x_0 = 1,00$	$C_u = 1,69$	$x_0 = 1,00$	$C_u = -0,02$

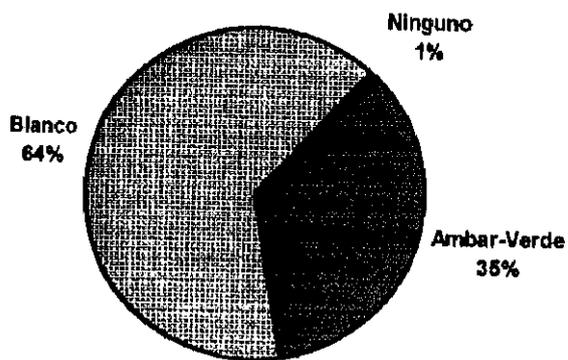
$N = 314$

$\chi^2 = 6,086$
 $r_c = 0,137$

$g.l. = 4$
 $\tau = 0,078$

significancia = N.S.
 $\gamma = 0,142$

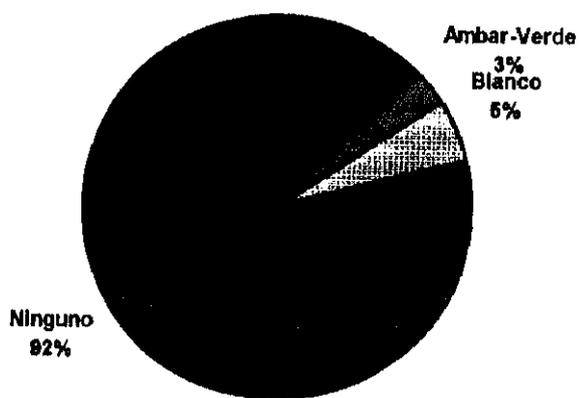
Muestra 1.- Color de los caracteres en la pantalla



■ Ambar-Verde ■ Blanco ■ Ninguno

Gráfica 1.3.

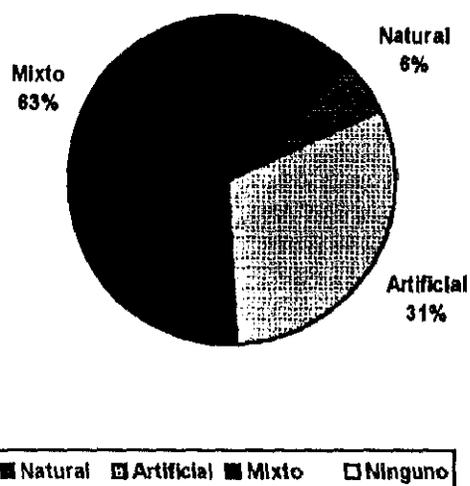
Muestra 2.- Color de los caracteres en la pantalla



■ Ambar-Verde ■ Blanco ■ Ninguno

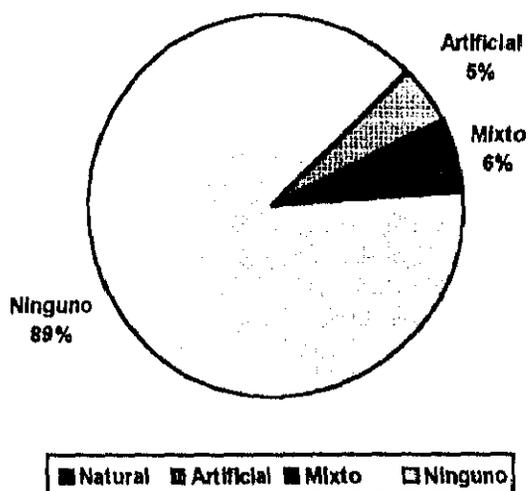
Gráfica 2.3.

Muestra 1.- Ambiente luminoso de trabajo



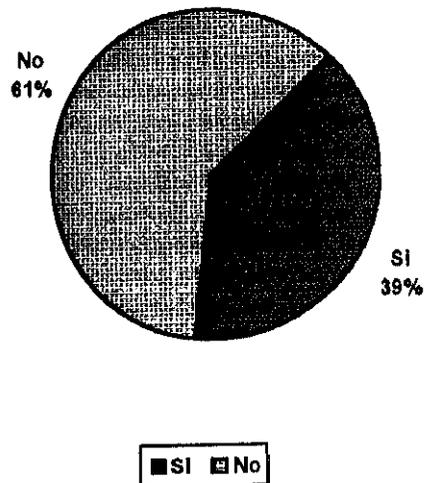
Gráfica 1.4.

Muestra 2.- Ambiente luminoso de trabajo



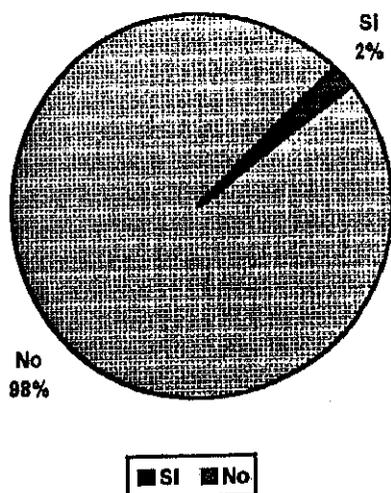
Gráfica 2.4

Muestra 1.- Existencia de reflejos molestos



Gráfica 1.5.

Muestra 2.- Existencia de reflejos molestos



Gráfica 2.5.

6.2.- Análisis de los Estados de Refracción Visual

6.2.1.- Estudios de los diferentes estados refractivos

(sin compensación óptica)

Los resultados se exponen en 5 tablas de alta complejidad en las cuales hemos querido extractar los datos del ojo derecho e izquierdo así como los valores obtenidos para cada muestra y para la población total, de tal manera que tuviéramos una imagen de conjunto para cada ametropía.

Tabla n° 9

Nos presenta los resultados correspondiente a miopía simple, como se recordará estos valores fueron medidos con un método objetivo utilizando un instrumento de precisión (autorrefractómetro), las diferencias para el ojo derecho y para el ojo izquierdo respecto a cada uno de los 2 grupos no fueron significativas. Del número total de personas analizadas (314) un 87,9 % para el ojo derecho y un 85,5 % para el ojo izquierdo no tenían miopía simple. Es decir aproximadamente el 12 % para el ojo derecho y el 11,5 % para el ojo izquierdo son miopes simples de diferente grado en éste colectivo. Estos resultados, por su importancia funcional se discutirán ampliamente en el apartado correspondiente.

Respecto a las diferencias para esta ametropía entre los dos grupos, llama la atención los datos correspondientes al valor 2 (Miopía simple entre 0 y 1 dioptría) siendo superior

en los dos ojos para individuos que utilizan ordenador, concretamente 7,4 % y 7,4 % frente al 5,2 % y 5,7 % para estudiantes que no lo utilizan.

Este mismo hecho se constata para el valor 3 (Miopías entre el 1,25 y 3 dioptrías) siendo los porcentajes para el ojo derecho de 6,6 % frente 2,1 % y diferencias menores en el ojo izquierdo.

En las miopías superiores a 3,00 dioptrías no hay prácticamente diferencias entre las muestras estudiadas.

Tabla n° 10

En ésta tabla presentamos los resultados referentes a hipermetropía simple. En ésta ametropía también se demuestra la igualdad en los valores para el ojo derecho e izquierdo, tanto en el total de la población como en las muestras n_1 y n_2 .

Los porcentajes de 93,9 % y 94,3 % para el ojo derecho e izquierdo de la población total así como para la muestra de individuos que utilizan ordenador 95,1 % y 94,3 % y aquellos que no lo utilizan 93,9 % y 94,3 % demuestran que no existen diferencias significativas.

Fijándonos en los estadísticos descriptivos constatamos el hecho: La X , X_d y X_o son prácticamente idénticas para los

dos grupos, 1,05, 1,07, 1,00 y 1,00 respectivamente, las desviaciones típicas para el ojo derecho de 0,26, 0,28 y para el ojo izquierdo de 0,23, 0,23.

En definitiva, el porcentaje de hipermétropes simples en el total de la muestra es de 6,1 % para el ojo derecho y del 5,7 % para el ojo izquierdo.

Para la muestra 1 la prevalencia de esta ametropía se puede cuantificar en 4,9 % y 5,7 % en ojo derecho e izquierdo respectivamente frente al 6 % y 5,7 % en el grupo 2.

Tabla nº 11

Se expresan los resultados de la combinación de dos ametropías: Miopía y astigmatismo. Siguiendo la estructura de los datos precedentes también presentamos aquellos valores relativos al ojo derecho e izquierdo de las dos muestras y de la población total.

Las diferencias entre los dos grupos no son significativas, en el total de la muestra (N = 314) encontramos alta semejanza entre los dos ojos de tal manera que no presentan esta anomalía un 58,3 % y 58,6 % respectivamente frente al 41,7 % y el 41,4 % que en diferentes grados tienen este error refractivo. Respecto al análisis del ojo derecho entre las dos muestras (expuestos y no expuestos) los valores también fueron

relativamente semejantes aunque llama la atención un mayor porcentaje en casi 5 puntos para la muestra expuesta en miopía-astigmatismo muy leves menos a 1 dioptría. Sin embargo, en estadios superiores (valor 3) entre 1,25 y 3 dioptrías son los sujetos no expuestos los que presentan mayor frecuencia en la ametropía.

La X es de 1,74 y 1,73 para la muestra 1 y de 1,82 y 1,84 en la muestra 2 no expuestos, demuestran la semejanza entre los dos grupos.

Tabla nº 12

En ésta tabla estudiamos la asociación de hipermetropía con astigmatismo, en el colectivo total se obtiene para el valor 1 "no presentan esta anomalía" un 79 % y 76,4 % en el ojo derecho e izquierdo, sin diferencias estadísticamente significativas.

Respecto a la comparación entre los dos grupos, en el ojo derecho hay una presencia superior de ésta ametropía en los sujetos no expuestos del orden de 5 %.

El resto de los valores no son excesivamente destacables, el comentario anterior se ratifica en el intervalo entre 3 y 6 dioptrías (valor 4) donde se presenta una frecuencia de 6

sujetos (3,1 %) en la muestra 2 frente a 1 sujeto (0,8 %) para el grupo expuesto.

Los estadísticos expresan una $X_2 = 1.295$ con desviación típica de 0,664 en sujetos no expuestos, mientras que en la población 1, la media X_1 es de 1.391 con una desviación típica de 0,837; superior en ambos casos. Valores muy semejantes se obtuvieron para el ojo izquierdo.

Tabla nº 13

En nuestro análisis del astigmatismo simple detectamos en el total de la población ($N = 314$) un porcentaje del 8,6 % y 9,9 % de sujetos con ésta ametropía (datos para el ojo derecho e izquierdo).

No hay diferencias significativas entre los dos grupos y como en el resto de las ametropías los valores del ojo derecho e izquierdo son muy semejantes. Sólo hay una diferencia del 2 % para el ojo derecho entre el grupo expuesto y no expuesto y ninguna variación respecto al ojo izquierdo cuando se analizan astigmatismos simples hasta 1 dioptría.

Respecto al valor 2 y 3 "0 - 1 dp" y de "1,25 a 3,00" las diferencias son también mínimas.

Las desviaciones típicas oscilan entre 0,29 y 0,33 mientras que las medidas lo hacen entre 1,08 y 1,10.

TABLA N° 9
ANALISIS DE LOS ESTADOS DE REFRACCIÓN
GRADUACIÓN SIN COMPENSACIÓN ÓPTICA
RESULTADOS: MIOPIA SIMPLE
MÉTODO OBJETIVO (Autorefractómetro)

OJO DERECHO					OJO IZQUIERDO				
SUJETOS EXPUESTOS		SUJETOS NO EXPUESTOS		TOTAL	SUJETOS EXPUESTOS		SUJETOS NO EXPUESTOS		TOTAL

Valor	C(D)	f.a.	%	% acum.	f.a.	%	% acum.	%	f.a.	%	% acum.	f.a.	%	% acum.	%
1	No	103	84,4	84,4	173	90,1	90,1	87,9	106	86,9	86,9	172	89,6	89,6	88,5
2	0-100	9	7,4	91,8	10	5,2	95,3	6,1	9	7,4	94,3	11	5,7	95,3	6,4
3	125-300	8	6,6	98,4	4	2,1	97,4	3,8	6	4,9	99,2	8	4,2	99,5	4,5
4	325-600	1	0,8	99,2	5	2,6	100	1,9	1	0,8	100	1	0,5	100	0,6
5	> 6,00	1	0,8	100	0	0	100	0,3	0	0	100	0	0	100	0

$n = 122$	$\sigma = 0,69$	$n = 192$	$\sigma = 0,58$	$n = 122$	$\sigma = 0,55$	$n = 192$	$\sigma = 0,49$
$x = 1,26$	$s = 0,06$	$x = 1,17$	$s = 0,04$	$x = 1,19$	$s = 0,05$	$x = 1,15$	$s = 0,03$
$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,47$	$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,34$	$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,30$	$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,24$
$x_0 = 1,00$	$C_u = 9,47$	$x_0 = 1,00$	$C_u = 14,01$	$x_0 = 1,00$	$C_u = 8,73$	$x_0 = 1,00$	$C_u = 11,35$

O.D. N = 314	$\chi^2 = 7,578$	g.l. = 4	significancia = N.S.	$r_c = 0,154$	$\tau = -0,083$	$\gamma = -0,241$
O.I. N = 314	$\chi^2 = 0,578$	g.l. = 3	significancia = N.S.	$r_c = 0,043$	$\tau = -0,040$	$\gamma = -0,125$

TABLA N° 10
ANALISIS DE LOS ESTADOS DE REFRACCIÓN
GRADUACIÓN SIN COMPENSACIÓN ÓPTICA
RESULTADOS: HIPERMETROPIA SIMPLE
MÉTODO OBJETIVO (Autorrefractómetro)

OJO DERECHO									OJO IZQUIERDO							
SUJETOS EXPUESTOS			SUJETOS NO EXPUESTOS			TOTAL			SUJETOS EXPUESTOS			SUJETOS NO EXPUESTOS			TOTAL	
Valor	C(D)	f.a.	%	% acum.	f.a.	%	% acum.	%	f.a.	%	% acum.	f.a.	%	% acum.	%	
1	No	116	95,1	95,1	179	93,2	93,2	93,9	115	94,3	94,3	181	94,3	94,3	94,3	
2	0-100	5	4,1	99,2	12	6,3	99,5	5,4	7	5,7	100	11	5,7	100	5,7	
3	125-300	1	0,8	100	1	0,5	100	0,6	-	-	-	-	-	-	-	

$n = 122$	$\sigma = 0,26$	$n = 192$	$\sigma = 0,28$	$n = 122$	$\sigma = 0,23$	$n = 192$	$\sigma = 0,23$
$x = 1,05$	$s = 0,02$	$x = 1,07$	$s = 0,02$	$x = 1,05$	$s = 0,02$	$x = 1,05$	$s = 0,01$
$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,07$	$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,07$	$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,05$	$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,05$
$x_0 = 1,00$	$C_u = 28,20$	$x_0 = 1,00$	$C_u = 16,85$	$x_0 = 1,00$	$C_u = 13,06$	$x_0 = 1,00$	$C_u = 12,87$

O.D. N = 314	$\chi^2 = 0,770$	g.l. = 2	significancia = N.S.	$r_c = 0,049$	$\tau = 0,037$	$\gamma = 0,160$
O.I. N = 314	$\chi^2 = 0,001$	g.l. = 1	significancia = N.S.	$r_c = 0,001$	$\tau = 0,001$	$\gamma = 0,000$

TABLA Nº 11
ANÁLISIS DE LOS ESTADOS DE REFRACCIÓN
GRADUACIÓN SIN COMPENSACIÓN ÓPTICA
RESULTADOS: MIOPIA-ASTIGMATISMO
MÉTODO OBJETIVO (Autorrefractor)

OJO DERECHO									OJO IZQUIERDO							
SUJETOS EXPUESTOS			SUJETOS NO EXPUESTOS			TOTAL			SUJETOS EXPUESTOS			SUJETOS NO EXPUESTOS			TOTAL	
Valor	C(D)	f.a.	%	% acum.	f.a.	%	% acum.	%	f.a.	%	% acum.	f.a.	%	% acum.	%	
1	No	72	59,0	59,0	111	57,8	57,8	58,3	74	60,7	60,7	110	57,3	57,3	58,6	
2	0-100	22	18,0	77,0	24	12,5	70,3	14,6	20	16,4	77,0	29	15,1	72,4	15,6	
3	125-300	17	13,9	91,0	42	21,9	92,2	18,8	17	13,9	91,0	31	16,1	88,5	15,3	
4	300-600	9	7,4	98,4	9	4,7	96,9	5,7	8	6,6	97,5	16	8,3	96,9	7,6	
5	> 600	2	1,6	100	6	3,1	100	2,5	3	2,5	100	6	3,1	100	2,9	

$n = 122$	$\sigma = 1,05$	$n = 192$	$\sigma = 1,11$	$n = 122$	$\sigma = 1,08$	$n = 192$	$\sigma = 1,15$
$x = 1,74$	$s = 0,09$	$x = 1,82$	$s = 0,08$	$x = 1,73$	$s = 0,09$	$x = 1,84$	$s = 0,08$
$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 1,11$	$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 1,24$	$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 1,17$	$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 1,33$
$x_o = 1,00$	$C_u = 0,55$	$x_o = 1,00$	$C_u = 0,23$	$x_o = 1,00$	$C_u = 0,82$	$x_o = 1,00$	$C_u = 0,13$

O.D. N = 314	$\chi^2 = 5,668$	g.l. = 4	significancia = N.S.	$r_c = 0,133$	$\tau = 0,026$	$\gamma = 0,049$
O.I. N = 314	$\chi^2 = 0,885$	g.l. = 4	significancia = N.S.	$r_c = 0,053$	$\tau = 0,040$	$\gamma = 0,076$

TABLA N° 12
ANÁLISIS DE LOS ESTADOS DE REFRACCIÓN
GRADUACIÓN SIN COMPENSACIÓN ÓPTICA
RESULTADOS: HIPERMETROPIA-ASTIGMATISMO
MÉTODO OBJETIVO (Autorefractómetro)

OJO DERECHO									OJO IZQUIERDO							
SUJETOS EXPUESTOS			SUJETOS NO EXPUESTOS			TOTAL			SUJETOS EXPUESTOS			SUJETOS NO EXPUESTOS			TOTAL	
Valor	C(D)	f.a.	%	% acum.	f.a.	%	% acum.	%	f.a.	%	% acum.	f.a.	%	% acum.	%	
1	No	99	81,1	81,1	149	77,6	77,6	79	93	76,2	76,6	147	76,6	76,6	76,4	
2	0-100	11	9,0	90,2	21	10,9	88,5	10,2	20	16,4	92,6	24	12,5	89,1	14,0	
3	125-300	11	9,0	99,2	14	7,3	95,8	8	8	6,6	99,2	12	6,3	95,3	6,4	
4	300-600	1	0,8	100	6	3,1	99,0	2,2	1	0,8	100	8	4,2	99,5	2,5	
5	> 600	0	0	100	2	1,0	100	0,6	0	0	100	1	0,5	100	0,6	

$n = 122$	$\sigma = 0,66$	$n = 192$	$\sigma = 0,83$	$n = 122$	$\sigma = 0,67$	$n = 192$	$\sigma = 0,82$
$x = 1,29$	$s = 0,06$	$x = 1,39$	$s = 0,06$	$x = 1,32$	$s = 0,06$	$x = 1,39$	$s = 0,06$
$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,44$	$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,70$	$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,45$	$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,68$
$x_0 = 1,00$	$C_u = 3,61$	$x_0 = 1,00$	$C_u = 4,86$	$x_0 = 1,00$	$C_u = 7,45$	$x_0 = 1,00$	$C_u = 4,22$

O.D. N = 314	$\chi^2 = 3,717$	g.l. = 4	significancia = N.S.	$r_c = 0,108$	$\tau = 0,044$	$\gamma = 0,108$
O.I. N = 314	$\chi^2 = 6,007$	g.l. = 4	significancia = N.S.	$r_c = 0,137$	$\tau = 0,008$	$\gamma = 0,019$

TABLA N° 13
ANALISIS DE LOS ESTADOS DE REFRACCIÓN
GRADUACIÓN SIN COMPENSACIÓN ÓPTICA
RESULTADOS: ASTIGMATA SIMPLE
MÉTODO OBJETIVO (Autorrefractómetro)

OJO DERECHO					OJO IZQUIERDO				
SUJETOS EXPUESTOS		SUJETOS NO EXPUESTOS		TOTAL	SUJETOS EXPUESTOS		SUJETOS NO EXPUESTOS		TOTAL

Valor	C(D)	f.a.	%	% acum.	f.a.	%	% acum.	%	f.a.	%	% acum.	f.a.	%	% acum.	%
1	No	110	90,2	90,2	177	92,2	92,2	91,4	110	90,2	90,2	173	90,1	90,1	90,1
2	0-100	11	9,0	99,2	14	7,3	99,5	8,0	12	9,8	100	18	9,4	99,5	9,6
3	125-300	1	0,8	100	1	0,5	100	0,6	0	0	100	1	0,5	100	0,3

$n = 122$	$\sigma = 0,33$	$n = 192$	$\sigma = 0,29$	$n = 122$	$\sigma = 0,29$	$n = 192$	$\sigma = 0,32$
$\bar{x} = 1,10$	$s = 0,03$	$\bar{x} = 1,08$	$s = 0,02$	$\bar{x} = 1,08$	$s = 0,02$	$\bar{x} = 1,10$	$s = 0,02$
$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,11$	$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,08$	$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,08$	$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,10$
$x_0 = 1,00$	$C_u = 10,55$	$x_0 = 1,00$	$C_u = 13,54$	$x_0 = 1,00$	$C_u = 5,54$	$x_0 = 1,00$	$C_u = 9,14$

O.D. N = 314	$\chi^2 = 0,417$	g.l. = 2	significancia = N.S.	$r_c = 0,036$	$\tau = -0,035$	$\gamma = -0,126$
O.I. N = 314	$\chi^2 = 0,652$	g.l. = 2	significancia = N.S.	$r_c = 0,045$	$\tau = 0,002$	$\gamma = 0,006$

6.2.2.- Graduación en la Compensación Óptica Habitual

Como expusimos, en el apartado de Material y Métodos, en nuestro estudio se comprobó la graduación de las lentes compensadoras que los estudiantes llevaban en su gafa habitual.

En las tablas de la 14 a la 18 inclusive se esquematizan los resultados que obtuvimos siguiendo la misma línea de trabajo que en el apartado anterior.

En cada tabla se han compendiado los resultados correspondientes a los ojos derecho e izquierdo para cada grupo y para el total de la muestra.

Tabla n° 14

En éste epígrafe comprobamos las compensaciones para miopía simple. Volvemos a constatar la semejanza entre los resultados obtenidos para el ojo derecho e izquierdo. Así el total del grupo coincide el resultado, siendo de un 23 % los sujetos que llevan alguna compensación a una supuesta miopía simple. Los datos de los diferentes intervalos de graduación son también muy parecidos lo que da lugar a las medidas siguientes:

$$X_{1d} = 1,50; X_{2d} = 1,49; X_{1l} = 1,48; X_{2l} = 1,48$$

con unas variaciones típicas oscilando entre 0,96 y 1,01 y las varianzas 1,02; 0,98; 1,01; 0,92. Sólo llamar la atención sobre el valor 3, que corresponde al intervalo 1,25 a 3,00

dioptrías donde el porcentaje para ambos ojos es superior en los sujetos no expuestos, aunque sin diferencias significativas.

Tabla nº 15

En esta tabla estudiamos la existencia y grado de hipermetropía simple en la gafa habitual.

Las diferencias no son significativas ni para el total de la muestra ni para cada grupo aisladamente a ambos ojos. Los datos correspondientes a la muestra total (314 sujetos) indica una frecuencia pequeña de esta ametropía 17 individuos para el ojo derecho y 16 individuos para el ojo izquierdo, siendo en ambos casos el grado de anomalía muy leve.

Respecto a la comparación de las muestras se detecta una frecuencia mayor en el grupo 2 (sujetos no expuestos) del orden del 3 - 4 % para cada ojo para potencias entre 0 y 1 dioptría. Así, en el grupo de usuarios de ordenador sólo llevan graduación de hipermetropía simple un 2,5 % en ambos ojos.

Tabla nº 16

Hacemos un esquema de los resultados obtenidos en la ametropía miópica asociada a astigmatismo.

En el total de la muestra (314 individuos) no tienen esta compensación un 8,5 % y un 90,1 % en la lente derecha e izquierda respectivamente. Resultados estos también muy parecidos para ambos ojos como ocurrió en otras ametropías.

Aunque, las diferencias no son significativas, es de considerar en los resultados comparados que la suma de los valores de intervalos que presentan ésta compensación es en el grupo no expuesto superior en frecuencia, es específicamente el valor más llamativo corresponde al $v = 3$ (1,25 a 3,00 dioptrías) siendo de un 1,6 % en los estudiantes que usan ordenador frente al 8,3 % en aquellos que no lo usan (datos de la lente derecha); en la lente izquierda la diferencia es menor aunque apreciable variando del 3,3 % al 6,3 % para éste intervalo.

Tabla nº 17

La ametropía asociada de astigmatismo e hipermetropía se estudia en ésta tabla respecto a la graduación de las lentes.

Sólo presentan esta compensación un 5,1 % y un 6,7 %, datos obtenidos de lente derecha e izquierda, en el total de la población (314 individuos).

Como en la ametropía anterior, los sujetos de la muestra 2 no - expuestos están algo más compensados que los corres-

pondientes al grupo 1 expuestos siendo las variaciones muy pequeñas, del 95,9 % frente al 94,9 % y del 95,9 % frente al 91,7 % aquellos que no presentan compensación.

No hay resultados a destacar ya que las diferencias entre grupos y lentes en los diferentes intervalos no exceden del 1,5 %.

Tabla nº 18

La compensación correspondiente al astigmatismo simple se analiza en ésta tabla. Los datos son claros respecto a la pequeña frecuencia en la compensación de ésta ametropía aislada.

Respecto al total de sujetos investigados sólo un 2,5 % y un 3,2 % llevan habitualmente esta graduación en sus gafas; la mayoría con potencias inferiores a una dioptría ya que en el grupo expuesto sólo 2 individuos están compensados con graduaciones tóricas superiores a 1,25 dioptrías.

También resulta interesante resaltar que las diferencias entre ambos ojos en los dos grupos no son significativas y al igual que en el resto de las anomalías analizadas los resultados para las lentes derecha e izquierda son muy semejantes.

TABLA N° 14
ANÁLISIS DE LOS ESTADOS DE REFRACCIÓN
GRADUACIÓN EN LA COMPENSACIÓN ÓPTICA HABITUAL
RESULTADOS: MIOPIA SIMPLE
MÉTODO OBJETIVO (Frontofocómetro)

OJO DERECHO									OJO IZQUIERDO						
SUJETOS EXPUESTOS			SUJETOS NO EXPUESTOS			TOTAL			SUJETOS EXPUESTOS			SUJETOS NO EXPUESTOS			TOTAL
Valor	C(D)	f.a.	%	% acum.	f.a.	%	% acum.	%	f.a.	%	% acum.	f.a.	%	% acum.	%
1	No	93	76,2	76,2	149	77,6	77,6	77,1	95	77,9	77,9	147	76,6	76,6	77,1
2	0-100	8	6,6	82,8	8	4,2	81,8	5,1	7	5,7	83,6	10	5,2	81,8	5,4
3	125-300	11	9,0	91,8	22	11,5	93,2	10,5	10	8,2	91,8	25	13,0	84,8	11,1
4	325-600	8	6,6	98,4	10	5,2	98,4	5,7	8	6,6	98,4	7	3,6	98,4	4,8
5	> 6,00	2	1,6	100	3	1,6	100	1,6	2	1,6	100	3	1,6	100	1,6

$n = 122$	$\sigma = 1,01$	$n = 192$	$\sigma = 0,99$	$n = 122$	$\sigma = 1,00$	$n = 192$	$\sigma = 0,960$
$\bar{x} = 1,50$	$s = 0,09$	$\bar{x} = 1,99$	$s = 0,07$	$\bar{x} = 1,48$	$s = 0,09$	$\bar{x} = 1,48$	$s = 0,06$
$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 1,02$	$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,98$	$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 1,01$	$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,92$
$x_0 = 1,00$	$C_u = 2,39$	$x_0 = 1,00$	$C_u = 2,39$	$x_0 = 1,00$	$C_u = 2,73$	$x_0 = 1,00$	$C_u = 2,55$

O.D. N = 314	$\chi^2 = 1,517$	g.l. = 4	significancia = N.S.	$r_c = 0,069$	$\tau = -0,013$	$\gamma = -0,030$
O.I. N = 314	$\chi^2 = 2,939$	g.l. = 4	significancia = N.S.	$r_c = 0,096$	$\tau = 0,009$	$\gamma = 0,023$

TABLA Nº 15
ANÁLISIS DE LOS ESTADOS DE REFRACCIÓN
GRADUACIÓN EN LA COMPENSACIÓN ÓPTICA HABITUAL
RESULTADOS: HIPERMETROPIA SIMPLE
MÉTODO OBJETIVO (Frontofocómetro)

OJO DERECHO									OJO IZQUIERDO						
SUJETOS EXPUESTOS			SUJETOS NO EXPUESTOS			TOTAL			SUJETOS EXPUESTOS			SUJETOS NO EXPUESTOS			TOTAL
Valor	C(D)	f.a.	%	% acum.	f.a.	%	% acum.	%	f.a.	%	% acum.	f.a.	%	% acum.	%
1	No	119	97,5	97,5	178	92,7	92,7	94,6	119	97,5	97,5	179	93,2	93,2	94,9
2	0-100	3	2,5	100	10	5,2	97,9	4,1	2	1,6	99,2	12	6,3	99,5	4,5
3	125-300	-	-	-	3	1,6	99,5	1,0	1	0,8	100	1	0,5	100	0,3
4	325-600	-	-	-	1	0,5	100	0,3	-	-	-	-	-	-	0,3

$n = 122$	$\sigma = 0,15$	$n = 192$	$\sigma = 0,39$	$n = 122$	$\sigma = 0,22$	$n = 192$	$\sigma = 0,32$
$\bar{x} = 1,02$	$s = 0,01$	$\bar{x} = 1,09$	$s = 0,02$	$\bar{x} = 1,03$	$s = 0,02$	$\bar{x} = 1,07$	$s = 0,02$
$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,02$	$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,15$	$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,04$	$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,10$
$x_0 = 1,00$	$C_u = 37,25$	$x_0 = 1,00$	$C_u = 24,05$	$x_0 = 1,00$	$C_u = 58,67$	$x_0 = 1,00$	$C_u = 37,84$

O.D. N = 314	$\chi^2 = 4,087$	g.l. = 3	significancia = N.S.	$r_c = 0,113$	$\tau = 0,104$	$\gamma = 0,517$
O.I. N = 314	$\chi^2 = 5,912$	g.l. = 3	significancia = N.S.	$r_c = 0,135$	$\tau = 0,094$	$\gamma = 0,476$

TABLA N° 16
ANÁLISIS DE LOS ESTADOS DE REFRACCIÓN
GRADUACIÓN EN LA COMPENSACIÓN ÓPTICA HABITUAL
RESULTADOS: MIOPIA-ASTIGMATISMO
MÉTODO OBJETIVO (Frontofocómetro)

OJO DERECHO									OJO IZQUIERDO						
SUJETOS EXPUESTOS			SUJETOS NO EXPUESTOS			TOTAL			SUJETOS EXPUESTOS			SUJETOS NO EXPUESTOS			TOTAL
Valor	C(D)	f.a.	%	% acum.	f.a.	%	% acum.	%	f.a.	%	% acum.	f.a.	%	% acum.	%
1	No	112	91,8	91,8	166	86,5	86,5	88,5	113	92,6	92,6	170	88,5	88,5	90,1
2	0-100	4	3,3	95,1	2	1,0	87,5	1,9	4	3,3	95,9	3	1,6	90,1	1,0
3	125-300	2	1,6	96,7	16	8,3	95,8	5,7	4	3,3	99,2	12	6,3	96,4	5,1
4	300-600	3	2,5	99,2	6	3,1	99,0	2,9	1	0,8	100	5	2,6	99,0	2,9
5	> 600	1	0,8	100	2	1,0	100	1,0	-	-	-	2	1,0	100	1,0

$n = 122$	$\sigma = 0,65$	$n = 192$	$\sigma = 0,83$	$n = 122$	$\sigma = 0,72$	$n = 192$	$\sigma = 0,77$
$\bar{x} = 1,17$	$s = 0,05$	$\bar{x} = 1,31$	$s = 0,06$	$\bar{x} = 1,19$	$s = 0,06$	$\bar{x} = 1,26$	$s = 0,05$
$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,42$	$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,69$	$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,52$	$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,60$
$x_0 = 1,00$	$C_u = 17,67$	$x_0 = 1,00$	$C_u = 5,99$	$x_0 = 1,00$	$C_u = 12,76$	$x_0 = 1,00$	$C_u = 8,64$

O.D. N = 314
O.I. N = 314

$\chi^2 = 8,179$
 $\chi^2 = 3,493$

g.l. = 4
g.l. = 4

significancia = N.S. $r_c = 0,159$
significancia = N.S. $r_c = 0,104$

$\tau = 0,082$
 $\tau = 0,061$

$\gamma = 0,269$
 $\gamma = 0,217$

TABLA N° 17
ANÁLISIS DE LOS ESTADOS DE REFRACCIÓN
GRADUACIÓN DE LA COMPENSACIÓN ÓPTICA HABITUAL
RESULTADOS: HIPERMETROPIA-ASTIGMATISMO
MÉTODO OBJETIVO (Frontofocómetro)

OJO DERECHO									OJO IZQUIERDO							
SUJETOS EXPUESTOS			SUJETOS NO EXPUESTOS			TOTAL			SUJETOS EXPUESTOS			SUJETOS NO EXPUESTOS			TOTAL	
Valor	C(D)	f.a.	%	% acum.	f.a.	%	% acum.	%	f.a.	%	% acum.	f.a.	%	% acum.	%	
1	No	117	95,9	95,9	181	94,3	94,3	94,9	117	95,9	95,9	176	91,7	91,7	93,3	
2	0-100	1	0,8	96,7	3	1,6	95,8	1,3	2	1,6	97,5	4	2,1	93,8	1,9	
3	125-300	3	2,5	99,2	5	2,6	98,4	2,5	3	2,5	100	8	4,2	97,9	3,5	
4	300-600	1	0,8	100	1	0,5	99,0	0,6	-	-	-	3	1,6	99,5	1,0	
5	> 600	-	-	-	2	1,0	100	0,6	-	-	-	1	0,5	100	0,3	

$n = 122$	$\sigma = 0,41$	$n = 192$	$\sigma = 0,56$	$n = 122$	$\sigma = 0,33$	$n = 192$	$\sigma = 0,62$
$\bar{x} = 1,08$	$s = 0,03$	$\bar{x} = 1,12$	$s = 0,04$	$\bar{x} = 1,06$	$s = 0,03$	$\bar{x} = 1,17$	$s = 0,04$
$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,17$	$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,31$	$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,11$	$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,38$
$x_0 = 1,00$	$C_u = 29,180$	$x_0 = 1,00$	$C_u = 27,82$	$x_0 = 1,00$	$C_u = 27,40$	$x_0 = 1,00$	$C_u = 15,20$

O.D. N = 314	$\chi^2 = 1,725$	g.l. = 4	significancia = N.S.	$r_c = 0,073$	$\tau = 0,036$	$\gamma = 0,172$
O.I. N = 314	$\chi^2 = 3,382$	g.l. = 4	significancia = N.S.	$r_c = 0,103$	$\tau = 0,083$	$\gamma = 0,362$

TABLA N° 18
ANÁLISIS DE LOS ESTADOS DE REFRACCIÓN
GRADUACIÓN EN LA COMPENSACIÓN ÓPTICA HABITUAL
RESULTADOS: ASTIGMATA SIMPLE
MÉTODO OBJETIVO (Frontofocómetro)

OJO DERECHO									OJO IZQUIERDO						
SUJETOS EXPUESTOS			SUJETOS NO EXPUESTOS			TOTAL			SUJETOS EXPUESTOS			SUJETOS NO EXPUESTOS			TOTAL
Valor	C(D)	f.a.	%	% acum.	f.a.	%	% acum.	%	f.a.	%	% acum.	f.a.	%	% acum.	%
1	No	119	97,5	97,5	187	97,4	97,4	97,5	116	95,1	95,1	118	97,9	97,9	96,8
2	0-100	1	0,8	98,4	4	2,1	99,5	1,6	4	3,3	98,4	4	2,1	100	2,5
3	125-300	2	1,6	100	1	0,5	100	1,0	2	1,6	100	-	-	-	0,6

$n = 122$	$\sigma = 0,27$	$n = 192$	$\sigma = 0,20$	$n = 122$	$\sigma = 0,30$	$n = 192$	$\sigma = 0,14$
$x = 1,04$	$s = 0,02$	$x = 1,03$	$s = 0,01$	$x = 1,06$	$s = 0,02$	$x = 1,02$	$s = 0,01$
$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,07$	$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,04$	$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,09$	$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,02$
$x_0 = 1,00$	$C_u = 46,73$	$x_0 = 1,00$	$C_u = 56,84$	$x_0 = 1,00$	$C_u = 26,91$	$x_0 = 1,00$	$C_u = 44,19$

O.D. N = 314
 O.I. N = 314

$\chi^2 = 1,725$
 $\chi^2 = 3,627$

g.l. = 2
 g.l. = 2

significancia = N.S. $r_c = 0,073$
 significancia = N.S. $r_c = 0,106$

$\tau = 0,003$
 $\tau = -0,079$

$\gamma = 0,023$
 $\gamma = -0,420$

6.3.- Errores en la Compensación Óptica

Los resultados de éste apartado de suma importancia en nuestro estudio se presentan en las tablas 19 y 20, como en los casos anteriores, se han estructurado de tal forma que nos permitieran visualizar los datos correspondientes a los dos grupos analizados y al total del Colectivo en conjunto así como las correspondientes al ojo derecho e izquierdo.

Con la comparación de los valores obtenidos en las pruebas objetivas: Autorrefractómetro y frontofocómetro; que por un lado nos permiten conocer el grado y sentido de la ametropía existente en los individuos y por otro el valor dióptrico de la compensación óptica, se realizan las tablas que a continuación comentamos.

Tabla n° 19

Los valores referentes a la variación entre la ametropía real y la graduación habitual son los que exponemos. En primer lugar, añadir que los errores esféricos superiores a 0,5 dioptrías son los que hemos tenido en cuenta.

En el total del colectivo (N = 314) se detectaron para el ojo derecho un porcentaje del 27,7 % de sujetos no compensados ó con graduaciones deficientes; para el ojo izquierdo el porcentaje fue del 25,8 %.

Si nos fijamos en cada grupo en particular, aunque las diferencias no son estadísticamente significativas, nos parece destacable comentar que en nuestro estudio un 32 % (ojo derecho) y un 30,3 % (ojo izquierdo) en estudiantes que utilizan ordenador, mientras que en la muestra 2 los datos fueron del 25 % de error en la compensación para el ojo derecho y del 22,9 % para el ojo izquierdo.

Tabla nº 20

Respecto al error superior a 0,50 dioptrías en la compensación cilíndrica correspondiente a la ametropía que impliquen al componente astigmático. Comprobamos en ésta tabla valores superiores al 15 % en todos los casos.

En el grupo expuesto a pantallas de ordenador el error implica a 23 sujetos (18,9 %) para el ojo derecho y a 27 (22,1 %) para el ojo izquierdo. En una proporción algo inferior se encuentra en los estudiantes que no utilizan ordenador, siendo en este caso 30 alumnos correspondientes al 15,6 % (ojo derecho) y 33 (17,2 %) para el ojo izquierdo.

Estos datos se comparan ampliamente en la discusión de los resultados, considerándolos francamente importantes debido a la alta frecuencia de individuos que afecta.

TABLA N° 19
ANALISIS DE LOS ESTADOS DE REFRACCIÓN
RESULTADOS: ERROR ESFERA >0,5 DIOPTRIAS

OJO DERECHO									OJO IZQUIERDO						
SUJETOS EXPUESTOS		SUJETOS NO EXPUESTOS			TOTAL		SUJETOS EXPUESTOS			SUJETOS NO EXPUESTOS		TOTAL			
Valor	C	f.a.	%	% acum.	f.a.	%	% acum.	%	f.a.	%	% acum.	f.a.	%	% acum.	%
1	Si	39	32	32	48	25	25	27,7	37	30,3	30,3	44	22,9	22,9	25,8
2	No	83	68	100	144	75	100	72,3	85	69,7	100	148	77,1	100	74,2

$n = 122$	$\sigma = 0,46$	$n = 192$	$\sigma = 0,43$	$n = 122$	$\sigma = 0,46$	$n = 192$	$\sigma = 0,42$
$\bar{x} = 1,68$	$s = 0,04$	$\bar{x} = 1,75$	$s = 0,03$	$\bar{x} = 1,69$	$s = 0,04$	$\bar{x} = 1,77$	$s = 0,03$
$x_d = 2,00$	$\sigma^2 = 0,21$	$x_d = 2,00$	$\sigma^2 = 0,18$	$x_d = 2,00$	$\sigma^2 = 0,21$	$x_d = 2,00$	$\sigma^2 = 0,17$
$x_0 = 2,00$	$C_u = -1,41$	$x_0 = 2,00$	$C_u = -0,65$	$x_0 = 2,00$	$C_u = -1,27$	$x_0 = 2,00$	$C_u = -0,31$

O.D. N = 314	$\chi^2 = 1,477$	g.l. = 1	significancia = N.S.	$r_c = 0,075$	$\tau = 0,075$	$\gamma = 0,170$
O.I. N = 314	$\chi^2 = 1,771$	g.l. = 1	significancia = N.S.	$r_c = 0,082$	$\tau = 0,082$	$\gamma = 0,188$

TABLA N° 20

**ANALISIS DE LOS ESTADOS DE REFRACCIÓN
RESULTADOS: ERROR CILINDRO >0,5 DIOPTRIAS**

OJO DERECHO									OJO IZQUIERDO						
SUJETOS EXPUESTOS			SUJETOS NO EXPUESTOS			TOTAL			SUJETOS EXPUESTOS			SUJETOS NO EXPUESTOS			TOTAL
Valor	C	f.a.	%	% acum.	f.a.	%	% acum.	%	f.a.	%	% acum.	f.a.	%	% acum.	%
1	SI	23	18,9	18,9	30	15,6	15,6	16,9	27	22,1	22,1	33	17,2	17,2	19,1
2	No	99	81,1	100	162	84,4	100	83,1	95	77,9	100	159	82,8	100	80,9

$n = 122$	$\sigma = 0,393$	$n = 192$	$\sigma = 0,36$	$n = 122$	$\sigma = 0,41$	$n = 192$	$\sigma = 0,37$
$x = 1,81$	$s = 0,03$	$x = 1,84$	$s = 0,02$	$x = 1,77$	$s = 0,03$	$x = 1,82$	$s = 0,02$
$x_d = 2,00$	$\sigma^2 = 0,15$	$x_d = 2,00$	$\sigma^2 = 0,13$	$x_d = 2,00$	$\sigma^2 = 0,17$	$x_d = 2,00$	$\sigma^2 = 0,14$
$x_0 = 2,00$	$C_u = 0,61$	$x_0 = 2,00$	$C_u = 1,65$	$x_0 = 2,00$	$C_u = -0,15$	$x_0 = 2,00$	$C_u = 1,08$

O.D. N = 314	$\chi^2 = 0,347$	g.l. = 1	significancia = N.S.	$r_c = 0,041$	$\tau = 0,042$	$\gamma = 0,112$
O.I. N = 314	$\chi^2 = 0,881$	g.l. = 1	significancia = N.S.	$r_c = 0,061$	$\tau = 0,061$	$\gamma = 0,155$

6.4.- Estado de la Función Visual

6.4.1.- Agudeza Visual

6.4.1.1.- Agudeza visual monocular

Visión lejos (distancia 5 m)

Tabla nº 21

Del análisis de la capacidad visual diagnosticada a través de un método tradicional con optotipos de contraste máximo presentamos en esta tabla los valores obtenidos para el ojo derecho.

Como criterio de clasificación hemos considerado agudezas visuales iguales ó superiores a 1 en el estadio superior, en el segundo valor se incluyen las agudezas visuales entre 0,6 y 0,8 y por último aquellas inferiores a 0,6 agrupan en el tercer intervalo.

Los resultados en el total del grupo demuestran que un 75,8 % de los individuos tienen una agudeza visual igual ó superior a 1 con su compensación habitual, mientras que se detectan un 14,3 % con capacidades medias y un 9,9 % con agudezas visuales deficientes.

Los valores entre sujetos expuestos y no expuestos son semejantes, sin diferencias estadísticamente significativas. Los datos expresados, merece la pena insistir, están, tomados

con la compensación óptica que llevaban los estudiantes en las fechas de estudio.

Tabla n° 22

Con características idénticas a la tabla anterior, pero referida a las capacidades visuales del ojo izquierdo se exponen los resultados de ésta investigación.

En el colectivo total se detectan un 5,7 % correspondientes a 18 individuos con agudeza visual inferior a 0,6; 61 sujetos que equivale al 19,4 % se incluyen en el intervalo 0,6 a 0,8 frente a un 74,8 % con agudeza visual 1.

Al igual que en la tabla 21 (ojo derecho) no existen diferencias entre los dos grupos. Fijándonos en los estadísticos destacamos que la media para los sujetos expuestos fue de 1,31 y para el grupo de estudiantes que no utilizan ordenador de 1,30 con unas desviaciones típicas de 0,57 y 0,57 respectivamente.

La forma de la distribución es también muy semejante para las dos muestras $cu_1 = 1,90$ y $cu_2 = 1,94$.

TABLA N° 21
ESTUDIO DEL ESTADO DE LA FUNCIÓN VISUAL
ANÁLISIS CON SU COMPENSACIÓN HABITUAL
RESULTADOS: AGUDEZA VISUAL MONOCULAR. (Contraste 1)
DISTANCIA 5m.
MÉTODO SUBJETIVO (Ergovisión)

OJO DERECHO

SUJETOS EXPUESTOS	SUJETOS NO EXPUESTOS	Totales
------------------------------	---------------------------------	----------------

Valor	C	f.a.	%	% acum	f.a.	%	% acum.	%
1	≥ 1	92	75,4	75,4	146	76,0	76,0	75
2	0,8 - 0,6	17	13,9	89,3	28	14,6	90,6	14,3
3	< 0,6	13	10,7	100	18	9,4	100	9,9

$n = 122$ $\bar{x} = 1,35$ $x_d = 1,00$ $x_0 = 1,00$	$\sigma = 0,66$ $s = 0,06$ $\sigma^2 = 0,44$ $C_u = 1,31$	$n = 192$ $\bar{x} = 1,33$ $x_d = 1,00$ $x_0 = 1,00$	$\sigma = 0,64$ $s = 0,04$ $\sigma^2 = 0,41$ $C_u = 1,60$
---	--	---	--

Datos sobre el TOTAL de la muestra.

$N = 314$	$\chi^2 = 0,1497$ $r_c = 0,021$	$g.l. = 2$ $\tau = -0,009$	significancia = N.S. $\gamma = 0,022$
-----------	------------------------------------	-------------------------------	---

TABLA N° 22
ESTUDIO DEL ESTADO DE LA FUNCIÓN VISUAL
ANÁLISIS CON SU COMPENSACIÓN HABITUAL
RESULTADOS: AGUDEZA VISUAL MONOCULAR. (Contraste 1)
DISTANCIA 5m.
MÉTODO SUBJETIVO (Ergovisión)

OJO IZQUIERDO

SUJETOS EXPUESTOS	SUJETOS NO EXPUESTOS	Totales
--------------------------	-----------------------------	----------------

Valor	C	f.a.	%	% acum	f.a.	%	% acum.	%
1	≥ 1	91	74,6	74,6	144	75	75	74,8
2	0,8 - 0,6	24	19,7	94,3	37	19,3	94,3	19,4
3	< 0,6	7	5,7	100	11	5,7	100	5,7

$n = 122$	$\sigma = 0,57$	$n = 192$	$\sigma = 0,57$
$x = 1,31$	$s = 0,05$	$x = 1,307$	$s = 0,04$
$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,33$	$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,32$
$x_0 = 1,00$	$C_u = 1,90$	$x_0 = 1,00$	$C_u = 1,94$

Datos sobre el TOTAL de la muestra

$N = 314$	$\chi^2 = 0,0078$	$g.l. = 2$	significancia = N.S.
	$r_c = 0,005$	$\tau = -0,004$	$\gamma = 0,009$

6.4.1.2.- Agudezas visuales Binocular

La capacidad visual de un sujeto obtenida con los dos ojos es el motivo de estudio de ésta fase del trabajo. Se ha investigado esta habilidad para tres distancias distintas: Distancia lejos (5 metros), distancia intermedia (0,66 metros) y distancia próxima (0,33 metros). En todos los casos el contraste de los optotipos era máximo y las condiciones de iluminación fotópica y estable para todas las medidas.

Tabla n° 23

Para el total de la muestra (N = 314) se obtienen valores inferiores a 0,6 para 11 sujetos (3,5 %); entre 0,6 y 0,8 23 individuos (7,3 %) y superiores ó iguales a 1 un 89,2 %.

En los valores para los 2 grupos investigados individualmente no se aprecian diferencias significativas. Las medias $X_1 = 1,12$ y $X_2 = 1,15$ siendo las desviaciones típicas de 0,41 y 0,45 respectivamente.

Tabla n° 24

Las agudezas binoculares para distancia intermedia demuestran la mejoría de las capacidades visuales cuando las distancias son menores, datos que comentaremos ampliamente en la discusión de los resultados.

La característica más apreciable es la disminución en la frecuencia de agudezas deficientes hasta valores de un 1,6 % correspondiente a 5 sujetos del total de la muestra; en el valor 2 correspondientes a Agudeza Visual entre 0,8 y 0,6 se detectan 8 personas (2,5 %), encontrándose un 95,9 % con Agudeza Visual superior ó igual a 1.

Tabla nº 25

Siguiendo la estructura de las tablas precedentes y aproximando los optotipos hasta una distancia de 33 cm se obtienen los valores para distancia próxima. Como en los casos anteriores el estudio se realiza con métodos tradicionales de contraste máximo (negro sobre fondo blanco).

En éste caso los resultados se concentran en valores altos de agudeza visual, de tal forma que encontramos 305 individuos (97,1 %) con capacidad visual 1 ó superior, 9 (2,9 %) con valores para su agudeza visual entre 0,8 y 0,6 para el total de la población.

Destacamos la ausencia, en los dos grupos, de personas con valores inferiores de Agudeza Visual a 0,6.

Todos los resultados se obtuvieron cuando los estudiantes llevaban su gafa habitual.

TABLA N° 23
ESTUDIO DEL ESTADO DE LA FUNCIÓN VISUAL
ANÁLISIS CON SU COMPENSACIÓN HABITUAL
RESULTADOS: AGUDEZA VISUAL BINOCULAR. (Contraste 1)
DISTANCIA 5m.
MÉTODO SUBJETIVO (Ergovisión)

VISIÓN BINOCULAR - VISIÓN LEJANA

SUJETOS EXPUESTOS	SUJETOS NO EXPUESTOS
--------------------------	-----------------------------

Valor	C	f.a.	%	% acum.	f.a.	%	% acum.
1	≥ 1	111	91,0	91,0	169	88,0	88,0
2	0,8 - 0,6	7	5,7	96,7	16	8,3	96,4
3	$< 0,6$	4	3,3	100	7	3,6	100

$n = 122$ $\sigma = 0,41$
 $x = 1,12$ $s = 0,03$
 $x_d = 1,00$ $\sigma^2 = 0,17$
 $x_0 = 1,00$ $C_u = 12,21$

$n = 192$ $\sigma = 0,45$
 $x = 1,15$ $s = 0,03$
 $x_d = 1,00$ $\sigma^2 = 0,20$
 $x_0 = 1,00$ $C_u = 8,31$

TOTAL DE LA MUESTRA

Valor	C	f.a.	%
1	≥ 1	280	89,2
2	0,8 - 0,6	23	7,3
3	$< 0,6$	11	3,5

$N = 314$

$\chi^2 = 0,7882$
 $r_c = 0,050$

$g.l. = 2$
 $\tau = 0,044$

significancia = N.S.
 $\gamma = 0,150$

TABLA N° 24
ESTUDIO DEL ESTADO DE LA FUNCIÓN VISUAL
ANÁLISIS CON SU COMPENSACIÓN HABITUAL
RESULTADOS: AGUDEZA VISUAL BINOCULAR. (Contraste 1)
DISTANCIA 0,66m.
MÉTODO SUBJETIVO (Ergovisión)

VISIÓN BINOCULAR - VISIÓN INTERMEDIA

SUJETOS EXPUESTOS	SUJETOS NO EXPUESTOS
--------------------------	-----------------------------

Valor	C	f.a.	%	% acum	f.a.	%	% acum.
1	≥ 1	117	95,9	95,9	184	95,8	95,8
2	0,8 - 0,6	4	3,3	99,2	4	2,1	97,9
3	< 0,6	1	0,8	100	4	2,1	100

$n = 122$	$\sigma = 0,25$	$n = 192$	$\sigma = 0,31$
$\bar{x} = 1,04$	$s = 0,02$	$\bar{x} = 1,06$	$s = 0,02$
$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,06$	$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,10$
$x_0 = 1,00$	$C_u = 34,94$	$x_0 = 1,00$	$C_u = 28,57$

TOTAL DE LA MUESTRA

Valor	C	f.a.	%
1	≥ 1	301	95,9
2	0,8 - 0,6	8	2,5
3	< 0,6	5	1,6

N = 314

$\chi^2 = 1,167$
 $r_c = 0,060$

g.l. = 2
 $\tau = 0,002$

significancia = N.S.
 $\gamma = 0,014$

TABLA N° 25
ESTUDIO DEL ESTADO DE LA FUNCIÓN VISUAL
ANÁLISIS CON SU COMPENSACIÓN HABITUAL
RESULTADOS: AGUDEZA VISUAL BINOCULAR. (Contraste 1)
DISTANCIA 0,33m.
MÉTODO SUBJETIVO (Ergovisión)

VISIÓN BINOCULAR - VISIÓN PROXIMA

SUJETOS EXPUESTOS	SUJETOS NO EXPUESTOS
--------------------------	-----------------------------

Valor	C	f.a.	%	% acum	f.a.	%	% acum.
1	≥ 1	118	96,7	96,7	187	97,4	97,4
2	0,8 - 0,6	4	3,3	100	5	2,6	100
3	< 0,6	0	0	100	0	0	100

$n = 122$	$\sigma = 0,17$	$n = 192$	$\sigma = 0,16$
$x = 1,03$	$s = 0,01$	$x = 1,02$	$s = 0,01$
$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,03$	$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,02$
$x_0 = 1,00$	$C_u = 26,66$	$x_0 = 1,00$	$C_u = 34,34$

TOTAL DE LA MUESTRA

Valor	C	f.a.	%
1	≥ 1	305	97,1
2	0,8 - 0,6	9	2,9
3	< 0,6	0	0

$N = 314$

$\chi^2 = 0,998$
 $r_c = 0,019$

$g.l. = 1$
 $\tau = -0,019$

significancia = N.S.
 $\gamma = -0,012$

6.4.2.- Sensibilidad al Contraste

Los resultados correspondientes a la función visual con test de contraste variable y decreciente así como para las distintas frecuencias se desarrollaron teniendo en cuenta aspectos fundamentales tales como la correcta iluminación ambiente, la compensación habitual del sujeto, la distancia al test y en visión binocular. Las tablas de resultado se establecen según la frecuencia en ciclos/grados y como en todas las precedentes agrupando los resultados de la muestra 1, 2 y totales.

Tabla n° 26

En primer lugar debemos destacar que las diferencias obtenidas entre los dos grupos fueron estadísticamente significativas ($P \leq 0,01$).

Estudiamos la sensibilidad para un test de frecuencia 1,5 ciclos/grados; el valor 1 incluye contraste superior a 120 y mientras en los sujetos expuestos no aparece ningún individuo en el grupo expuesto contamos con 38 personas que equivalen al 19,8 % de la población. Respecto al intervalo de contraste entre 35 y 120 destaca la concentración absoluta del grupo expuesto 122 individuos correspondiendo al 100 % frente al 80,2 en la muestra 2.

Para terminar se observó que no hay ningún dato en el intervalo 3, éste se refiere a un contraste inferior a 35.

En consecuencia los estadísticos para el grupo 1 son:
 $X = 2,00$; $X_d = 2,00$; $X_o = 2,00$ y para el grupo 2 $X = 1,80$;
 $X_d = 1,00$; $X_o = 1,00$

Tabla nº 27

En ésta tabla se exponen los resultados para la frecuencia de ciclos/grado. Los valores presentan diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,01$), que se expresan en los siguientes valores: Para el intervalo de contraste mayor de 170 en el grupo uno sólo aparece un 0,8 % mientras que en el grupo dos nos encontramos con un 76 %. Resultados también contrapuestos en el intervalo 44 a 170 marcan las grandes diferencias agrupándose 121 sujetos, 99,2 % para el grupo de estudiantes usuarios de ordenador frente a 45 individuos, 23 % la muestra no expuesta.

En consecuencia los estadísticos descriptivos son muy diferentes: $X_1 = 1,99$; $X_2 = 1,24$; desviaciones típicas de 0,09 y 0,44 respectivamente.

En los estadísticos descriptivos se obtiene un valor de $r = - 0,971$ indicando el grado de asociación.

Tabla nº 28

Para la frecuencia de 6 ciclos/grado se obtienen los valores siguientes: En el primer intervalo correspondiente a contraste superior a 185 el 6,6 % del de la muestra 1 frente al 64,1 % de la muestra 2. En el segundo estadio, entre el 45 y 185 aumenta mucho para la frecuencia para sujetos expuestos (105) equivalente al 86,1 % mientras que disminuye para individuos no expuestos hasta un 33,9 %.

Por último para el valor 3 correspondiente a contraste inferior a 45 en ambos grupos, aún existiendo diferencias, estas son menores 7,4 % y 2,1 % respectivamente.

Las medidas son diferentes $X_1 = 2,00$ y $X_2 = 1,38$ y sus desviaciones son 0,37 y 0,52, evidenciando también las distintas respuestas obtenidas.

Al igual que las otras frecuencias las diferencias para entre los dos grupos tienen significancia 0,000. $P \leq 0,01$.

En la discusión de resultados comentaremos ampliamente estos datos.

Tabla nº 29

Continuando con el estudio de la sensibilidad al contraste exponemos los datos obtenidos para la frecuencia de 15

ciclos/grado. Las diferencias son estadísticamente significativas ($P \leq 0,001$).

Para el intervalo superior a 125 de contraste se encontraron 4 individuos (3,3 %) en el grupo 1 y 88 individuos (45,8 %) del grupo 2.

En el segundo valor aumenta la frecuencia en los dos grupos pero con diferencias muy marcadas así, para el intervalo de 15 a 125 se presentan 116 sujetos (95,1 %) y 99 personas (51,0 %) para la muestra 1 y 2 respectivamente. En el valor 3 que corresponde a contraste inferior a 150 sólo se encuentra un porcentaje de 1,6 % y 2,6 % en las muestras estudiadas.

Tabla nº 30

Para terminar con ésta fase del estudio de la función visual, sólo nos queda valorar los resultados de la última frecuencia estudiada de la Sensibilidad al Contraste que corresponde a 18 ciclos/grado.

Como en el resto de la prueba en los datos se encuentran diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$). El contraste, en éste caso, correspondiente al valor 1 es superior a 65, destacamos que no existe ningún resultado en el grupo de estudiantes que usan ordenador frente a un 15,1 % en la población que no lo utiliza.

Respecto al intervalo de contraste entre 7 y 65 observamos una importante frecuencia en los dos grupos alcanzando valores de 115 y 153 sujetos correspondientes al 94,3 % y 79,7 % respectivamente. En contraste inferior a 7 el porcentaje es pequeño en las dos poblaciones 5,7 % y 5,2 %. Para esta frecuencia el valor del coeficiente gamma es de -0,60.

TABLA N° 26

ESTUDIO DEL ESTADO DE LA FUNCIÓN VISUAL

ANÁLISIS CON SU COMPENSACIÓN HABITUAL

RESULTADOS: SENSIBILIDAD AL CONTRASTE. Frecuencia 1'5 ciclos/grado

DISTANCIA 45cm.

MÉTODO SUBJETIVO (Visión binocular)

**

SENSIBILIDAD AL CONTRASTE
Frecuencia 1'5 ciclos / grado

SUJETOS EXPUESTOS	SUJETOS NO EXPUESTOS
--------------------------	-----------------------------

Valor	Intervalo	f.a.	%	% acum	f.a.	%	% acum.
1	> 120	0	0	0	38	19,8	19,8
2	35 - 120	122	100	100	154	80,2	100
3	< 35	0	0	100	0	0	100

n = 122 $\sigma = 0$
 x = 2,00 s = 0
 $x_d = 2,00$ $\sigma^2 = 0$
 $x_0 = 2,00$ -----

n = 192 $\sigma = 0,39$
 x = 1,80 s = 0,02
 $x_d = 1,00$ $\sigma^2 = 0,16$
 $x_0 = 1,00$ $C_u = 0,33$

TOTAL DE LA MUESTRA

Valor	Intervalo	f.a.	%
1	> 120	38	12,1
2	35 - 120	267	87,9
3	< 35	0	0

N = 314

$\chi^2 = 25,641$
 $r_c = 0,283$

g.l. = 1
 $\tau = -0,295$

significancia = 0,000
 $\gamma = -1,000$

** P ≤ 0,01

TABLA N° 27

ESTUDIO DEL ESTADO DE LA FUNCIÓN VISUAL

ANÁLISIS CON SU COMPENSACIÓN HABITUAL

RESULTADOS: SENSIBILIDAD AL CONTRASTE. Frecuencia 3 ciclos/grado

DISTANCIA 45cm.

MÉTODO SUBJETIVO (Visión binocular)

**

SENSIBILIDAD AL CONTRASTE
Frecuencia 3 ciclos / grado

SUJETOS EXPUESTOS	SUJETOS NO EXPUESTOS
--------------------------	-----------------------------

Valor	Intervalo	f.a.	%	% acum.	f.a.	%	% acum.
1	> 170	1	0,8	0,8	146	76	76
2	44 - 170	121	99,2	100	45	23	99,5
3	< 44	0	0	100	1	0,5	100

n = 122

$\sigma = 0,09$

x = 1,99

s = 0,00

$x_d = 2,00$

$\sigma^2 = 0,00$

$x_0 = 2,00$

$C_u = 122,00$

n = 192

$\sigma = 0,44$

x = 1,24

s = 0,03

$x_d = 1,00$

$\sigma^2 = 0,19$

$x_0 = 1,00$

$C_u = 0,40$

TOTAL DE LA MUESTRA

Valor	Intervalo	f.a.	%
1	> 170	147	46,8
2	44 - 170	166	52,9
3	< 44	1	0,3

N = 314

$\chi^2 = 171,750$

$r_c = 0,594$

g.l. = 2

$\tau = -0,720$

significancia = 0,000

$\gamma = -0,971$

** P ≤ 0,01

TABLA N° 28

ESTUDIO DEL ESTADO DE LA FUNCIÓN VISUAL

ANÁLISIS CON SU COMPENSACIÓN HABITUAL

RESULTADOS: SENSIBILIDAD AL CONTRASTE. Frecuencia 6 ciclos/grado

DISTANCIA 45cm.

MÉTODO SUBJETIVO (Visión binocular)

**

SENSIBILIDAD AL CONTRASTE
Frecuencia 6 ciclos / grado

SUJETOS EXPUESTOS	SUJETOS NO EXPUESTOS
--------------------------	-----------------------------

Valor	Intervalo	f.a.	%	% acum.	f.a.	%	% acum.
1	> 185	8	6,6	6,6	123	64,1	64,1
2	45 - 185	10,5	86,1	92,6	65	33,9	97,9
3	< 45	9	7,4	100	4	2,1	100

$n = 122$ $\sigma = 0,37$
 $x = 2,00$ $s = 0,03$
 $x_d = 2,00$ $\sigma^2 = 0,14$
 $x_0 = 2,00$ $C_u = 4,39$

$n = 192$ $\sigma = 0,52$
 $x = 1,38$ $s = 0,03$
 $x_d = 1,00$ $\sigma^2 = 0,27$
 $x_0 = 1,00$ $C_u = -0,28$

TOTAL DE LA MUESTRA

Valor	Intervalo	f.a.	%
1	> 185	131	41,7
2	45- 185	170	54,1
3	< 45	13	4,1

N = 314

$\chi^2 = 101,740$
 $r_c = 0,494$

$g.l. = 2$
 $\tau = -0,550$

significancia = 0,000
 $\gamma = -0,875$

** P ≤ 0,01

TABLA N° 29

ESTUDIO DEL ESTADO DE LA FUNCIÓN VISUAL

ANÁLISIS CON SU COMPENSACIÓN HABITUAL

RESULTADOS: SENSIBILIDAD AL CONTRASTE. Frecuencia 12 ciclos/grado

DISTANCIA 45cm.

MÉTODO SUBJETIVO (Visión binocular)

**

SENSIBILIDAD AL CONTRASTE Frecuencia 12 ciclos / grado

SUJETOS EXPUESTOS	SUJETOS NO EXPUESTOS
--------------------------	-----------------------------

Valor	Intervalo	f.a.	%	% acum.	f.a.	%	% acum.
1	> 125	4	3,3	3,3	88	45,8	45,8
2	15 - 125	116	95,1	98,4	99	51,0	97,4
3	< 15	2	1,6	100	5	2,6	100

n = 122 $\sigma = 0,22$
 x = 1,98 s = 0,02
 $x_d = 2,00$ $\sigma^2 = 0,04$
 $x_0 = 2,00$ $C_u = 17,91$

n = 192 $\sigma = 0,54$
 x = 1,56 s = 0,03
 $x_d = 2,00$ $\sigma^2 = 0,29$
 $x_0 = 2,00$ $C_u = -1,01$

TOTAL DE LA MUESTRA

Valor	Intervalo	f.a.	%
1	> 125	92	29,3
2	15 - 125	215	68,5
3	< 15	7	2,2

N = 314

$\chi^2 = 67,052$
 $r_c = 0,419$

g.l. = 2
 $\tau = -0,420$

significancia = 0,000
 $\gamma = -0,827$

** $P \leq 0,01$

TABLA N° 30

ESTUDIO DEL ESTADO DE LA FUNCIÓN VISUAL

ANÁLISIS CON SU COMPENSACIÓN HABITUAL

RESULTADOS: SENSIBILIDAD AL CONTRASTE. Frecuencia 18 ciclos/grado

DISTANCIA 45cm.

MÉTODO SUBJETIVO (Visión binocular)

**

SENSIBILIDAD AL CONTRASTE
Frecuencia 18 ciclos / grado

SUJETOS EXPUESTOS	SUJETOS NO EXPUESTOS
--------------------------	-----------------------------

Valor	Intervalo	f.a.	%	% acum.	f.a.	%	% acum.
1	> 65	0	0	0	29	15,1	15,1
2	7 - 75	115	94,3	94,3	153	79,7	94,8
3	< 7	7	5,7	100	10	5,2	100

$n = 122$ $\bar{x} = 2,05$ $x_d = 2,00$ $x_0 = 2,00$	$\sigma = 0,23$ $s = 0,02$ $\sigma^2 = 0,05$ $C_u = 13,06$	$n = 192$ $\bar{x} = 1,90$ $x_d = 2,00$ $x_0 = 2,00$	$\sigma = 0,44$ $s = 0,03$ $\sigma^2 = 0,19$ $C_u = 1,77$
---	---	---	--

TOTAL DE LA MUESTRA

Valor	Intervalo	f.a.	%
1	> 65	29	9,2
2	7 - 65	268	85,4
3	< 7	17	5,4

N = 314

$\chi^2 = 20,322$
 $r_c = 0,246$

g.l. = 2
 $\tau = -0,199$

significancia = 0,000
 $\gamma = -0,600$

** $P \leq 0,01$

6.4.3.- Adaptación Visual

En las tablas 31 y 32 se exponen los resultados correspondientes al tiempo de recuperación al deslumbramiento y los obtenidos respecto a las variaciones de la capacidad visual en niveles de iluminación distintos.

Tabla nº 31

Tiempo de recuperación al deslumbramiento fue expresado en segundos. Las diferencias entre los dos grupos no fueron estadísticamente significativas.

Nos parece interesante llamar la atención sobre el valor 4 que corresponde a un tiempo superior a 60 segundos, donde se presentan 25 individuos (20,5 %) frente a 33 (17,2 %) para la muestra 1 y 2 respectivamente. El resto de los intervalos incluyen frecuencias semejantes a ambas muestras. Las medidas por tanto son próximas así como las desviaciones típicas y varianzas.

Tabla nº 32

En esta tabla se expresan los resultados respecto a la adaptación visual a distintos niveles de iluminación.

Este aspecto de la función visual se valora cuantificando la disminución de agudeza visual en condiciones fotópicas y mesópicas.

Son destacables del total de la muestra (N = 314) el valor nº 2 que corresponde a una disminución de 0,4 en la Agudeza visual, este proceso es detectado en 124 alumnos (39,5 % del total), pérdidas mayores de 0,61 y 0,8 se aprecian sólo en el 3,9 %.

Fijándonos en la comparación de las muestras, destacamos los valores anteriores 2, 3 y 4 ya que para sujetos expuestos pérdidas de 0,4 se aprecian en el 43,4 % de los casos frente al 37 % del grupo no expuesto, mientras que disminuciones de 0,6 y 0,8 son encontradas en el 6,5 % y 2,1 % para la muestra 1 y 2 respectivamente.

TABLA N° 31

ESTUDIO DEL ESTADO DE LA FUNCIÓN VISUAL

**RESULTADOS: TIEMPO DE RECUPERACIÓN AL DESLUMBRAMIENTO
MÉTODO SUBJETIVO (Ergovisión)**

**TIEMPO DE RECUPERACIÓN AL
DESLUMBRAMIENTO**

SUJETOS EXPUESTOS	SUJETOS NO EXPUESTOS
--------------------------	-----------------------------

Valor	Intervalo (Seg)	f.a.	%	% acum	f.a.	%	% acum.
1	< 20	25	20,5	20,5	31	16,1	16,1
2	20 - 40	36	29,5	50,0	49	25,5	41,7
3	40 - 60	36	29,5	79,5	79	41,1	82,8
4	> 60	25	20,5	100	33	17,2	100

$n = 122$ $x = 2,50$ $x_d = 2,50$ $x_0 = 2,00$	$\sigma = 1,03$ $s = 0,09$ $\sigma^2 = 1,07$ $C_u = -1,15$	$n = 192$ $x = 2,59$ $x_d = 3,00$ $x_0 = 3,00$	$\sigma = 0,95$ $s = 0,06$ $\sigma^2 = 0,91$ $C_u = -0,86$
---	---	---	---

TOTAL DE LA MUESTRA

Valor	Intervalo (Seg)	f.a.	%
1	< 20	56	17,8
2	20 - 40	85	27,1
3	40 - 60	115	36,6
4	> 60	58	18,5

$N = 314$

$\chi^2 = 4,427$
 $r_c = 0,117$

$g.l. = 3$
 $\tau = 0,043$

significancia = N.S.
 $\gamma = 0,074$

TABLA Nº 32
ESTUDIO DEL ESTADO DE LA FUNCIÓN VISUAL
RESULTADOS: ADAPTACIÓN VISUAL A DISTINTOS NIVELES DE
ILUMINACIÓN.
MÉTODO SUBJETIVO (Ergovisión)

ADAPTACIÓN VISUAL A DISTINTOS NIVELES DE ILUMINACIÓN

SUJETOS EXPUESTOS

SUJETOS NO EXPUESTOS

Valor	Intervalo	f.a.	%	% acum	f.a.	%	% acum.
0	0	12	9,8	9,8	20	10,4	10,4
1	0,2	49	40,2	50,0	97	50,5	60,9
2	0,4	53	43,4	93,4	71	37,0	97,9
3	0,6	7	5,7	99,2	2	1,1	99,0
4	0,8	1	0,8	100	2	1,0	100

n = 122 $\sigma = 0,78$
x = 1,47 s = 0,07
 $x_d = 1,50$ $\sigma^2 = 0,61$
 $x_0 = 2,00$ $C_u = 0,18$

n = 192 $\sigma = 0,71$
x = 1,31 s = 0,05
 $x_d = 1,00$ $\sigma^2 = 0,51$
 $x_0 = 1,00$ $C_u = 1,01$

TOTAL DE LA MUESTRA

Valor	Intervalo	f.a.	%
0	0	32	10,2
1	0,2	146	46,5
2	0,4	124	39,5
3	0,6	9	2,9
4	0,8	3	1,0

N = 314

$\chi^2 = 8,312$
 $r_c = 0,160$

g.l. = 4
 $\tau = -0,102$

significancia = N.S.
 $\gamma = -0,185$

6.4.4.- Campo Visual Periférico

Se investigó el campo visual periférico, para detectar posibles escotomas y anomalías patológicas.

El criterio elegido, como en otros apartados, para comparar los resultados fue valorando el número de errores.

Las diferencias no fueron significativas y los errores en ningún caso superaron el valor 3, en consecuencia se consideró que los estudiantes investigados tenían un campo periférico normal.

TABLA N° 33
ESTUDIO DEL ESTADO DE LA FUNCIÓN VISUAL
RESULTADOS: CAMPO VISUAL PERIFÉRICO
MÉTODO SUBJETIVO (Ergovisión)

CAMPO VISUAL PERIFÉRICO

SUJETOS EXPUESTOS	SUJETOS NO EXPUESTOS
--------------------------	-----------------------------

Valor	Errores	f.a.	%	% acum	f.a.	%	% acum.
1	0	115	94,3	94,3	166	86,5	86,5
2	1 - 2	5	4,1	98,4	19	9,9	96,4
3	> 2	2	1,6	100	7	3,6	100

$n = 122$	$\sigma = 0,31$	$n = 192$	$\sigma = 0,46$
$x = 1,07$	$s = 0,02$	$x = 1,17$	$s = 0,03$
$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,10$	$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,21$
$x_0 = 1,00$	$C_u = 23,00$	$x_0 = 1,00$	$C_u = 7,02$

TOTAL DE LA MUESTRA

Valor	Errores	f.a.	%
1	0	281	89,5
2	1 - 2	24	7,6
3	> 2	9	2,9

N = 314

$\chi^2 = 4,835$
 $r_c = 0,123$

g.l. = 2
 $\tau = 0,122$

significancia = N.S.
 $\gamma = 0,431$

6.4.5.- Agudeza Visual Dinámica

Este epígrafe hace referencia a la diferenciación de objetos en movimientos. Los resultados se valoran en función del número de errores cometidos en la prueba.

No cometieron ningún error un 71,3 % del grupo 1 frente al 51 % del grupo 2, mientras que cometieron entre 1 y 2 errores el 28,7 % y el 40,7 % de las muestras primera y segunda respectivamente. De las mismas características son los resultados para más de tres errores siendo nulo este intervalo en sujetos expuesto y encontrando una frecuencia absoluta de 16, es decir el 8,3 % para la muestra no expuesta.

Las diferencias en esta prueba tienen el valor estadístico ($P \leq 0,01$), con coeficiente gamma de 0,436.

TABLA N° 34
ESTUDIO DEL ESTADO DE LA FUNCIÓN VISUAL
RESULTADOS: AGUDEZA VISUAL DINÁMICA
MÉTODO SUBJETIVO (Ergovisión)

**

AGUDEZA VISUAL DINÁMICA

SUJETOS EXPUESTOS	SUJETOS NO EXPUESTOS
--------------------------	-----------------------------

Valor	Errores	f.a.	%	% acum	f.a.	%	% acum.
1	0	87	71,3	71,3	98	51,0	51,0
2	1 - 2	35	28,7	100	78	40,7	91,7
3	> 2	0	0	100	16	8,3	100

$n = 122$ $x = 1,28$ $x_d = 1,00$ $x_0 = 1,00$	$\sigma = 0,45$ $s = 0,04$ $\sigma^2 = 0,20$ $C_u = -1,10$	$n = 192$ $x = 1,57$ $x_d = 1,00$ $x_0 = 1,00$	$\sigma = 0,64$ $s = 0,04$ $\sigma^2 = 0,41$ $C_u = -0,53$
---	---	---	---

TOTAL DE LA MUESTRA

Valor	Errores	f.a.	%
1	0	185	58,9
2	1 - 2	113	36,0
3	> 2	16	5,1

$N = 314$	$\chi^2 = 18,322$	$g.l. = 2$	$significancia = 0,0001$
	$r_c = 0,234$	$\tau = 0,216$	$\gamma = 0,436$

** $P \leq 0,01$

6.4.6.- Fatiga Visual

En la prueba, explicada en material y métodos, se presentan paneles en distancia próxima y lejana de forma consecutiva obligando a un esfuerzo extra de acomodación. Y comprobando de esta forma el estado de la acomodación en la población objeto de estudios.

Los resultados expresan, sin diferencias significativas, un alto porcentaje en ambos grupos de estudiantes cuyo error fue nulo; así, para el grupo total el 92,4 % tiene una capacidad de acomodación adecuada, mientras que presentan errores el 7,6 %.

Los datos correspondientes a la comparación de la muestra se valoran en la discusión de resultados.

TABLA N° 35
ESTUDIO DEL ESTADO DE LA FUNCIÓN VISUAL
RESULTADOS: FATIGA VISUAL
MÉTODO SUBJETIVO (Ergovisión)

FATIGA VISUAL

SUJETOS EXPUESTOS	SUJETOS NO EXPUESTOS
--------------------------	-----------------------------

Valor	Errores	f.a.	%	% acum	f.a.	%	% acum.
1	0	115	94,3	94,3	175	91,1	91,1
2	1 - 2	6	4,9	99,2	15	7,8	99,0
3	> 2	1	0,8	100	2	1,0	100

n = 122	σ = 0,28	n = 192	σ = 0,33
x = 1,06	s = 0,02	x = 1,09	s = 0,02
x _d = 1,00	σ ² = 0,07	x _d = 1,00	σ ² = 0,11
x ₀ = 1,00	C _u = 23,23	x ₀ = 1,00	C _u = 12,87

TOTAL DE LA MUESTRA

Valor	Errores	f.a.	%
1	0	290	92,4
2	1 - 2	21	6,7
3	> 2	3	1,0

N = 314

χ ² = 1,051	g.l. = 2	p = 0,591
r _c = 0,057	τ = 0,056	γ = 0,220

6.4.7.- Estudio de Heteroforias

6.4.7.1.- En visión intermedia (0,66 metros)

Se presentan los resultados como en los casos anteriores comparando los grupos expuestos y no expuestos.

En el total de la muestra se obtienen valores con una frecuencia mayor de ortoforia (60,2 %), después exoforias (27,7 %) y por último endoforias (12,1 %).

Estos porcentajes no coinciden con el estudio individual de los grupos en los que se aprecian diferencias con significancia ($P \leq 0,001$).

Es destacable, la variación de frecuencias así para el grupo de sujetos expuestos se detectan 54 individuos con exoforia, 56 ortofóricos y 12 endofóricos, correspondiendo al 44,3 %, 45,9 % y 9,8 % respectivamente. En el grupo de individuos que no utilizan ordenador los valores son diferentes:

Exoforias 17,2 %, ortoforia 69,3 % y endoforia 13,5 %.

6.4.7.2.- En visión lejana (5 metros)

Los valores obtenidos en el colectivo total ($N = 314$) corresponden a una frecuencia de 158 individuos (50,3 %) que presentan heteroforias frente a 156 que son ortofóricos (49,7 %).

En el análisis de los resultados para cada grupo las diferencias no son significativas con medias muy semejantes $X_1= 1,541$ y $X_2=1,469$ e idénticas desviaciones típicas 0,50.

Respecto a los porcentajes en la muestra 1 hay heteroforias en el 45,9 % y son ortofóricos el 54,1 %, mientras que en la muestra 2 las heteroforias se presentan en un 53,1 % frente al 46,9 % que no tienen desequilibrios binoculares.

TABLA N° 36
ESTUDIO DEL ESTADO DE LA FUNCIÓN VISUAL
RESULTADOS: ANALISIS DE HETEROFÓRIAS
DISTANCIA 0'66m
MÉTODO SUBJETIVO (Ergovisión)

**

ESTUDIO DE HETEROFÓRIA
VISIÓN INTERMEDIA

SUJETOS EXPUESTOS	SUJETOS NO EXPUESTOS
--------------------------	-----------------------------

Valor	Variable	f.a.	%	% acum	f.a.	%	% acum.
1	Exoforia	54	44,3	44,3	33	17,2	17,2
2	Ortoforia	56	45,9	90,2	133	69,3	86,5
3	Endoforia	12	9,8	100	26	13,5	100

$n = 122$ $x = 1,65$ $x_d = 2,00$ $x_0 = 2,00$	$\sigma = 0,65$ $s = 0,05$ $\sigma^2 = 0,42$ $C_u = -0,68$	$n = 192$ $x = 1,96$ $x_d = 2,00$ $x_0 = 2,00$	$\sigma = 0,55$ $s = 0,04$ $\sigma^2 = 0,30$ $C_u = 0,29$
---	---	---	--

TOTAL DE LA MUESTRA

Valor	Variable	f.a.	%
1	Exoforia	87	27,7
2	Ortoforia	189	60,2
3	Endoforia	38	12,1

$N = 314$

$\chi^2 = 27,35$
 $r_c = 0,28$

$g.l. = 2$
 $\tau = 0,246$

significancia = 0,000
 $\gamma = 0,446$

** $P \leq 0,01$

TABLA N° 37
ESTUDIO DEL ESTADO DE LA FUNCIÓN VISUAL
RESULTADOS: PRESENCIA / AUSENCIA DE HETEROFÓRIAS
DISTANCIA 5m
MÉTODO SUBJETIVO (Ergovisión)

**PRESENCIA / AUSENCIA DE HETEROFÓRIA
 VISIÓN LEJOS**

SUJETOS EXPUESTOS	SUJETOS NO EXPUESTOS
--------------------------	-----------------------------

Valor	Variable	f.a.	%	% acum.	f.a.	%	% acum.
1	Si	56	45,9	45,9	102	53,1	53,1
2	No	66	54,1	100	90	46,9	100

$n = 122$	$\sigma = 0,50$	$n = 192$	$\sigma = 0,50$
$x = 1,54$	$s = 0,04$	$x = 1,46$	$s = 0,03$
$x_d = 2,00$	$\sigma^2 = 0,25$	$x_d = 1,00$	$\sigma^2 = 0,25$
$x_0 = 2,00$	$C_u = -2,00$	$x_0 = 1,00$	$C_u = -2,00$

TOTAL DE LA MUESTRA

Valor	Variable	f.a.	%
1	Si	158	50,3
2	No	156	49,7

N = 314

$\chi^2 = 1,281$	$g.l. = 1$	significancia = N.S.
$r_c = 0,070$	$\tau = -0,70$	$\gamma = -0,143$

6.4.8.- Mecanismo de Fusión

En la comparación de los grupos se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,01$).

En el total de la población encontramos que un 77,7 % (244 individuos) que tenían un adecuado mecanismo de fusión mientras que para el 22,3 % (70 individuos) éste era deficiente.

Respecto a la muestra que utiliza ordenador respondieron con una adecuada fusión 104 sujetos (85,2 %) frente al 14,8 % que lo hizo de forma inadecuada.

En la muestra segunda correspondiente a los estudiantes que no utilizan ordenador el 72,9 % presentaban respuestas adecuadas mientras que el 27,1 % demostraron tener un mecanismo de fusión deficitario.

Los resultados de este test, unidos al resto del estudio de visión binocular se comentan y comparan en el apartado correspondiente.

TABLA N° 38
ESTUDIO DEL ESTADO DE LA FUNCIÓN VISUAL
RESULTADOS: MECANISMO DE FUSIÓN
MÉTODO SUBJETIVO (Ergovisión)

**

ESTUDIO DE FUSIÓN

SUJETOS EXPUESTOS	SUJETOS NO EXPUESTOS
--------------------------	-----------------------------

Valor	Variable	f.a.	%	% acum	f.a.	%	% acum.
1	Adecuada	104	85,2	85,2	140	72,9	72,9
2	Deficiente	18	14,8	100	52	27,1	100

$n = 122$ $x = 1,14$ $x_d = 1,00$ $x_0 = 1,00$	$\sigma = 0,35$ $s = 0,03$ $\sigma^2 = 0,12$ $C_u = 2,08$	$n = 192$ $x = 1,27$ $x_d = 1,00$ $x_0 = 1,00$	$\sigma = 0,44$ $s = 0,03$ $\sigma^2 = 0,19$ $C_u = -0,92$
---	--	---	---

TOTAL DE LA MUESTRA

Valor	Variable	f.a.	%
1	Adecuada	244	77,7
2	Deficiente	70	22,3

N = 314

$\chi^2 = 5,853$
 $r_c = 0,142$

g.l. = 1
 $\tau = 0,144$

significancia = 0,01
 $\gamma = 0,364$

** P _ 0,01

6.4.9.- Estereoagudeza

En éste último estadio de la visión binocular no se encontraron diferencias significativas, siendo adecuada para el 13,4 % y deficiente sólo en el 1 %. Estos datos son referentes a la población total.

Como se aprecia en la tabla correspondiente, en el análisis de los dos grupos los valores son muy parecidos del 85,2 % y 85,9 % en el caso de respuestas adecuadas y del 13,9 % y 13,0 % en resultados aceptables.

TABLA N° 39
ESTUDIO DEL ESTADO DE LA FUNCIÓN VISUAL
RESULTADOS: ESTUDIO DE ESTEREOAGUDEZA
MÉTODO SUBJETIVO (Ergovisión)

ESTUDIO DE ESTEREOAGUDEZA

SUJETOS EXPUESTOS	SUJETOS NO EXPUESTOS
--------------------------	-----------------------------

Valor	Variable	f.a.	%	% acum	f.a.	%	% acum.
1	Adecuada	104	85,2	85,2	165	85,9	85,9
2	Aceptable	17	13,9	99,2	25	13,0	99,0
3	Deficiente	1	0,8	100	2	1,0	100

$n = 122$ $\bar{x} = 1,15$ $x_d = 1,00$ $x_0 = 1,00$	$\sigma = 0,38$ $s = 0,03$ $\sigma^2 = 0,14$ $C_u = 4,84$	$n = 192$ $\bar{x} = 1,15$ $x_d = 1,00$ $x_0 = 1,00$	$\sigma = 0,38$ $s = 0,02$ $\sigma^2 = 0,15$ $C_u = 5,72$
---	--	---	--

TOTAL DE LA MUESTRA

Valor	Variable	f.a.	%
1	Adecuada	269	85,7
2	Aceptable	42	13,4
3	Deficiente	3	1,0

$N = 314$ $\chi^2 = 0,08$ g.l. = 2 significancia = N.S.
 $r_c = 0,016$ $\tau = -0,009$ $\gamma = -0,026$

6.5.- SINTOMATOLOGIA OCULAR Y VISUAL

Esta fase del estudio resultó muy trabajosa debido a la subjetividad de las respuestas, así como a la variedad de los intervalos.

Los resultados se exponen en las tablas de la 40 a la 47 inclusive, dividiéndolos para su mejor comprensión en presencia de síntomas e intensidad de síntomas.

6.5.1.- Presencia de Síntomas (Tablas 40, 41 y 42)

En las dos primeras tablas (40 y 41) se esquematizan los síntomas con los datos correspondientes a la frecuencia de presentación, como en todos los casos en el grupo 1 y 2 (expuestos y no expuestos).

La tabla 42 representa los valores comparativos de estos síntomas.

Es destacable la presencia de diferencias significativas en los síntomas "Visión turbia" $P \leq 0,01$ con un valor de significancia de 0,002 y también en las respuestas sobre "ojos llorosos" con $P \leq 0,05$.

En la tabla 43 se obtienen resultados con diferencias estadísticamente significativas para fatiga nerviosa ($P \leq 0,05$) y dolor de cabeza ($P \leq 0,05$).

6.5.2.- Intensidad de Síntomas

Las tablas 44 y 45 exponen los porcentajes y algunos estadísticos de la intensidad con que se presentan los síntomas subjetivos analizados anteriormente. En las tablas 46 y 47 se comparan los resultados de las dos muestras.

Como en el caso del epígrafe anterior sólo encontramos diferencias estadísticas significativas para "Visión turbia" ($P \leq 0,01$), "Ojos llorosos" ($P \leq 0,01$) y "Dolor de cabeza" ($P \leq 0,01$).

En el apartado correspondiente a discusión de resultados evaluaremos la importancia de los datos.

TABLA N° 40

PRESENCIA DE SINTOMAS (1)

RESULTADOS: PREVALENCIA SOBRE SUJETOS EXPUESTOS / NO EXPUESTOS

MÉTODO SUBJETIVO (Cuestionario)

SUJETOS EXPUESTOS				SUJETOS NO EXPUESTOS				VARIANZAS σ^2		
Síntomas	1 Nunca (%)	2 Rara vez (%)	3 Frecuente (%)	4 Muy frecuente (%)	1 Nunca (%)	2 Rara vez (%)	3 Frecuente (%)	4 Muy frecuente (%)	σ^2 (Expuestos)	σ^2 (No Expuestos)
Visión turbia	59,8	21,3	16,4	2,5	74,0	19,8	6,3	0,0	0,718	0,345
Ojos llorosos	62,3	22,1	11,5	4,1	74,0	19,8	4,7	1,0	0,726	0,377
Ojos enrojecidos	56,6	15,6	23,0	4,9	59,9	21,4	13,0	5,7	0,943	0,837
Dolor de ojos	70,5	20,5	9,0	0,0	67,2	19,3	11,5	2,1	0,421	0,607
Fatiga de ojos	30,5	41,8	23,8	4,1	27,1	43,8	26,6	2,6	0,710	0,642

TABLA N° 41

PRESENCIA DE SINTOMAS (2)

RESULTADOS: PREVALENCIA SOBRE SUJETOS EXPUESTOS / NO EXPUESTOS

MÉTODO SUBJETIVO (Cuestionario)

SUJETOS EXPUESTOS				SUJETOS NO EXPUESTOS				VARIANZAS σ^2		
Síntomas	1 Nunca (%)	2 Rara vez (%)	3 Frecuente (%)	4 Muy frecuente (%)	1 Nunca (%)	2 Rara vez (%)	3 Frecuente (%)	4 Muy frecuente (%)	σ^2 (Expuestos)	σ^2 (No Expuestos)
Picor de ojos	32,8	45,9	18,0	3,3	40,6	34,4	19,8	5,2	0,638	0,806
Timidez de ojos	81,1	9,0	9,0	0,8	82,8	10,4	5,7	1,0	0,441	0,366
Quemazón ojos	82,0	12,3	5,7	0,0	85,4	9,9	3,6	1,0	0,298	0,299
Fatiga nerviosa	70,5	18,9	9,0	1,6	78,1	8,9	9,9	3,1	0,526	0,624
Dolor de cabeza	48,4	15,5	6,6	6,6	32,3	40,1	20,3	7,3	0,870	0,821

TABLA N° 42

PRESENCIA DE SINTOMAS (1)

RESULTADOS: COMPARATIVO. % TOTAL DEL COLECTIVO (N = 314)

MÉTODO SUBJETIVO (Cuestionario)

% TOTAL DEL COLECTIVO (N = 314)

Sintoma	1 Nunca(%)	2 Rara vez(%)	3 Frecuente(%)	4 Muy frecuente(%)	χ^2	g.l.	Significancia	C _r	γ
Visión turbia	68,5	20,4	10,2	1,0	14,51	3	0,002	0,210	-0,330
Ojos lloroso	69,7	20,7	7,3	2,2	9,604	3	0,02	0,172	-0,289
Ojos enrojecidos	58,6	19,1	16,9	5,4	5,894	3	N.S.	0,135	-0,095
Dolor de ojos	68,5	19,7	10,5	1,3	3,140	3	N.S.	0,099	0,095
Fatiga de ojos	28,3	43,0	25,5	3,2	1,094	3	N.S.	0,058	0,041

**

*

* $P \leq 0,05$

** $P \leq 0,01$

TABLA N° 43

PRESENCIA DE SINTOMAS (2)

RESULTADOS: COMPARATIVO. % TOTAL DEL COLECTIVO (N = 314)

MÉTODO SUBJETIVO (Cuestionario)

% TOTAL DEL COLECTIVO (N = 314)

Sintoma	1 Nunca(%)	2 Rara vez(%)	3 Frecuente(%)	4 Muy frecuente(%)	χ^2	g.l.	Significancia	C_r	γ
Picor de ojos	37,6	38,9	19,1	4,5	4,514	3	N.S.	0,119	-0,050
Tirantez de ojos	82,2	9,9	7,0	1,0	1,362	3	N.S.	0,065	-0,064
Quemazón ojos	84,1	10,8	4,5	0,6	2,500	3	N.S.	0,088	-0,118
Fatiga nerviosa	75,2	12,7	9,6	2,5	7,138	3	0,05	0,149	-0,141
Dolor de cabeza	38,5	36,0	18,5	7,0	8,290	3	0,04	0,160	0,219

*

*

* $P \leq 0,05$

** $P \leq 0,01$

TABLA N° 44

INTENSIDAD DE SINTOMAS (1)

RESULTADOS: PREVALENCIA SOBRE SUJETOS EXPUESTOS / NO EXPUESTOS.

MÉTODO SUBJETIVO (Cuestionario)

SUJETOS EXPUESTOS			SUJETOS NO EXPUESTOS			VARIANZAS σ^2		
Sintomas	1 Nada (%)	2 Débilmente (%)	3 Intenso (%)	1 Nada (%)	2 Débilmente (%)	3 Intenso (%)	s^2 (Expuestos)	s^2 (No Expuestos)
Visión turbia	59,8	36,1	4,1	74,0	26,0	0,0	0,331	0,194
Ojos llorosos	62,3	31,1	6,6	74,5	25,0	0,5	0,381	0,204
Ojos enrojecidos	56,6	34,4	9,0	59,9	33,9	6,3	0,433	0,376
Dolor de ojos	70,5	26,2	3,3	67,2	26,0	6,8	0,288	0,377
Fatiga de ojos	30,3	60,7	9,0	27,1	62,5	10,4	0,351	0,349

TABLA N° 45

INTENSIDAD DE SINTOMAS (2)

RESULTADOS: PREVALENCIA SOBRE SUJETOS EXPUESTOS / NO EXPUESTOS.

MÉTODO SUBJETIVO (Cuestionario)

SUJETOS EXPUESTOS			SUJETOS NO EXPUESTOS			VARIANZAS σ^2	
-------------------	--	--	----------------------	--	--	----------------------	--

Sintomas	1 Nada (%)	2 Débilmente (%)	3 Intenso (%)	1 Nada (%)	2 Débilmente (%)	3 Intenso (%)	σ^2 (Expuestos)	σ^2 (No Expuestos)
Picor de ojos	32,8	59,0	8,2	40,6	50,0	9,4	0,352	0,404
Tirantez de ojos	81,1	15,6	3,3	82,8	14,6	2,6	0,240	0,212
Quemazón ojos	82,0	14,8	3,3	85,4	10,9	3,6	0,235	0,223
Fatiga nerviosa	70,5	27,0	2,5	78,1	18,2	3,6	0,269	0,264
Dolor de cabeza	48,4	37,7	13,9	32,3	50,0	17,7	0,509	0,481

TABLA N° 46

INTENSIDAD DE SINTOMAS (1)

RESULTADOS: COMPARATIVO. % TOTAL DEL COLECTIVO (N = 314)

MÉTODO SUBJETIVO (Cuestionario)

% TOTAL DEL COLECTIVO (N = 314)

Sintoma	1 Nada(%)	2 Débilmente(%)	3 Intenso(%)	χ^2	g.l.	Significancia	C _r	γ
Visión turbia	68,5	29,9	1,6	12,545	2	0,001	0,19	-0,32
Ojos llorosos	69,7	27,4	2,9	12,101	2	0,002	0,19	-0,29
Ojos enrojecidos	58,6	34,1	7,3	0,928	2	N.S.	0,05	-0,07
Dolor de ojos	68,5	26,1	5,4	1,800	2	N.S.	0,075	0,09
Fatiga de ojos	28,3	61,8	9,9	0,466	2	N.S.	0,038	0,07

**

**

* P ≤ 0,05

**P ≤ 0,01

TABLA N° 47

INTENSIDAD DE SINTOMAS (2)

RESULTADOS: COMPARATIVO. % TOTAL DEL COLECTIVO (N = 314)

MÉTODO SUBJETIVO (Cuestionario)

% TOTAL DEL COLECTIVO (N = 314)

Sintoma	1 Nada(%)	2 Débilmente(%)	3 Intenso(%)	χ^2	g.l.	Significancia	C_r	γ
Picor de ojos	37,6	53,5	8,9	2,469	2	N.S.	0,08	-0,113
Tirantez de ojos	82,2	15,0	2,9	0,192	2	N.S.	0,02	-0,057
Quemazón de ojos	84,1	12,4	3,5	1,009	2	N.S.	0,05	-0,115
Fatiga nerviosa	75,2	21,7	3,2	3,587	2	N.S.	0,106	-0,177
Dolor de cabeza	38,5	45,2	16,2	8,146	2	0,01	0,159	0,250

**

* $P \leq 0,05$

** $P \leq 0,01$

TABLA N° 48
ESTUDIO DE MOLESTIAS RESIDUALES
RESULTADOS: PRESENCIA / AUSENCIA (POST - TRABAJO)
MÉTODO SUBJETIVO (Cuestionario)

SUJETOS EXPUESTOS					SUJETOS NO EXPUESTOS			
Molestias	Presenta (%)	No Presenta (%)	χ^2	σ^2	Presenta (%)	No Presenta (%)	χ^2	σ^2
Dificultad para leer después del trabajo	29,5	70,5	1,705	0,210	26,6	73,4	1,734	0,196
Dificultad para ver T.V. después trabajo	20,5	79,5	1,795	0,164	17,7	82,4	1,823	0,146
Dificultad conducir después del trabajo	8,2	91,8	1,918	0,076	9,9	90,1	1,901	0,090

**

N = 314 $\chi^2 = 8,812$ g.l. = 2 significancia = 0,01
 $r_c = 0,165$ $\tau = 0,025$ $\gamma = 0,063$

** $P \leq 0,01$

6.6.- ANALISIS BIDIMENSIONAL

En esta parte del estudio valoramos la posible relación existente entre parejas de variables; si una de ellas depende, en alguna medida de la otra, en general llamamos "relación" a esta posible dependencia. La relación, si existe, se llamará asociación cuando se trata de variables cualitativas y si no existe asociación se podrá determinar que ambas variables son independientes. En nuestro trabajo, recordamos que fue realizado con el paquete informático SPSS/PC + obtenemos los valores del coeficiente de contingencia para el cruce de dos variables de forma independiente para cada grupo con relación a cada grupo de forma independiente. Los cálculos estadísticos para la obtención del valor del coeficiente de contingencia se realiza basándonos en la hipótesis nula y elaborando unas tablas paralelas de frecuencias teóricas ó esperadas que se comparan con la distribución experimental por medio de la prueba de la chi cuadrado. (Carrasco, 1989).

Nuestra intención será conocer, si en cada grupo, las dos variables estudiadas son independientes ó están asociadas y en éste último caso cual es el grado de asociación.

Es necesario aclarar que ésta prueba no compara el grupo de estudiantes usuarios de ordenador con la muestra de aquellos que no son usuarios; aunque en las tablas elaboradas como

resumen de los resultados se expongan en dos columnas paralelas.

Se ha expresado con un asterisco aquellos valores con significancias estadística $P \leq 0.05$ y con dos asteriscos aquellos con $P \leq 0.01$.

En éste estudio se cruzaron la práctica totalidad de los síntomas con los datos objetivos y de la función visual obtenidos, así como resultados correspondientes a agudeza visual, heteroforias, tiempo de recuperación al deslumbramiento y uso de compensación óptica. Sólo se han incluido en ésta exposición los resultados para los que al menos en una de las dos muestras se demostraron coeficientes con significancia estadística y algunos pocos que aún no teniendo esta característica nos han parecido de utilidad para la exposición en la discusión de resultados.

Tabla 49

La tabla 49 corresponde a los resultados de relación entre tiempo en años trabajando ante pantalla con síntomas de astenopía.

Las variables con coeficientes estadísticamente significativas fueron "Existencia de visión turbia" y "existencia de dificultad para leer después del trabajo". El valor de los coeficientes son distintos para un grupo y para otro.

**ANÁLISIS BIDIMENSIONAL
RELACIÓN DE DOS VARIABLES
COMPARACIÓN EN EL GRUPO EXPUESTO Y NO EXPUESTO
(Coeficientes de contingencia)**

**TABLA N° 49
RELACIÓN ENTRE LOS AÑOS TRABAJANDO ANTE PANTALLA Y
ALGUNOS SÍNTOMAS SUBJETIVOS**

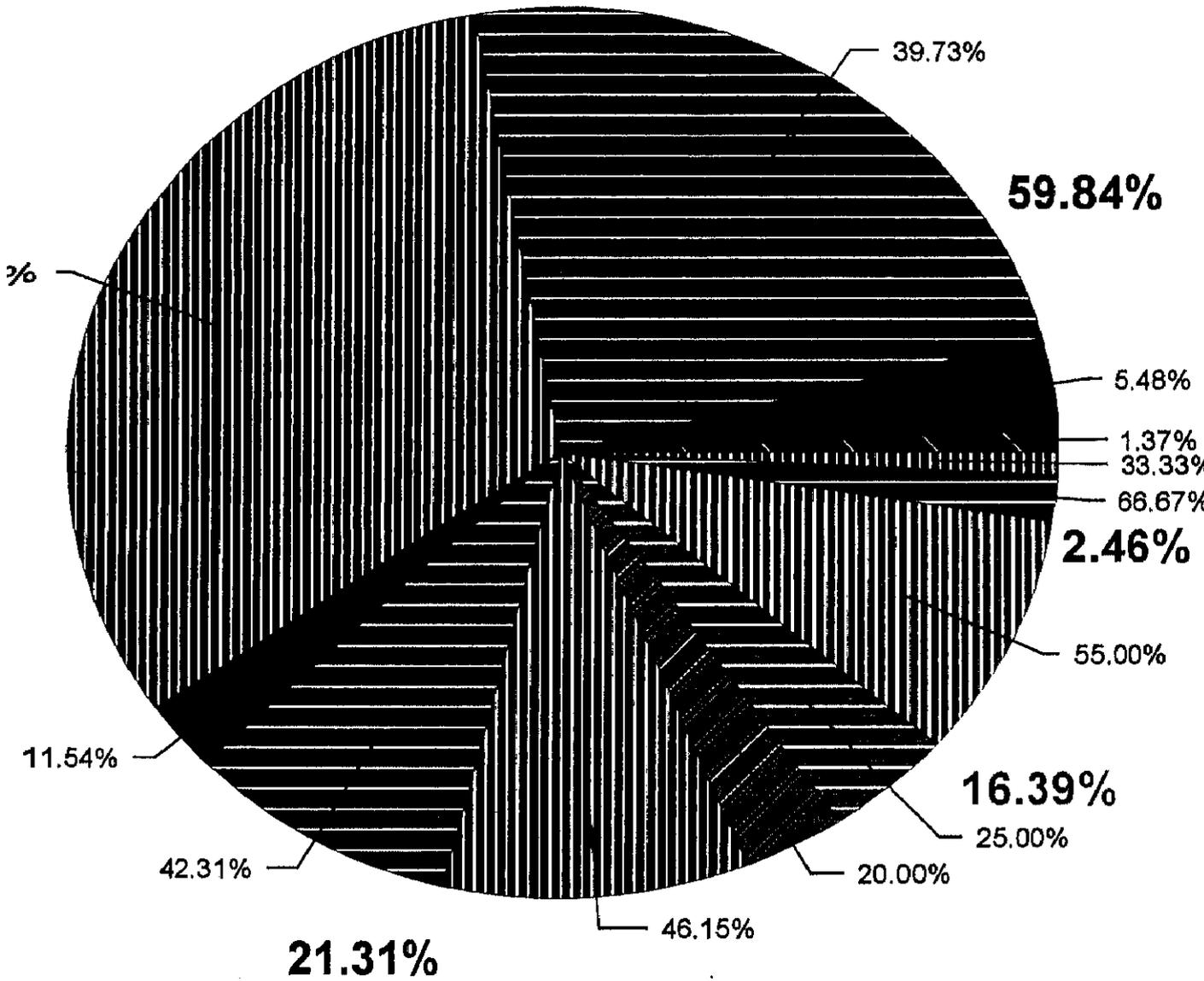
Síntomas	Sujetos expuestos (n=122)	Sujetos no expuestos (n=192)
Existencia de fatiga de ojos	r = 0,30	r = 0,25
Existencia de visión turbia	** r = 0,23	** r = 0,36
Existencia de dificultad para leer	r = 0,25	** r = 0,30
Existencia de dolor de ojos	r = 0,20	r = 0,19

* $P \leq 0.05$

** $P \leq 0.01$

Estudio bidimensional.

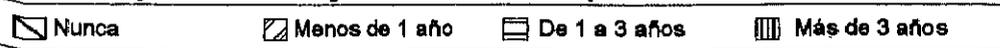
Figura 1: Existencia de visión turbia vs. Tiempo trabajando con pantallas



Existencia de visión turbia

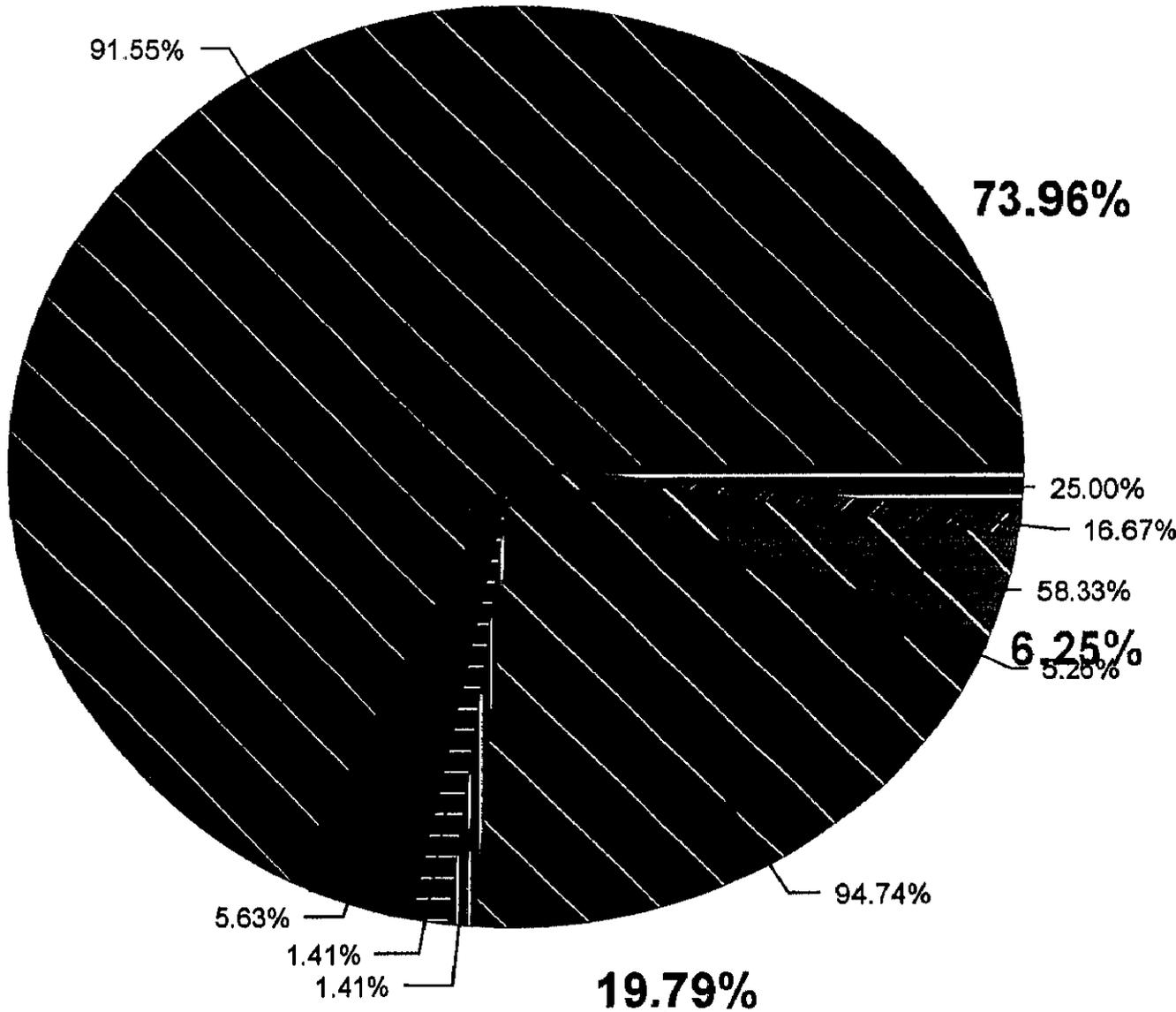


Tiempo trabajando con pantallas



Estudio bidimensional.

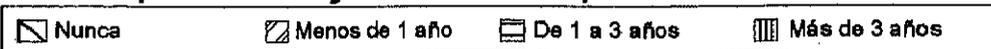
Muestra 2: Existencia de visión turbia vs.
Tiempo trabajando con pantallas



Existencia de visión turbia

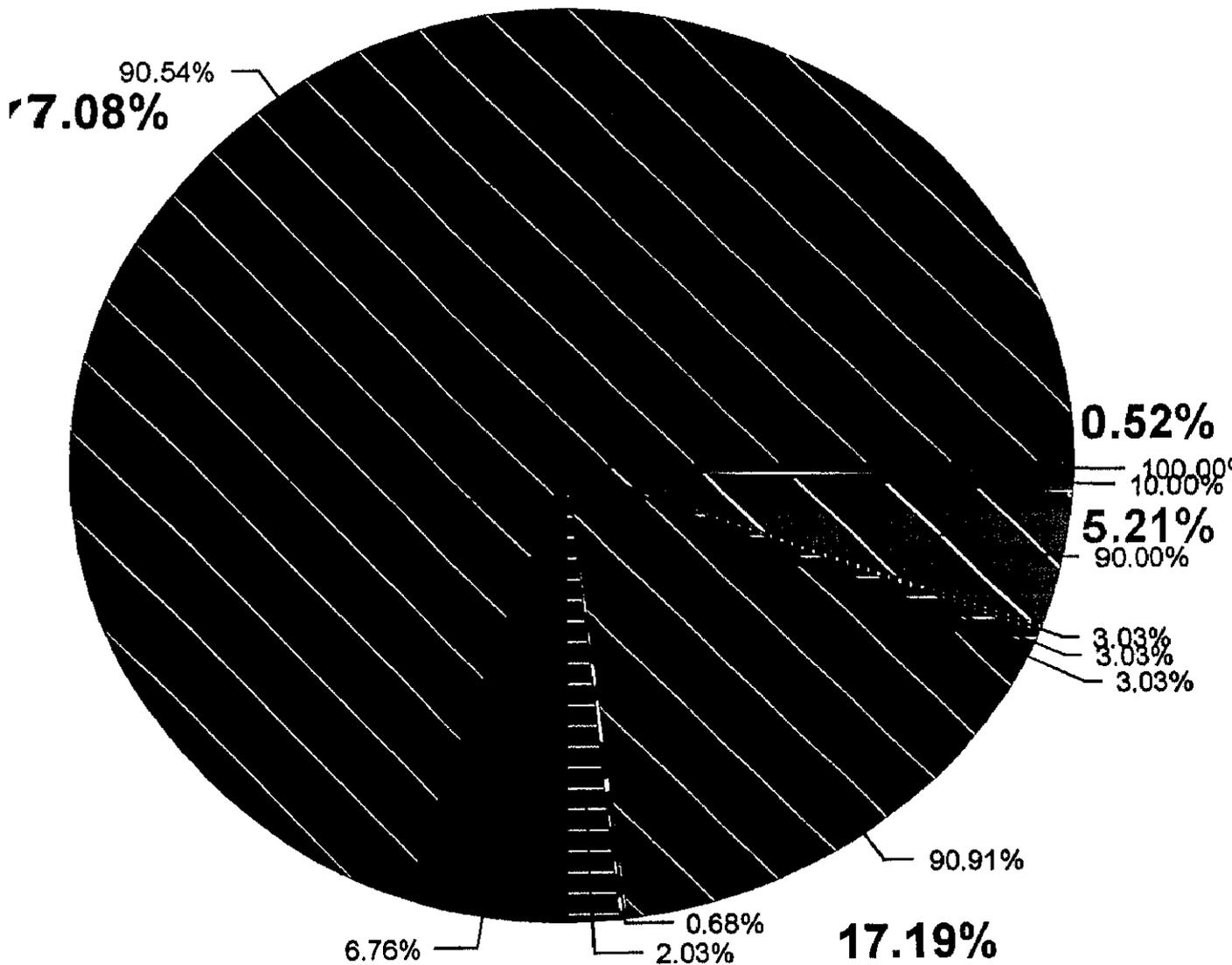


Tiempo trabajando con pantallas

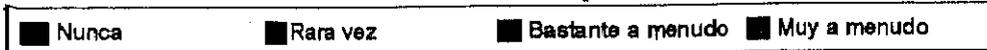


Estudio bidimensional.

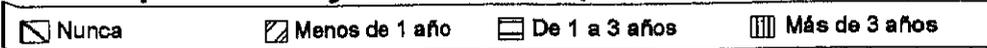
Muestra 2: Existencia de dificultad para leer vs.
Tiempo trabajando con pantallas



Existencia de dificultad para leer

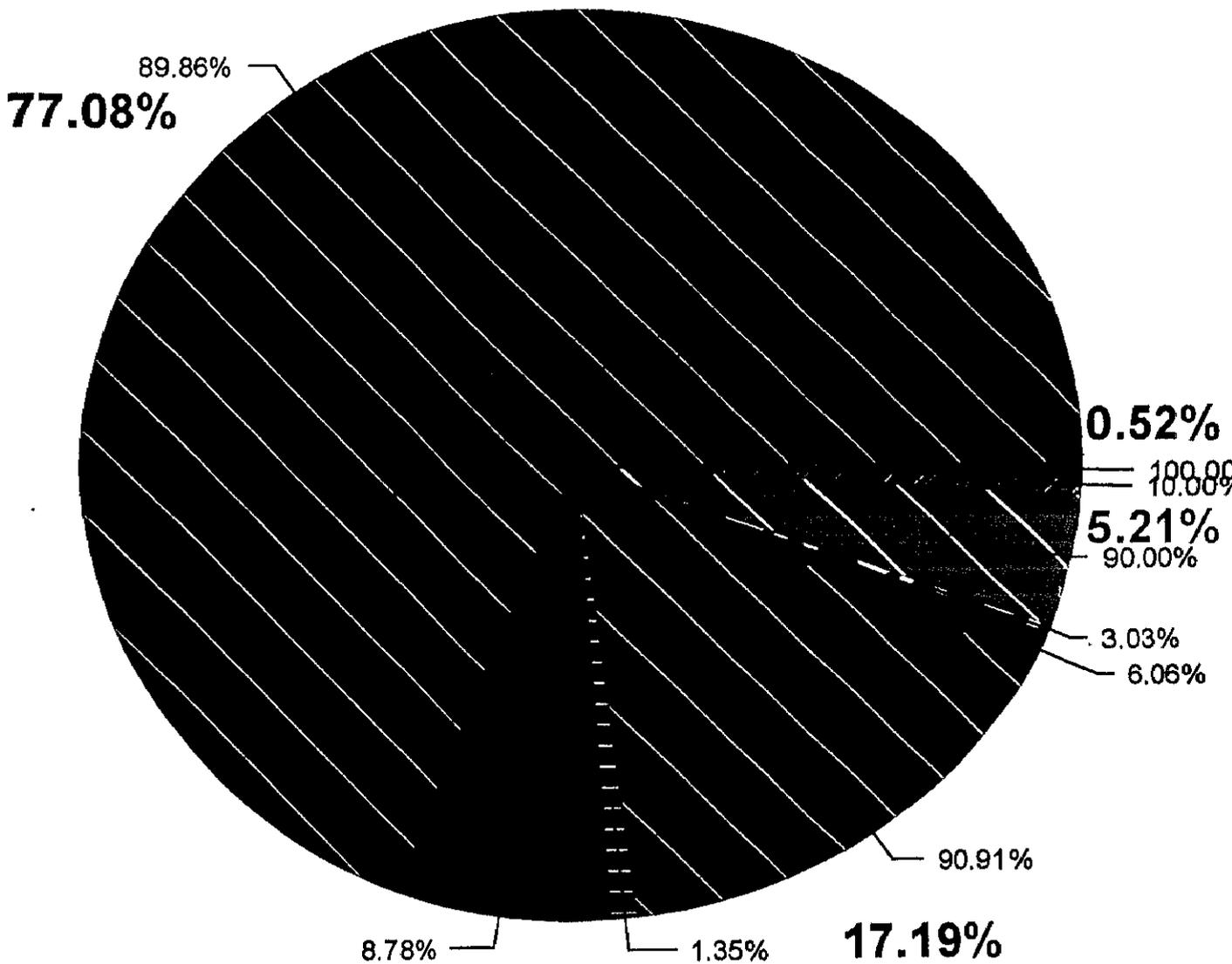


Tiempo trabajando con pantallas



Estudio bidimensional.

Muestra 2: Existencia de dificultad para leer vs. Tiempo trabajando al día con pantallas



Existencia de dificultad para leer



Tiempo trabajando al día con pantallas

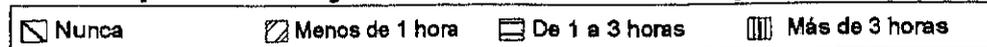


Tabla n° 50

En la tabla n° 50 se relacionan las horas al día trabajado con la pantalla con algunos otros síntomas, de todas las relaciones que se ejecutaron solamente encontramos valores estadísticamente significativos en "la visión turbia" y en la "existencia y dificultad para leer", éstas dos son las que se exponen. Los coeficientes de contingencia son distintos para los sujetos expuestos y control, siendo en el caso de existencia de visión turbia $r = 0,29$ para sujetos expuestos y $r = 0,35$ para sujetos no expuestos, la dificultad para leer con un p inferior ó igual a 0.05 nos da un coeficiente de contingencia $r = 0,20$ y $r = 0,27$ para sujetos expuestos y no expuestos.

**ANALISIS BIDIMENSIONAL
RELACIÓN DE DOS VARIABLES
COMPARACIÓN EN EL GRUPO EXPUESTO Y NO EXPUESTO
(Coeficientes de contingencia)**

**TABLA N° 50
RELACIÓN ENTRE HORAS AL DIA TRABAJANDO ANTE PANTALLA
Y ALGUNOS SÍNTOMAS SUBJETIVOS**

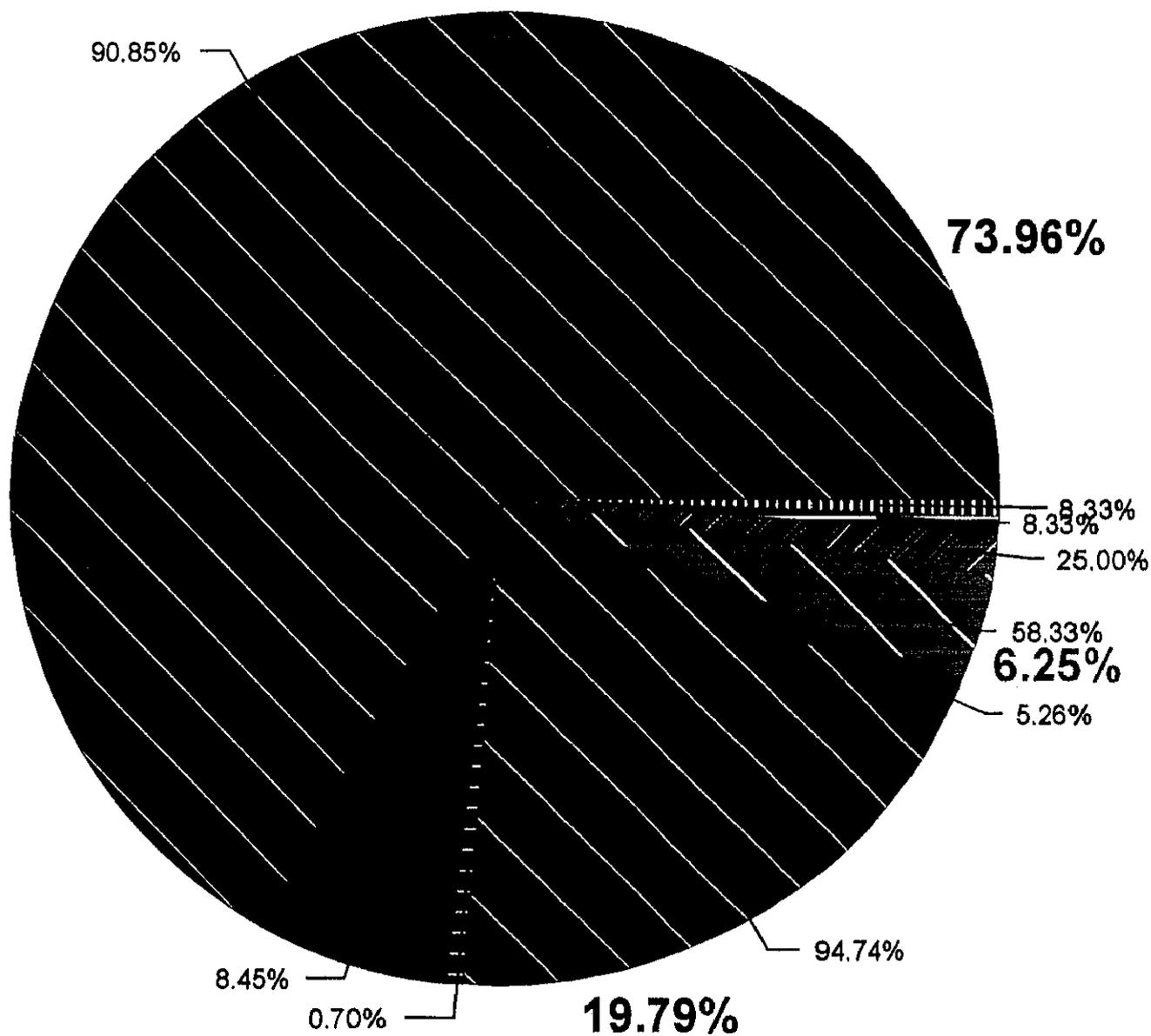
Sintomas	Sujetos expuestos (n=122)	Sujetos no expuestos (n=192)
Existencia de fatiga de ojos	r = 0,29	r = 0,24
Existencia de visión turbia	r = 0,29	** r = 0,35
Existencia de dificultad para leer	r = 0,20	* r = 0,27

* $P \leq 0,05$

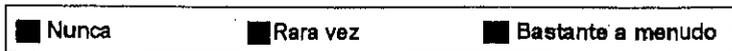
** $P \leq 0,01$

Estudio bidimensional.

Muestra 2: Existencia de visión turbia vs. Tiempo trabajando al día con pantallas



Existencia de visión turbia



Tiempo trabajando al día con pantallas

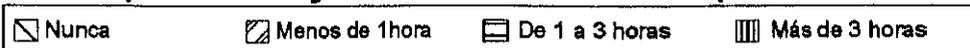


Tabla n° 51

La tabla n° 51 relaciona el ambiente luminoso y algunos síntomas subjetivos, de todas las relaciones que se hicieron se obtuvieron resultados de alta significancia estadística sólo los que exponemos a continuación, la "existencia de visión turbia" y la "existencia de fatiga de ojos". En el primer caso, en la existencia de visión turbia los coeficientes de contingencia son muy semejantes para los 2 grupos, $r = 0,30$, $r = 0,29$ $P \leq 0.01$ mientras que la existencia de fatiga de ojos tiene unos coeficientes de contingencia bien diferentes $r = 0,30$ y $r = 0,11$, $P \leq 0.05$.

**ANÁLISIS BIDIMENSIONAL
RELACIÓN DE DOS VARIABLES
COMPARACIÓN EN EL GRUPO EXPUESTO Y NO EXPUESTO
(Coeficientes de contingencia)**

**TABLA N° 51
RELACIÓN ENTRE EL AMBIENTE LUMINOSO Y ALGUNOS
SÍNTOMAS SUBJETIVOS**

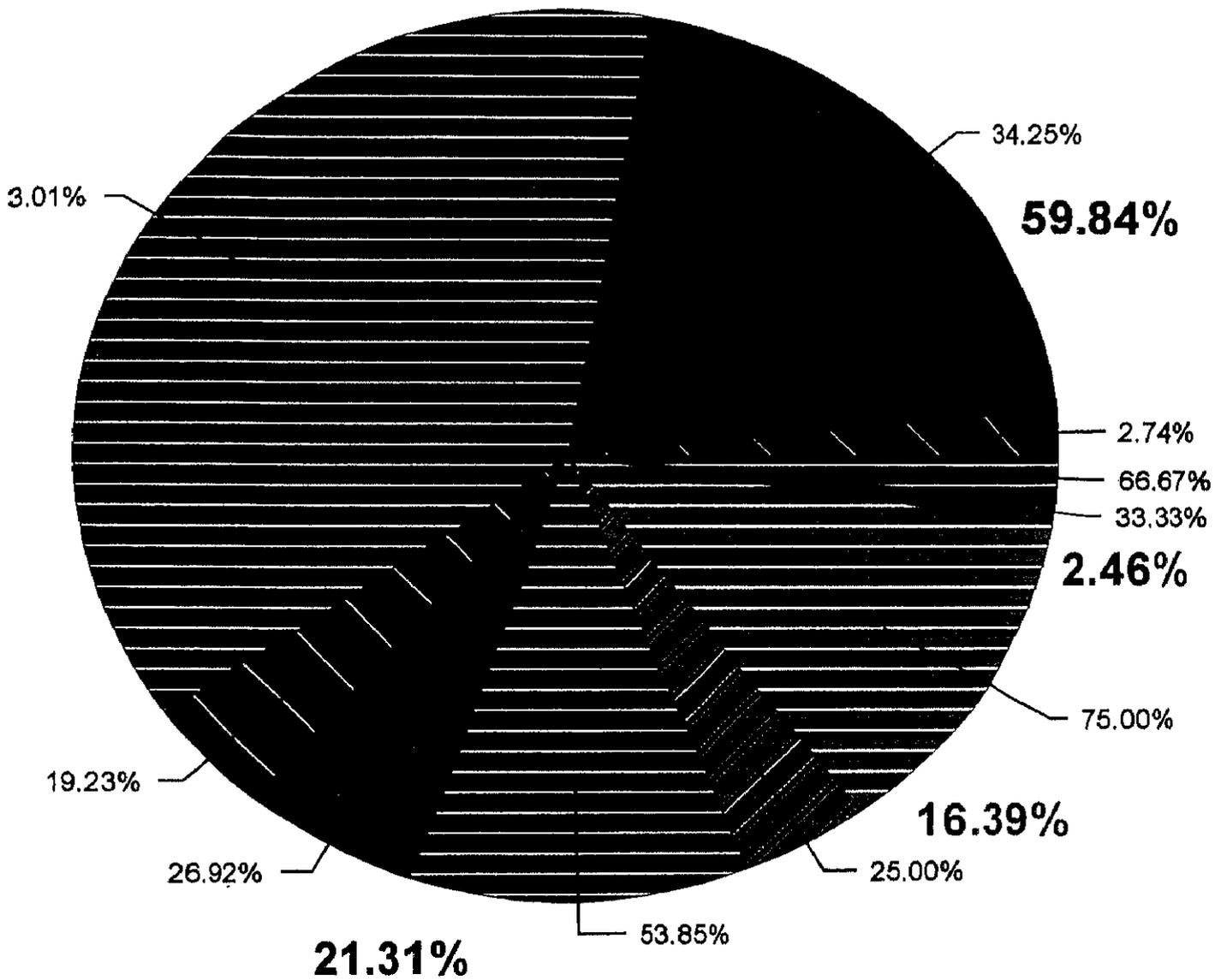
Sintomas	Sujetos expuestos (n=122)	Sujetos no expuestos (n=192)
Existencia de visión turbia	* r = 0,30	** r = 0,29
Existencia de fatiga de ojos	* r = 0,30	r = 0,11

* $P \leq 0,05$

** $P \leq 0,01$

Estudio bidimensional.

Muestra 1: Existencia de visión turbia vs.
Ambiente luminoso de trabajo



Existencia de visión turbia

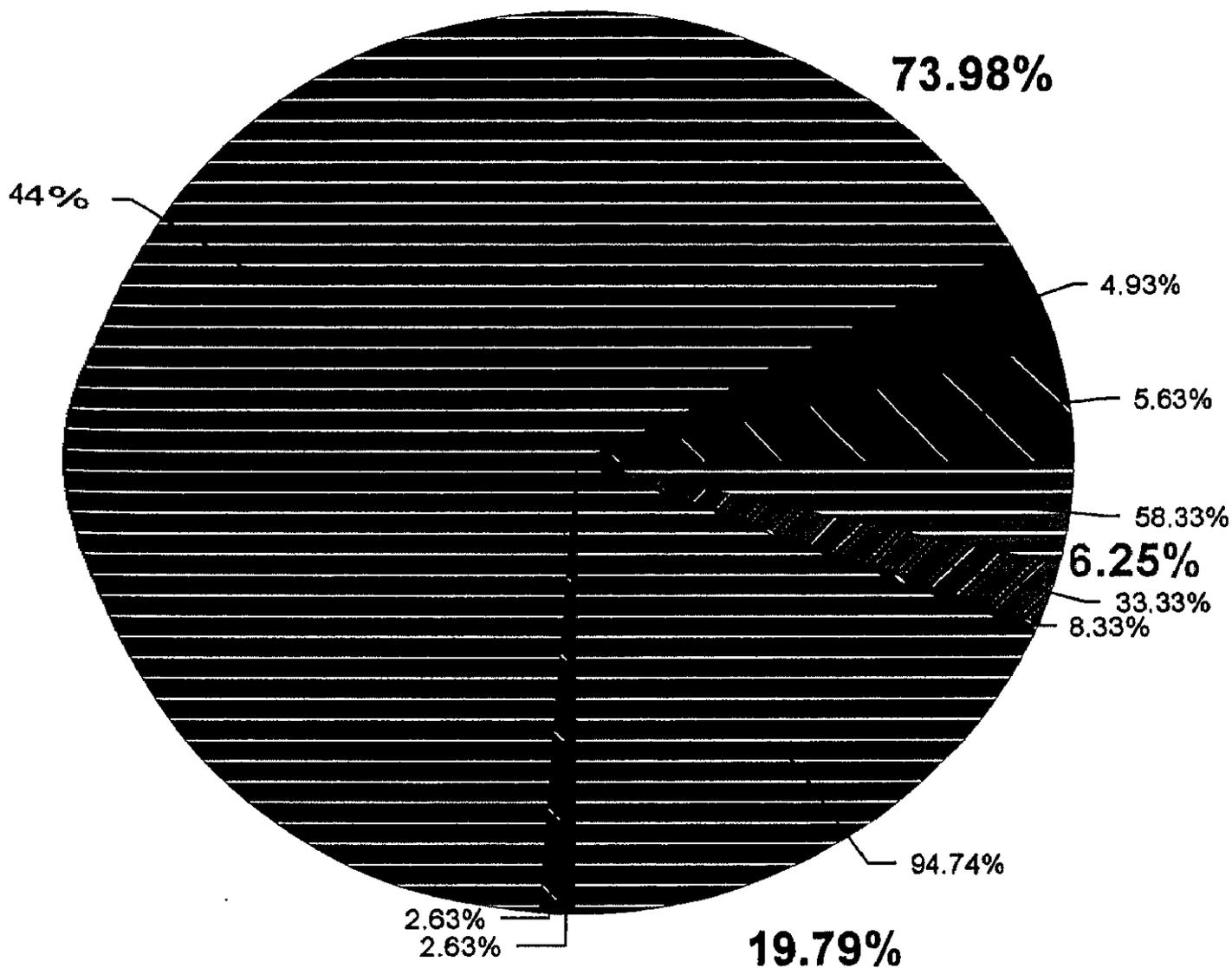


Ambiente luminoso de trabajo



Estudio bidimensional.

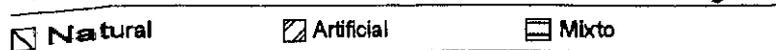
Muestra 2: Existencia de visión turbia vs. Ambiente luminoso de trabajo



Existencia de visión turbia

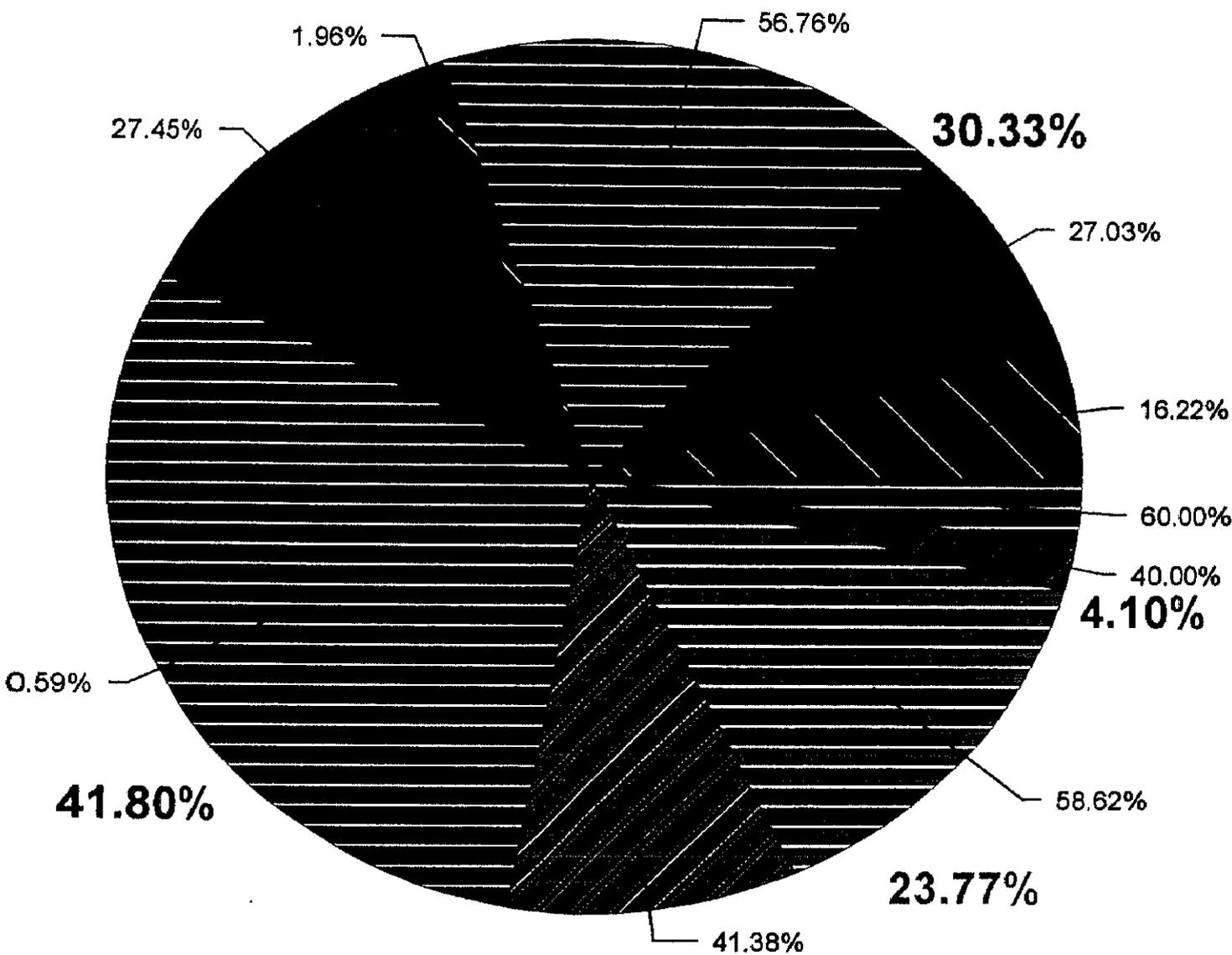


Ambiente luminoso de trabajo



Estudio bidimensional.

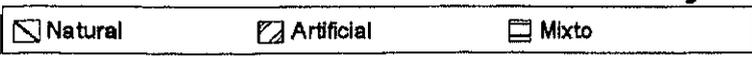
Muestra 1: Existencia de fatiga de ojos vs. Ambiente luminoso de trabajo



Existencia de fatiga de ojos

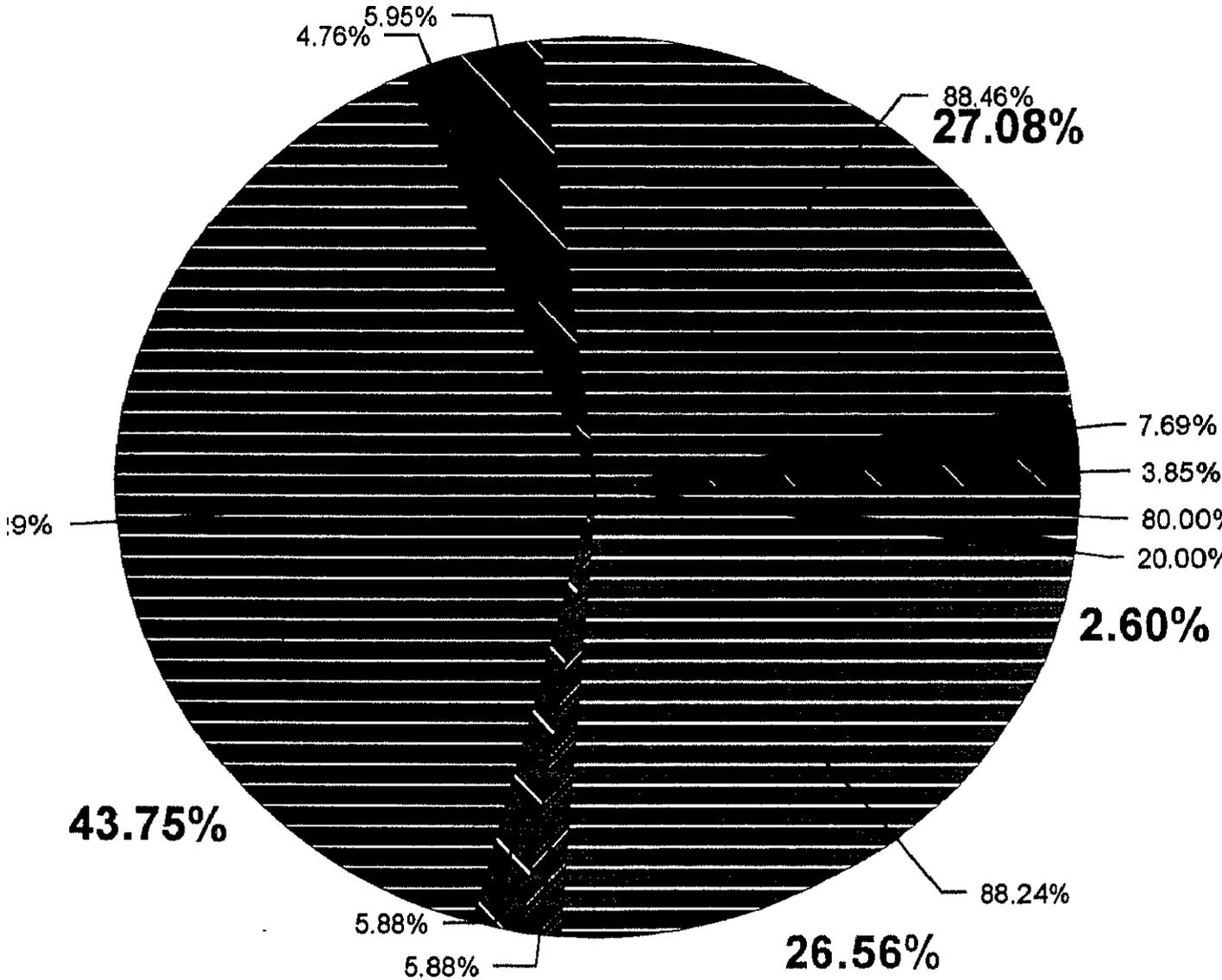


Ambiente luminoso de trabajo



Estudio bidimensional.

Muestra 2: Existencia de fatiga de ojos vs. Ambiente luminoso de trabajo



Existencia de fatiga de ojos



Ambiente luminoso de trabajo



Tabla n° 52

La tabla n° 52 nos permite la relación entre el ambiente luminoso y otros síntomas de astenopía, exponemos en la misma tabla los resultados de sujetos expuestos y no expuestos así como los datos obtenidos para el ojo derecho e izquierdo para una mejor e intuitiva observación.

Sólo en el caso de "Existencia de dolor de ojos" resultó estar asociado al ambiente luminoso con valor estadísticamente significativo y coeficiente de contingencia $r = 0,20$.

**ANÁLISIS BIDIMENSIONAL
RELACIÓN DE DOS VARIABLES
COMPARACIÓN EN EL GRUPO EXPUESTO Y NO EXPUESTO
(Coeficientes de contingencia)**

**TABLA N° 52
RELACIÓN ENTRE EL AMBIENTE LUMINOSO Y ALGUNOS
SÍNTOMAS SUBJETIVOS**

Síntomas	Sujetos expuestos (n=122)		Sujetos no expuestos (n=192)	
	Ojo Derecho	Ojo Izquierdo	Ojo Derecho	Ojo Izquierdo
Existencia de fatiga de ojos	r = 0,16	r = 0,11	r = 0,14	r = 0,07
Existencia de dolor de ojos	r = 0,13	* r = 0,20	r = 0,19	r = 0,09

* $P \leq 0,05$

Tabla n° 53

En la tabla n° 53 relacionamos las agudezas visuales, en primer lugar monoculares e inmediatamente después binoculares a distintas distancias y exponemos sus resultados respecto a los coeficientes de contingencia para los 2 grupos.

En todos los casos, los valores que exponemos tienen una marcada significancia estadística. Las agudezas visuales para el ojo derecho e izquierdo tienen un valor de coeficiente de contingencia $r = 0,52$ en sujetos expuestos y $r = 0,40$ en sujetos no expuestos, demostrando alto grado de asociación.

En el caso de la comparación de agudezas visuales, distancia intermedia y lejos para cada una de las dos muestras también encontramos altos valores de relación, el coeficiente de contingencia en sujetos expuestos es igual a $0,49$ y en el grupo patrón a $0,53$, éstos valores disminuyen de una manera clara cuando lo que hacemos es relacionar la agudeza visual binocular en distancia lejos y próxima, donde $r = 0,21$ y $r = 0,39$ respectivamente para cada uno de los 2 grupos y por último, en el análisis correspondiente a la agudeza visual en distancia intermedia y próxima disminuyen los valores de r , dando lugar a un $r = 0,15$ y $r = 0,31$ para grupo expuesto y grupo patrón. Como es apreciable el grado de asociación es alto, en las dos muestras.

**ANÁLISIS BIDIMENSIONAL
RELACIÓN DE DOS VARIABLES
COMPARACIÓN EN EL GRUPO EXPUESTO Y NO EXPUESTO
(Coeficientes de contingencia)**

**TABLA N° 53
RELACIÓN ENTRE AGUDEZAS VISUALES MONOCULARES Y
BINOCULARES A DISTINTAS DISTANCIAS**

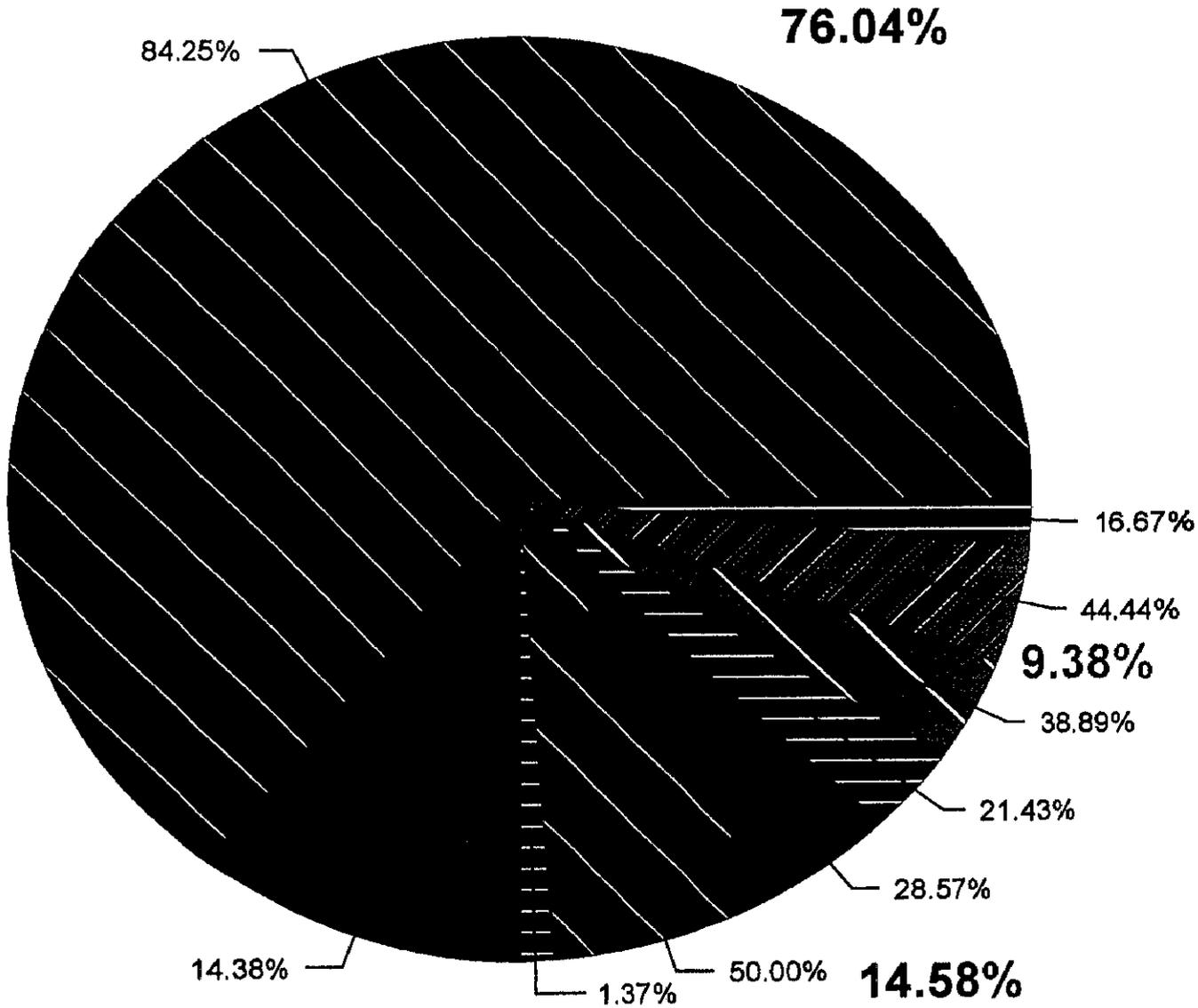
Relación de Agudezas	Sujetos expuestos (n=122)	Sujetos no expuestos (n=192)
Agudeza Visual Ojo Derecho y Ojo Izquierdo	** r = 0,52	** r = 0,40
A. Visual Binocular - distancia intermedia - distancia lejos	** r = 0,49	** r = 0,53
A. Visual Binocular - distancia proxima - distancia intermedia	* r = 0,21	** r = 0,39
A. Visual Binocular - distancia proxima - distancia lejos	r = 0,15	** r = 0,31

* $P \leq 0,05$

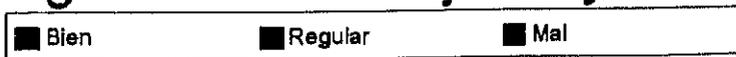
** $P < 0,01$

Estudio bidimensional.

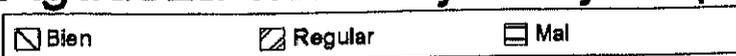
Muestra 2: Agudeza visión lejana O.D vs.
Agudeza visión lejana O.I.



Agudeza visión lejana ojo derecho

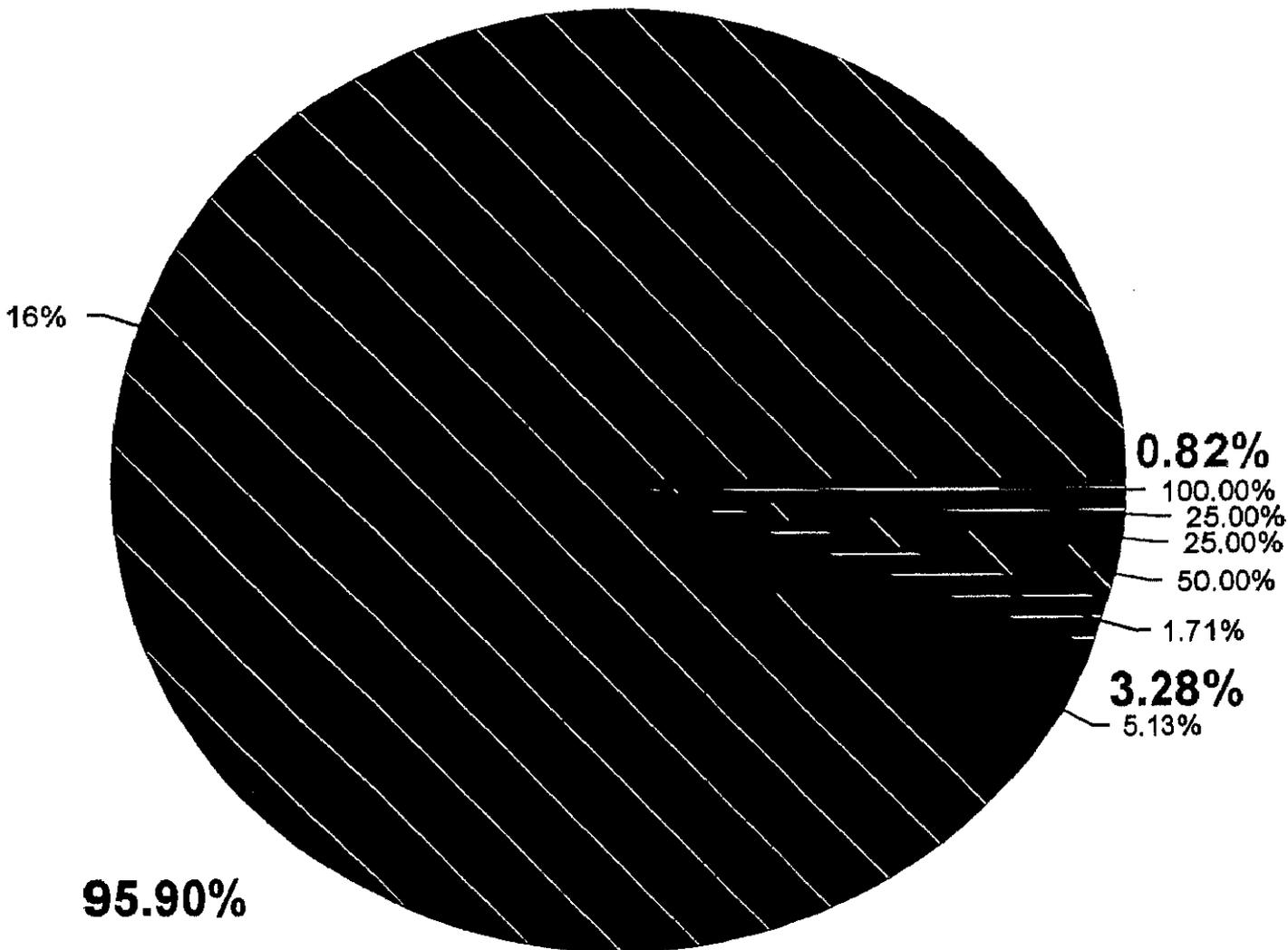


Agudeza visión lejana ojo izquierdo

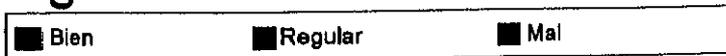


Estudio bidimensional.

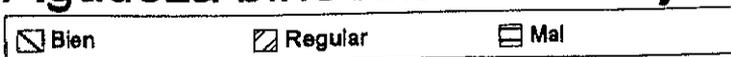
Muestra 1: Agudeza binocular visión intermedia vs. Agudeza binocular visión lejana



Agudeza binocular visión intermedia

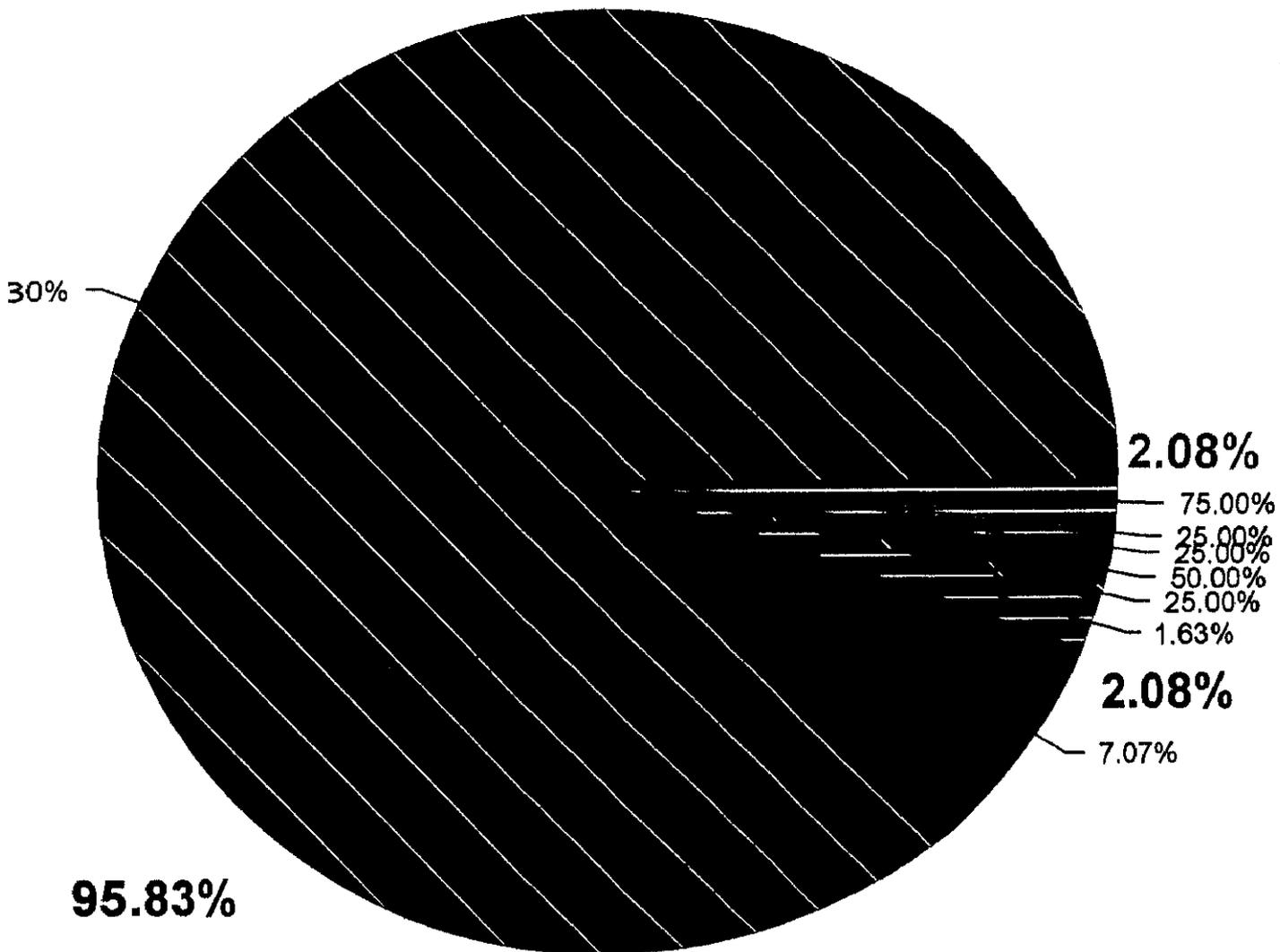


Agudeza binocular visión lejana

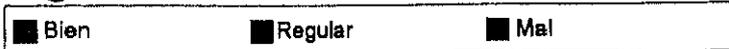


Estudio bidimensional.

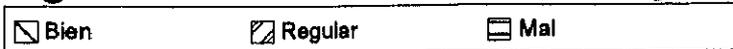
Muestra 2: Agudeza binocular visión intermedia vs. Agudeza binocular visión lejana



Agudeza binocular visión intermedia

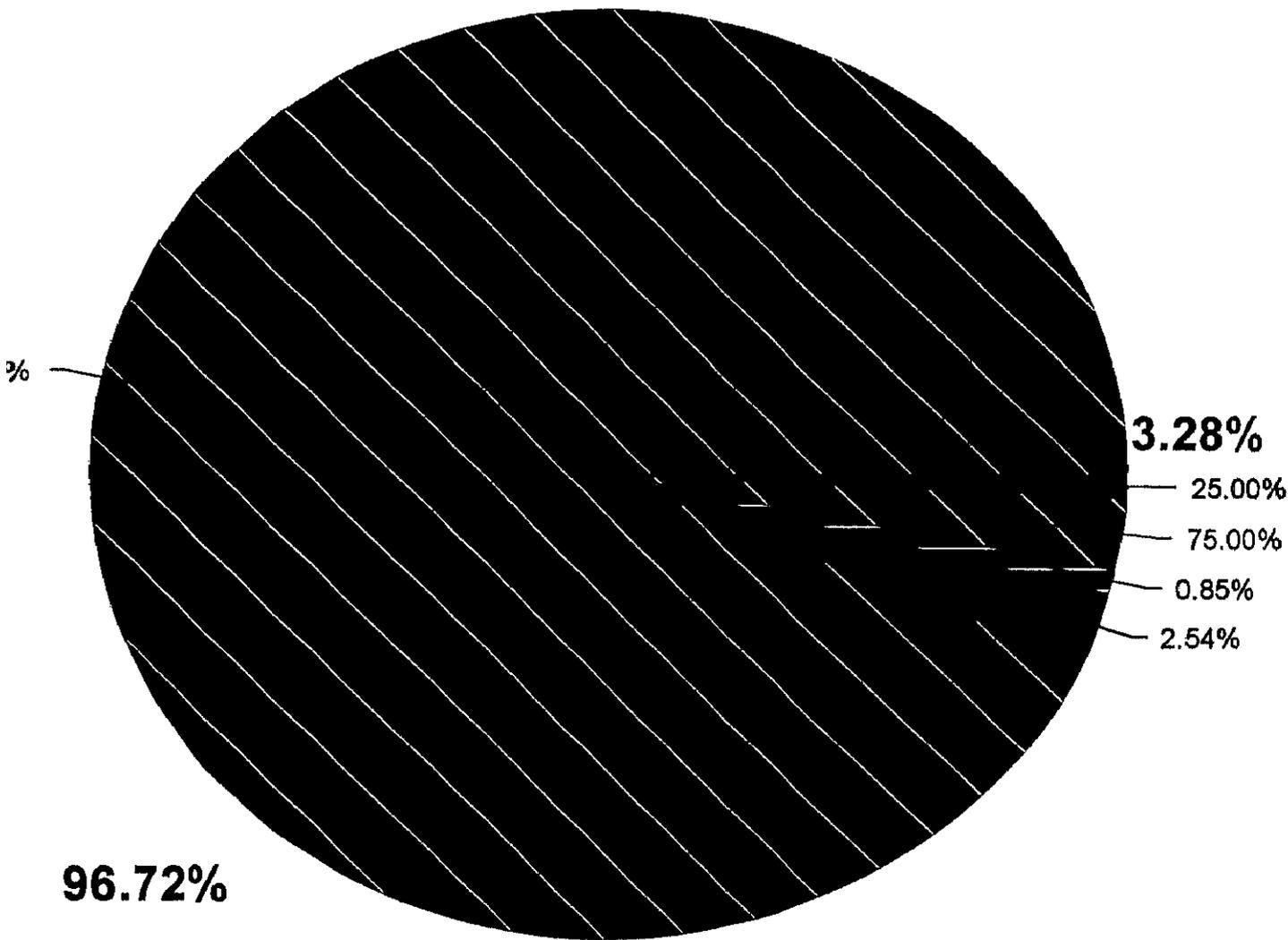


Agudeza binocular visión lejana

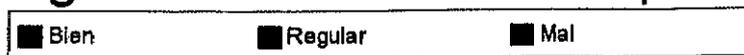


Estudio bidimensional.

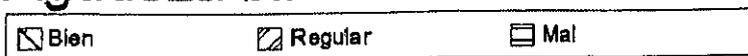
Agudeza binocular visión próxima vs. Agudeza binocular visión intermedia



Agudeza binocular visión próxima

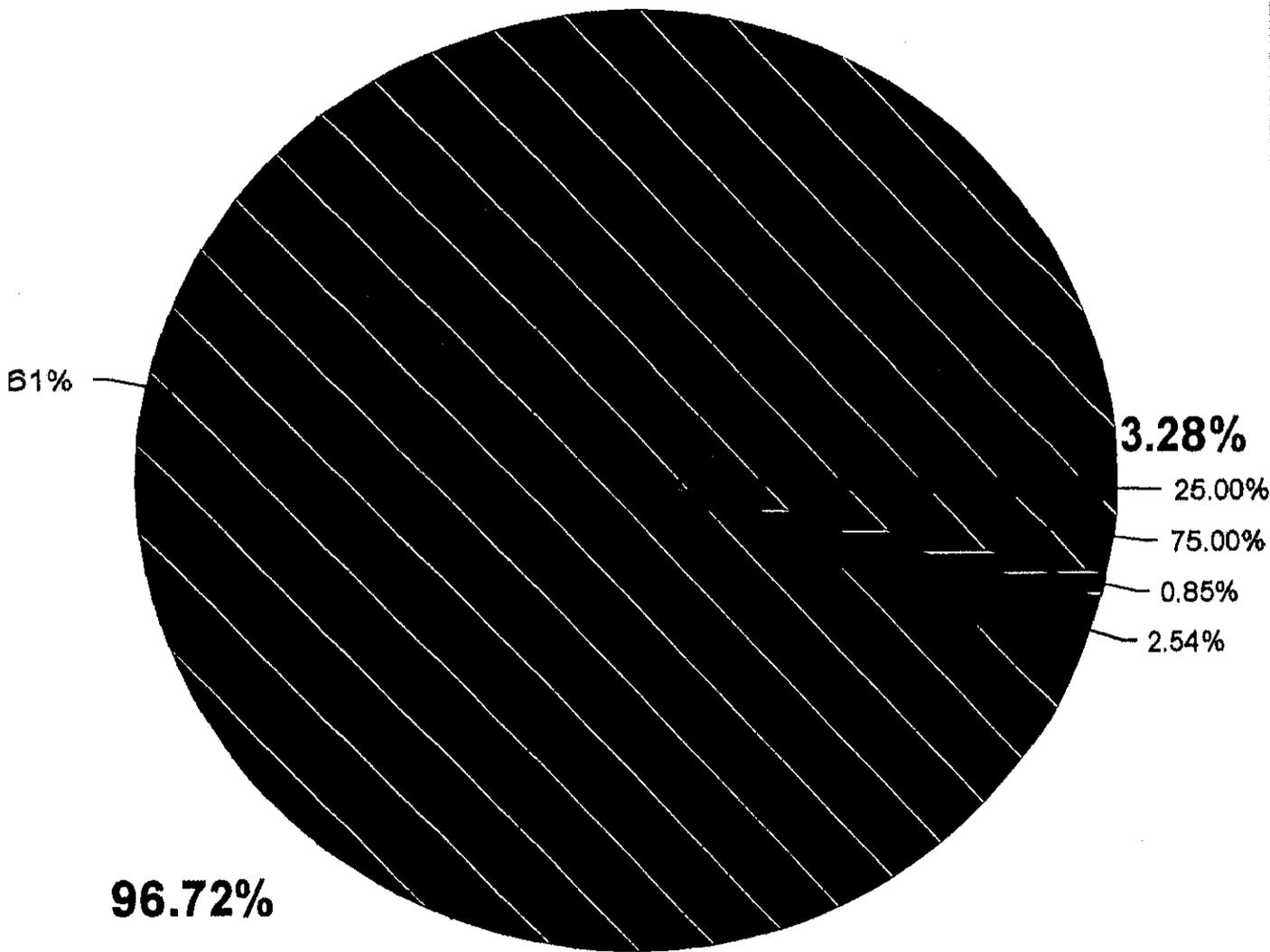


Agudeza binocular visión intermedia

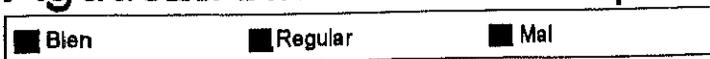


Estudio bidimensional.

Muestra 1: Agudeza binocular visión próxima vs.
Agudeza binocular visión intermedia



Agudeza binocular visión proxima

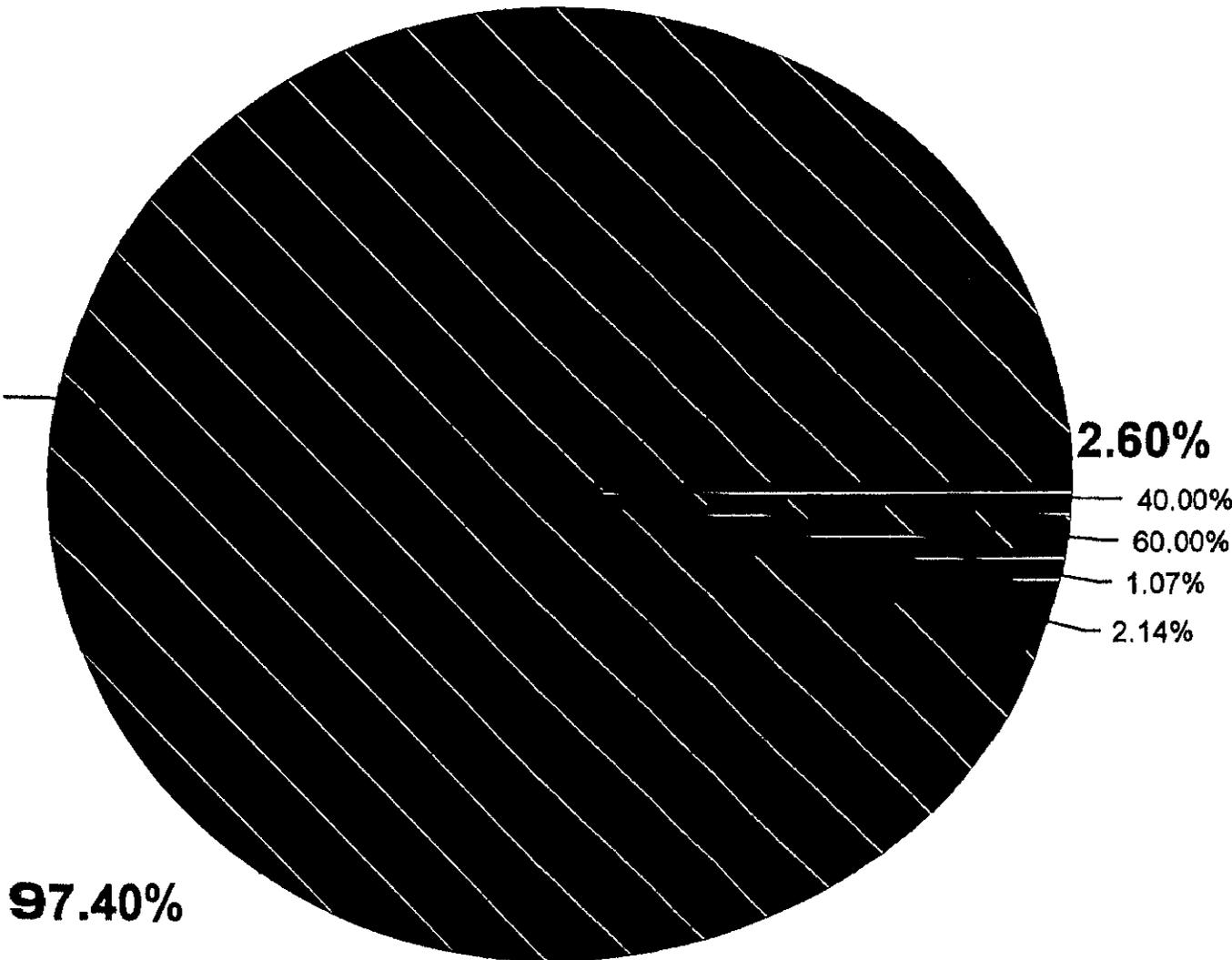


Agudeza binocular visión intermedia

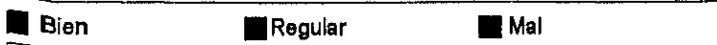


Estudio bidimensional.

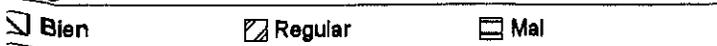
Muestra 2: Agudeza binocular visión próxima vs. Agudeza binocular visión intermedia



Agudeza binocular visión proxima

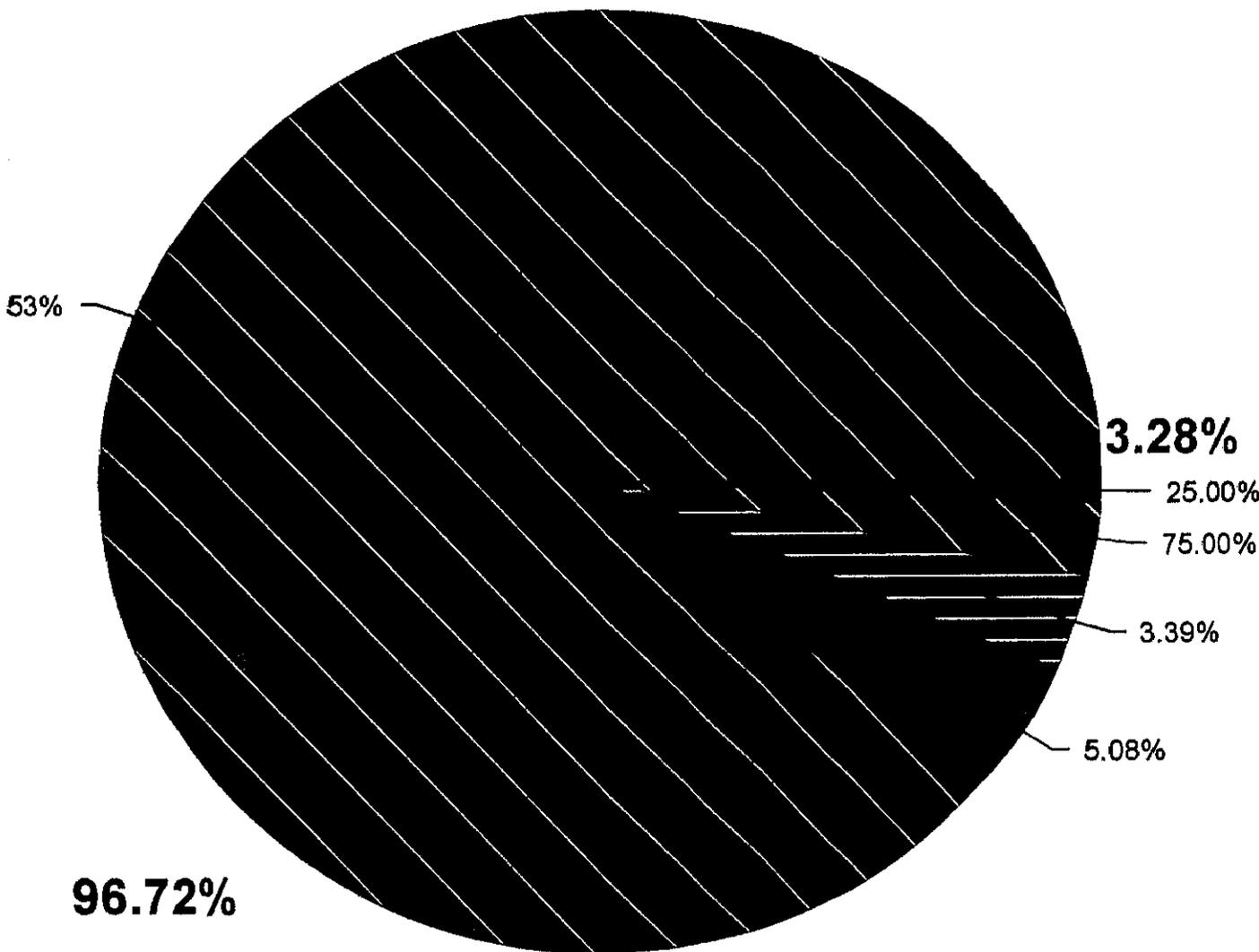


Agudeza binocular visión intermedia

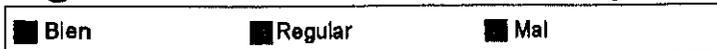


Estudio bidimensional.

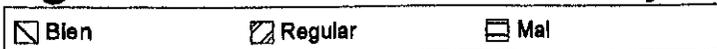
Muestra 1: Agudeza binocular visión próxima vs.
Agudeza binocular visión lejana



Agudeza binocular visión proxima

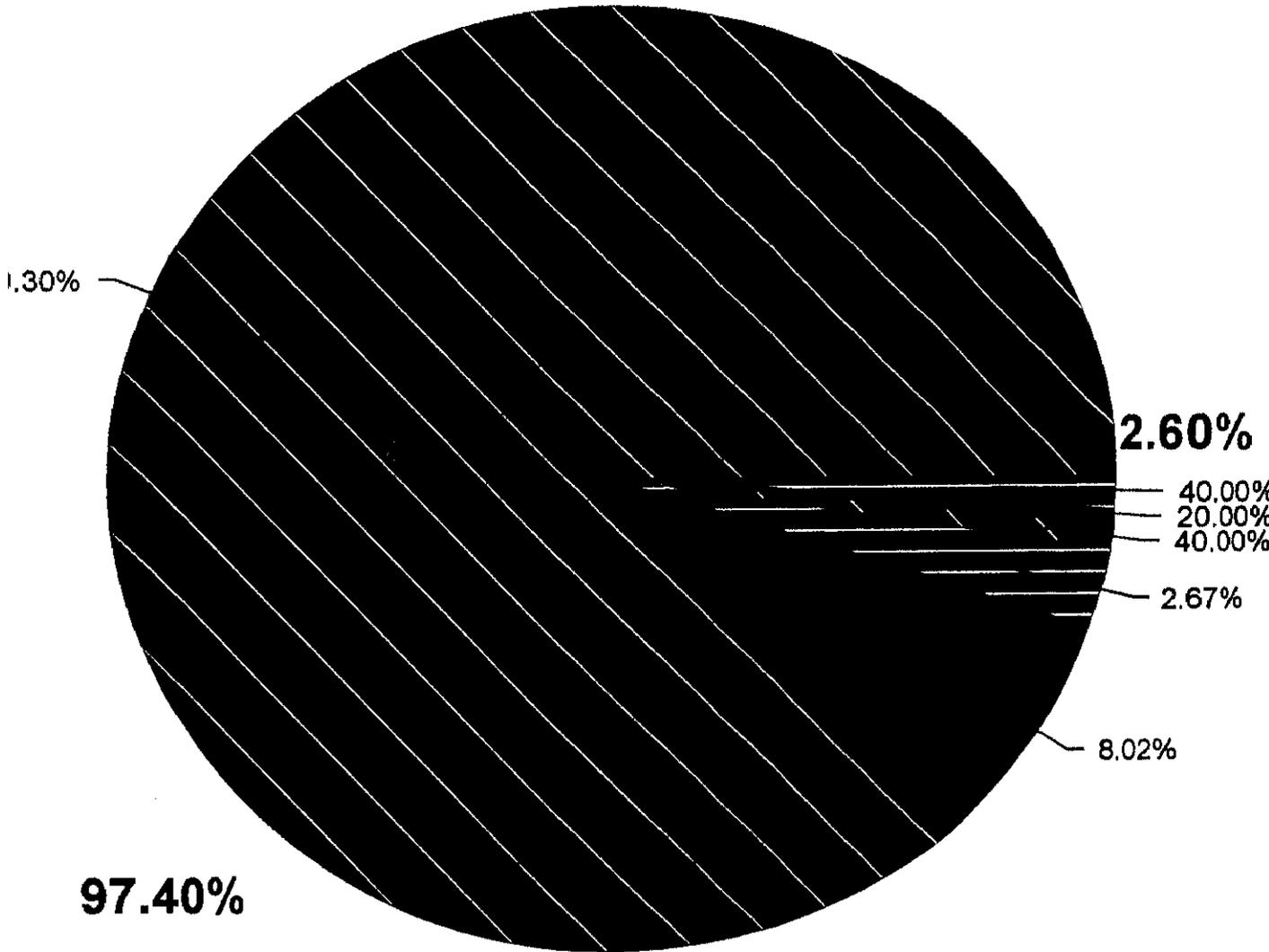


Agudeza binocular visión lejana

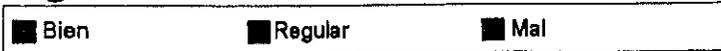


Estudio bidimensional.

Muestra 2: Agudeza binocular visión próxima vs. Agudeza binocular visión lejana



Agudeza binocular visión proxima



Agudeza binocular visión lejana

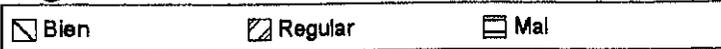


Tabla 54

En la tabla nº 54 se exponen los resultados del estudio previo sobre las posibles asociaciones entre las heteroforias y algunos síntomas de astenopia, encontramos valores con significancia estadística $P \leq 0,01$ y $P \leq 0,05$ referentes a la "existencia de fatiga de ojos" y en relación la compensación óptica utilizada.

Estos valores corresponden a unos coeficientes de contingencia para el grupo que utiliza ordenador de $r = 0,30$ y para la muestra no expuesta $r = 0,12$, en el caso de la relación entre heteroforias y el uso de compensación óptica; los valores de coeficiente de contingencia son de $0,30$ para el grupo expuesto y de $0,22$ para el grupo no expuesto.

**ANÁLISIS BIDIMENSIONAL
RELACIÓN DE DOS VARIABLES
COMPARACIÓN EN EL GRUPO EXPUESTO Y NO EXPUESTO
(Coeficientes de contingencia)**

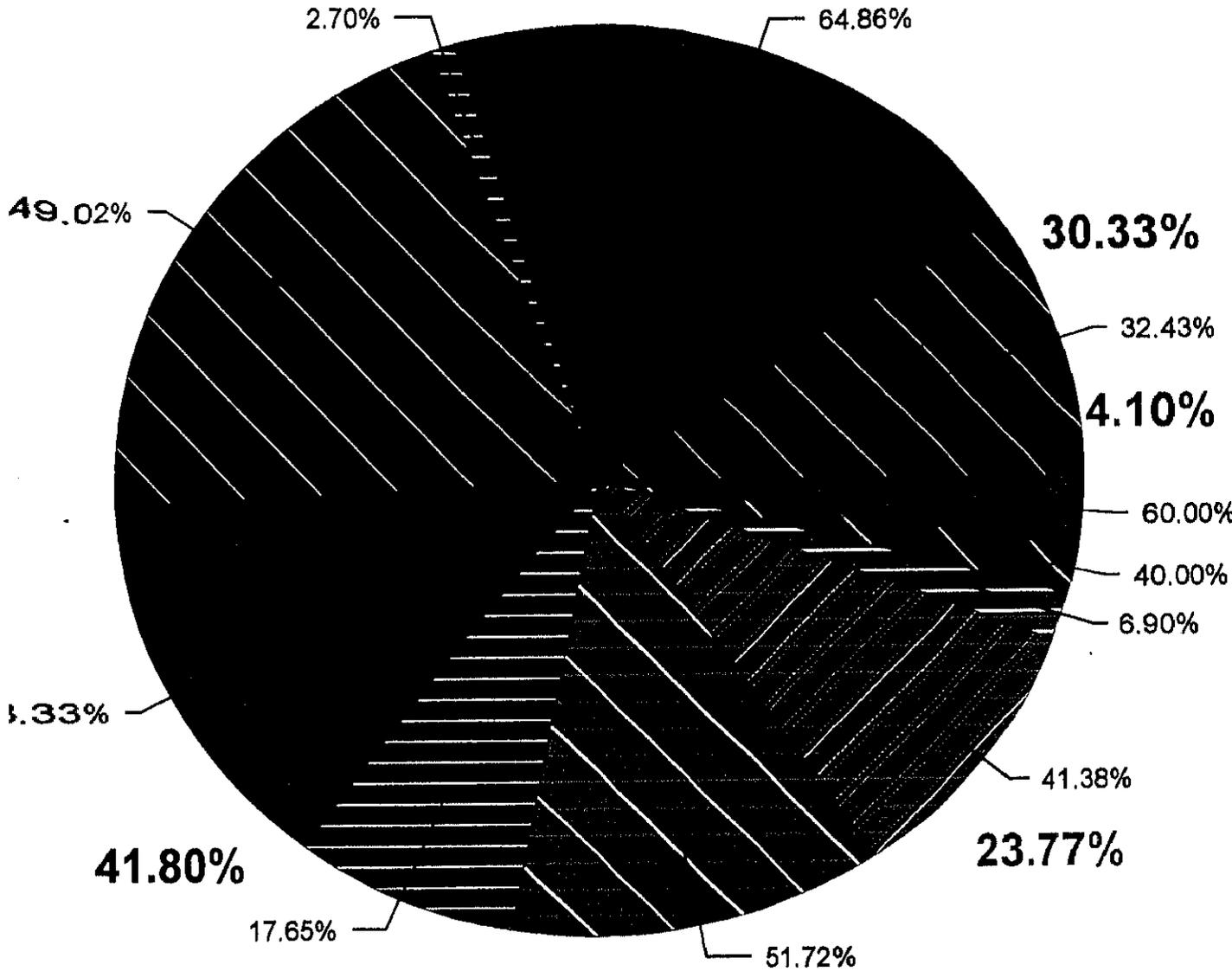
**TABLA N° 54
RELACIÓN ENTRE HETEROFORIAS (V.L.) Y ALGUNOS SINTOMAS
SUBJETIVOS**

Sintomas	Sujetos expuestos (n=122)	Sujetos no expuestos (n=192)
Existencia de visión turbia	r = 0,11	r = 0,15
Existencia de dificultad para leer	r = 0,19	r = 0,16
Existencia de fatiga de ojos	* r = 0,30	r = 0,12
Uso de compensación óptica	* r = 0,34	r = 0,22

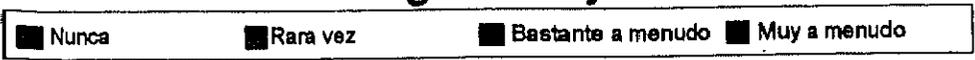
* $P \leq 0,05$

Estudio bidimensional.

Existencia de fatiga de ojos vs. Foria visión intermedia



Existencia de fatiga de ojos

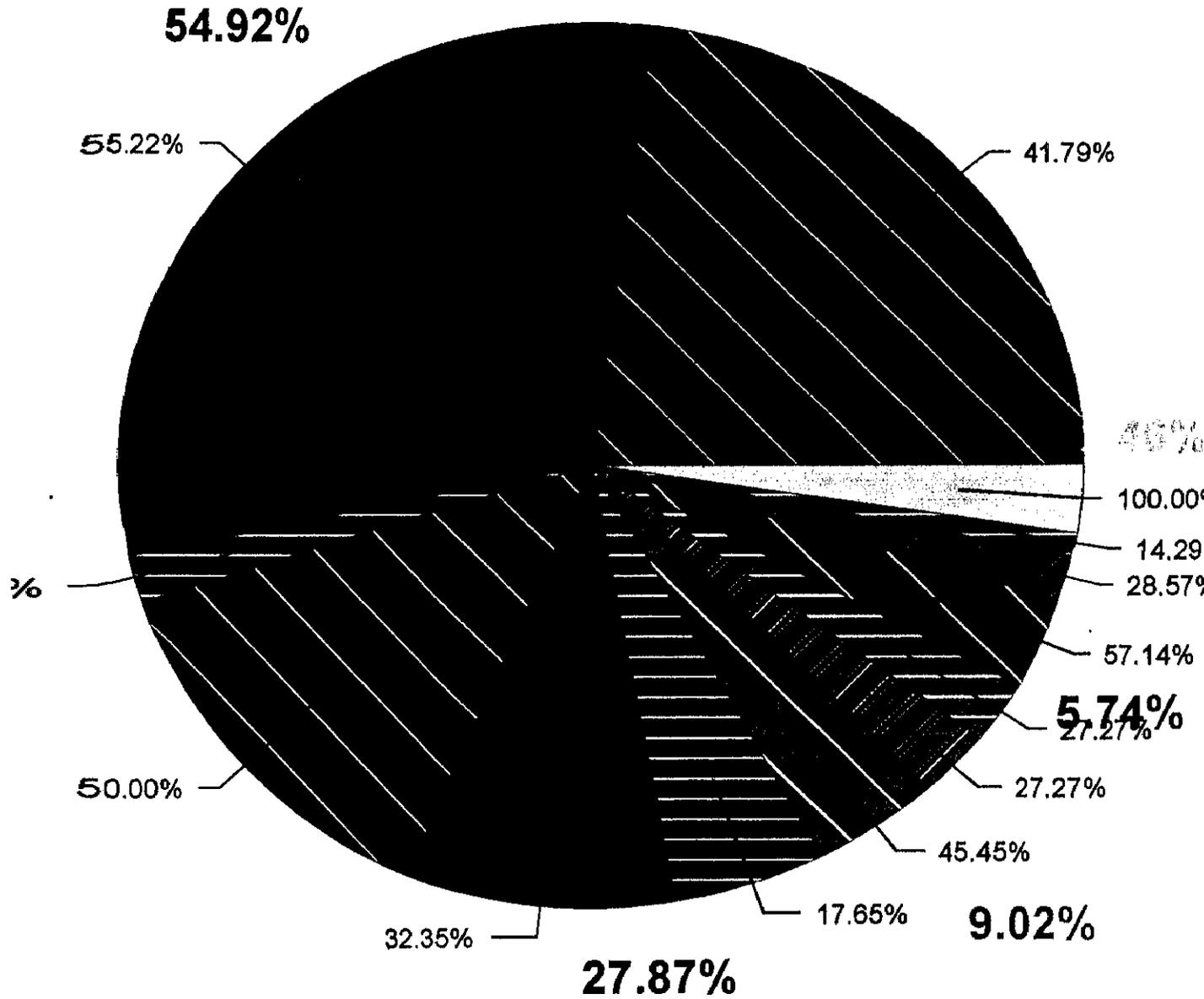


Foria visión intermedia

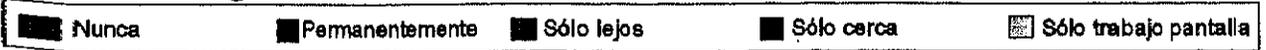


Estudio bidimensional.

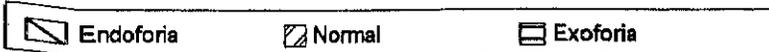
Muestra 1: Uso de gafas vs. Foria visión intermedia



Uso de gafas

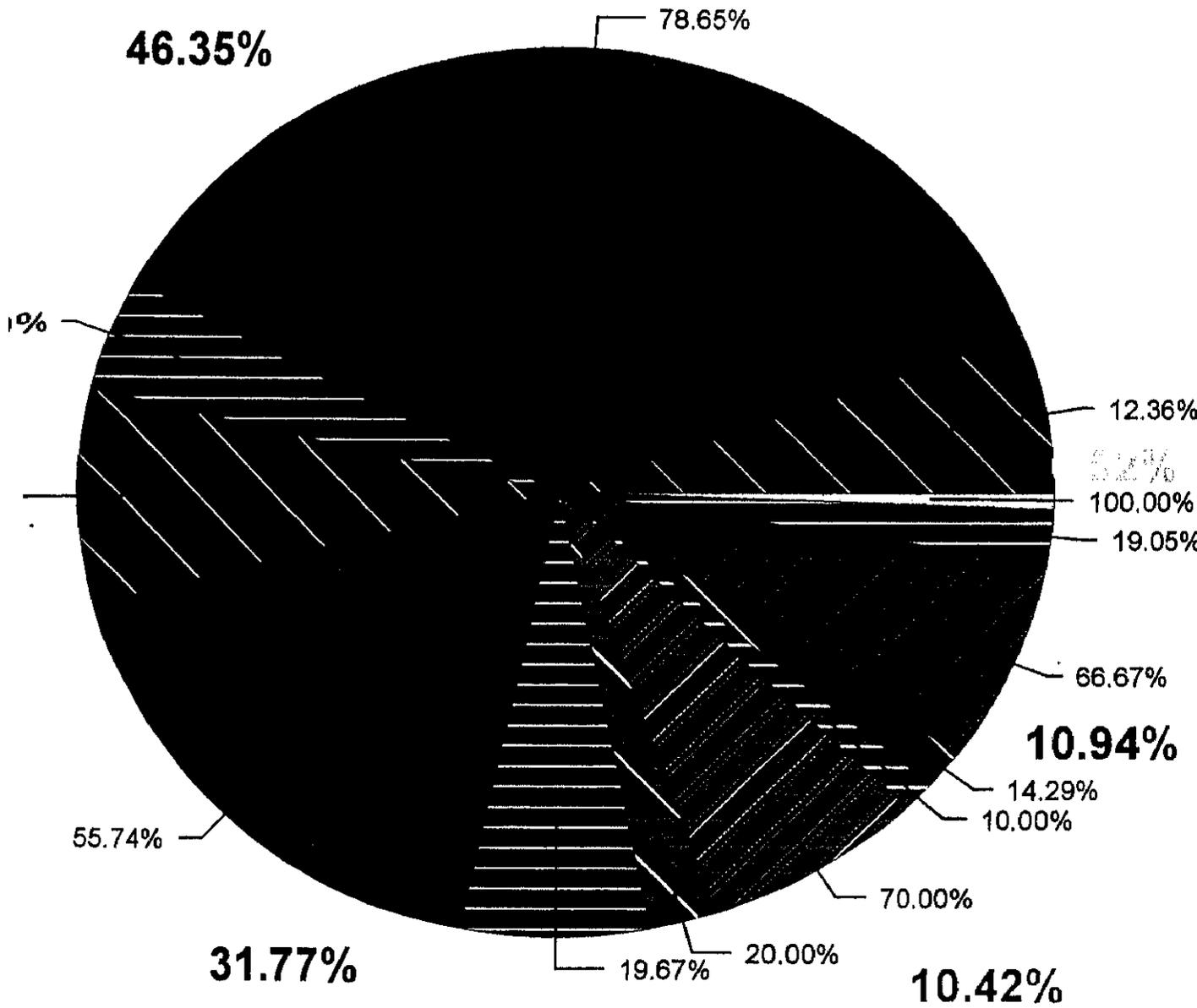


Foria visión intermedia



Estudio bidimensional.

Muestra 2: Uso de gafas vs. Foria visión intermedia



Uso de gafas



Foria visión intermedia

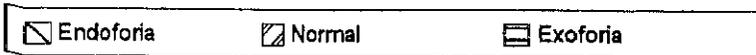


Tabla nº 55

En la tabla 55 se presenta los resultados del estudio sobre la posible asociación entre heteroforias y las distintas ametropías detectadas; encontramos valores con significancia estadística $P \leq 0,01$ para el grupo de sujetos no expuestos ($n=192$) referentes al ojo derecho e izquierdo y su asociación con la hipermetropía-astigmatismo, del mismo modo para el mismo colectivo se presenta asociación para el ojo derecho y la miopía-astigmatismo.

Con diferencia significativa de $P \leq 0,05$ se presenta la asociación en sujetos expuestos entre heteroforias y miopía simple para ambos ojos, así como para la asociación miope-astigmata.

Respecto al grupo de sujeto no expuestos los valores que presentan $P \leq 0,05$ son aquellos que relacionan las heteroforias con la hipermetropía simple y la asociación de miope-astigmata

**ANÁLISIS BIDIMENSIONAL
RELACIÓN DE DOS VARIABLES
COMPARACIÓN EN EL GRUPO EXPUESTO Y NO EXPUESTO
(Coeficientes de contingencia)**

**TABLA N° 55
RELACIÓN ENTRE HETEROFORIAS Y LAS DISTINTAS AMETROPIAS
DETECTADAS**

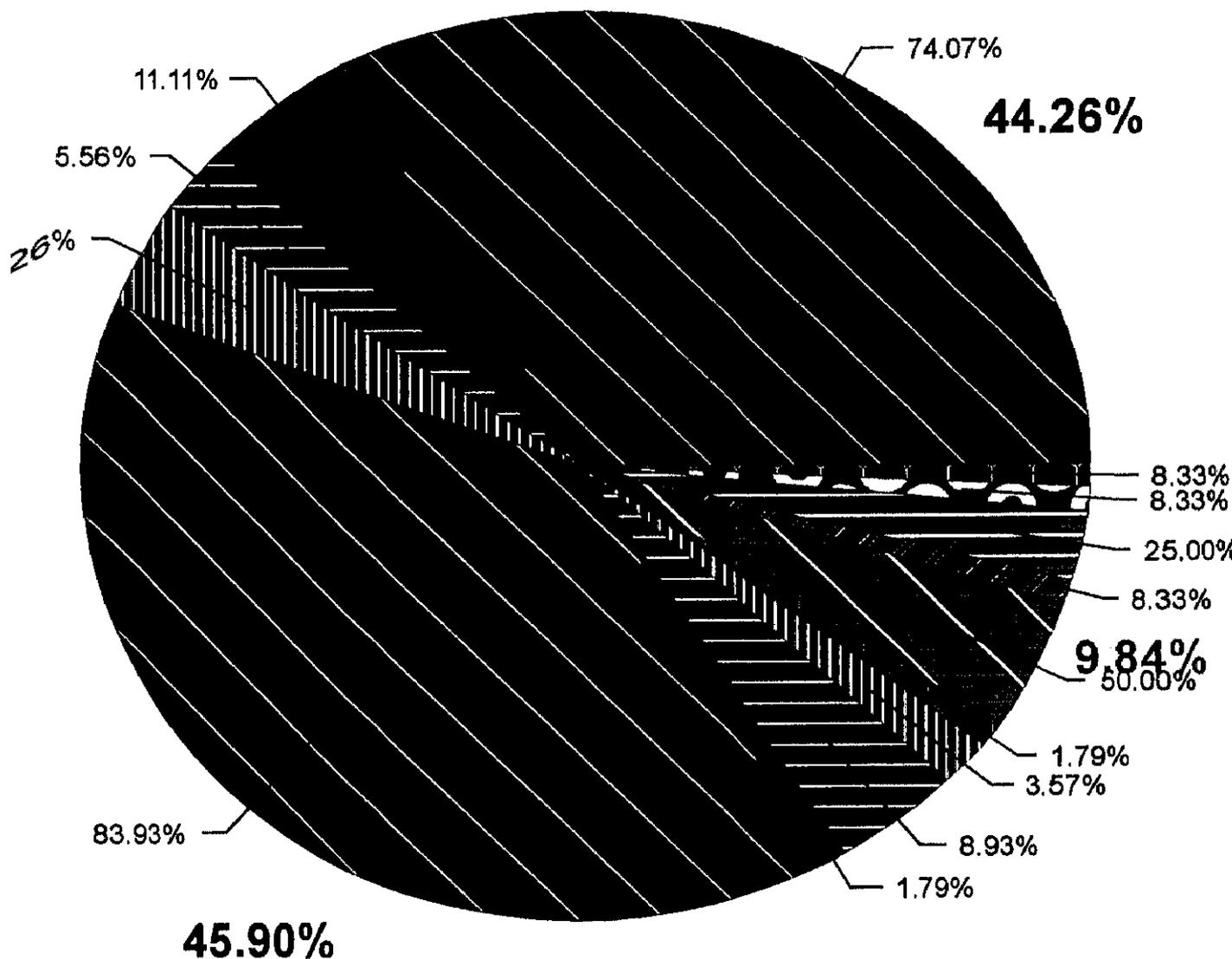
Ametropías	Sujetos expuestos (n=122)		Sujetos no expuestos (n=192)	
	Ojo Derecho	Ojo Izquierdo	Ojo Derecho	Ojo Izquierdo
Miopía simple	* r = 0,33	* r = 0,34	r = 0,25	r = 0,16
Hipermetropía simple	r = 0,12	r = 0,20	r = 0,19	* r = 0,22
Miope-Astigmata	r = 0,25	* r = 0,28	**r = 0,29	* r = 0,26
Hipermetrope-Astigmata	r = 0,16	r = 0,08	**r = 0,29	**r = 0,32
Astigmatismo simple	r = 0,17	r = 0,15	r = 0,18	r = 0,16

* $P \leq 0,05$

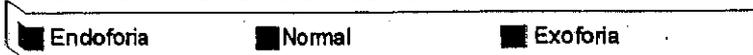
** $P \leq 0,01$

Estudio bidimensional.

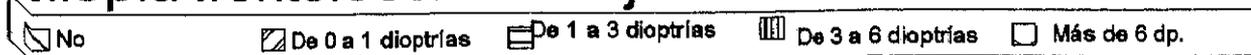
Muestra 1: Foria visión intermedia vs.
Miopía frontofocómetro O.D.



Foria visión intermedia

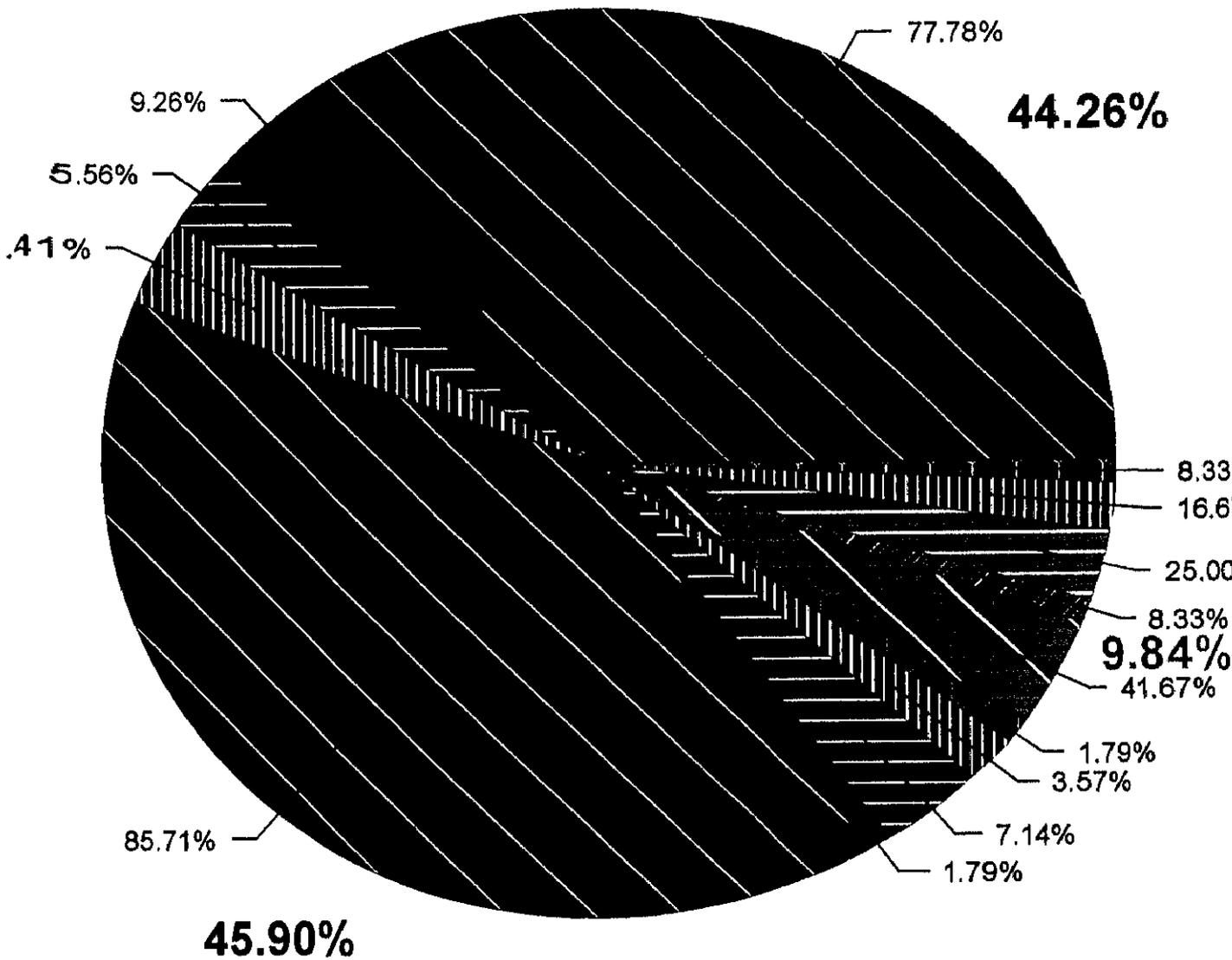


Miopía frontofocómetro ojo derecho

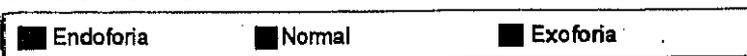


Estudio bidimensional.

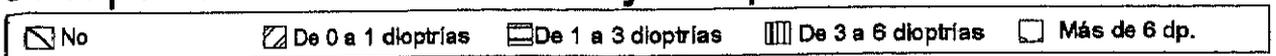
Muestra 1: Foria visión intermedia vs.
Miopía frontofocómetro O.I.



Foria visión intermedia

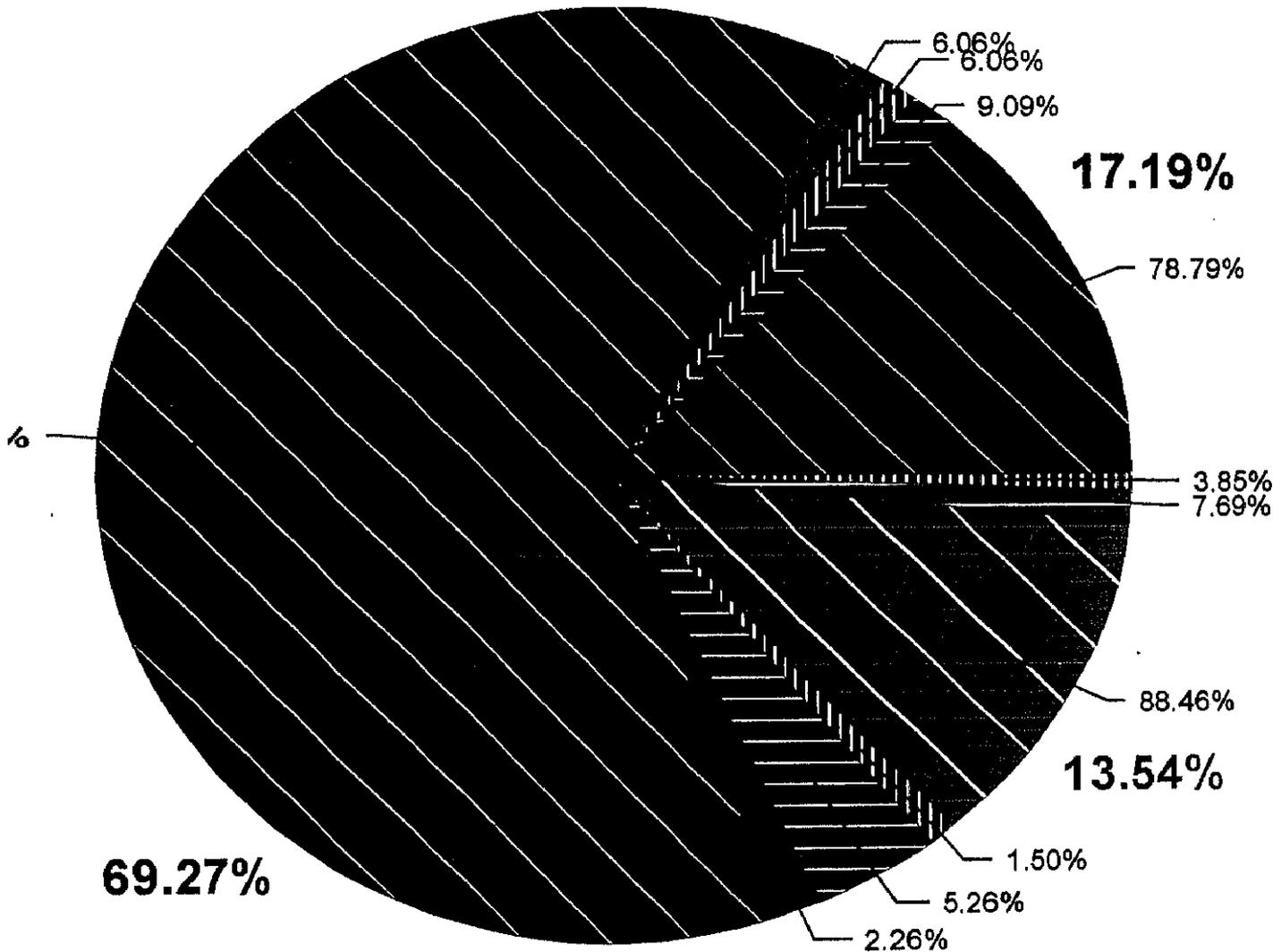


Miopía frontofocómetro ojo izquierdo

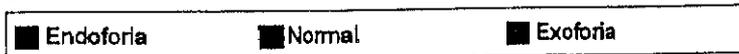


Estudio bidimensional.

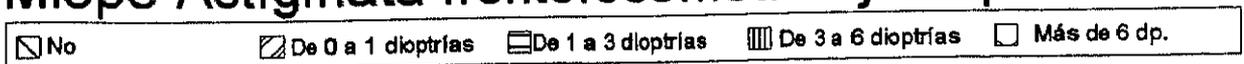
Muestra 2: Foria visión intermedia vs.
Miope-Astigmata frontofocómetro O.I.



Foria visión intermedia

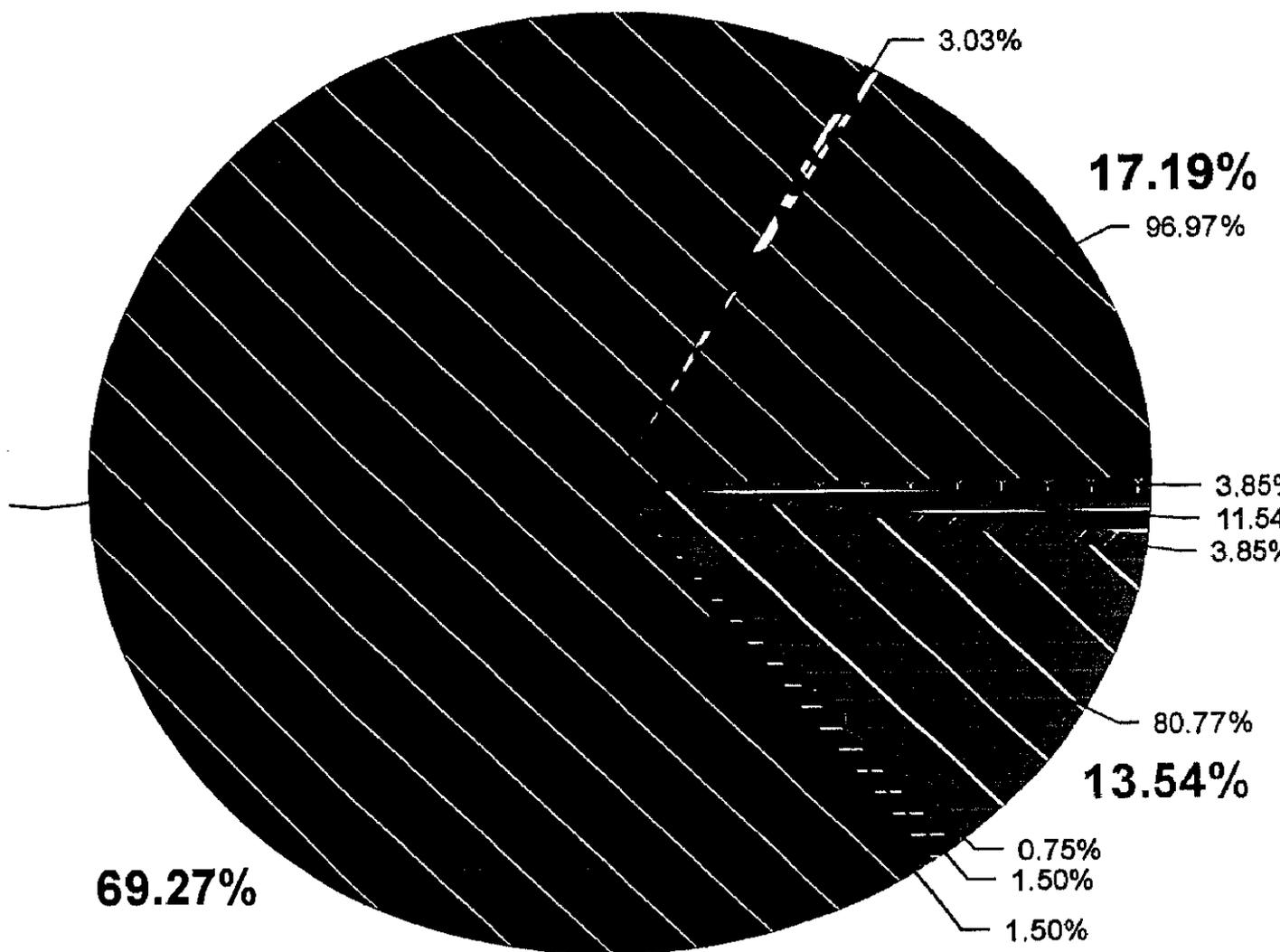


Miope-Astigmata frontofocómetro ojo izquierdo

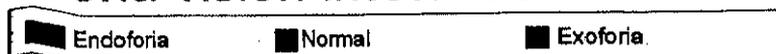


Estudio bidimensional.

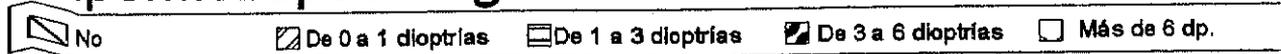
Muestra 2: Foria visión intermedia vs.
Hipermetrope-Astigmata frontofocómetro O.D.



Foria visión intermedia

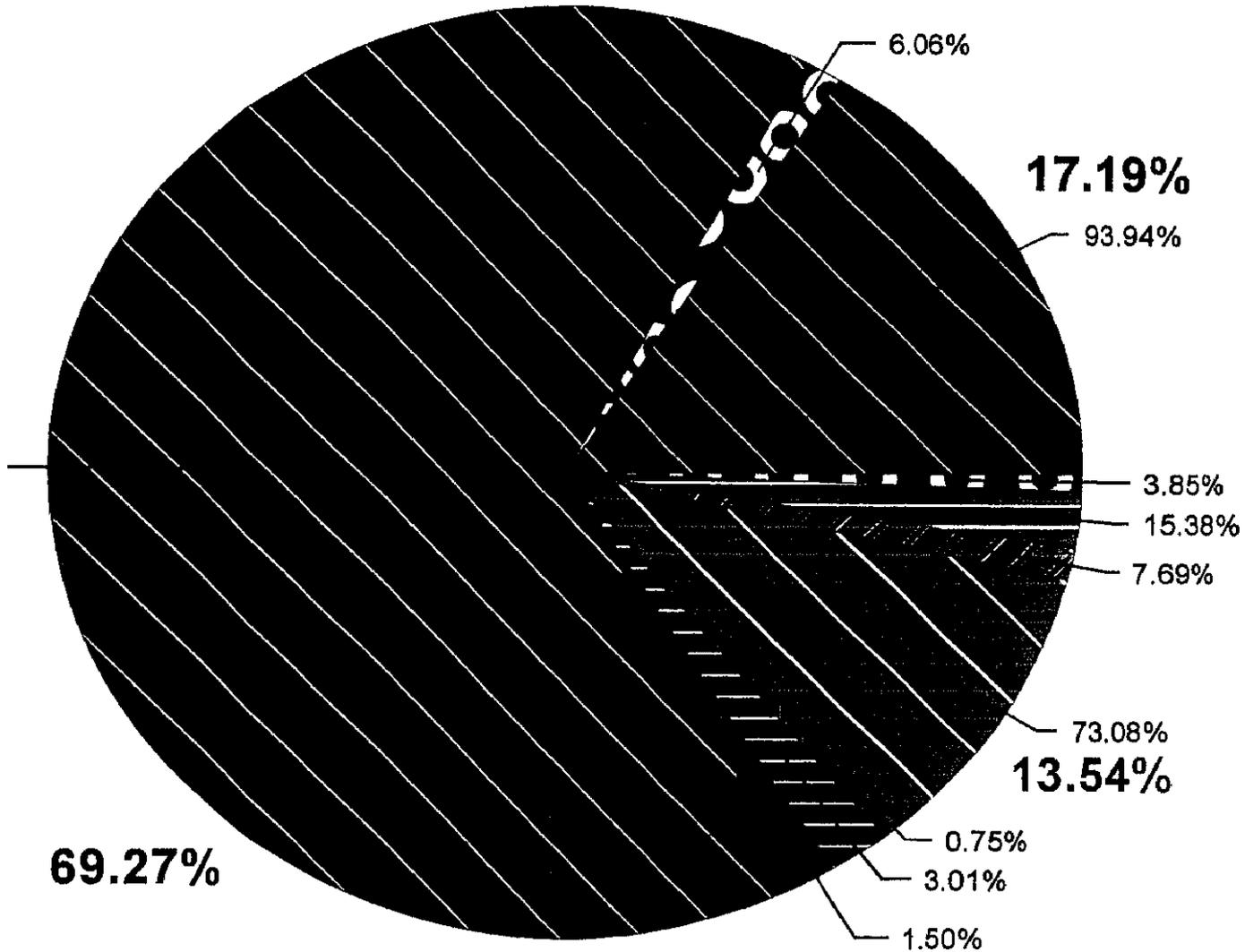


Hipermetrope-Astigmata frontofocómetro O.D.

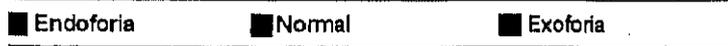


Estudio bidimensional.

Muestra 2: Foria visión intermedia vs.
Hipermetrope-Astigmata frontofocómetro O.I.



Foria visión intermedia



Hipermetrope-Astígmata frontofocómetro O.I.

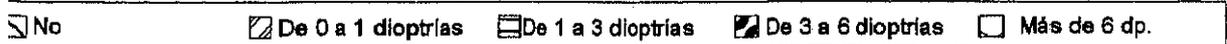


Tabla n° 56

Es de interés mencionar la relación existente entre los diferentes estadios de la visión binocular que se contemplan en la tabla n° 56 buscando asociaciones entre fusión, heteroforia y estereopsis. Los valores de significancia estadística son distintos en unos casos y otros y se encuentran claramente expuestos. La relación de los coeficientes de contingencia también son bien diferentes y serán comentados en la discusión. Para foria versus fusión $r = 0.09$ NS y $r = 0.29$ $P \leq 0.01$.

La asociación entre fusión y estereopsis existe en los dos grupos con valores de coeficiente de contingencia $r = 0,21$ ($P \leq 0.05$) y $r = 0,20$ ($P \leq 0.01$).

**ANÁLISIS BIDIMENSIONAL
 RELACIÓN DE DOS VARIABLES
 COMPARACIÓN EN EL GRUPO EXPUESTO Y NO EXPUESTO
 (Coeficientes de contingencia)**

**TABLA N° 56
 RELACIÓN DE DIFERENTES ESTADIOS DE LA VISIÓN BINOCULAR**

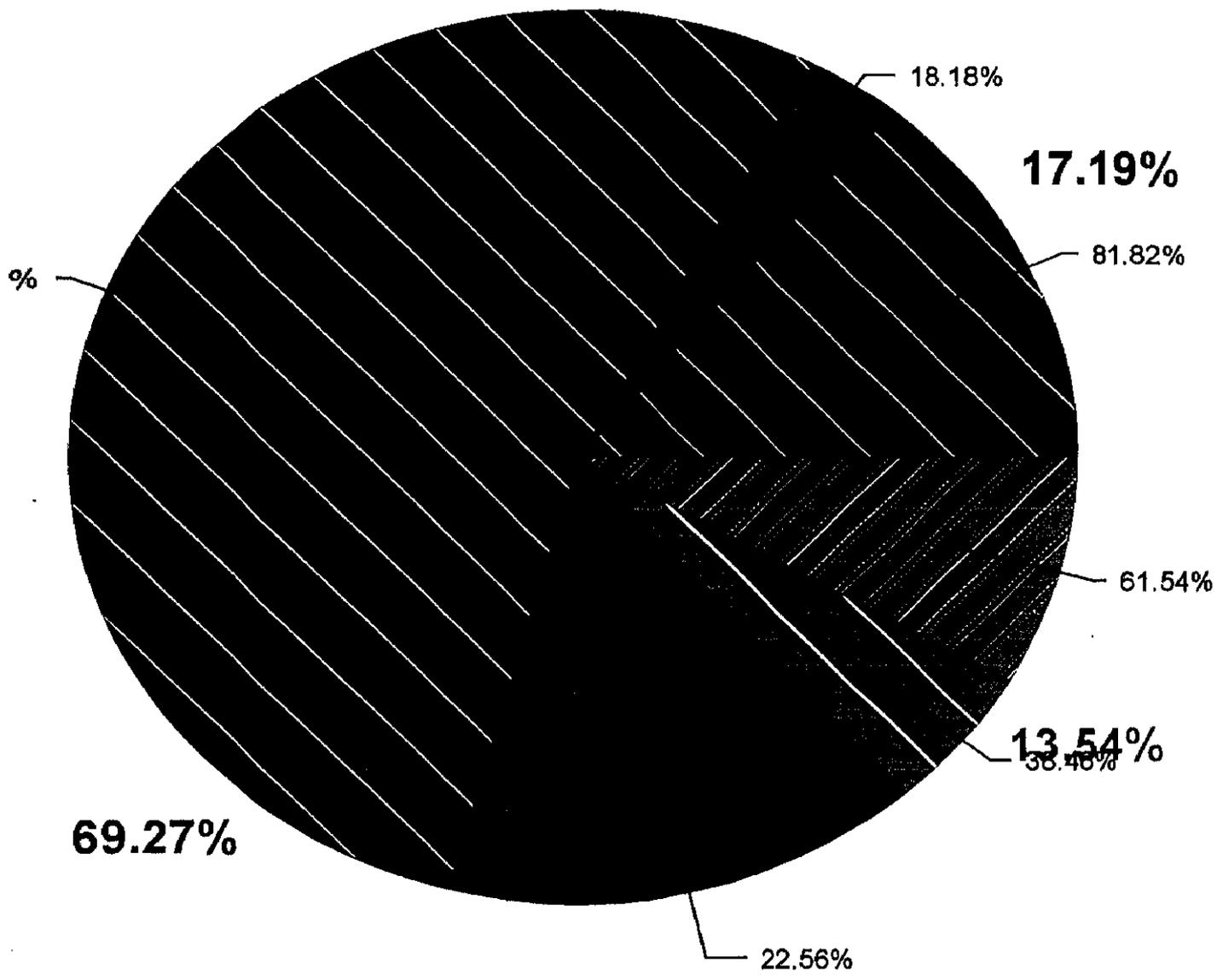
	Sujetos expuestos (n=122)	Sujetos no expuestos (n=192)
foria Vs fusión	r = 0,09	** r = 0,29
foria Vs estereopsis	r = 0,12	r = 0,15
fusión Vs estereopsis	* r = 0,21	** r = 0,20

* $P \leq 0,05$

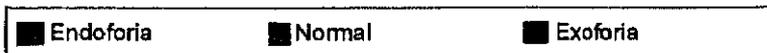
** $P \leq 0,01$

Estudio bidimensional.

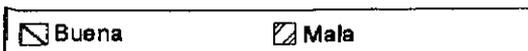
Muestra 2: Foria visión intermedia vs. Fusión



Foria visión intermedia

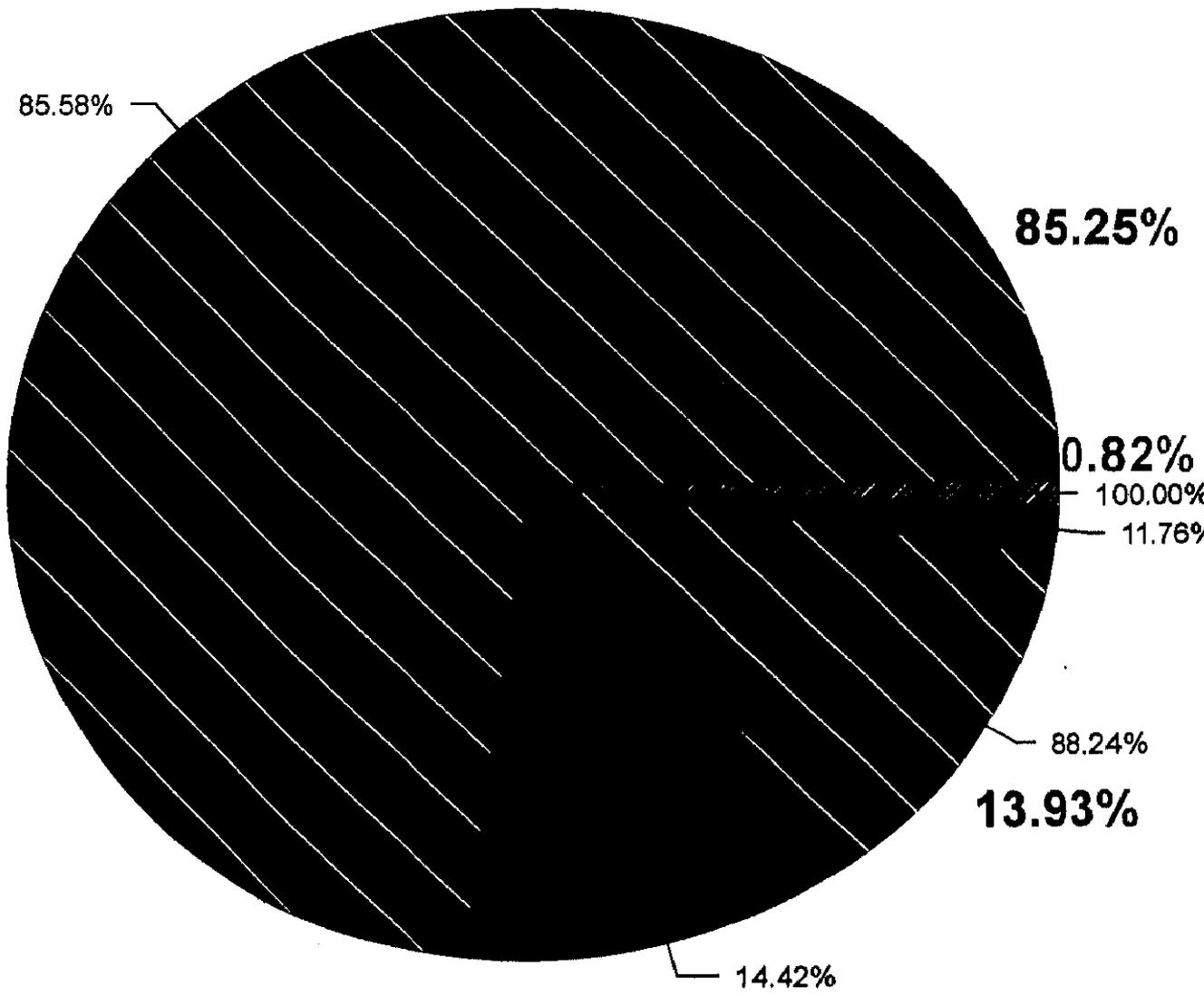


Fusión

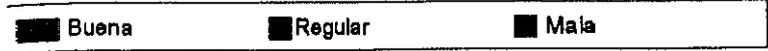


Estudio bidimensional.

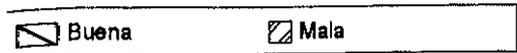
Muestra 1:Estereoscopía vs. Fusión



Estereoscopía

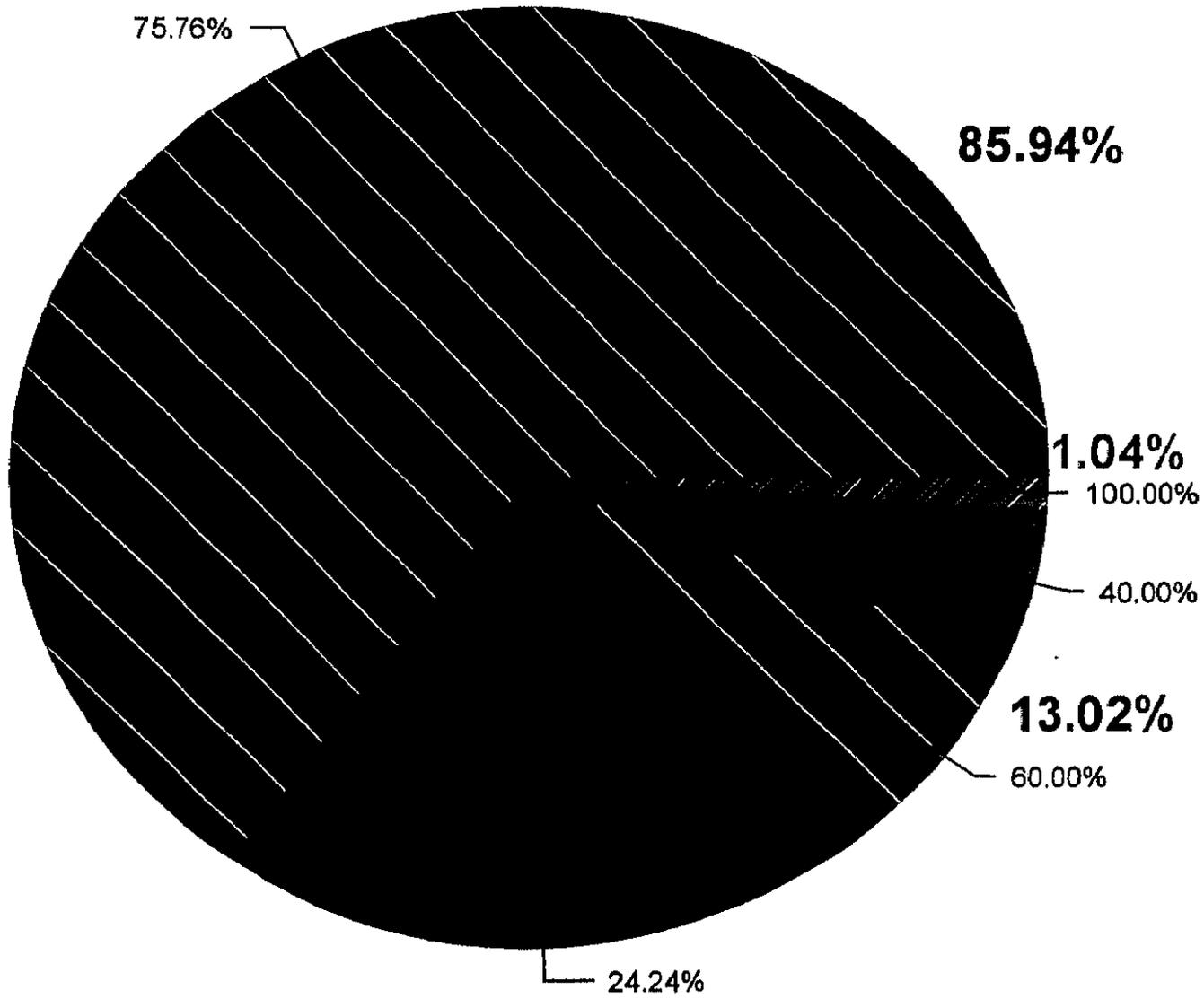


Fusión

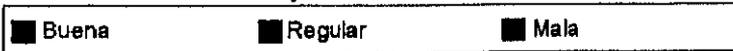


Estudio bidimensional.

Muestra 2: Estereoscopia vs. Fusión



Estereoscopia



Fusión

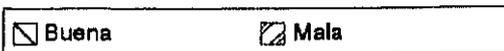


Tabla n° 57

En el análisis de la asociación de 2 variables en la tabla n° 57 se van a exponer el tiempo de recuperación al deslumbramiento con las distintas ametropías detectadas, dando valores algunos no significativos y otros altamente significativos. Ocurre que es la miopía simple y la miopía asociada con el astigmatismo los que dan lugar a coeficientes de correlación más altos, tanto para sujetos expuestos como para sujetos no expuestos y para ojo derecho y ojo izquierdo, ésta relación del tiempo de recuperación con las distintas ametropías será como el resto de las tablas comentadas en la discusión de los resultados.

**ANÁLISIS BIDIMENSIONAL
RELACIÓN DE DOS VARIABLES
COMPARACIÓN EN EL GRUPO EXPUESTO Y NO EXPUESTO
(Coeficientes de contingencia)**

**TABLA N° 57
RELACIÓN ENTRE EL TIEMPO DE RECUPERACIÓN AL
DESLUMBRAMIENTO Y LAS DISTINTAS AMETROPIAS**

Tiempo de recuperación al deslumbramiento

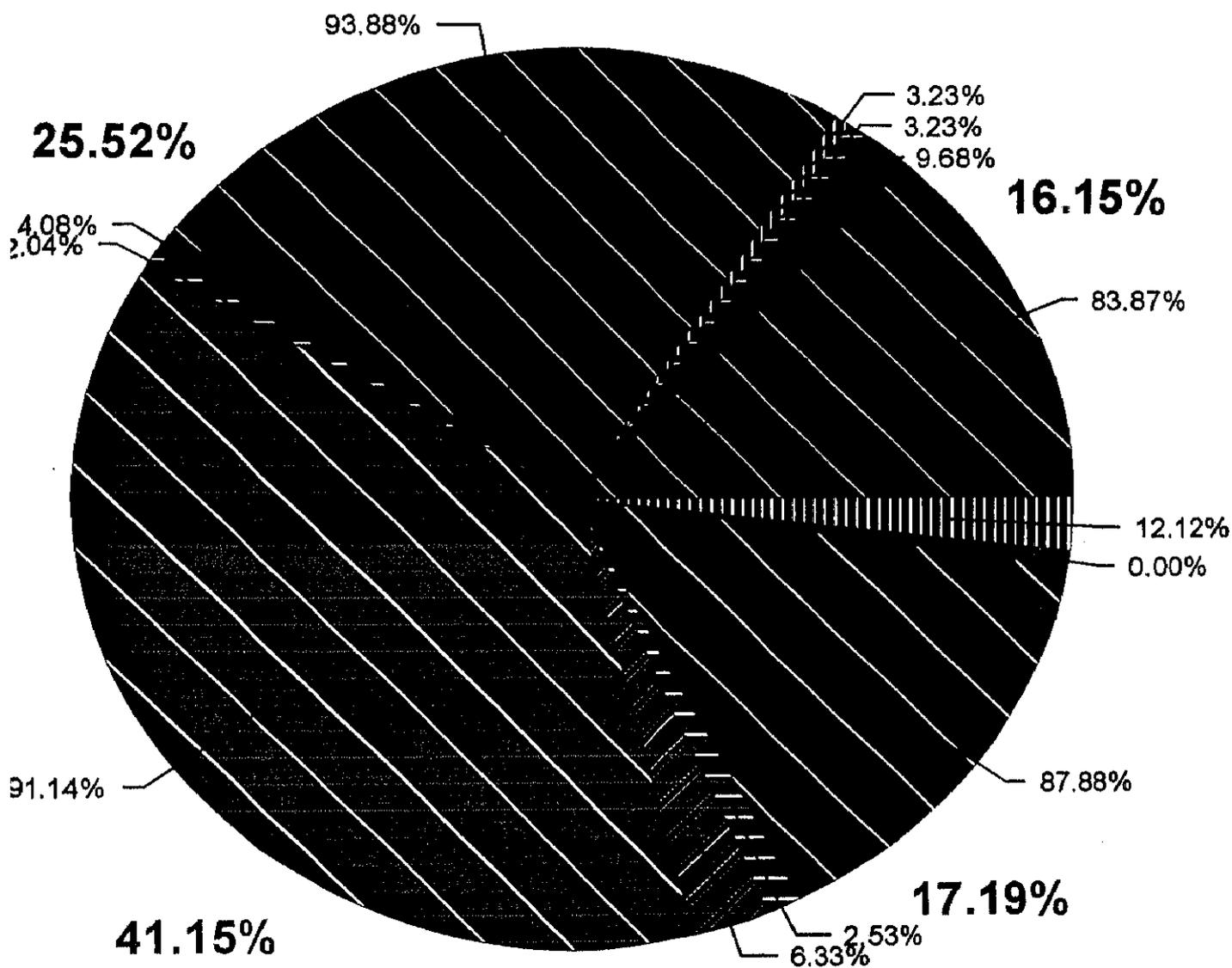
Ametropías	Sujetos expuestos (n=122)		Sujetos no expuestos (n=192)	
	Ojo Derecho	Ojo Izquierdo	Ojo Derecho	Ojo Izquierdo
Miopía simple	r = 0,27	r = 0,30	**r = 0,30	r = 0,19
Hipermetropía simple	r = 0,22	r = 0,14	* r = 0,23	r = 0,12
Miope-Astigmata	r = 0,29	r = 0,18	* r = 0,32	**r = 0,35
Hipermetrope-Astigmata	r = 0,21	r = 0,26	r = 0,29	r = 0,27
Astigmatismo simple	r = 0,22	r = 0,05	r = 0,22	* r = 0,23

* $P \leq 0,05$

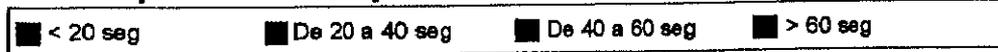
** $P < 0,01$

Estudio bidimensional.

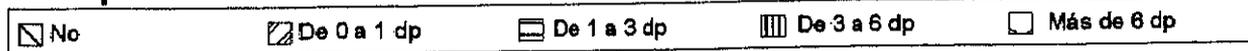
Muestra 2: Tiempo de recup. al deslumbramiento vs
Miopía autorrefractómetro O.D.



Tiempo 2 recuperación al deslumbramiento

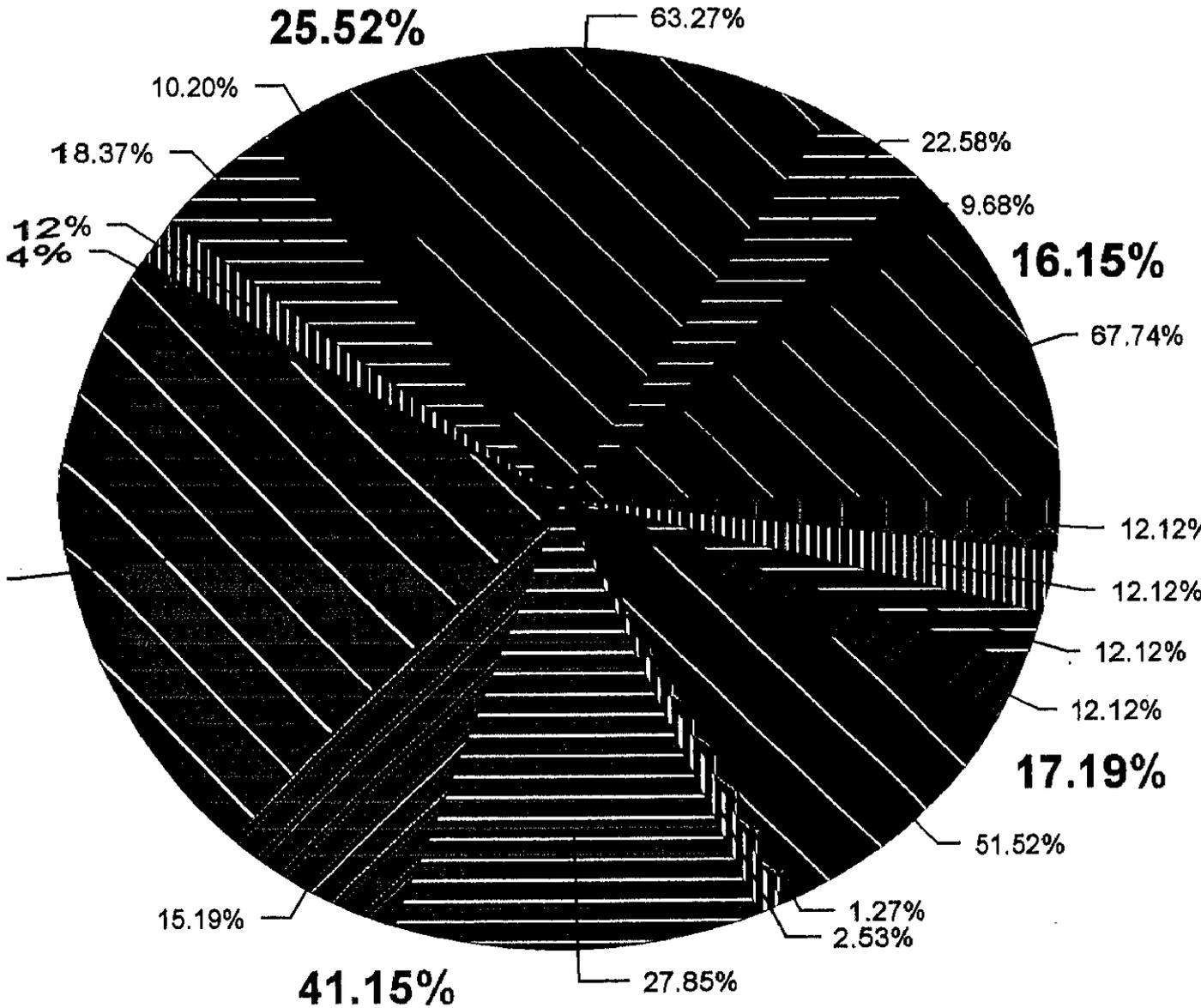


Miopía autorrefractómetro O.D.

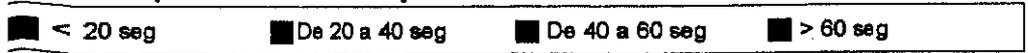


Estudio bidimensional.

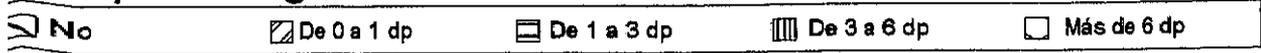
Muestra 2: Tiempo de recup. al deslumbramiento vs Miope-Astígmata autorrefractómetro O.D.



Tiempo de recuperación al deslumbramiento

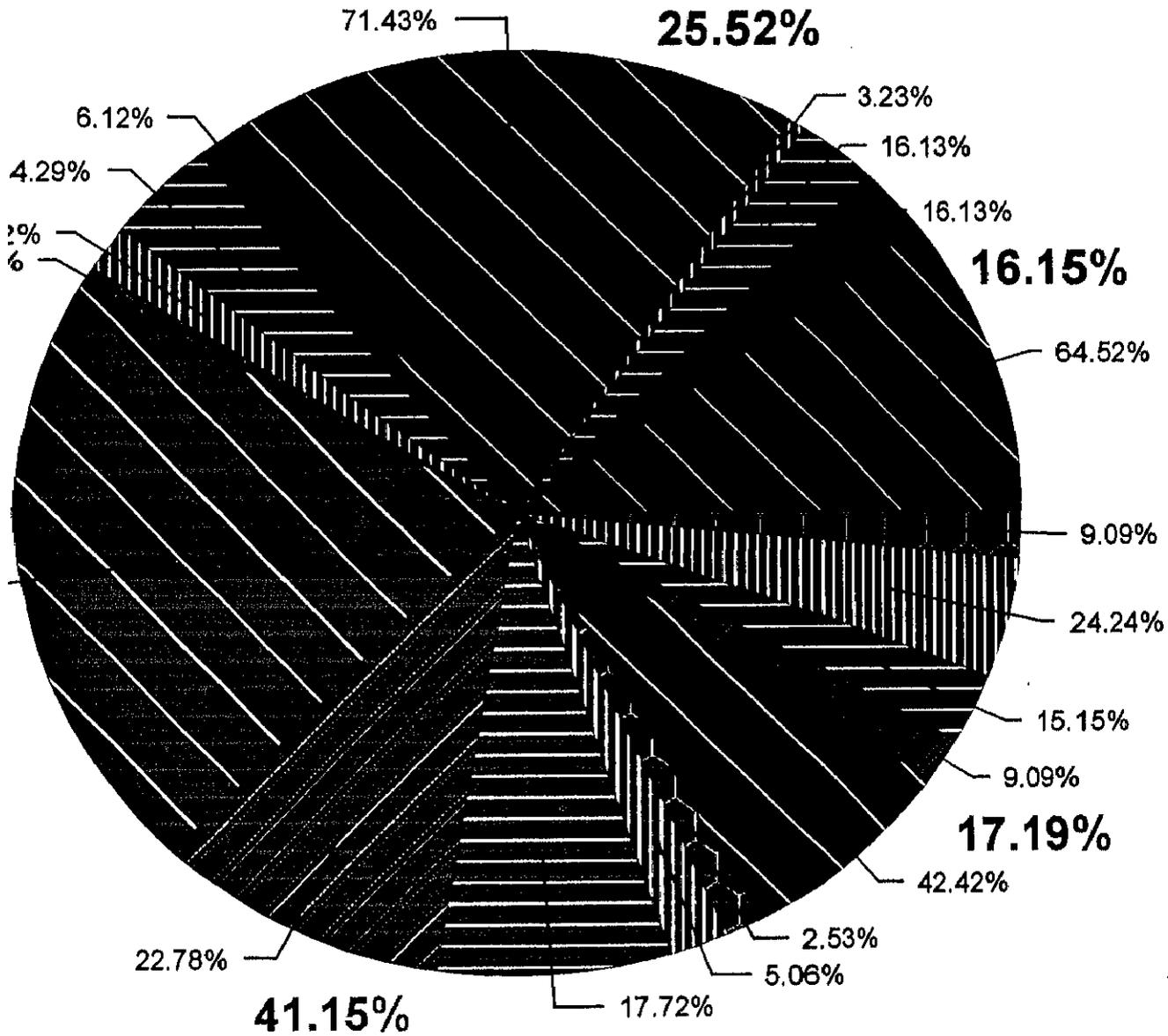


Miope-Astígmata autorrefractómetro O.D.

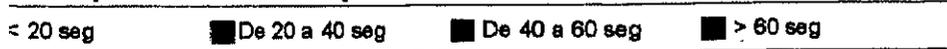


Estudio bidimensional.

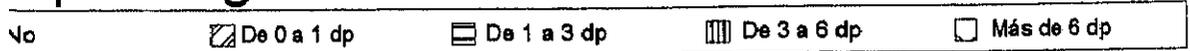
Gráfica 2: Tiempo de recup. al deslumbramiento vs Miope-Astigma a autorrefractómetro O.I.



Tempo de recuperación al deslumbramiento

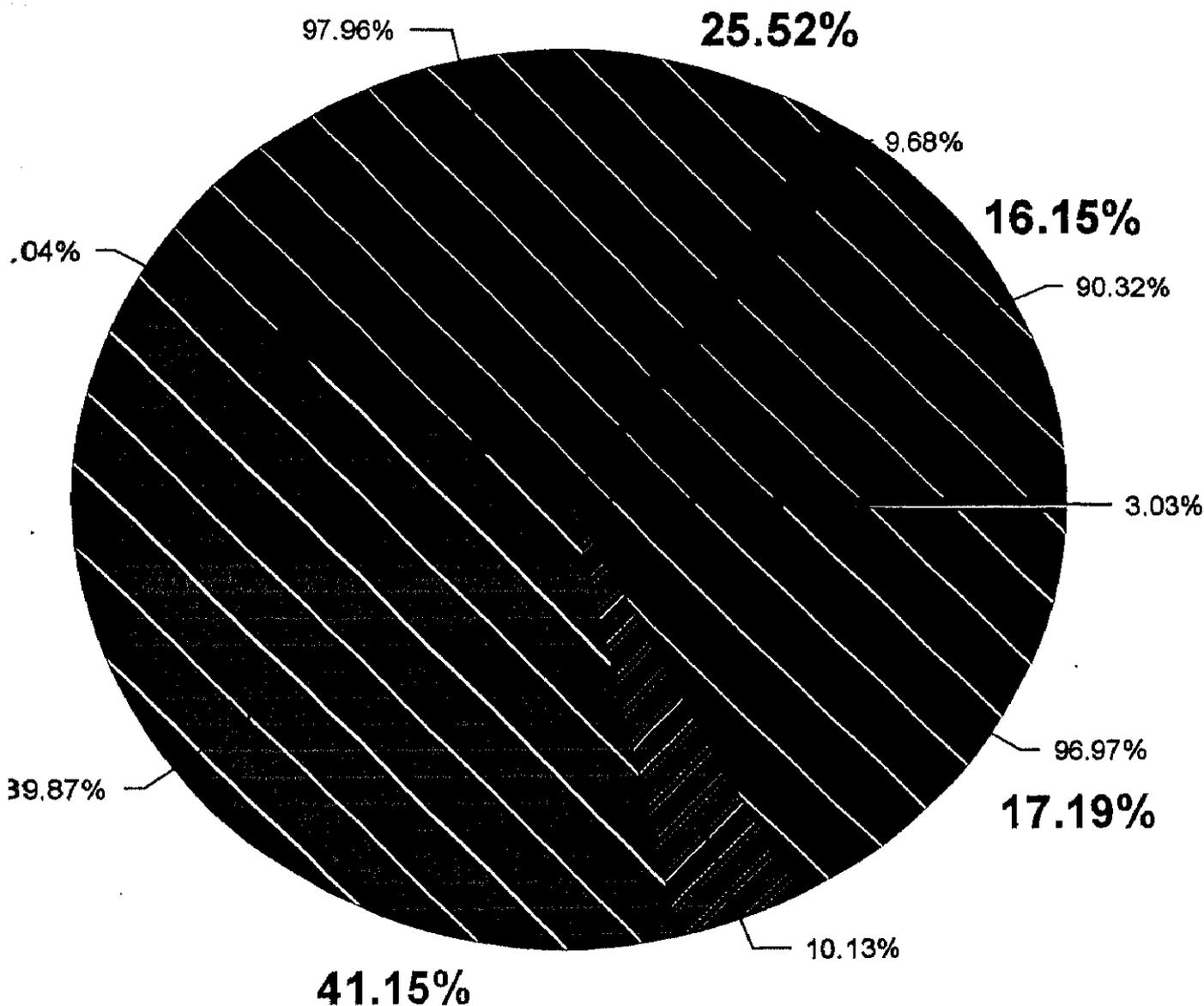


Miope-Astigmata autorrefractómetro O.I.



Estudio bidimensional.

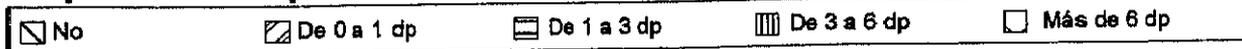
Muestra 2: Tiempo de recup. al deslumbramiento vs
Hipermetropía autorrefractómetro O.D.



Tiempo de recuperación al deslumbramiento

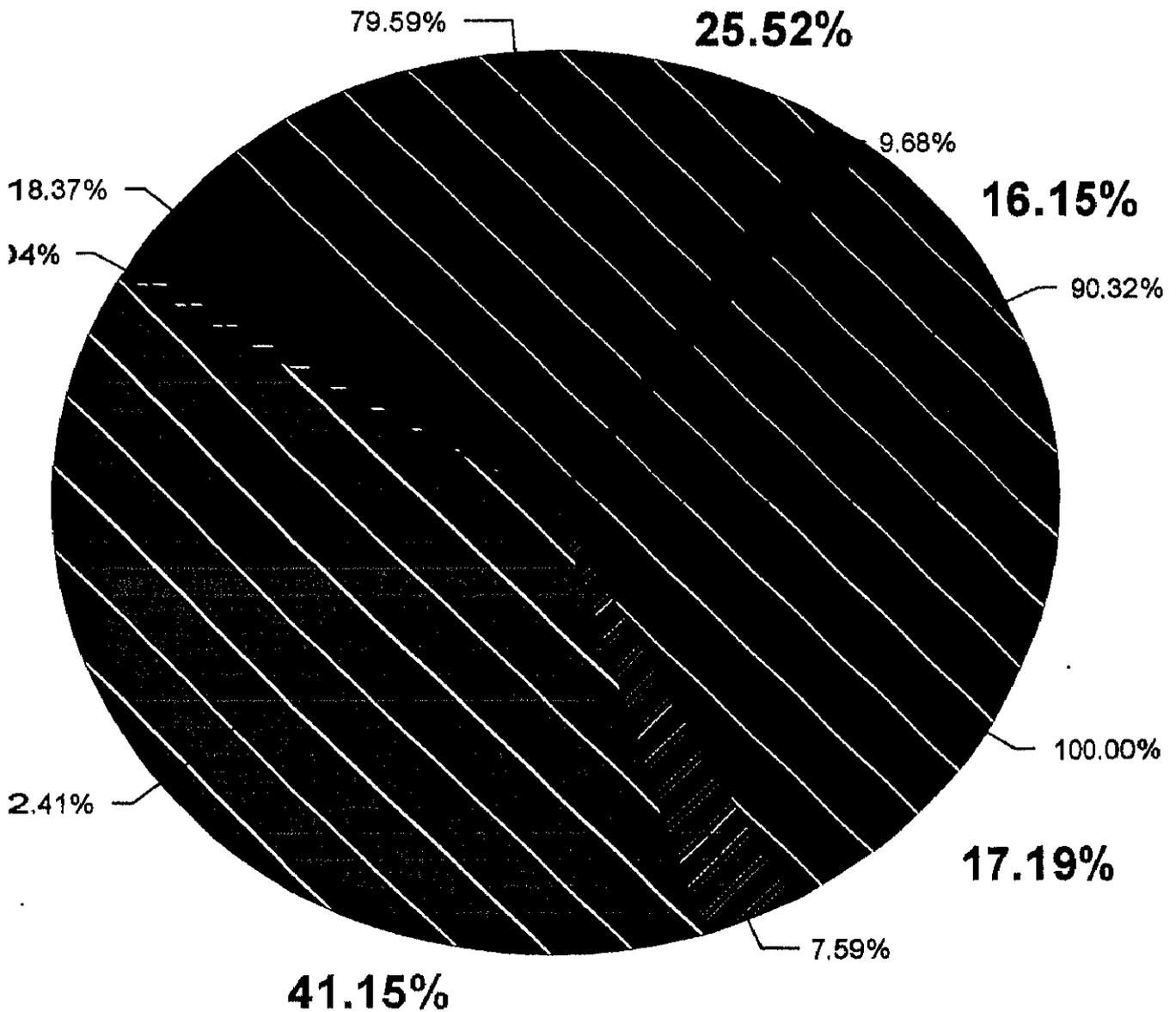


Hipermetropía autorrefractómetro O.D.



Estudio bidimensional.

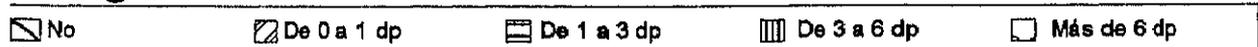
Muestra 2: Tiempo de recup. al deslumbramiento vs Astigmata autorrefractómetro O.I.



Tiempo de recuperación al deslumbramiento



Astigmata autorrefractómetro O.I.



V.I.I.- DISCUSSION

7.1.- Estados Refractivos

Como se ha expuesto en el apartado de material y métodos en nuestra investigación, se han clasificado las ametropías en: miopía simple, hipermetropía simple, asociación de miopía y astigmatismo, asociación de hipermetropía, astigmatismo y astigmatismo simple; con objeto de determinar no sólo la cantidad de error en la compensación óptica que llevaban habitualmente los estudiantes sino también y este dato nos parece de gran interés práctico en que sentido se desarrollaba la compensación, es decir si existían ó no excesivas compensaciones con equivalente esférico ó si por el contrario los defectos astigmáticos eran como tales.

Esta aclaración es imprescindible, para entender el motivo por el cual en la discusión de resultados unimos en el mismo epígrafe miopía y asociación de miopía - astigmatismo ó hipermetropía y su asociación con el astigmatismo; ya que para comparar nuestros datos con los de otros autores respecto a la incidencia de las ametropías en la población objeto de estudio hemos de considerar miopes ó hipermétropes a todos aquellos sujetos que pretenden estas deficiencias refractivas estén ó no acompañadas de astigmatismo; mientras que para apreciar si están ó no bien compensados deberemos determinar tanto el grado de descompensación como el sentido de la misma y éste dato sólo se podía obtener con la clasificación específica que elegimos en nuestro estudio.

7.1.1.- Miopía y asociación miopía - astigmatismo

La igualdad entre los ojos derechos e izquierdos con respecto a miopía simple (tabla 9) es el primer dato que se constata de nuestros resultados, en la tabla 11 se comprueba el mismo dato para los miope - astigmatas. En ningún caso las diferencias fueron estadísticamente significativas ni en el colectivo total (314) ni en los grupos diferenciados ($n_1 = 122$, $n_2 = 192$).

En este sentido, los trabajos de Sanz, González, Martínez y Muñoz (1994) coinciden con los resultados por nosotros obtenidos.

El trabajo estudio, por estos autores realizado en una población de 103 universitarios para relacionar la influencia de su actividad visual específica con el estado de refracción, presenta entre sus conclusiones que no encontraron diferencias significativas entre los dos ojos ni entre sexo ($P < 0.05$).

Otros muchos autores obtienen resultados semejantes. Sin embargo, trabajos también recientes, Vázquez (1990) realizados en nuestro país pero en una población de estudiantes de edades inferiores detectan un mayor número de ametropías, tanto esféricas como cilíndricas correspondientes al ojo derecho y en sus resultados aclaran que éstas son más abundantes en valores miópicos.

Respecto a la frecuencia de miopía simple encontramos un porcentaje de 12 % y 11,5 % para el ojo derecho e izquierdo respectivamente, y si a estos resultados unimos los analizados para la asociación miopía - astigmatismo que como se expone en la tabla 11 corresponden al 41,7 % y 41,4 % para el ojo derecho e izquierdo obtenemos que en el total de nuestra población (N = 314) el porcentaje de miopes con ó sin asociación de astigmatismo alcanza unos valores del 53,7 % y 52,9 % para ambos ojos.

Ahora bien, es necesario decir que en gran medida el grado de la ametropía es moderado, es decir que nos encontramos con un alto porcentaje de anomalías clasificadas como leves.

Concretamente con relación a la miopía simple ó asociada superior a 6 dioptrías, sólo el 2,8 % y el 2,9 para cada ojo presentan este grado de error refractivo. El resultado coincide con el obtenido por Muelenaere (1970) en sus investigaciones para conocer la prevalencia de las ametropías de composición (superiores a 6,00 dioptrías) en el que concluye que sólo afectan a un 3 % de la población.

Si comparamos nuestros resultados con los de otros investigadores referentes a miopía simple y asociada con valores inferiores a seis dioptrías, observamos coincidencias y diferencias importantes. A este respecto, en primer lugar

nuestra discusión con otros trabajos se va a centrar en grupos de estudiantes universitarios de España y otros países considerando por nuestra parte el análisis de nuestra población total sin considerar la exposición ó no a pantallas de ordenador.

Como comentamos en párrafos anteriores, hemos encontrado un 53,7 % y 52,9 % de esta ametropía para el ojo derecho e izquierdo respectivamente. Estos valores son superiores a los obtenidos por Dunphy (1968) que correspondía a un 44 % en la universidad de Harvard; a las de Hall (1935) y Derby que oscilaban en torno al 35 %; y a los de Agnew que da más cifras entre el 28,5 % y el 40 % según el colectivo analizado.

Sin embargo estudios más recientes como los realizados por Septon (1984) y Schell y colaboradores (1985) obtienen valores de ametropía miópica en torno al 75 % y 81 % respectivamente. Por otro lado coinciden con nuestros datos las investigaciones de Randall con valores del 52 %.

En la búsqueda bibliográfica, en grupos de población semejantes al nuestro (jóvenes universitarios) encontramos trabajos europeos que como en el caso de las investigaciones americanas expuestas en el anterior, coinciden ó difieren con nuestros resultados. Así los porcentajes obtenidos por Parnell (1951) en Inglaterra, dan como resultado un 32 %, dato éste

inferior a nuestro 53,7 % y 52,9 %; en cambio las investigaciones de Seggel y Emmert encuentran valores superiores en torno al 81 %.

Valores semejantes a los nuestros son encontrados en las investigaciones de Fleischer (50 %) ó Midelfort y colaboradores (1992) en 140 estudiantes de la facultad de Medicina de Oslo con valores en torno al 50,3 %.

Esta discusión no es completa, si no tenemos en cuenta los estudios realizados en colectivos de adultos jóvenes no estudiantes ó no sometidos a estrés visual.

La prevalencia de miopía simple y combinada encontrada por los investigadores difiere mucho de unos trabajos a otros, pero en general presentan porcentajes inferiores a los resultados de nuestra investigaciones. Así, Sorsby (1961) en el Reino Unido encuentra 11 %, mientras que Grosvenor y Flo (1990) muestra unos porcentajes que oscilan entre un 20 y 30 % para grupos de población en Estados Unidos. Estos valores son, a su vez, superiores al 3 % obtenido por Rídlér y Bear en 1980, para una población rural de Canadá.

El análisis que más se asemeja, en cuanto a resultados se refiere, a los nuestros en población no universitaria es el realizado por Gmelin (1976) en un grupo de militares de la

academia de West - Point; los valores por éste autor obtenidos respecto a porcentajes de miopes es del 51 % similar al 53,7 % y 52,9 % de nuestro grupo.

Por otro lado, es preciso analizar los datos para este valor que presentan las dos muestras en las que se divide la población total de estudiantes de nuestra investigación, es decir las diferencias respecto a frecuencia de miopía en la muestra 1 (sujetos que utilizan ordenador) y en la muestra 2 (sujetos que no trabajan con esta herramienta informática).

Considerando los resultados de las tablas 9 y 11 comprobamos una mayor incidencia de miopía entre 0 y 1 dioptría entre las personas que componen el grupo 1 frente a los estudiantes no usuarios de ordenador que forman el grupo 2, estos valores de concretan en las siguientes cifras: para el ojo derecho el 20.4 % frente al 18 % y para el ojo izquierdo el 23,8 frente al 20.8 %.

Respecto a miopías entre 1.25 y 3 dioptrías, también se detectan una mayor frecuencia en los usuarios de ordenador mientras que en las ametropías superiores no hay prácticamente diferencias entre los dos grupos objetivo de estudio.

En consecuencia, se confirman en nuestra experiencia las conclusiones que desde 1980 y partiendo de los trabajos de

Ostberg, Powell y Blokqvist apuntan hacia un aumento de valores miópicos, en general, en grado inferior a tres dioptrías en colectivos de usuarios de ordenador.

A este respecto, es interesante comentar la controversia que ha supuesto entre los estudios de los estados refractivos la afirmación antes expuesta respecto de la miopía inducida, así en las investigaciones de Hedman y Brienn (1986) realizadas en Suecia, para valorar la precisión del enfoque en el trabajo frente a terminales no detectan aumento de ésta ametropía por el contrario son muchos los autores, como Haider (1980) que obtienen resultados semejantes a los de Ostberg y colaboradores (1980), con los que nuestras investigaciones coinciden plenamente.

Es posible, que la explicación de las diferencias esté en función con el tiempo de trabajo frente al ordenador, así como con otros aspectos respecto a condiciones ambientales que puedan influir de forma decisoria.

Las investigaciones de Erlich (1986), están de acuerdo con los trabajos de Ostberg y colaboradores (1980) respecto a la existencia de la miopía inducida, sin embargo demuestran por trabajo intenso en distancia próxima e intermedia en el colectivo estudiado que este efecto es transitorio y que en

gran medida desaparece al anularse la causa que lo provoca, en éste caso el trabajo prolongado ante ordenadores.

7.1.2.- Hipermetropía y asociación de hipermetropía y astigmatismo

El análisis de la hipermetropía en la población estudiada se enfoca desde el mismo punto de vista que en el caso de la miopía. En primer lugar destacamos la incidencia de hipermetropía, los valores obtenidos respecto al porcentaje en el total de población (N = 314) expuestos en la tabla 10 presentan datos del 6.1 % y del 5.7 % para el ojo derecho e izquierdo respectivamente.

Este valor es menor al encontrado por otros autores como es el caso de Septon (1984) que en un grupo de estudiantes de optometría de la Universidad del Pacífico (Oregón) valoró en un 8.7 % el total de hipermétropes.

También resulta inferior al resultado obtenido por Sanz, González, Martínez y Muñoz (1944) en una población de estudiantes universitarios españoles, los datos que estos autores concluyen es de 7.84 %, siendo además todos los valores de pequeña cuantía respecto al grado de ametropía.

En el análisis de nuestros resultados, si contabilizamos los datos obtenidos para hipermetropía simple junto con los de

la asociación de ésta y el astigmatismo, comprobamos que en las dos muestras se presentan los siguientes valores: para la muestra 1 ($n = 122$) y en relación al ojo derecho el porcentaje es del 23,7 % frente al 29,2 % del grupo 2 ($n = 192$), respecto al ojo izquierdo los resultados del total de hipermétropes es del 29,5 % para los dos grupos ($n_1 = 122$; $n_2 = 192$).

Ahora bien, si nos fijamos en los datos del colectivo total ($N = 314$) la incidencia de esta ametropía es del 27 % y 29,5 % para el ojo derecho e izquierdo respectivamente. En cualquiera de los casos, los valores de nuestros resultados son superiores a los obtenidos por Scullica y Rechichi (1990) en un estudio epidemiológico en una amplia población de trabajadores de ordenador; la investigación se realizó analizando 29.604 individuos y la prevalencia de hipermetropía se cifró en un 21 % del total de la muestra.

considerando en este estudio hipermétropes a aquellos sujetos que necesitaban una compensación positiva asociada ó no a una lente cilíndrica de un poder inferior a 1,50 dioptrías.

Este estudio, en consecuencia y respecto a la ametropía que nos ocupa es comparable con el nuestro ya que la incidencia de astigmatismo simple superior a 1,50 dioptrías como se aprecia en la tabla 13 es del 0,3 % y 0.5 % respectivamente y

por consiguiente de escaso valor en el total de ametropías analizadas.

Si comparamos nuestros resultados con los de otros autores en poblaciones de estudiantes no universitarios con edades por tanto inferiores, vemos que los resultados se asemejan más, como es el caso de los datos propuestos por Hirsch (1964) que corresponde a un porcentaje del 26 % obtenidos en escolares. Resultados semejantes concretamente una incidencia de hipermetropes del 24,6 % se ha encontrado en una población similar en la provincia de Madrid, este trabajo fue realizado por Vázquez, Ruiz y Muñoz (1990).

Los valores obtenidos por Sorsby (1961) a este respecto no son comparables con nuestros resultados; ya que en sus investigaciones en poblaciones adultas establece un amplio grupo en el que se incluyen emétropes e hipermetropes hasta dos dioptrías, obteniendo para este estadio un 75 % del total de su muestra.

Respecto a las refracciones obtenidas para cada ojo insistimos en que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ni en la población total ni para cada muestra en particular, características también coincidente con los resultados de miopía.

Al estudiar, en profundidad los datos de nuestro estudio (tabla 10 y 12) y comparando los resultados para las dos muestras se aprecia que en el total de hipermetropes (con y sin componente astigmático) se presentan frecuencias mayores para la muestra 2 (sujetos no expuestos) concretamente en el ojo derecho 29,2 % frente al 23,7 % en la muestra de individuos que utilizan ordenador; mientras que para el ojo izquierdo los valores no son muy semejantes.

Ahora bien, es necesario conocer a que grupo de ametropía es debida la mayor incidencia en la población 2.

En nuestro estudio, con relación al grado de la hipermetropía, en primer lugar debemos hacer constar que en valores superiores a 6 dioptrías sólo aparece, un 0,6 % del total de individuos dato éste idéntico para el ojo derecho e izquierdo y además este porcentaje se presenta combinando con astigmatismo. Este resultado es muy inferior al indicado por Muelenaere (1970), que en su estudio lo cifra en el 3 %.

Correspondiente al valor dos de las tablas 10 y 12 en el que se incluyen el intervalo entre 0 y 1 dioptría se encuentran el mayor porcentaje de los datos concretamente el 15,7 % para el ojo derecho y el 19,7 % para el ojo izquierdo, si nos fijamos en el total del grupo.

Estos valores aunque mucho más altos a los resultados obtenidos por otros autores, están de acuerdo con las conclusiones de Sanz y colaboradores (1994) que defendían la mayor presencia de hipermetropías muy leves dentro del marco de hipermetropías totales.

Si se presentan los resultados para cada muestra considerando como decimos, hipermetropías de hasta 1 dioptría se aprecia contrariamente que es el ojo izquierdo de los sujetos expuestos el que da lugar al mayor valor concretamente 22,1 %.

Las cifras indican resultados muy desiguales para el ojo derecho del grupo 1 siendo esta de 13,1 %, mientras que para el ojo derecho e izquierdo del grupo 2 los porcentajes son del 17,2 % y del 18,2 % respectivamente.

Cuando, al principio de esta discusión de resultados afirmamos que en nuestro trabajo, para esta ametropía, se encuentran mayor número de hipermétropes en el grupo no expuesto a trabajo con ordenador que en el grupo 1 y por el contrario en el párrafo anterior exponemos una mayor incidencia para valores de hasta 1 dp en el grupo expuesto.

No estamos incurriendo en error, ya que debemos aclarar que este efecto se produce exclusivamente en el ojo izquierdo que se ve compensado con un valor sensiblemente inferior para

el ojo derecho del mismo grupo. Esta afirmación es demostrada por los estadísticos que extraemos de la tabla 12, ya que el porcentaje "responsable" de estos valores corresponde a hipermétropes - astigmatas.

Así las varianzas son para el ojo izquierdo $r_{11}^2 = 0,45$;
 $r_{21}^2 = 0,68$ %

Pero, debemos concluir conociendo a que grado de ametropía es debida la mayor incidencia de hipermetropía en la muestra 2 (no expuesta) y este dato se demuestra con los resultados correspondientes al valor 4, entre 3 y 6 dioptrías encontrando mayor frecuencia en la muestra 2 en ambos ojos.

Los valores correspondientes a hipermetropías leves son de gran importancia en los procesos de astenopía, como veremos en la discusión de la sintomatología inducida por el uso de ordenador.

7.1.3.- Astigmatismo

En la tabla n° 13 se concretan todos los resultados obtenidos del análisis del astigmatismo simple, que comentamos en éste epígrafe.

Respecto a la incidencia de la ametropía simple en el total del colectivo (N = 314) observamos que para el ojo derecho e izquierdo los valores son del 8,6 y 9,9 % respectivamente; como en los errores refractivos precedentes se aprecia la inexistencia de diferencias en los dos ojos para la ametropía.

Nuestro resultado es inferior al obtenido por Sorsby (1961), que cifra la aparición de astigmatismo en la población estudiada en un 14 %.

Respecto al grado de la ametropía se aprecia para el total de la muestra que el valor entre 0 y 1 dioptrías es el predominante con un 8 % y un 9,6 % para cada ojo, mientras que ametropías entre 1,25 y 3 dioptrías se presentaban en una incidencia muy pequeña concretamente del 0,6 % y 0,3 % grados superiores a 3 dioptrías no son detectados.

Con relación, a las dos muestras comparadas observamos valores muy semejantes así para el ojo derecho en la muestra 1 el porcentaje es del 9,8 % y en la muestra 2 corresponde al

7,8 % y para el ojo izquierdo los datos indican un 9,8 % y un 9,9 % para cada muestra respectivamente. Como se concluye en cualquier caso el astigmatismo simple detectado es inferior al 10 % y en su gran mayoría corresponde a valores de ametropía muy leves.

Los estadísticos que ratifican esta afirmación $X_{10} = 1,10$; $X_{20} = 1,08$; $X_{11} = 1,08$ $X_{21} = 1,10$ con valores de desviación típica de 0,33, 0,29 y 0,32 para cada ojo y muestra.

Entre la bibliografía consultada, el estudio del astigmatismo simple es poco frecuente ya que se analiza en su combinación con las ametropías esféricas como expondremos posteriormente. En estudios en España, en población de estudiantes aunque más jóvenes, Ruiz (1991) realizada entre 299 sujetos no encuentra ningún caso de este astigmatismo simple.

Es imprescindible, analizar el error de la componente astigmática asociada a las ametropías esféricas, miopía y astigmatismo; a tal efecto utilizando las tablas 11, 12 y 13 comprobamos que para el colectivo total el porcentaje de astigmatas asociados ó no a miopía e hipermetropía es del 69,3 y 74,9 % para el ojo derecho e izquierdo respectivamente. Este resultado puede parecer excesivo pero en la bibliografía se encuentran gran número de referencias en este sentido en poblaciones de distintas edades.

En el estudio realizado por Kragha (1986), encontró en una amplia población en distintos rangos de edad unos niveles de astigmatismo que oscilaban entre 62 % y 81 % correspondientes al colectivo de individuos de 40 años ó mayores y de edades inferiores a 40 años respectivamente.

Los resultados del trabajo anterior son coherentes con los del estudio de Satterfield (1989), sobre un colectivo de 1.112 sujetos jóvenes no estudiantes universitarios en el que se encuentran unas proporciones de astigmatismo promedio igual 62,9 %.

Como se aprecia los dos trabajos de investigación anteriores realizados para rangos de edad próximos a los nuestros concluyen datos semejantes.

Por otro lado en poblaciones de estudiantes de menor edad se encuentran los trabajos de Howland y colaboradores (1978), Gwizzda y colaboradores (1985) y Fulton y colaboradores (1980) con resultados respecto a prevalencias de astigmatismo contrapuestos, así Howland (1978) cifra en un 63 % la presencia de astigmatismos de la muestra estudiada, dato semejante al 56 % que Gwizzda cifró en 1985, mientras que Fulton en 1980 obtuvo un valor porcentual muy inferior concretamente del 19 %.

No hemos encontrado ninguna otra referencia bibliográfica que se asemeje a datos entre 15 y el 20 % en la asociación de astigmatismo con ametropía esférica.

Los valores más altos que hemos podido encontrar se hallaron en poblaciones de niños prematuros, trabajos realizados por London y Wick (1982) y Abrahamson (1988) que concluyen porcentajes del 83 % y 90 % respectivamente.

Del estudio de la bibliografía anterior, confirmamos que nuestros datos están en coincidencia y resultan coherentes con otros trabajos de investigadores.

Del estudio de la bibliografía anterior confirmamos la semejanza de nuestros datos con los obtenidos con otros autores.

En el análisis de los resultados comparando las dos muestras de nuestro estudio, se observa que no es el astigmatismo una variable que discrimine a ambos colectivos, ya que tanto para el ojo derecho como para el izquierdo se han presentado porcentajes entre el 69,8 % y el 72 %.

Con respecto al grado de astigmatismo, es destacable que tanto para la muestra de usuarios de ordenador como para la muestra que no utiliza esta herramienta, los resultados se

aglutinan en los valores 2 (0 - 1,00 dp) y 3 (1,25 a 3,00 dp) si nos referimos a astigmatismos asociados.

Así entre 0 - 1 dp (Tabla 11, 12 y 13) se encuentran los mayores porcentajes dentro del total de astigmatismos, concretamente valores para la muestra 1 (expuestos) del 36 % y 42,6 % y para la muestra 2 del 30,7 y 37 % del total de astigmatas.

Sin embargo, para el valor 3 es decir astigmatas entre 1,25 y 3,00 dioptrías los porcentajes dentro del total de astigmatas es de 23,7 % y 20,5 % para los universitarios usuarios de ordenador y de 29,7 % y 23,3 % para universitarios no usuarios.

En consecuencia, se concluye de nuestro estudio que el grado de astigmatismo más frecuente es el que corresponde a valores inferiores ó iguales a 1 dioptría en los dos grupos de universitarios estudiados.

Estos datos coinciden con la mayoría de las investigaciones referenciadas, así; destacamos las medidas realizadas en el trabajo de Lyle (1971) estudiando el astigmatismo demostraron que un alto porcentaje de ojos tienen un astigmatismo keratométrico del orden de 1 dioptría que se compensa con un astigmatismo residual, es decir el error astigmático no

atribuido a la superficie corneal de 0,62 dioptrías de signo contrario, por consiguiente el astigmatismo resultante en el ojo humano es próximo a 0,37 dioptrías, a favor de la regla.

Por otro lado en los análisis sobre astigmatismos realizados por Sanz y colaboradores (1994) en estudiantes universitarios, obtienen que el valor medio del astigmatismo detectado era de 0,27 dioptrías a favor de la regla. Especificando que en cuanto al tipo, el 59,1 % eran directos, el 30,3 % inversos y el 10,1 % oblicuos.

Los trabajos de Boles - Carenini, Rubino, Grignolo y Maina (1989) en una población de usuarios de ordenador sobre la influencia de los errores de refracción, incluyendo el astigmatismo, y al uso de ordenador no pueden ser comparados con nuestros datos, ya que la sistemática metodología y los criterios respecto a la clasificación de emétopes difieren sensiblemente, la relación entre otro trabajo considerando el uso de ordenador y la presencia de errores refractivos es el realizado por Daum, Good y Tijerina (1988) sobre 34 sujetos usuarios de ordenador, la característica más destacable de esta investigación es el seguimiento desde el punto de vista optométrico y sintomatológico durante un intervalo de tiempo entre 6 meses y tres años. Respecto a la ametropía que nos ocupa en este epígrafe, la investigación encuentra la presencia de un 24 % de astigmatas en el colectivo estudiado y, también

se informa que la media del grado de ametropía está entre 0 y 1 dioptría; dato acorde con los obtenidos en nuestro estudio.

Nancy, Wiggins, Kent y Damm (1991) en un estudio diseñado específicamente para conocer la influencia que pequeñas cantidades de astigmatismo tienen sobre el confort visual entre un grupo exclusivamente compuesto por usuarios de pantallas de ordenador, obtuvo como principal conclusión la recomendación de considerar y corregir las cantidades, aunque estas sean muy pequeñas, de astigmatismo a los trabajadores de videoterminal, incluso en los supuestos de apreciaciones visuales adecuadas para evitar la sintomatología producida por este hecho.

Esta afirmación es discutida por la experimentación realizada por Sheedy y colaboradores (1990), que dice que pequeñas cantidades de incorrección cilíndricas afectan insignificadamente a la actuación de los individuos que trabajan ante pantallas de ordenador.

En particular comprobaron que los individuos de 0,5 dioptrías de cilindro no corregido reportan subjetiva y significativamente más stress ocular y molestias cuando usan el terminal de ordenador que aquellos que están bien corregidos.

Mandell (1988) en un trabajo realizado sobre 105 individuos seleccionados aleatoriamente entre 200 sujetos, demuestra

que el 65 % tienen un astigmatismo residual de 0,50 dioptrías y en base a esta afirmación sugieren que esta incorrección astigmática contribuye al disconfort visual y referente a la compensación sugiere que si los pacientes a corregir son usuarios de pantallas, la compensación óptica debería ser superior a la normal en media dioptría debido a que demostró que de esta forma se evitaban síntomas astenopeicos.

Sin embargo Daum y colaboradores (1988) sugieren que pequeñas cantidades en las incorrecciones de errores refractivos pueden ser un factor significativo en el disconfort visual de los usuarios de ordenador.

7.1.4.- Errores en la Compensación Óptica

En la discusión de nuestros resultados, referidos a la compensación óptica recurrimos en primer lugar a la tabla 8 dentro del epígrafe de características de la muestra, en él se hace una relación comparativa entre los portadores de lentes oftálmicas ó lentes de contacto del colectivo total y de las muestras 1 y 2 de estudiantes universitarios.

El porcentaje de usuarios de corrección es el total de la muestra del 50,7 % muy superior al obtenido por Sanz, González, Martínez y Muñoz que lo cifra en el 26 %, los datos referidos a las muestras parciales corresponden para el grupo de estudiantes usuarios de ordenador el 45 % y en el grupo de no

usuarios al 53,4 %. Las diferencias en ningún caso han sido estadísticamente significativas.

Del total de universitarios el 30,3 % utilizan las compensaciones frente a un 9,9 % que sólo la usan para distancia de lejos y el 8,9 % para distancia próxima.

Un grupo muy pequeño correspondiente al 1,3 % recurre a ayudas visuales especialmente diseñadas para uso de ordenador.

Conocer cual es el signo de la compensación óptica de las lentes que llevan los estudiantes nos obligó, como se ha comentado en otro apartado, a abrir nuestra estructura de clasificación en los 5 grupos siguientes: Miopía, hipermetropía, astigmatismo y asociación del error astigmático con miopía e hipermetropía.

En las tablas 14, 15, 16, 17 y 18 se exponen los resultados obtenidos de la medida de cada gafa para cada ametropía y como en el caso del estudio de los estados de refracción, se presentan los datos del total del colectivo (N = 314) frente a los correspondientes a la muestra 1 y 2.

El primer dato importante a resaltar se encuentra en la tabla 14 , donde se puede apreciar que la compensación para miopía simple es del 23,8 % y 22,9 % para los sujetos

expuestos en el ojo derecho e izquierdo respectivamente y del 22,3 % y 23,4 % en el grupo no expuesto.

Así, en el grupo total de universitarios estudiados, las cifras alcanzada de los valores de la compensación miópica simple es en ambos ojos idéntica, concretamente del 23 %.

La comparación de estos valores con los obtenidos para los ojos de nuestros encuestados es de suma importancia en esta memoria.

Como se recordará los datos que obtenemos en el análisis del estado de refracción es del 12 % y 11,5 % para el ojo derecho e izquierdo respectivamente. Como consecuencia de esta diferencia que se cifra en el 11 % y 11,5 % se demuestra, la inadecuada corrección de la miopía en el colectivo objeto de estudio, en el sentido de mayor número de compensaciones miópicas simples de las debidas, es decir corregidas con el equivalente esférico sin tener en cuenta el astigmatismo.

Este dato se confirma al analizar la Tabla 16, donde se expresan los resultados de las lentes para miopía y astigmatismo. Los resultados son para sujetos expuestos a ordenador m, del 9,8 % para el ojo derecho y del 7,6 % para el ojo izquierdo frente al 13,5 % y 11,5 % para ojo derecho e izquierdo, respectivamente en la muestra 2.

Las diferencias entre las dos muestras, a este respecto, no son importantes aunque se inclinan hacia una leve compensación mejor en el grupo dos. Ahora bien la comparación de estos valores con los obtenidos en la refracción de los sujetos ratifican la descompensación muy importante encontrada. Por tanto frente a un 53,7 % y 52,9 % de astigmatismo - miópicos sólo llevan la compensación astigmática menos del 10 % del total de la población.

Respecto a la hipermetropía simple, los valores de la Tabla 15 demuestran para el total del Colectivo una compensación óptica del 5,4 % y 5,1 % respectivamente. Nuestros valores, de la refracción Tabla 10, aportan unos resultados de 6,1 % y 5,7 % respectivamente.

En consecuencia, para esta ametropía no se produce en nuestro estudio variaciones tan importantes como en el caso anterior.

Si atendemos a la corrección óptica del grupo expuesto y no expuesto, en la muestra 1 para el ojo derecho fueron encontradas compensaciones de hipermetropía del 2,5 y 1,6 % para el izquierdo y todas ellas entre 0 y 1 dioptría (valor 2). Por el contrario en la muestra dos, las compensaciones hipermetrópicas se cifran en 7,3 % y 6,8 % para ambos ojos.

Los resultados correspondientes a la hipermetropía asociada a astigmatismo (Tabla 17) los datos, resultan relativamente semejantes a los anteriores con un 5,1 % y un 6,7 % para ambos ojos en la población total (N = 314). La comparación de las muestras no presentan diferencias estadísticamente significativas.

Si atendemos a la diferencia entre los valores encontrados para la refracción ocular en el total de los sujetos afectados por hipermetropía, sea esta asociada ó no a astigmatismos que se cifró en el 27 % y 29,5 % para ojo derecho e izquierdo (N = 314) y los valores que en el estudio de su compensación se han encontrado 10,5 % y 10,8 %, comprobamos el desfase existente entre ambos datos.

En la Tabla 18 se relacionan los datos correspondientes a la compensación óptica del astigmatismo simple con valores en N = 314 el 2,6 % y 3,1 % sin presentarse diferencias significativas.

En la Tabla 13 se obtuvieron valores superiores en el estado de refracción para ametropías.

El error existente ó no en la compensación con lentes oftálmicas ó de contacto se consideró en los resultados siendo estos expuestos en las Tablas 19 y 20.

En ambos casos, no se contabilizaron los errores inferiores a media dioptría. Si nos fijamos en los datos referentes a la componente esférica compensatoria de ametropía miópica e hipermetropía, los datos muestran que en la población de estudiantes universitarios estudiada un 27,7 % y un 25,8 % para el ojo derecho e izquierdo, presentaban error en la compensación. Este es mayor en la población de estudiantes que utilizan ordenador un 32 % y 30,3 % para el ojo derecho e izquierdo respectivamente, frente al 25 % y 22,9 % en el grupo que no utiliza ordenador.

La componente astigmática es referida en la Tabla 20, en este caso también sin contabilizar errores compensatorios inferiores a 0,50 dioptrías, destacamos el 16,9 % y el 19,1 % en el colectivo total de universitarios ($N = 314$) para la muestra 1 ($n_1 = 122$) estudiantes que utilizan el ordenador es para el ojo derecho del 18,9 % y el 22,1 % para el ojo izquierdo frente al 15,6 % y 17,2 % en la muestra 2 ($n_2 = 192$) estudiantes no usuarios de ordenador.

En la bibliografía que nos sirve de referencia en relación a la gravedad del error compensatorio de nuestra población, encontramos escasez y contradicción en los resultados de diferentes trabajos de investigación, así pues Sheedy en un estudio realizado en 1989 a cerca de informes sobre 153 pacientes que presentan problemas visuales y que utilizan los

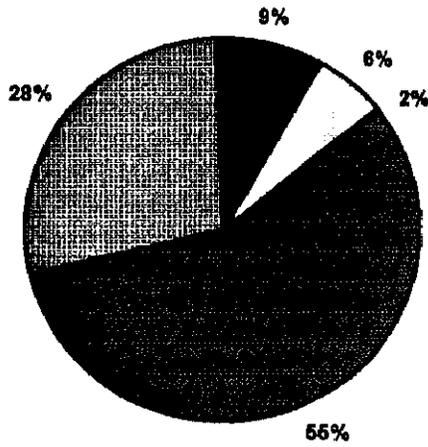
servicios de la clínica/despacho de la Escuela de Optometría de Berkech, se indica que un sólo 10 % de los pacientes presentaban una corrección inadecuada.

Por otro lado, el equipo de este mismo autor cuando realiza un estudio a través de 1.307 consultas a optometristas, concluye a este respecto que un 53,2 % de las respuestas hace referencia a errores refractivos.

Respecto a la influencia de los defectos en la corrección de ametropías, Sheedy en otra investigación (1989) refiere que este hecho afecta a las posiciones que los operadores adoptarán delante del terminal provocando en consecuencia, molestias de diversa consideración.

En la revisión bibliográfica referida a este tema hemos detectado una especial atención en las publicaciones al hecho de que la corrección sea realizada de manera escrupulosa, especialmente en los portadores de las lentes bifocales y progresivas.

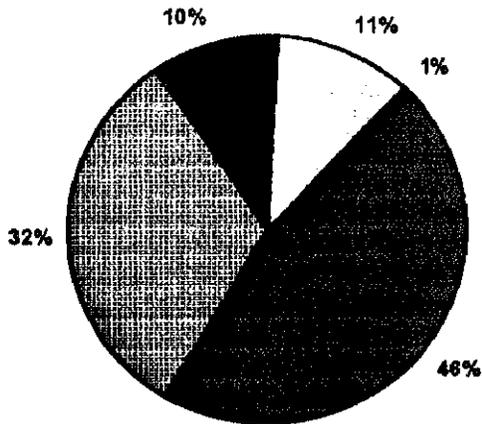
Muestra 1.- Uso de gafas



■ Nunca ■ Permanentemente ■ Solo Lejos □ Solo Cerca ■ Solo pantalla

Gráfica 1.6.

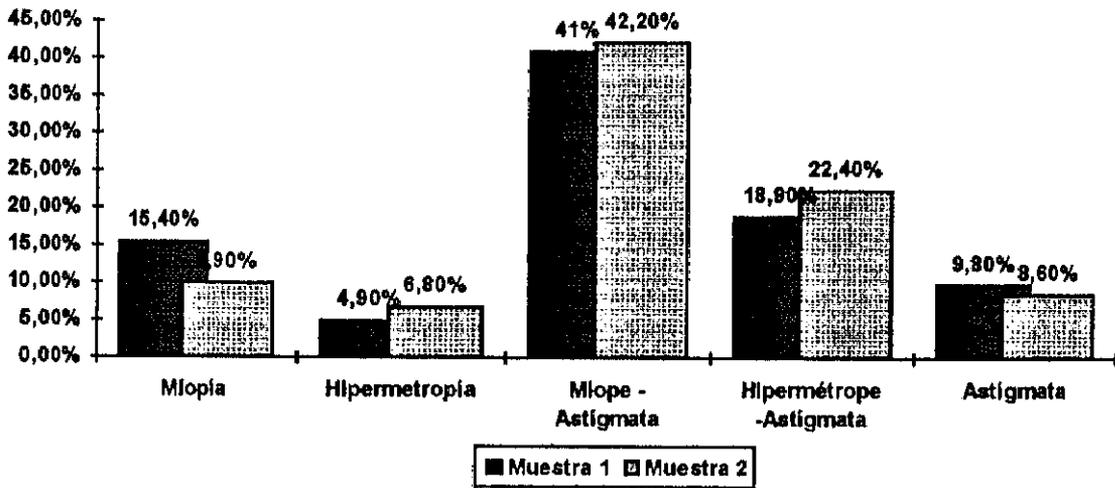
Muestra 2.- Uso de gafas



■ Nunca ■ Permanentemente ■ Sólo Lejos □ Sólo Cerca ■ Sólo pantalla

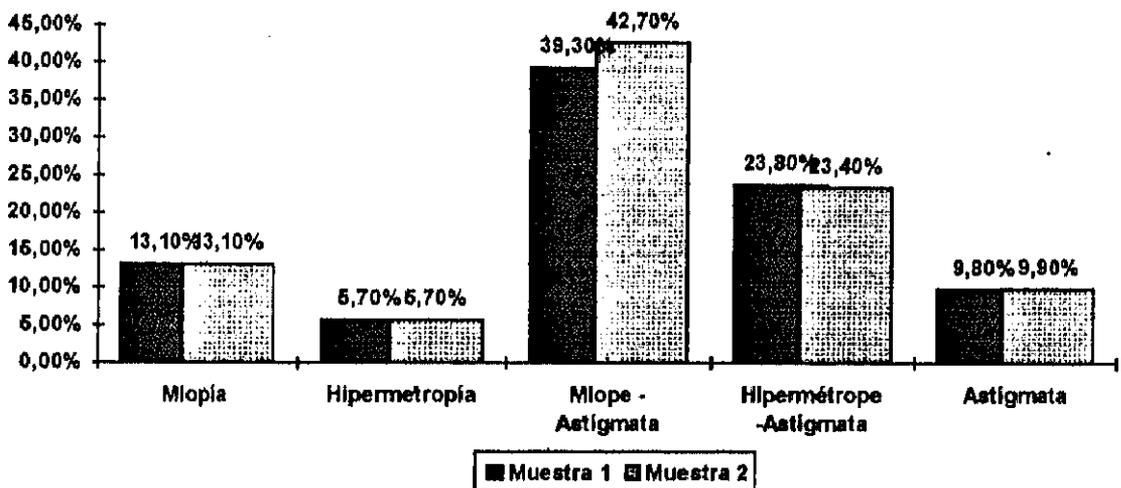
Gráfica 2.6.

Análisis de los estados de refracción O.D.

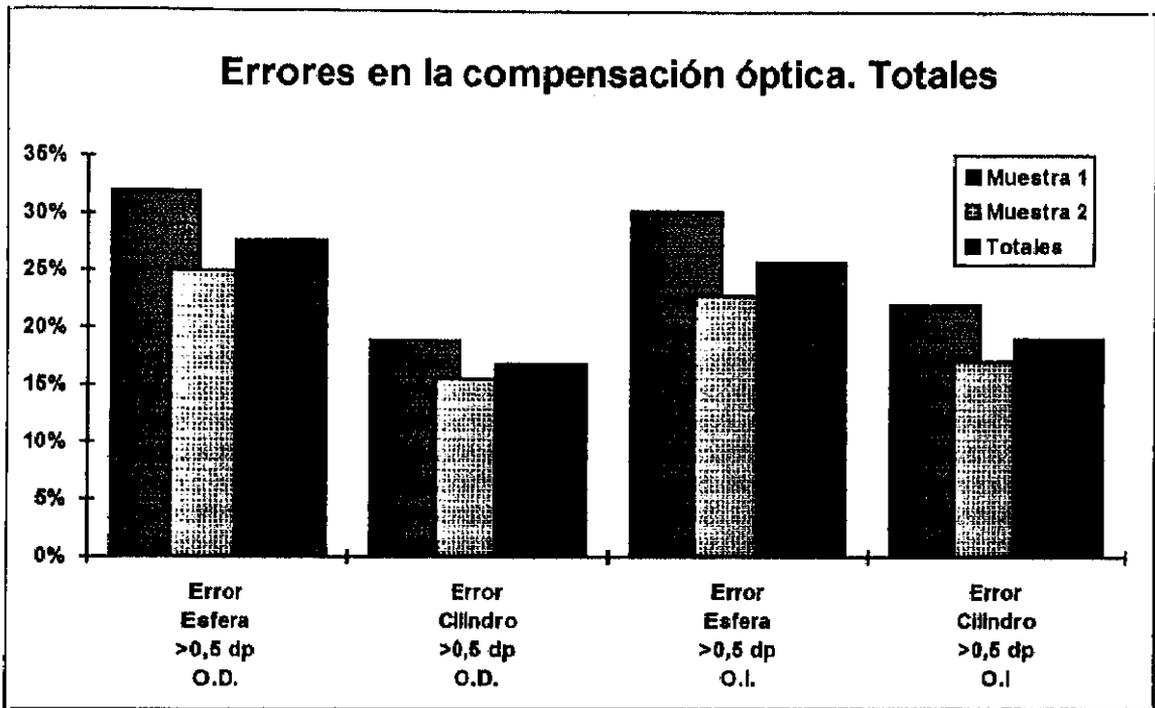


Gráfica 7.D.

Análisis de los estados de refracción O.I.



Gráfica 7.I.



Gráfica 8.

7.2.- Estado de la Función Visual

Después de analizados y comparados nuestros resultados con los de otras investigaciones y conociendo cual es el estado básico de la refracción en el colectivo de universitarios $N = 314$ así como las diferencias entre las muestras de usuarios expuestos ante pantallas de ordenador ($n = 122$) y no expuestas ($n = 192$) pasamos a conocer como está la función visual en estos colectivos.

Para el reconocimiento se realizaron como, ya se ha comentado, pruebas de diferentes aspectos de la visión que determinarán en estado de distintas capacidades visuales.

Este análisis empieza con la agudeza visual tanto monocular como binocular utilizando test de contraste unidad, posteriormente recurrimos a técnicas más exactas midiendo la capacidad de percepción al contraste con el test de sensibilidad al contraste; no hemos olvidado en nuestra investigación pruebas tales como valoración de la capacidad dinámica y fatiga así, como los aspectos relacionados con la adaptación visual y tiempo de recuperación al deslumbramiento.

Terminamos estableciendo que efectos producen todos los aspectos funcionales sobre la percepción binocular.

Finalmente el conocimiento de los síntomas referidos por los estudiantes nos permite conocer y comparar estos resultados con otros trabajos de investigación.

7.2.1.- Agudeza Visual

7.2.1.1.- Agudeza Visual Monocular

La estructuración de los resultados agudeza visual se realizaron a intervalos de este parámetro, en todas las tablas referentes a esta medida se pueden apreciar.

Tabla 21, 22, 23, 24 y 25, consideramos valor 1 aquellas agudezas visuales iguales ó superiores a 1; valor 2 al intervalo que incluye 0,8 y 0,6 y valor 3 todos aquellos resultados inferiores a 0,6.

Las diferencias entre los dos grupos en ningún caso fueron estadísticamente significativas.

Comenzamos con las agudezas visuales monoculares en el ojo derecho e izquierdo, para el valor 1 se obtienen resultados muy semejantes en el total de la población OD = 75 %; OI = 74,8 %, la igualdad se mantiene al comparar ambas muestras m_1 y m_2 .

Respecto al valor 2 que incluye las agudezas 0,8 y 0,6 resulta en la comparación de las muestras de estudiantes usuarios y no usuarios de ordenador para cada ojo, ahora bien

en los dos grupos se aprecia un porcentaje superior de este grado de capacidad en el ojo izquierdo.

Sin embargo, valores de agudeza visual inferiores a 0,6 son porcentualmente superiores en el ojo derecho; este dato puede relacionarse con los resultados de la Tabla 19, donde se aprecia un error superior respecto a la compensación esférica para este ojo.

Estos resultados se demuestran con los valores de la media $X_{10} = 1,35$; $X_{20} = 1,35$; $X_{11} = 1,31$; $X_{21} = 1,30$ con desviaciones típicas de 0,66; 0,64; 0,57 y 0,57 respectivamente.

En los trabajos ya citados de Sanz y colaboradores (1941) a los que nos referimos frecuentemente por la semejanza respecto a la población y por la proximidad en el tiempo, se obtienen valores de agudeza visual habitual, es decir con su compensación óptica en el 54,37 % de los casos. En consecuencia nuestros resultados son superiores.

El análisis bidimensional que realizamos buscando las posibles relaciones entre variables, aporta los siguientes resultados respecto de la agudeza visual monocular del ojo derecho e izquierdo en la muestra 1 de sujetos expuestos al ordenador. (Tabla 53) el coeficiente de contingencia obtenido fue de $r = 0,52$ $P \leq 0.01$.

Entre el colectivo de universitarios que no utilizan ordenador la asociación de estas variables también se demostró con un valor de $r = 0,40$ $P \leq 0,01$.

En la búsqueda bibliográfica encontramos los trabajos de Ruiz y colaboradores (1991), realizados en una población de estudiantes de menor edad donde plantean como en nuestra investigación, la relación de varias variables en su caso correlación en agudezas y respecto a la lateralidad. Encuentran valores de correlación de 0,98 pero estos datos no son comparables con los nuestros, ya que el coeficiente utilizado no es el mismo.

7.2.1.2.- Agudeza Visual Binocular

La frecuencia de estudiantes que para distancia a 5 metros tienen una agudeza visual igual ó superior a uno es de 280 individuos del total de la muestra, correspondiente este dato al 89,2 %. Como se aprecia mejora considerablemente respecto a los valores obtenidos en visión monocular. Valores muy semejantes son obtenidos en un grupo de estudiantes universitarios por Sanz (1994). En A.V. habitual el valor de 82,52.

Las diferencias en los dos grupos no han sido altamente significativas.

Debemos tener en cuenta que en todo nuestro estudio se analiza la A.V. habitual es decir, con su compensación normal.

Para todos los intervalos los valores entre ambos grupos han sido muy semejantes.

Otros autores obtienen con este mismo método de diagnóstico resultados semejantes; este es el caso de los trabajos realizados por Dunsky (1990) comparando dos poblaciones de 532 y 640 ojos, buscando correlaciones variables.

Destacamos un trabajo realizado por Morin, Pellet (1989) en un colectivo de 196 individuos que utilizan ordenador, estos son divididos en grupos en función de la sintomatología astenopecica, se les chequea para conocer algunos valores de su función visual y buscar relaciones respecto a la frecuencia e intensidad de síntomas.

En este apartado, exponemos sus resultados correspondientes a agudeza visual binocular, fueron significativos para 0,05. Tienen síntomas de astenopia el 36,8 % de las personas con una A.V. de lejos inferior a 1, frente al 19,5 % de los que poseen una agudeza superior ó igual a 1. Concluyen a este respecto que en su estudio, una A.V. insuficiente para lejos parece constituir un factor de riesgo en la aparición de la sintomatología ocular engendrada por trabajo ante pantalla.

Por otro lado, la distancia intermedia es decir 0,66 metros es poco usual ya que no se encuentran actividades donde esta distancia se utilice habitualmente de forma masiva salvo la pantallas del ordenador; se consideró imprescindible para valorar el estado visual en nuestros estudios obtener resultados de este parámetro.

Los resultados demuestran una mejora considerable respecto a la distancia próxima así, para el total del colectivo se presentan 301 individuos (95,9 %) con A.V. igual ó superior a 1, solo 8 individuos (2,5 %) con valores entre 0,6 y 0,8 y 5 personas (1,6 %) con resultados de agudeza visual binocular a distancia intermedia inferiores a 0,6.

En la Tabla 24 se recogen todos los resultados que indican valores muy semejantes entre los dos grupos 95,9 y 95,8 para $A.V \geq 1$ respectivamente.

Son muy escasas las referencias bibliográficas a este respecto, en la investigación de Morin y Pellet (1989) utilizan un instrumento diseñado específicamente por el análisis visual de usuarios de ordenador donde se determinan las capacidades visuales, a la distancia de 0,66 y las relacionan con los síntomas molestos, en sus resultados obtiene que el 38,2 % de las personas que logran una agudeza visual máxima inferior a 1 se quejan con frecuencia de síntomas molestos; entre aquellas

cuya agudeza máxima es superior o igual a 1 sólo se quejan un 16,2 %. Estos resultados son estadísticamente significativos.

Finalmente se investiga en la agudeza visual en distancia próxima con resultados mejores incluso que en distancia intermedia. Así para A.V. ≥ 1 la frecuencia en el colectivo total N = 314 es de 97,1 %; entre 0,8 y 0,6 se presentan 9 individuos correspondientes al 2,9 % y no aparece ningún dato respecto a A.V. $< 0,6$.

Las diferencias entre los dos colectivos no son estadísticamente significativas.

En consecuencia, concretamos el buen estado de agudeza visual en general en los estudiantes universitarios que componen nuestra población, medido con el método tradicional. Pero debemos añadir, que la agudeza visual mejora el aproximar el punto de fijación, esta afirmación no es contradictoria con los defectos de refracción detectados ya que en su mayoría, como se recuerda, eran debidos a errores miópicos ó asociados con astigmatismo, ametropía en la que se produce una aproximación del punto próximo. Además el grado de la ametropía detectado es leve, por consiguiente les permite tener una capacidad visual aceptable en las diferentes distancias y tanto más adecuadas, cuanto más se acerque a su punto.

Seguimos comentando la investigación de Morin y Pellet (1989) que hemos referenciado para la distancia lejos e intermedia, en esta ocasión para presentar sus resultados en distancia próxima. En este caso no fueron significativos, el 17,4 % de las personas con un test normal formulan con frecuencia quejas visuales frente al 48,5 % de quienes tienen un resultado de test de distancia próxima alterado.

Es evidente, según la exposición de las diferentes agudezas visuales en función de la distancia, la implicación de estas con la edad y con el estado del mecanismo de acomodación.

Se demuestra en nuestro estudio, que aun cuando conocemos el declive de la capacidad acomodativa desde los 20 años, aún persiste en el rango edad de la población de 20 a 30 años una reserva acomodativa muy alta.

En la búsqueda bibliográfica son muchas las referencias encontradas que analizan diferentes aspectos de la acomodación en los usuarios de ordenador.

En un estudio de Ostberg y Takeda (1986) realizado en operadores de ordenador se cuestiona sobre las variaciones de la acomodación en función de la sobrecarga en el esfuerzo visual, concluye que existe una disminución de la velocidad

acomodativa cuando el mecanismo de acomodación debe realizarse a distancias distintas como es el caso de los operadores de ordenador.

Referente a la precisión en el enfoque en función de la edad y de la carga funcional se desarrollan los trabajos de Hedman y Briem (1983) en 2 individuos que trabajan con ordenador; el diseño del experimento que se realiza durante 6 meses de los cuales en tres de ellos las personas trabajan durante 8 horas diarias frente a pantallas y durante los otros tres realizaron trabajos variables. Las medidas optométricas se tomaron con el optómetro láser Leibowitz y Henessy (1975).

Se analizan diferentes parámetros como punto próximo de acomodación y convergencia, acomodación relativa a 0,25 m, 0,50 m, 1 m y 6 m. En la experiencia se dividen los grupos según la edad en menores de 20 años, entre 20 y 40 y mayores de 40 años. Se concluye que la edad es una variable determinante respecto a la precisión del enfoque a la distancia próxima, pero que la carga acomodativa no resulta un factor provocador de fatiga y sintomatología astenoipeica si se desarrolla con pausas y en un ambiente adecuado. Sus conclusiones no coinciden con Ostberg (1980) ya que no detecta aumentos de la miopía inducida.

Precisamente, del autor citado Ostberg en una investigación posterior (1986) recogemos una investigación entre dos

motivos por utilizar un colectivo semejante al de nuestro análisis, concretamente estudiantes que utilizan ordenador frente a otro grupo que no es usuario.

Pretende conocer los cambios acomodativos antes y después del trabajo con pantalla relacionándolo con el antes y después del trabajo, también en distancia próxima pero sobre papel. Profundiza en los trabajos de Dainoff (1982) y tomó como variable el tiempo de trabajo coincidiendo en este aspecto con Zwahlen y colaboradores (1984).

En sus conclusiones considera que el tiempo de trabajo al día debe ser definido y confirma los trabajos de Elías y Cail (1982) donde se expone que los post - efectos de acomodación parecen estar correlacionados con la carga habitual.

Finalmente los trabajos de Corno y Danieul (1984), ratifican la influencia que las microfluctuaciones de la acomodación ejercen en los efectos sintomáticos de los operadores de ordenador, este aspecto ha sido estudiado por Kurimoto y colaboradores (1983) entre otros autores con idénticos resultados.

7.2.2.- Función de la Sensibilidad al Contraste

En el estudio de la función visual incluimos el análisis de la sensibilidad al contraste, para conocer en mayor profundidad valores sutiles que la medición de agudeza visual con optotipos de contraste unidad no nos proporciona.

Como hemos expuesto en el epígrafe anterior, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas al realizar las pruebas de agudeza visual tradicionales en la comparación del grupo de estudiantes usuarios de ordenador con el grupo de estudiantes no usuarios.

Sin embargo, la medida de la sensibilidad al contraste y la posterior comparación de los resultados nos proporciona datos con diferencias estadísticamente significativas.

Se expresan los resultados por intervalos de contraste para cada frecuencia, debemos hacer notar que estos intervalos serán diferentes en función de la frecuencia en el método utilizado, así en el total de la muestra un 12,1 % de los individuos presenta una sensibilidad superior a 120, mientras que el 87,9 % su capacidad para la determinación de contrastes se encuentra en el intervalo de 35 a 120, todos estos valores para frecuencias de 1,5 ciclos/grado (Tabla 26).

Los resultados más interesantes se plantean en la comparación de los dos grupos expuestos, cuyas diferencias ya se han comentado son estadísticamente significativas.

Para la frecuencia de 3 ciclos/grado sigue produciéndose el fenómeno de la significancia estadística aunque los valores se equilibran al considerar el conjunto de la población (N = 314) siendo el porcentaje de 46,8 % para contrastes superiores a 170 y del 52,9 % en el intervalo entre 44 y 170, así como valores inapreciables concretamente del 0,3 % para contraste inferior a 44.

En las características de cada muestra se observan estadísticos diferentes como es previsible, así para la muestra 1 ($n_1 = 122$) la media es de 1,99 y para la muestra 2 la media es de 1,24, sus desviaciones de 0,09 y 0,04 respectivamente.

Por tanto para las dos frecuencias menores, que nos posibilitan el conocimiento de las formas, encontramos diferencias estadísticamente una mejor capacidad para percepción de contraste en la muestra que no utiliza ordenador.

En lo que se refiere a la frecuencia de 6 ciclos/grado, frecuencia intermedia, coincide en la presencia de mejores capacidades de discriminación de contraste en las personas que forman el grupo 2 de no usuarios de ordenador, afirmación que

constatamos con los resultados que se exponen en la tabla 28.
 $X_1 = 2,00$; $X_2 = 1,38$; desviaciones típicas 0,37 y 0,52 respectivamente.

Para esta frecuencia, los valores son menos marcados que en el caso de las dos anteriores produciéndose una distribución de frecuencias en el colectivo total ($N = 314$) de $V_1 = 131$; $V_2 = 170$ y $V_3 = 13$, corresponden al 41,7 %, 54,1 % y 4,1 %, en el contraste > 185 ; de 45 a 185; < 45 .

Aún cuando los datos tienen a un mayor equilibrio las diferencias siguen siendo estadísticamente significativas $P \leq 0,01$ como en todas las frecuencias analizadas (Tabla 28).

En el estudio de la sensibilidad al contraste para frecuencia de 12 ciclos/grado y la de 18 ciclos/grado, se demuestra que la capacidad de percepción del detalle es mejor en el grupo de estudiantes que no trabaja con ordenador (Tabla 29 y 30).

En consecuencia, realizando la prueba con un test a distancia de 45 cm, para todas las frecuencias estudiadas encontramos mejor sensibilidad al contraste para la muestra 2 con diferencias estadísticamente significativas, en relación a la selección de la distancia.

Según, Domenech, Anton y Sequeira (1994) en un exhaustivo y reciente trabajo de investigación con el fin de conocer la variación de la función al contraste con la extrafovealidad, demuestran como influye la distribución de realización del test en el valor de la función de sensibilidad al contraste presentando valores más bajos a menor distancia.

Por el contrario en las investigaciones de Jiménez (1992) encuentra que la visión de contraste mejora en visión próxima siendo por la obtenida en visión lejana.

En una población de características semejantes a la de nuestra investigación referente a edades y actividad, Riera Astar (1990) analiza a 40 estudiantes entre 18 y 45 años con distintas ametropías respecto a las respuestas de la función de sensibilidad al contraste y comprueba que no es obstáculo tener una ametropía para alcanzar niveles altos de sensibilidad al contraste. Esta conclusión coincide plenamente con los resultados por nosotros obtenidos.

El trabajo presentado por en 1991 está de acuerdo con la tesis anterior, así como Thorn y Corwing en 1986. Sin embargo Fiorentini y Maffie en 1976 habían concluido que existía una importante reducción de la sensibilidad al contraste en miopes de elevada graduación aún con la compensación adecuada.

Jiménez y colaboradores (1992), amplió la afirmación anterior a todos los efectos de refracción, exponiendo también que existen bandas de frecuencias típicas para la población miope e hipermetrope.

Por otro lado Jiménez y colaboradores (1992) a este respecto informa que los defectos refractivos afectan a las altas frecuencias del test de visión de contraste, 18 ciclos/grado.

Por otro lado, la sensibilidad al contraste puede ser una herramienta sensitiva para determinar la fatiga visual Schmielt y Camisa la utilizaron con el fin de optimizar los parámetros pantalla entre los usuarios de ordenador. Consideraron parámetros importantes sobre los que decidir: La velocidad de refresco de la pantalla, la iluminación de la pantalla y el campo y el contraste del video terminal.

- Se trata de un test extremadamente sensible capaz de detectar variaciones después de 30 minutos de trabajo.
- La función de sensibilidad después de tres horas de trabajo decrece en las frecuencias entre 2 y 7,9 ciclos/grado.

Otros estudios relacionados con la fatiga inducida por los parámetros de la pantalla fueron desarrollados por Isensee y

Bennett (1983) concretamente en factores referentes a luminancia y parpadeo, por Baver y Cavonios (1980) respecto a polaridad del contraste y por su parte Schmidt y Camisa (1984) amplían la información haciendo referencia a la forma de los caracteres.

Finalmente podemos concluir con la investigación de Jiménez, Palomar, Piñero y colaboradores (1992) realizada en una población de 130 personas dividido en 3 grupos, un primer grupo de 45 personas emétopes, un segundo grupo de miopes de 39 personas y un tercer grupo de hipermétropes de 46 personas, que el test de visión de contraste valora mejor la función visual que los tradicionales, llegando por tanto a conclusiones semejantes a las expuestas por nosotros.

Otros autores como Eldred (1991) ratifican la confirmación anterior mediante la recomendación del test.

7.2.3.- Adaptación Visual

A continuación se discute el estado de las capacidades respecto a la adaptación visual incluyendo el tiempo de recuperación al deslumbramiento y la variación de agudeza visual a 2 niveles de iluminación.

En primer lugar, nos remitimos a la Tabla 31 referentes al tiempo de recuperación al deslumbramiento. Esta prueba es

un método rápido, sencillo y muy efectivo que nos permite diferenciar defectos oculares sutiles de afecciones del nervio óptico y fondo de ojo (Reixach Morera, 1989) es decir la importancia de esta prueba estriba en que detecta alteraciones mínimas específicamente de la retina, epitelio pigmentario, coroides ó nervio óptico que con frecuencia no son definibles por oftalmoscopia. Este efecto se produce incluso antes de disminuir la agudeza visual.

En el ojo normal, el periodo de blanqueamiento está relacionado entre otros factores con la edad, como se recordará la media de edad para el total del colectivo es de 23,4 años. Los valores normales para este parámetro están entre 40 y 60 segundos.

En nuestros resultados no se presentan diferencia de significancia estadística entre los dos grupos (expuestos y no expuestos). Así, estudiando los datos del total del colectivo (N = 314) encontramos que para valores superiores a 60 segundos (valor 4) aparecen 58 individuos correspondiendo al 18,5 % del total de la muestra.

En la comparación de los dos grupos obtenemos para la muestra 1 (sujetos expuestos) y para el intervalo entre 40 y 60 segundos un total de 36 individuos correspondiente al 29,5 % frente al 41,1 % de la muestra 2 (sujetos no expuestos).

Para valores superiores a 60 segundos ($v = 4$) nos encontramos con un porcentaje mayor en el grupo 1 correspondiente al 20,5 % frente al 17,2 % del grupo 2.

En la búsqueda de explicaciones referente a los tiempos de recuperación obtenidos incluimos esta variable en el análisis bidimensional realizado en la segunda fase de nuestra investigación.

En el cruce de variables se buscaron relaciones entre los distintos tipos de ametropía y el tiempo de recuperación (Tabla 57). Cuando se analizan los valores de significancia estadística no encontramos para el grupo de sujetos expuestos ningún valor en la asociación (N. S.). Ahora bien, en la muestra de sujetos no expuestos ($n = 192$) se detectan asociaciones en mayor ó menor grado para todas las ametropías en uno de los dos ojos.

De esta forma confirmamos la asociación entre la variable tiempo de recuperación al deslumbramiento con la presencia de miopía ($r = 0,30$ $P \leq 0,01$); efectos semejantes se obtienen con la ametropía, miopía asociada a astigmatismo ($r = 0,35$ $P \leq 0,01$) y aunque en menor grado la asociación se presenta para el resto de las ametropías para la muestra nº 2.

Respecto a la adaptación visual a dos niveles de iluminación obtuvimos para la población general (N = 314) valores normales en el 96,1 % de los casos, considerando que pérdidas de hasta 0,4 en la agudeza visual son propias de los estados deficientes de iluminación. La disminución en 0,6 y 0,8, consideradas pérdidas anormales, sólo se aprecia en el 3,9 % de la población.

La sensibilidad del ojo a la luz aumenta notablemente en un período de tiempo aunque sea a costa de una reducción de la agudeza visual. Hart (1977). Esta afirmación es constatada con los resultados de nuestro estudio.

En la bibliografía consultada respecto a publicaciones relacionadas con una población semejante a la que supone el objeto de estudio de esta investigación, únicamente es destacable un trabajo realizado por Camisa y Schmidt (1984) analizando la respuesta eléctrica a distintos ambientes luminosos y de contraste, estos estudios se basaron en los realizados por Rockefeller y Zemon considerando la actividad bioeléctrica del cerebro.

7.2.4.- Fatiga y Agudeza Visual Dinámica

En un intento de objetivar en la media de nuestras posibilidades este factor, utilizamos unos test presentados con intervalos de 2 segundos, obligando a los estudiantes a enfocar

durante 10 veces consecutivas placas de optotipos dispuestas para visión de lejos y de cerca.

Los resultados para el total de la población expresan, sin diferencias estadísticamente significativas que el 92,4 % de los individuos tienen una capacidad de acomodación adecuada frente al 7,6 % que es deficiente.

Respecto a la comparación de los dos grupos obtenemos para los sujetos expuestos un valor de 94,3 % y para sujetos no expuestos una cifra del 91,1 % con respecto a los niveles de acomodación adecuados.

En la bibliografía revisada se presenta el trabajo realizado por Morin y Pellet (1989) en una población de usuarios de ordenador con unos test de fatiga semejantes a los nuestros. De sus resultados destacamos los siguientes valores: el 27,6 % de las personas no corregidas presenta fatiga visual frente al 40,8 % de individuos con corrección óptica.

Otros estudios para intentar objetivar los resultados de la fatiga visual, a considerar son los realizados por Gur y Ron (1992).

Es destacable la aportación que en este sentido proporciona el trabajo de Iida y Takeda (1986) buscando otra forma de

medir la fatiga visual. Este autor se propone investigar si el foco en oscuridad es un índice adecuado para la medida de este parámetro. Se realizan dos experimentos y se mide el foco en oscuridad con un refractómetro dinámico en una población de usuarios de ordenador antes y después de una jornada de trabajo. Entre sus conclusiones expresa que la medida del foco en oscuridad y su tendencia a fluctuar se puede utilizar como índice para demostrar los niveles de fatiga visual.

Finalmente hemos de considerar, a este respecto, los trabajos de Kumashiro y Zlateva y Koicheva (1986) midiendo la frecuencia crítica de fusión e investigando si la reducción de este parámetro podría considerarse un índice para la detección de astenopías.

Respecto a la agudeza visual dinámica los datos correspondientes se presentaron en la Tabla 34. El estudio de esta faceta de la función visual es muy poco frecuente. En nuestra investigación introducimos la valoración de este parámetro con objeto de comparar los resultados de las muestras de sujetos expuestos y no expuestos; a tal efecto se desarrolla el test que exigía un alto nivel de reconocimiento de objetos en movimiento.

La valoración del conjunto de la población (N = 314) nos indica que el 94,9 % del colectivo tenía reacciones normales

ante estos estímulos. Ahora bien, resultó de considerable interés los resultados correspondientes a la comparación de las muestras ya que se detecta una frecuencia superior en los valores altos del conjunto de usuarios de ordenador frente al de no usuarios, esta diferencia tiene significancia estadística.

Los datos resultaron sorprendentes ya que no coinciden con ninguna otra valoración que de la agudeza visual realizamos, sugerimos que la explicación de este hecho es el entrenamiento al que los usuarios de ordenador se ven sometidos debido a variaciones constantes y rápidas de los caracteres de la pantalla.

Referencias bibliográficas específicas, en las que se estudian este mismo valor de agudeza visual dinámica no se han encontrado; pero existen estudios referentes al análisis cuantitativo de los movimientos oculares y de la distribución de los puntos de fijación. Saito (1992) pretende obtener un sistema de medida en la investigación básica que analiza la velocidad máxima de los movimientos del ojo e intenta conformar una escala que pueda servir de índice ergonómico.

7.2.5.- Visión Binocular

En el estudio de la variación binocular afrontamos en primer lugar, el estado de equilibrio ó disequilibrio oculomotor; en los análisis habituales las medidas se realizan en

distancia próxima (0,33 m) y lejos (5 m) pero en nuestro caso debido, a la necesidad por parte de los usuarios de ordenador de un enfoque prolongado en distancia intermedia, realizamos nuestra investigación a dos distancias: lejana (5 m) e intermedia (0,66 m).

Los resultados se exponen en las Tablas 36 y 37 respectivamente; referentes al estado de binocularidad en el que se encuentran los estudiantes universitarios del conjunto total de la población ($N = 314$) presentamos los datos correspondientes al análisis en la visión de lejos en los que aparecen un 49,7 % de individuos ortofóricos y un 50,3 % de individuos que presenten alguna alteración.

Como se aprecia, los resultados están muy equilibrados para el conjunto de la población, de igual forma ocurre con los porcentajes referentes a cada una de las muestras m_1 y m_2 ; para sujetos expuestos la frecuencia de heteroforias en la distancia estudiada es de 56 equivalente al 45,9 % y la frecuencia de ortofóricos de 66 equivalente al 54,1 %. Así la media y desviación típica respectivamente es de 1,54 y 0,50.

En la muestra ($m_2 = 192$) de sujetos no expuestos a pantallas los valores obtenidos para heterofóricos ha sido del 53,1 % y presentan estados de ortoforia de 46,9 % de esta población. Los estadísticos referentes a la media y desviación

típica para este caso son semejantes al grupo no expuesto concretamente de 1,46 y 0,50 respectivamente. En la comparación de los resultados existen diferencias estadísticamente significativas.

Por otro lado asumimos el análisis de las heteroforias y procesos ortofóricos para la distancia intermedia, que resulta indispensable en nuestra investigación. En este caso, además de conocer la presencia ó ausencia de heteroforias pretendemos determinar la orientación de estas (Tabla 36).

Los resultados exponen que en la población de estudiantes universitarios (N = 314) un 60,2 % son ortofóricos y el 39,8 % de heterofóricos se dividen en un 27,7 % de endofóricos y un 12,1 % de exofóricos.

Al comparar los datos de las mismas variables entre las muestras de usuarios y no usuarios encontramos resultados muy diferentes a los anteriores.

En los estudiantes usuarios de ordenador hay una frecuencia de 56 individuos (45,9 %) que presentan ortoforia frente al 69,3 % del grupo no expuesto; los valores para las diferentes heteroforias son un 44,3 % frente al 17,2 % de exofóricos en la muestra 1 y 2 y un 9,8 % frente al 13,5 % de endoforia

en ambos casos. Estas diferencias son estadísticamente significativas.

La media en el grupo de sujetos expuestos corresponde a 1,65 con una desviación estándar de 0,65 mientras que en el colectivo de individuos que no utilizan ordenador la media corresponde a un valor de 1,96 con una desviación estándar de 0,55 (Tabla 36).

Estos resultados son coincidentes con los obtenidos por Serra (1986) en los que concluye la presencia de exoforia en las personas que utilizan habitualmente ordenador.

Anteriormente Burian y Von Noorden dentro de un extenso estudio epidemiológico que comprende 379 operadores y 126 controles a los que se les investiga diferentes aspectos de la visión binocular tales como la presencia de heteroforias, examinadas en distancia lejos y cerca, y su relación con la presencia de molestias oculares. En los resultados detectaron mayor presencia de exoforias, seguidas de endoforias en los operadores de ordenador. Además encuentran indicios de posibles relaciones entre exoforia y molestias supeditadas. Los niveles de contraste de la pantalla también se incluyen en el análisis dando lugar, a su vez a resultados de asociación con las molestias visuales.

En la actualidad Trevisol (1994) publica los siguientes datos 58 % de exofóricos, 25 % del ortofórico y 17 % de endofóricos en un estudio realizado a 288 sujetos que trabajan más de seis horas frente al ordenador.

Sin embargo los resultados de la investigación de Jarvinen y akitie (1986) comparando los tipos de heteroforia en dos poblaciones, usuarias o no de ordenador encuentra una mayor presencia de endoforias que de exoforias en individuos expuestos.

Como consecuencia, de estos resultados destacamos la importante incidencia de exoforia en la población de estudiantes; considerando la exoforia como una desviación mantenida latente por la fusión, desde los ejes visuales tienden a desviarse hacia fuera.

Este tipo de heteroforia es muy frecuente aunque no en la proporción observada entre los usuarios de ordenador, como ya se ha comentado en el apartado correspondiente la exoforia puede ser debida a una insuficiencia de convergencia ó a un exceso de divergencia.

Las exoforias detectadas en nuestra investigación son de tipo insuficiencia de convergencia ya que ésta se caracteriza por presentar entre sus particularidades procesos exofóricos

en distancia próxima y ortofóricos en lejana (Hugonnier, 1977). Como se aprecia en las Tablas 36 y 37 nos encontramos ante este suceso.

Atendiendo a los síntomas provocados por los desequilibrios oculomotores, el caso de la exoforia no presenta especiales particularidades, los más frecuentes son visión borrosa, cefaleas persistentes, molestias oculares (Burian, 1985).

En párrafos anteriores exponemos que las heteroforias son desviaciones latentes, mantenidas por la fusión; a este mecanismo nos referimos en el siguiente estadio del estudio de la visión binocular de los estudiantes universitarios. Con objeto de conocer la colaboración del mismo en el resultado final de la visión binocular.

Cuando revisamos los resultados respecto al estado en el que se encuentra la fusión en cada colectivo Tabla 38 constatamos que se presentan mejores valores para los estudiantes usuarios de ordenador, éste factor no debe extrañarnos ya que si los desequilibrios latentes (exoforia y endoforia) son elevados, para mantener un buen estado de binocularidad es necesario el mecanismo de fusión potente, incluso más potente del habitual.

Así, al evaluar los resultados referentes al estudio de la fusión en nuestra investigación detectamos que un 85,2 % de los estudiantes expuestos a pantalla que, presentaban mayor frecuencia de exoforia tienen un adecuada fusión mientras que para el 72,9 % de los estudiantes no expuestos se presentan valores de fusión comunes. En éste caso la diferencia es estadísticamente significativa, al igual que ocurría en las heteroforias de visión intermedia. Además, indicamos que para el colectivo total (N = 314) la frecuencia de una adecuada fusión es de 244 correspondiente al 77,7 %.

Finalmente los valores de estereoagudeza (Tabla 39) demuestran, sin diferencia estadísticamente significativa, una alta frecuencia en la adecuada estereoagudeza. Concretamente son adecuados 269 sujetos del colectivo total lo que significa el 85,7 %, el resto de la población se distribuye de la siguiente forma: un 13,4 % equivalente a 42 individuos presenta valores adecuados mientras que sólo 3 personas (1 %) resultan deficientes.

Estos resultados demuestran, que el buen estado de la fusión es el mecanismo compensatorio del elevado número de individuos con desequilibrios oculomotores (heteroforias) y consiguiendo, en definitiva niveles de estereoagudeza aceptables u óptimos en su gran mayoría (99 %).

Como se ha comentado en párrafos anteriores en la investigación no se detectan diferencias entre los dos grupos respecto a los niveles de estereoagudeza. Estos resultados son semejantes a los desarrollados por Järvinen y Makitie (1986) al estudiar una población compuesta por 142 individuos operadores de videoterminal frente a 105 individuos que no utilizan ordenador. Los autores concluyen a este respecto que no existen diferencias en su población referente a los niveles de estereoagudeza.

Por otro lado Larson (1992) evidencia los altos niveles de estereoagudeza en un colectivo de estudiantes universitarios al ser analizados con métodos semejantes a los utilizados en nuestro trabajo.

Sin embargo, el reciente trabajo de Trevisol (1994) en una importante población de usuarios de ordenador detecta problemas de estereopsis en un 10 % del total estudiado.

Para la discusión de estos resultados, hemos considerado con especial atención el estudio realizado por los doctores Morin y Pellet (1989) debido a la semejanza en algunos objetivos de su estudio con el presente trabajo por lo que nos parece imprescindible destacar en este punto las más importantes anomalías y disparidades respecto de nuestro estudio.

El trabajo se realizó sobre 179 individuos de los cuales eran mujeres 118 y 79 varones, siendo todos operadores de ordenador aunque las diferencias eran marcadas en función del número de horas de exposición ante la pantalla de ordenador, así pues dividieron al colectivo en tres grupos, individuos que realizan trabajos informáticos, individuos que realizan trabajos de oficina con algún uso informático e individuos que realizan trabajos poco informatizados.

De las medidas optométricas realizadas así como de las respuestas obtenidas de un cuestionario sobre las quejas de índole sintomático se extraen las siguientes conclusiones referidas para comprender mejor y completar los resultados de este aspecto de la función visual obtenidos por nosotros.

La sintomatología producida por las heteroforias es estudiada en profundidad, y en primer lugar se determina un mayor porcentaje de quejas entre los individuos que presentan heteroforias, estos se cifraron en un 23,5 % frente al 15,1 % para los ortofóricos. ($P \leq 0,05$).

Profundizando en busca del tipo de heteroforia que induce a las quejas encontraron que el 36,4 % de las personas con endoforia de lejos superior a 2 dioptrías se quejan con frecuencia, valor muy semejante al 36,8 % que corresponde a las

personas que presentan quejas de las que padecen una exoforia de lejos.

En consecuencia sólo el 13,3 % de las personas sin desviación patológica se quejan. Esta diferencia de porcentajes es significativa.

A este respecto, nos referimos a la Tabla 54 de los resultados correspondientes al estudio bidimensional de nuestra investigación; en la que se relacionan la presencia de síntomas astenopeicos con la existencia de heteroforia con objeto de confirmar la asociación entre la presencia de heteroforias y la declaración por parte del individuo de una molestia, en nuestro caso "fatiga ocular", en ella (Tabla 54) se observa que el coeficiente de contingencia para los sujetos expuestos es de $r = 0,30$ mientras que para los sujetos no expuestos $r = 0,12$. Es decir que, existe una asociación estadísticamente significativa entre estas dos variables, que aún no siendo en ninguno de los dos casos muy elevadas marcan una clara tendencia a favor de los individuos que utilizan ordenador en el sentido de tener mayor frecuencia e intensidad de fatiga ocular.

Retomando los datos del estudio de Morin y Pellet (1989) y en referencia al estado de mecanismo de fusión, como cabría esperar, los niveles de queja de los individuos con deficiente

fusión, en consecuencia mal estado de su función binocular, y aquellos de los individuos que presentan heteroforias ya sean exo o endoforias es muy semejante a saber 37,1 % para la fusión, 36,8 % para exofóricos y 36,9 % para endofóricos.

En nuestro estudio de asociación de variables para cada muestra no se obtuvieron coeficientes con significancia estadística al relacionar la sintomatología del colectivo con el mecanismo de fusión.

El estado de fusión ha sido estudiado recientemente por Trevisol (1994) en 288 sujetos que utilizan ordenador, resuelve un adecuado estado de este mecanismo para el 90 % de los individuos investigados, este dato es próximo al 85,2 % detectado por nosotros.

Entre la bibliografía consultada para este aspecto de la fusión visual destacamos el trabajo de Rubino, Maina y Sonnino (1986) por utilizar un colectivo de usuarios de ordenador cuyo tamaño es semejante al nuestro así como por usar una metodología análoga en la que incluye la batería de test propia del análisis con visiotest y el estudio de las respuestas de un cuestionario. Sus resultados sugieren que los sujetos heterofóricos presentan mayor número de quejas que los ortofóricos.

7.3.- Estudio Comparado de la Sintomatología

El presente trabajo de investigación se propuso como complemento del análisis en profundidad de los estados de refracción y función visual de un colectivo de universitarios españoles entre los que se marca una característica diferencial que es el uso habitual del ordenador, la revisión de manera sucinta pero rigurosa de la sintomatología que induce la utilización cotidiana de ordenación.

Al realizarse la toma de datos a través de un cuestionario de autoinforme estos presentan un alto grado de subjetividad, debemos hacer constar este aspecto con el fin de que la utilidad de los mismos sea real.

El cuestionario utilizado en relación a las molestias que expresan los sujetos objeto de este estudio fue el diseñado por Morin y Pellet (1989) para su uso en una investigación específica acerca de las quejas expresadas por un colectivo de usuarios de ordenador relacionándolas con aspectos de la función visual; con el se analiza tanto la existencia ó no de determinados síntomas como el grado de intensidad de los mismos.

Otros autores han utilizado este mismo cuestionario lo que le otorga validez como herramienta comparativa.

Este motivo nos impulsó a su uso, ya que la manera en la cual los cuestionarios están administrados y la forma en que las preguntas se realicen pueden influir fuertemente en la proporción de los sujetos que presentan quejas. (Starr, Thompson y Shute, 1982).

Por ejemplo Dainoff y sus colaboradores en 1981 registraron pocas quejas musculoesqueléticas durante entrevistas estructuradas en las que no registraban este dato por separado, posteriormente cuando en los mismos cuestionarios se incluyó la pregunta al menos un 42 % de los sujetos afirmaban tener problemas de este tipo.

En la búsqueda de referencias bibliográficas encontramos una enorme disparidad respecto a los resultados; existen dos claras corrientes aquellas que concluyen que el trabajo con videoterminales conduce a un malestar ocular superior al producido en el grupo de no usuarios (Dainoff, Happ y Crane, 1981); (Gunnarsson y Ostberg, 1971); (Gunnar y Soderberg, 1979); (Haider y Slezak, 1975) y aquellos cuyos resultados parecen demostrar que los problemas oculares que presentan los trabajadores expuestos son experimentales con igual frecuencia que en el grupo control de una composición convencional.

Läubli, Hunting y Grandjean (1980) con objeto de aclarar la situación en 1980 Col, Cuttle, Mc Clellan, Warder y Turnen

y en 1981 Smith en 1981 han realizado bastos estudios comparados en los que analizan muestras de usuarios y no usuarios pero las diferencias entre estos colectivos no eran solamente la utilización del terminal por tanto no sirvieron para resolver el problema.

Posteriormente en 1982 Starr realizó el primer estudio en 250 personas en los que comparó bajo las mismas circunstancias los resultados sintomatológicos en usuarios de papel y de terminales de ordenador.

Hasta el presente han sido muchos los estudios que relacionan la presencia de cualquiera de los síntomas visuales y oculares que declaran los usuarios de ordenador de videoterminals.

A continuación relacionamos algunos de los más destacables junto con los resultados porcentuales.

Elias et al.	(1979)	30,85 %
Hultgren an Knave	(1974)	47 %
Cakir et al.	(1978)	68,85 %
Läubli et al.	(1980)	65 %
Dainoff	(1980)	45 %
Smith et al.	(1980)	67-93 %
Rey and Meller	(1980)	75 %
Turner	(1982)	37-50 %

Starr et al.	(1982)	76 %
Dain	(1985)	25 %

En nuestros resultados de entre las catorce molestias consultadas no se han atendido a aquellos aspectos correspondientes a "dolores de nuca, de espaldas y de brazos" debido a tres motivos; de una parte a que en la extensa bibliografía consultada aparecen reseñadas como molestias que son consecuencia de condiciones multifactoriales, de otra parte en ninguno de nuestros resultados se obtuvieron valores de significancia estadística y finalmente entendimos que no se trata de dolencias ligadas directa ó indirectamente a la función funcional.

En primer lugar refiriéndonos al síntoma denominado "Visión turbia" nos encontramos ante una elevada presencia en el colectivo de estudiantes universitarios (N = 314) que si bien hay que indicar que esta molestia debe encontrarse directamente relacionada en su fase intensa con el uso de pantalla dado que del total de la población declaran padecer este síntoma de forma intensa un 4,6 % mientras que este valor para sujetos expuestos es de 4,1 %.

El importante porcentaje encontrado puede estar relacionado con las prolongadas necesidades de acomodación propias de

un estudiante universitario, mientras que la intensidad de la molestia debe imputarse al uso de pantalla.

Profundizando en el estudio comparado de las dos muestras m_1 y m_2 se evidencian diferentes respuestas entre los sujetos expuestos y no expuestos, alcanzando valores estadísticamente significativos ($P \leq 0,01$).

Confiesan padecer visión turbia frecuente (valor 3) y muy frecuentemente (valor 4) un 18,9 % entre los individuos expuesto frente a un 6,3 % de la muestra 2.

De igual forma, con respecto a la intensidad del sistema nos encontramos con diferencia estadísticamente significativa $P \leq 0,01$ lo que indica la mayor intensidad de esta molestia para los estudiantes que utilizan habitualmente pantalla de ordenador, como ya se ha comentado.

A este respecto, los trabajos de Smith (1981) comparando muestra de expuestos y no expuestos indican la presencia de un 71 % y un 35 % respectivamente. Las investigaciones de Starr (1982) aportan los siguientes valores un 52 % para usuarios de ordenador y un 42 % para no usuarios.

Sheedy y Parsons (1990) cifran para el colectivo de usuarios que analizan en un 50 % los que presentan el síntoma

de visión borrosa. Morin y Pellet (1989) obtienen unos valores para este último colectivo del 40,1 %.

Recientemente Trevisol (1994) en una población de 288 sujetos una incidencia de este síntoma del 29 %.

Al observar los resultados relativos a síntoma "ojos llorosos" y analizando los datos correspondientes tanto a la población total (Tabla 42) como al estudio comparado (Tabla 44) destacamos los siguientes aspectos; en primer lugar el elevado porcentaje correspondiente al 30,3 % de los universitarios que declaran la presencia de esta molestia tras el esfuerzo consecuente de una jornada de trabajo, la encuesta se realizó por la tarde; en segundo lugar, es relevante la diferencia de 11,7 puntos porcentuales entre las dos muestras (Tabla 40) de la presencia de "ojos llorosos" siendo más frecuente en los sujetos expuestos. Esta diferencia es estadísticamente significativa.

Finalmente y de igual manera que ocurre con la visión turbia presentan mayor número de individuos el síntoma en su nivel más intenso (valor 3) siendo un 6,6 % para la muestra 1 contra un 0,5 % para la muestra 2 $P \leq 0,01$.

En el trabajo de Morin y Pellet (1989) encuentran que un 22,2 % de los encuestados declaran este síntoma. Finalmente

Starr (1982) indica sin diferencia estadísticamente significativas un 55 % de los individuos que no trabajan con pantalla y un 61 % para aquellos que utilizan terminal de ordenador presentan una ó varias de estas tres alteraciones, escozor ocular, lagrimeo ó picor.

Se ha considerado la inclusión del síntoma "dolor de cabeza" dentro de la exposición y discusión de resultados por un doble motivo; en primer lugar debido a que a pesar de ser un síntoma provocado por diversos factores está estrechamente relacionado con las deficiencias de la función visual (Hugonnier, 1989).

Tal y como estudia Vicent, Spienngs y Messinger (1973) en un grupo de universitarios, en según lugar porque la diferencia obtenida entre los dos grupos es estadísticamente significativa. ($P \leq 0,05$).

En el total del colectivo de los universitarios estudiados ($N = 314$) se presentó un valor de 61,5 %.

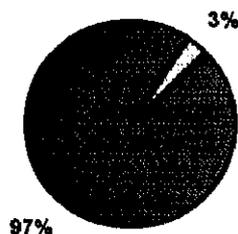
En las referencias bibliográficas se destaca la importancia de este síntoma colectivo universitario español formado por 490 individuos (Martínez Sánchez y Sánchez Hernández, 1992) en el que concluyen la relación existente entre los trastornos visuales y las cefaleas.

En otros países se han publicado varios estudios epidemiológicos sobre la prevalencia de cefaleas en universitarios, analizando los resultados compuestos por muestras de 1161 y 711 sujetos. (Andrasik, Holroyd, Abell; 1979), (Martínez y Nathan; 1987).

El resto de los síntomas incluidos en la exposición de resultados (Tablas desde la 40 a 47): Ojos enrojecidos, dolor de ojos, fatiga de ojos, picor de ojos, tirantez de ojos, quemazón de ojos y fatiga nerviosa no han presentado diferencias significativa entre las dos muestras.

Debemos insistir en el carácter complementario, no siendo cuerpo principal de la memoria.

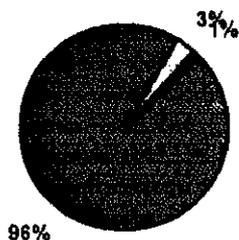
Muestra 1.- Agudeza binocular VP



■ > 1 □ 0,8 - 0,6 ■ < 0,6

Gráfica 1.9.

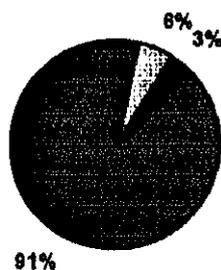
Muestra 1.- Agudeza binocular VI



■ > 1 □ 0,8 - 0,6 ■ < 0,6

Gráfica 1.10.

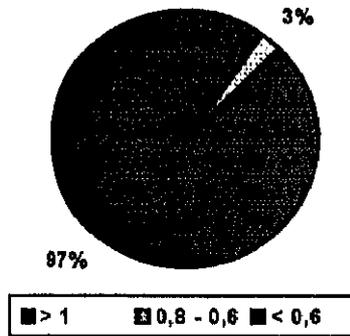
Muestra 1.- Agudeza binocular VL



■ > 1 □ 0,8 - 0,6 ■ < 0,6

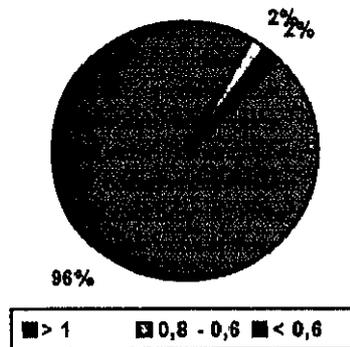
Gráfica 1.11.

Muestra 2.- Agudeza binocular VP



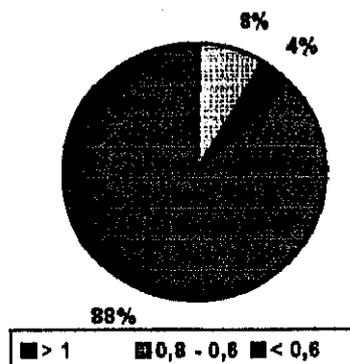
Gráfica 2.9.

Muestra 2.- Agudeza binocular VI



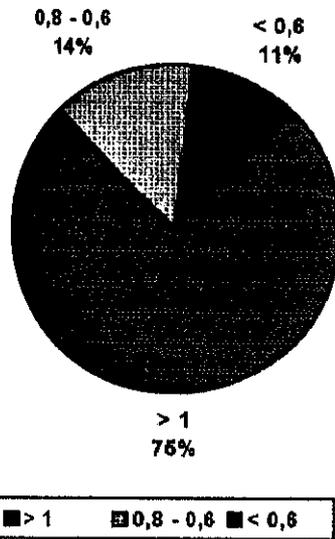
Gráfica 2.10.

Muestra 2.- Agudeza binocular VL



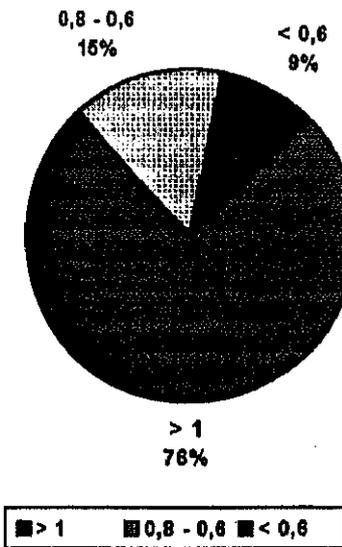
Gráfica 2.11.

Muestra 1.- Agudeza visual O.D.



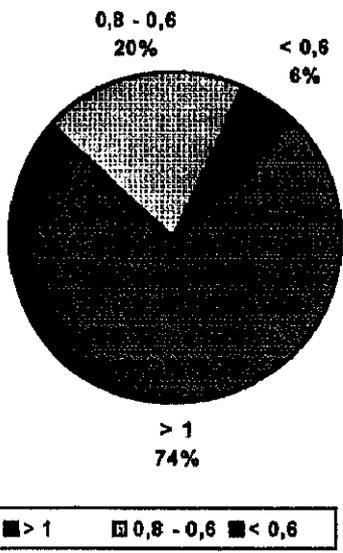
Gráfica 1.12.

Muestra 2.- Agudeza visual O.D.



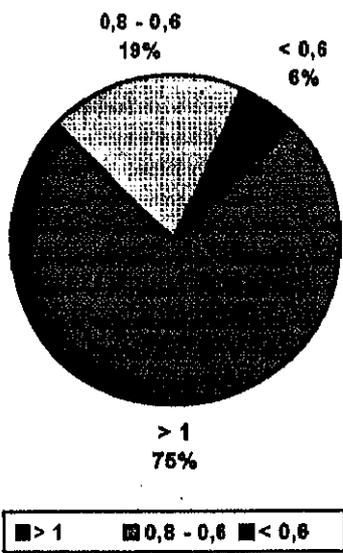
Gráfica 2.12.

Muestra 1.- Agudeza visual O.I.

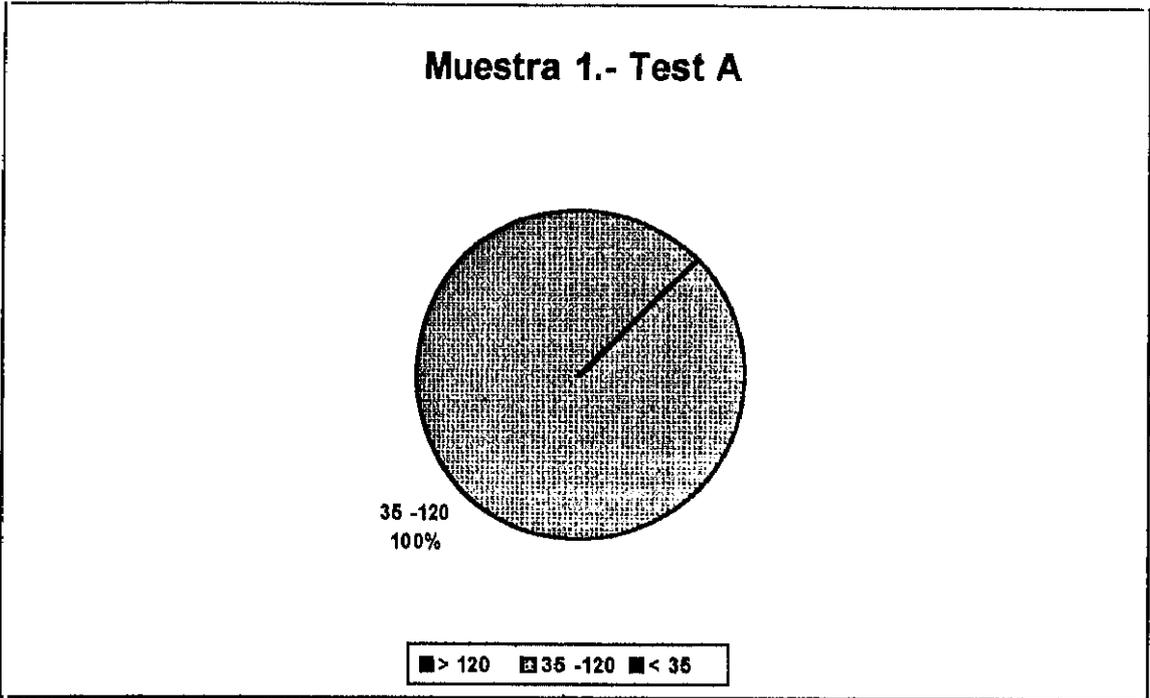


Gráfica 1.13.

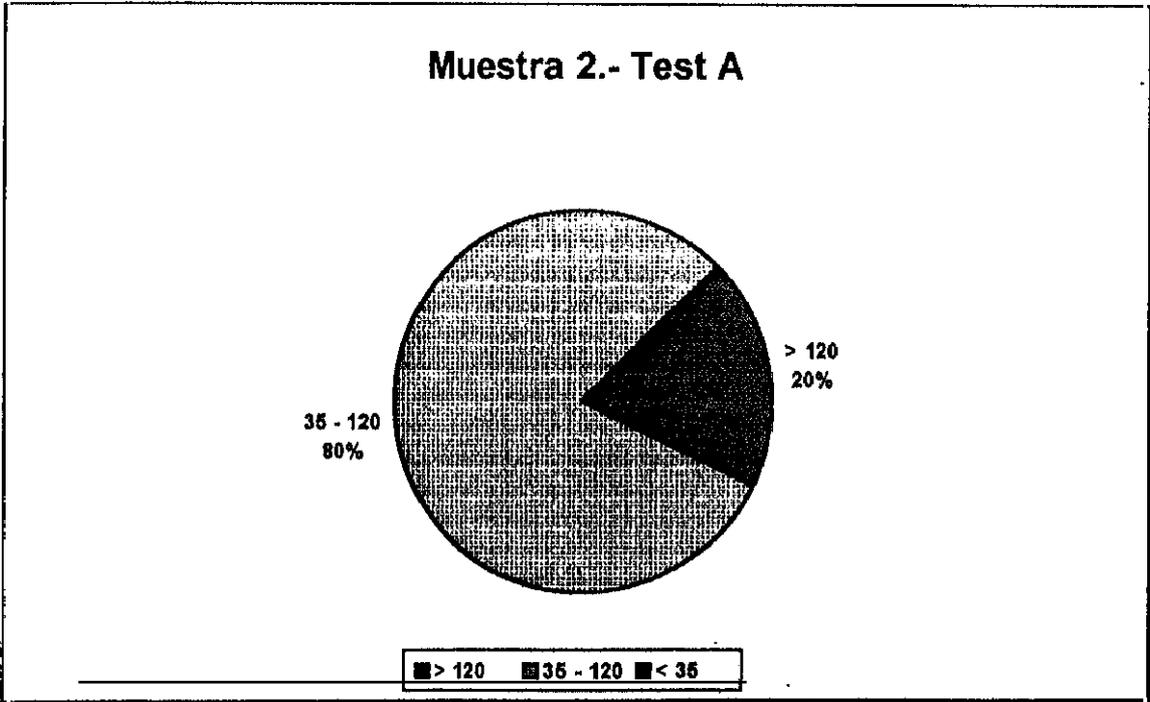
Muestra 2.- Agudeza visual O.I.



Gráfica 2.13.

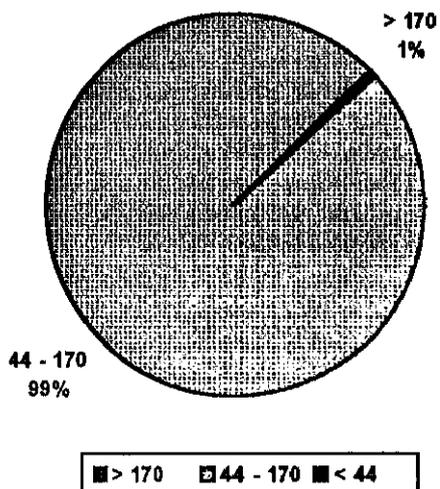


Gráfica 1.14.



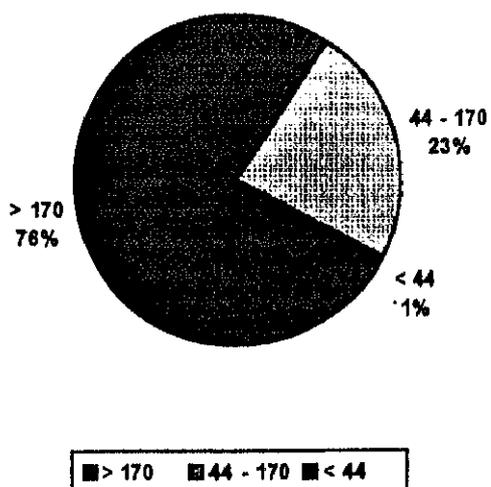
Gráfica 2.14.

Muestra 1.- Test B



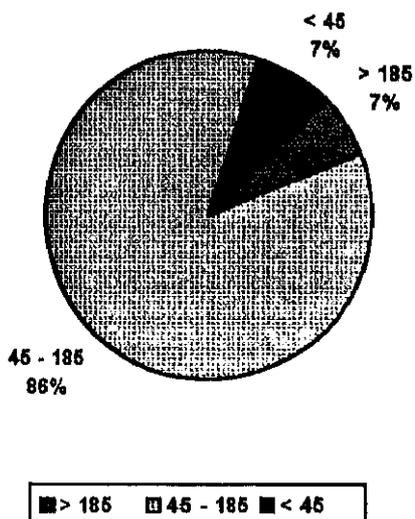
Gráfica 1.15.

Muestra 2.- Test B



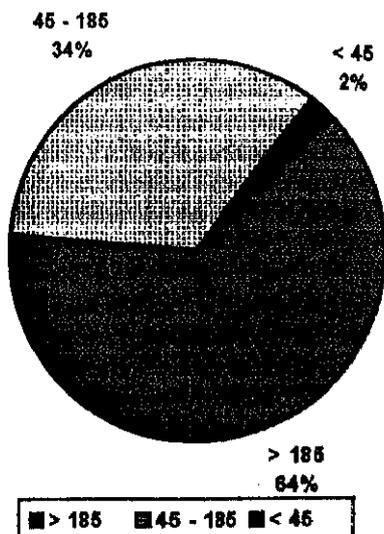
Gráfica 2.15.

Muestra 1.- Test C



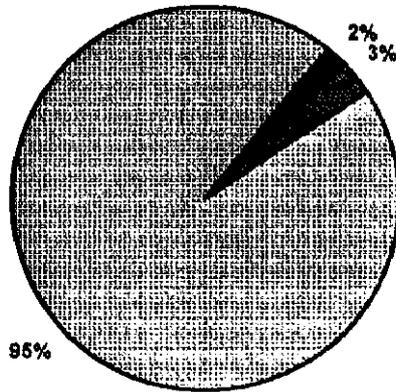
Gráfica 1.16.

Muestra 2.- Test C



Gráfica 2.16.

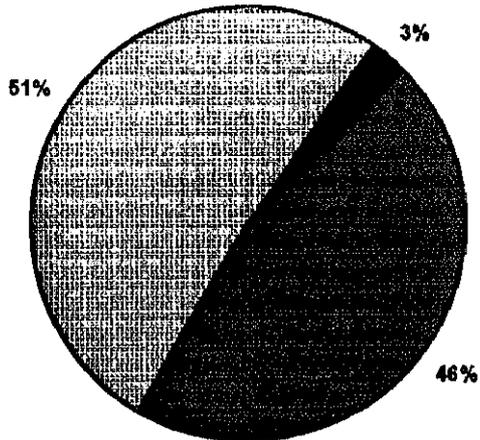
Muestra 1.- Test D



■ > 125 ▨ 15 - 135 ■ < 15

Gráfica 1.17.

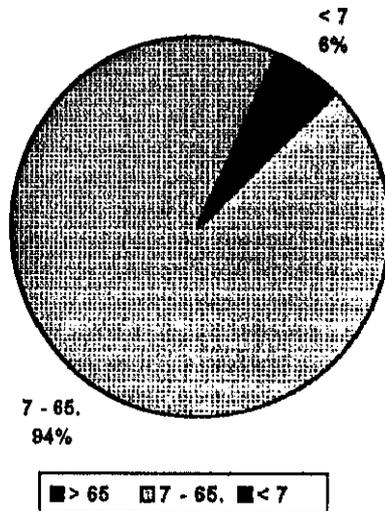
Muestra 2.- Test D



■ > 125 ■ 15 - 125 ■ < 15

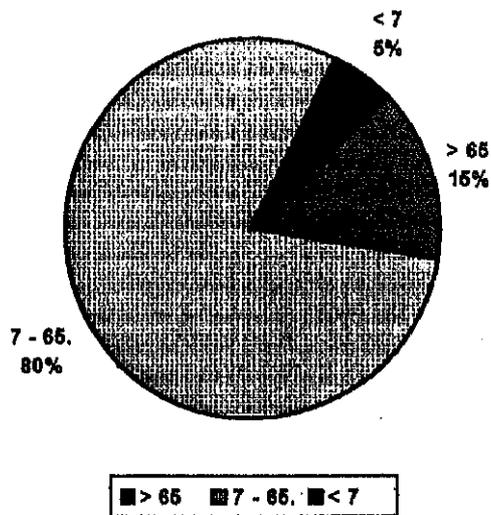
Gráfica 2.17.

Informática 2.- Test E



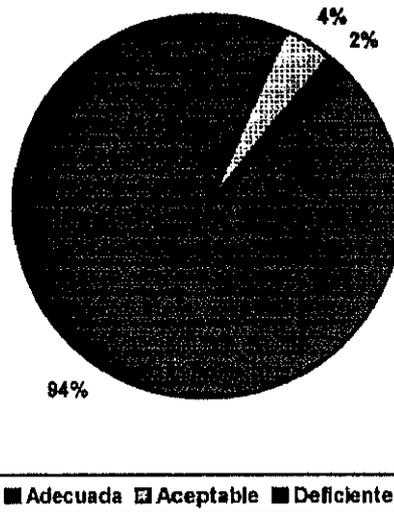
Gráfica 1.18.

Muestra 2.- Test E



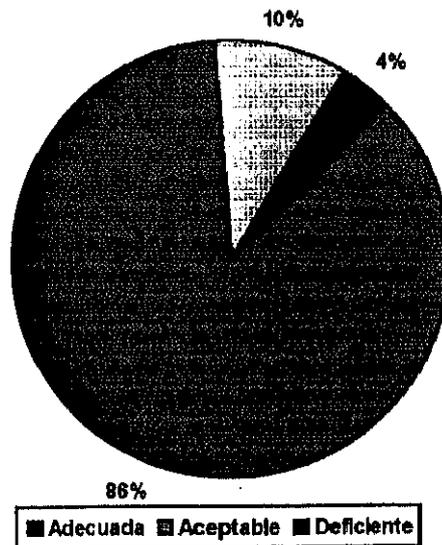
Gráfica 2.18.

Muestra 1.- Visión periférica



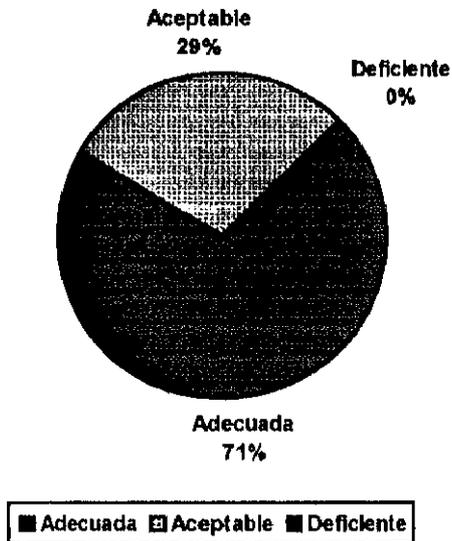
Gráfica 1.19.

Muestra 2.- Visión periférica



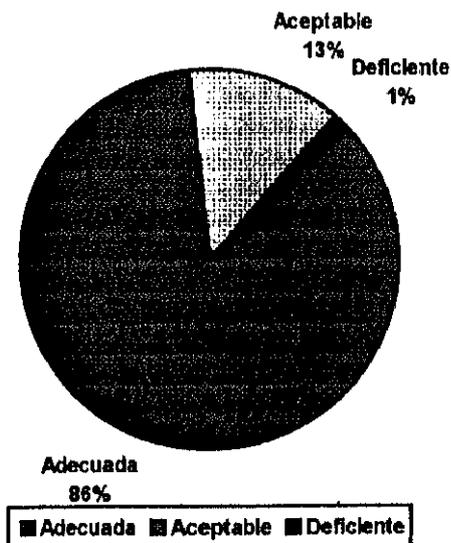
Gráfica 2.19.

Muestra 1.- Agudeza visual dinámica.



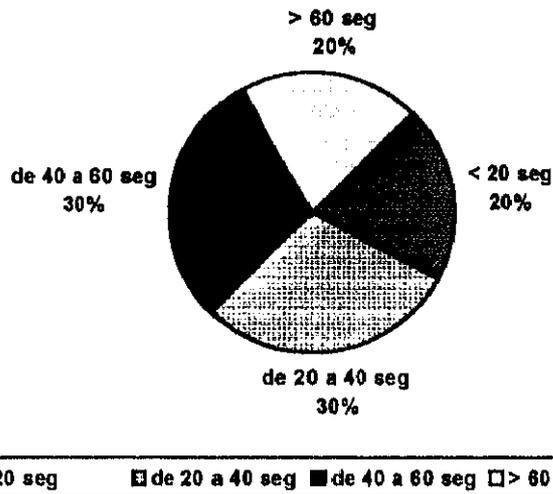
Gráfica 1.20.

Muestra 2.- Agudeza visual dinámica



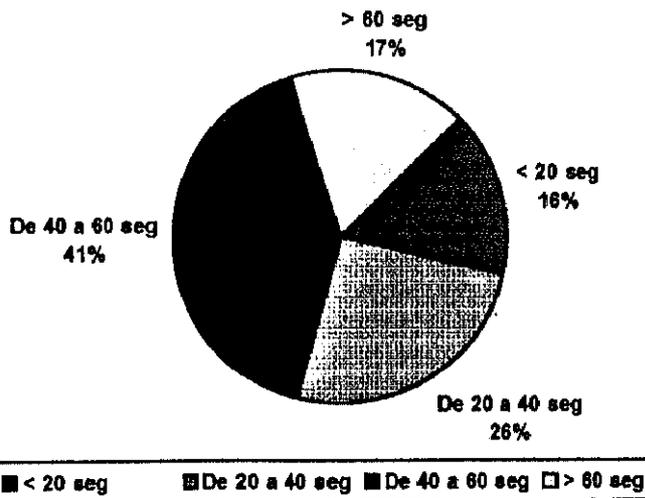
Gráfica 2.20.

Muestra 1.- Tiempo recuperación al deslumbramiento



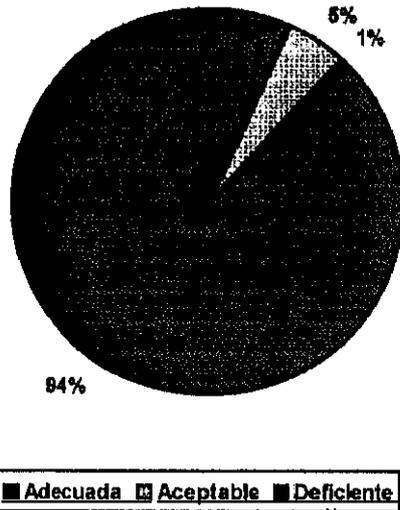
Gráfica 1.21.

Muestra 2.- Tiempo recuperación al deslumbramiento



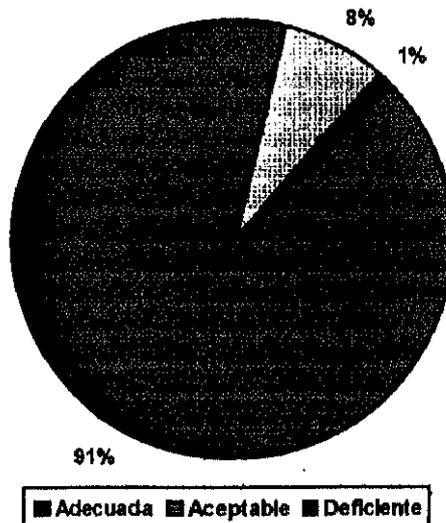
Gráfica 2.21.

Muestra 1.- Fatiga



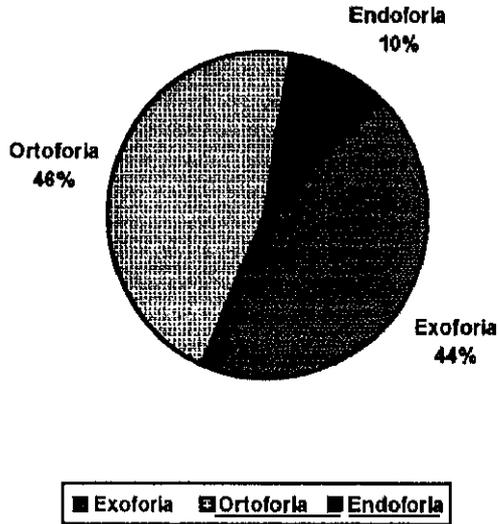
Gráfica 1.22.

Muestra 2.- Fatiga



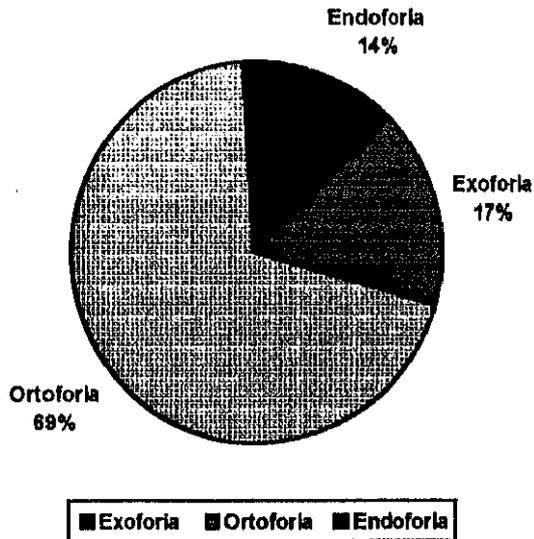
Gráfica 2.22.

Muestra 1.- Foria VI



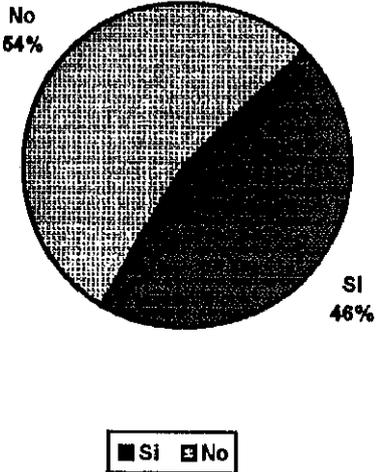
Gráfica 1.23.

Muestra 2.- Foria VI



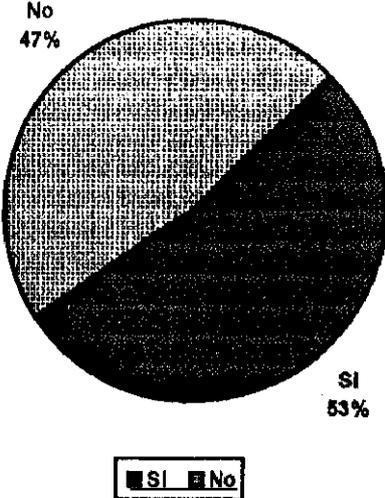
Gráfica 2.23.

Muestra 1.- Foria VL



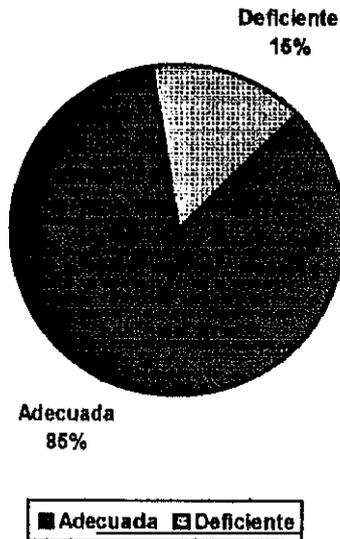
Gráfica 1.24.

Muestra 2.- Foria en VL



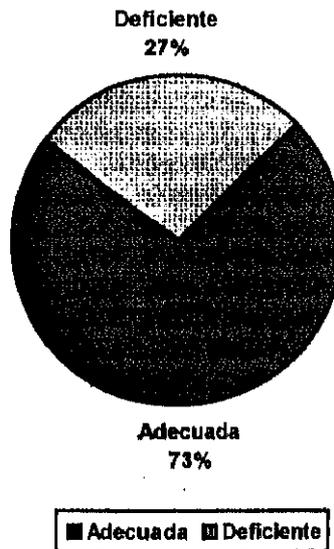
Gráfica 2.24.

Muestra 1.- Fusión



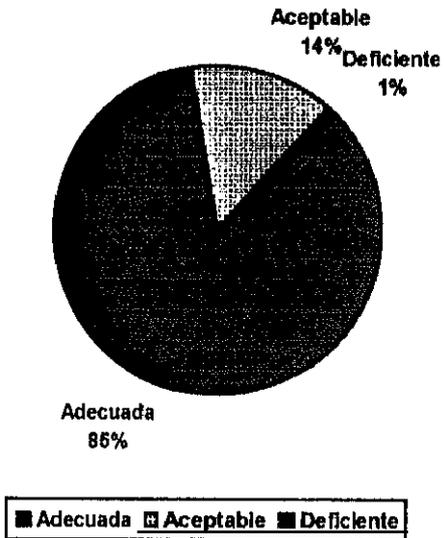
Gráfica 1.25.

Muestra 2.- Fusión



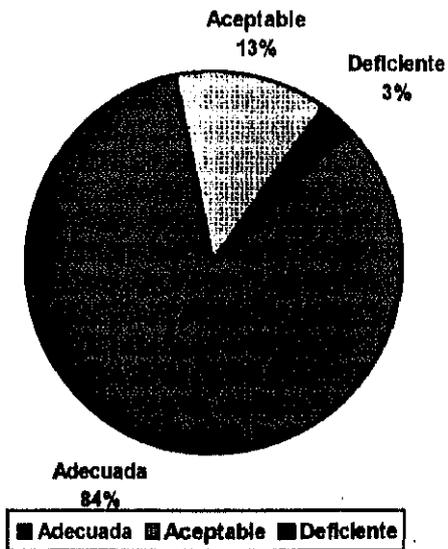
Gráfica 2.25.

Muestra 1.- Esteroscopia



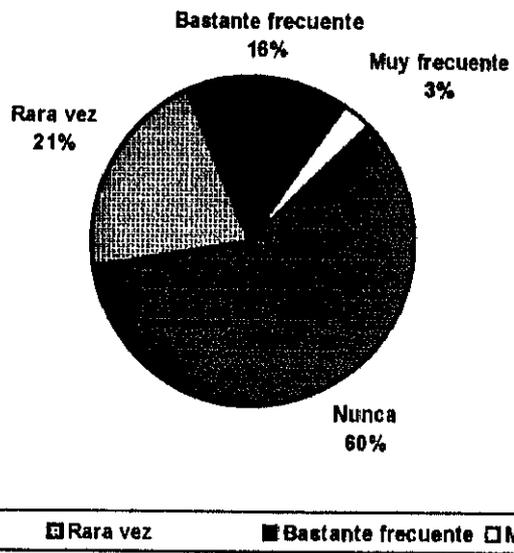
Gráfica 1.26.

Muestra 2.- Estereoscopia



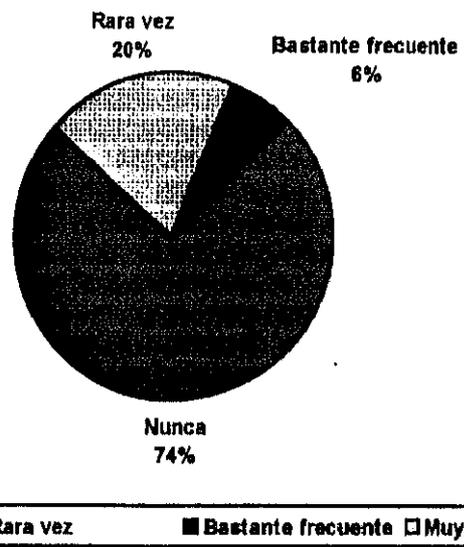
Gráfica 2.26.

Muestra 1.- Existencia de visión turbia



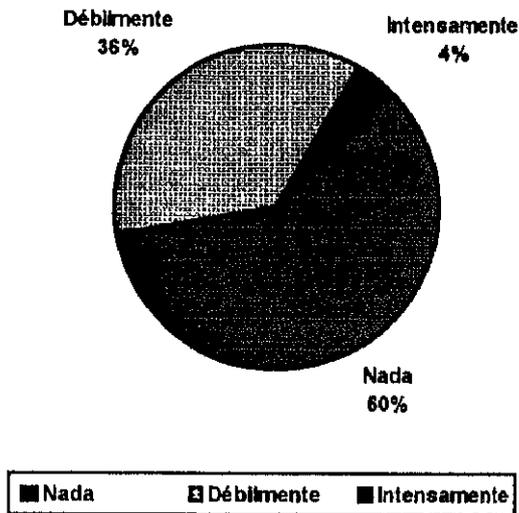
Gráfica 1.27.

Muestra 2.- Existencia de visión turbia



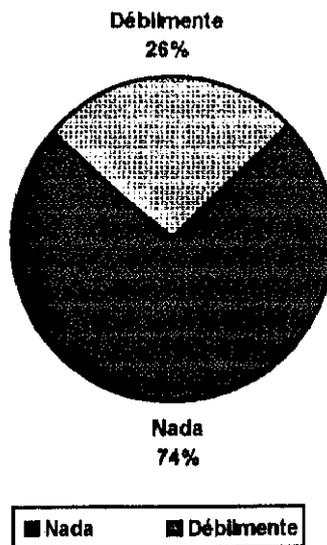
Gráfica 2.27.

Muestra 1.- Intensidad de visión turbia.



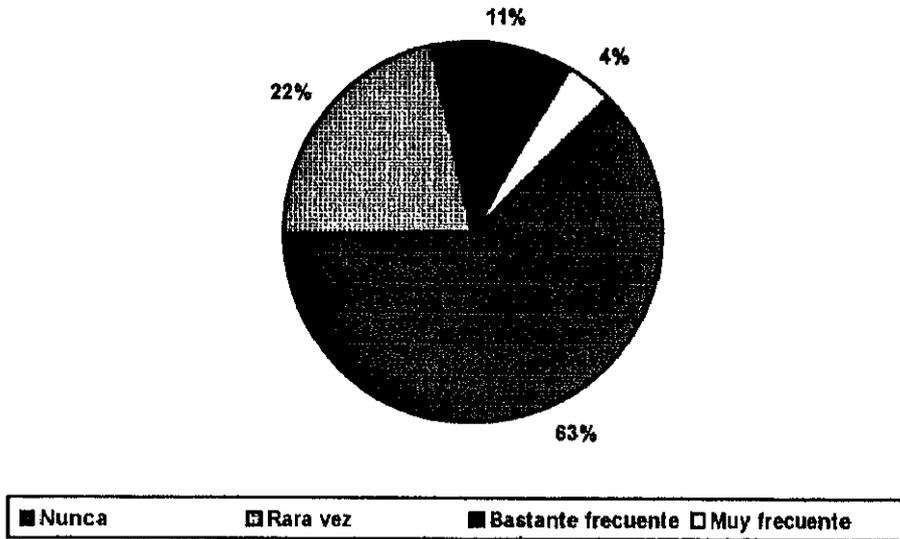
Gráfica 1.28.

Muestra 2.- Intensidad de visión turbia



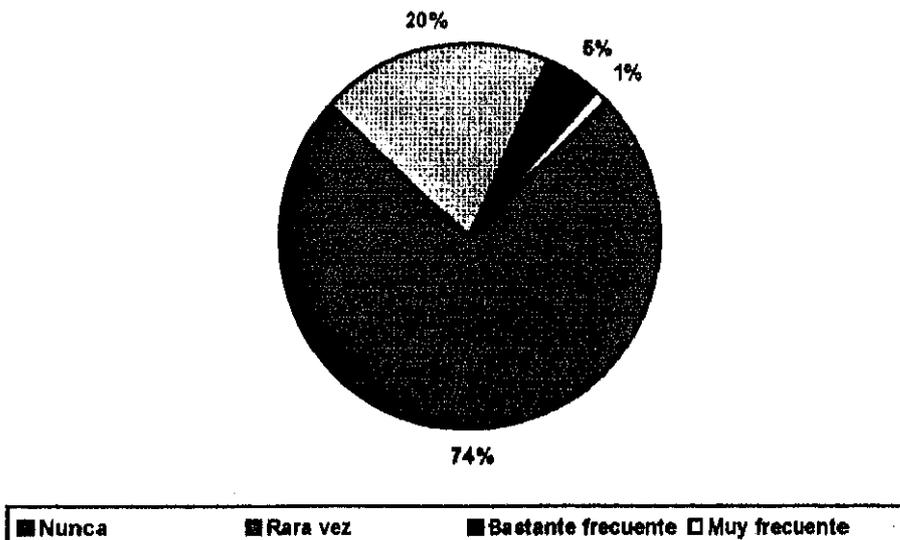
Gráfica 2.28.

Informática 2.- Existencia de ojos llorosos.



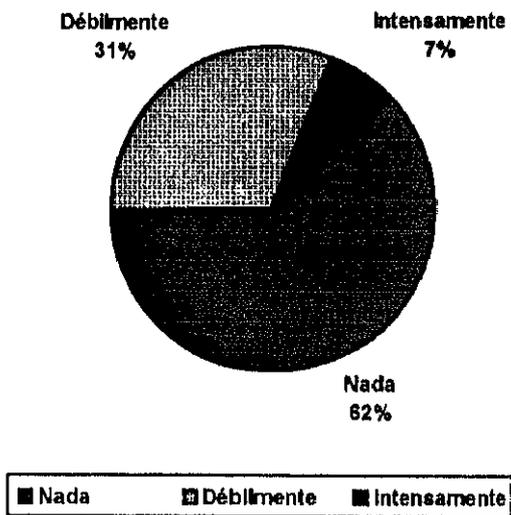
Gráfica 1.29.

Muestra 2.- Existencia de ojos llorosos



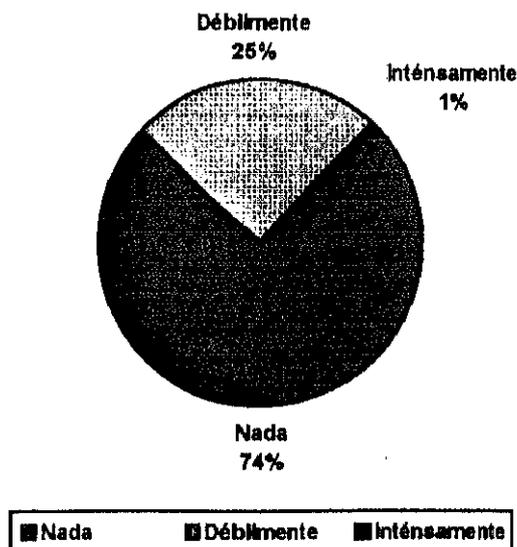
Gráfica 2.29.

Muestra 1.- Intensidad de ojos llorosos.



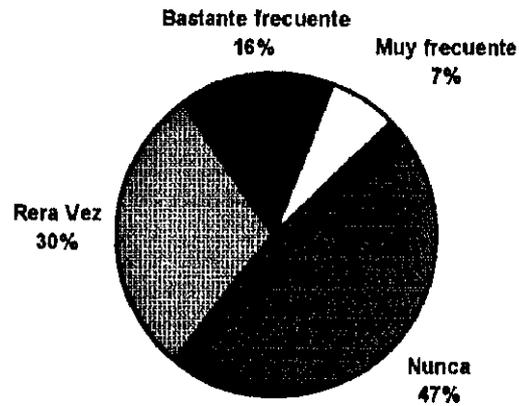
Gráfica 1.30.

Muestra 2.- Intensidad de ojos llorosos



Gráfica 2.30.

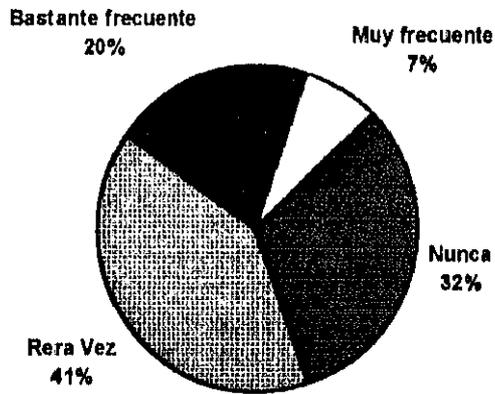
Muestra 1.- Existencia de dolor de Cabeza



■ Nunca ▨ Rera Vez ■ Bastante frecuente □ Muy frecuente

Gráfica 1.31.

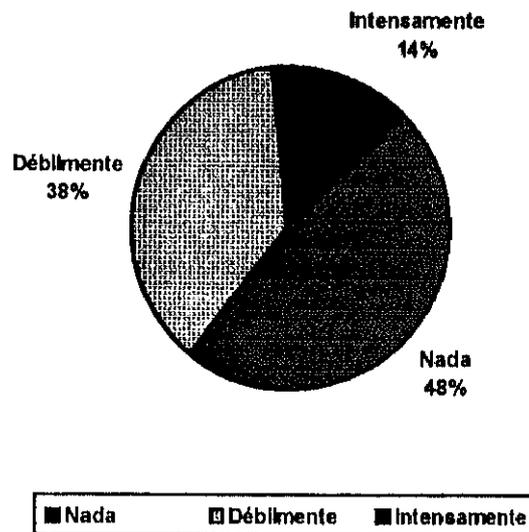
Muestra 2.- Existencia de dolor de cabeza



■ Nunca ▨ Rera Vez ■ Bastante frecuente □ Muy frecuente

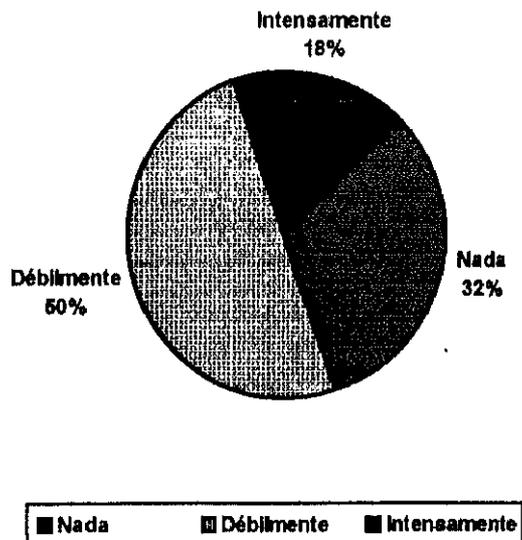
Gráfica 2.31.

Muestra 1.- Intensidad de dolor de Cabeza



Gráfica 1.32.

Muestra 2.- Intensidad de dolor de cabeza



Gráfica 2.32.

VIII.- CONCLUSIONES

- 1.- Los resultados de esta investigación a cerca de la mayor frecuencia de presentación de todas las ametropías, miopía, hipermetropía y astigmatismo en el colectivo de estudiantes universitarios comparada con la que se presenta, según las publicaciones, en la población general coinciden con las aportaciones indicadas por otros autores.

- 2.- En relación con las ametropías y el uso de ordenador, al comparar expuestos y no expuestos, se pone de manifiesto un mayor nivel de estados miópicos leves frente a la presentación de miopías superiores u otras alteraciones refractivos en los usuarios.

- 3.- Existe un notorio error en la corrección óptica prescrita a los amétropes de la población estudiada, este error ha sido además superior en los amétropes que utilizan ordenador. El desajuste se debe a un exceso de corrección por equivalente esférico en detrimento de la compensación de la componente astigmática.

- 4.- La Agudeza Visual medida por métodos tradicionales alcanza valores elevados en la población investigada, que aumentan al aproximarse el punto de fijación. Atribuimos el hecho, al rango de edad de los integrantes del estudio, en base a las adecuadas respuestas obtenidas en las pruebas relativas a la acomodación, a pesar de la errónea compensación óptica ya citada.
- 5.- El grupo usuario de ordenador presenta una mayor agudeza visual en escenario dinámico; con valores estadísticamente significativos en relación con el resto del colectivo estudiado, quizás debido al entrenamiento que a éstos les supone la necesaria discriminación rápida de los elementos de la pantalla.
- 6.- Del estudio de los desequilibrios oculomotores se ha obtenido una alta frecuencia de heteroforias en ambos grupos, fundamentalmente en visión próxima. Las exoforias se han presentado con diferencia estadística significativa en el grupo de individuos que utilizan ordenador comparado con el otro colectivo de la población estudiada.

7.- El mecanismo de fusión en el conjunto del colectivo es adecuado, si bien se presentan diferencias altamente significativas a favor de los usuarios que utilizan ordenador, es posible que en ellos se haya determinado un efecto compensatorio a los desequilibrios exofóricos antes afirmados y por ellos se mantienen los niveles de estereoagudeza propios de su rango de edad.

8.- Los resultados de la función de la Sensibilidad al Contraste demuestran buenas capacidades en todos los estudiantes, propias de la edad del colectivo, así como de un estado del sistema ocular desprovisto de patologías. Las curvas obtenidas presentan diferencias altamente significativas a favor del grupo que no utiliza ordenador.

9.- El análisis de adaptación visual en ambos colectivos nos permite concluir en primer lugar, la existencia de un adecuado mecanismo de adaptación visual a distintos niveles de iluminación sin encontrar diferencias por la condición de ser usuario o no, y en segundo lugar que los tiempos de recuperación al deslumbramiento estaban dentro de los valores normales.

10.- Nuestro estudio confirma los resultados de otros autores en cuanto a las relaciones existentes entre algunos síntomas de astenopía con el uso de ordenador, en concreto se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la mayor presencia e intensidad de visión turbia, ojos llorosos y cefaleas entre los usuarios.

11.- Debido al alto porcentaje detectado de individuos no compensados ó compensados incorrectamente consideramos que la realización de pruebas visuales de screening en la población universitaria debe realizarse a fin de prevenir tanto aspectos relacionados con la pérdida de capacidades visuales, como la presencia de síntomas astenopeicos inducidos por errores refractivos.

12.- Comprobada la utilidad del test de Sensibilidad al Contraste como prueba para el screening visual proponemos que ésta sea incluida como método de diagnóstico en la correspondiente batería de pruebas, dado que por su exactitud y rapidez es válida para mediciones y revisiones optométricas así como seguimientos de colectivos, todo lo cual permite que pueda ser considerada como prueba para la atención Preventiva y de Salud Pública.

IX.- BIBLIOGRAFIA

1. ALAMINOS JUAN P.(1984).(INSHT). Informática, ambiente físico y riesgos de carácter higiénico.-Serv. tecn. Seg. e Hig. trab. de C.N.T.E.: en libro actas X congreso Med., Seg. e Hig. en el Trabajo. 1, 59-71.

2. ALONSO CASTELLANOS, E.M., PÉREZ RETUERTA, G. (1986). Consideraciones ergonómicas ante el trabajo en pantallas de videoterminal.. Rev. Med. y Seg. del Trabajo. XXXIII. Nº132, 19-27.

3. AMIGO, G. (1972). Visuo-sensory development of the child. Am. J. Optom. Physiol. Opt. 49, 991-1008.

4. AMYS (ASOCIACIÓN DE MEDICINA Y SEGURIDAD PARA LA EMPRESA ELÉCTRICA). (1986). El trabajo con pantallas de visualización.

5. ARASA, J., IRISARRI, J., PUJOL, J. (1970). Control Visual infantil. Gaceta Optica. 23-33.

6. ARDEN, G.B.(1978). The Importance of measuring contrast sensitivity in cases of visual disturbance. Br. Ophthalmol. 62, 198-209.

7. ASENSIO RUIZ M.L. (1989). El trabajo en ordenadores de pantalla. Rev Med. y Seg. del Trab. 26. Nº 145, 21.

8. ASLIN, R.N., DOBSON, V. (1983). Dark vergence and dark accommodation in human infants. *Vision Res.* 23, 1617-1628.
9. ATKINSON, J., BRADDICK, O., PIMM-SMITH, E.(1982) et al: Refractive screening of infants. *Am. J.Ophthalmol.* 93, 372-383.
10. AURORA, A. (1980). La iluminación en los puestos de trabajo: III simposium de higiene industrial. Ed. Mapfre. Madrid.
11. BAKER, R., BROWN, B., GARNER, L.(1983). Time course and variability of dark focus. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 24, 1528-1531.
12. BALZERT, H. (ed.) (1983). Software-Ergonomie. Reports of German Chapter of the ACM 14. (Stuttgart: Teubner).
13. BANKS, M.S., ASLIN, R.N., AND LETSON, R.D.(1975). Sensitive period for the development of human binocular vision. *Science.* 190, 675-686.
14. BAUER, D. (1984). Causes of flicker at VDT users with bright background and ways of eliminating interference. en Grandjean E. "Ergonomic and Health in modern office".364-370. Taylor & Francis Ed. Londres.

15. BAUER, D., CAVONIUS, C.R. (1980). Improving the legibility of VDUs through contrast reversal. In Ergonomic Aspects of Visual Display Terminals 137-142. Edited by Grandjean and E.Vigliani (London: Taylor & Francis).
16. BAUER, D., BONACKER, M., CAVONIUS, C.R. (1983). Frame repetition rate for flicker free viewing of bright VDU screens. Displays.31-2. January.
17. BAYLOR, D.A., FUORTES, M.G.F.(1970). Electrical responses of single cones in the retina of the turtle, Physiol. 207, 77-85. London..
18. BEAR, J.C. (1990). Epidemiology and Genetics of the refractive anomalies. En Refractive Anomalies. Grosvenor y Flom Eds. Butterworth-Heinemann. Stoneham.
19. BEDWELL, C.H. (1978). Assessment of eye strain and difficulty in viewing visual display units. Edited transcript of the one day meeting on eyestrain and VDUs. The Ergonomics Society, Loughborough, UK. 21-5.
20. BENNET, S., TRAPANI, G. (1983). Measurement of contrast enhancement in VDU screens.167-170. Displays.
21. BENZ, C., HAUBNER, P.(1983). Codierungswirksamkeit

bei Informationsdarstellungen in Bildschirmmasken, in Software-Ergonomie.124-134. Edited by H. Balzert.

22. BERGMAN, T. (1980). Health effects of video display terminals. Occupational Health and Safety. 49 (6).

23. BIANCHI ROSSI, C.A., GIORGI, L. (1989). Problemi di ergonomia visiva in soggetti addetti ai video-terminali. Ann. Oftalmo. Clin. Ocul. 109. 11, 1345-1321.

24. BINASCHI, S. (1982) et al. Study on subjective symptomatology of fatigue in VDU operators. En: Ergonomic Aspects of visual display terminals.219-225. Ed. Taylor & Francis. Londres.

25. BIRNBAUM, R. (1978). Health hazards of visual display units with particular reference to the office environment. Review prepared for the Information and Advisory Service, TUC Centenary Institute of Occupational Health. London School of Hygiene and Tropical Medicine, 72. London.

26. BJORSET, H.E. (1982). et al. The concept of contrast. A short note and a proposal. Ergonomic Aspects of visual display terminals.23-24. Ed.: Taylor & Francis. Londres.

27. BLAKE, R., AND HIRSCH, H.V.B.: Deficits in binocular depth perception in cats after alternating monocular deprivation. *Science*. 190, 1114, 1975.
28. BLAKEMORE, C.B., AND RUSHTON, W.A.H. (1970). Dark adaptation and increment threshold in a rod monochromat. *Physiol. London*. 207, 77.
29. BOHMAN, C.E., SALADIN, J.J.(1980).The relation between night myopia and accommodative convergence, *Amer. J. Optom. Physiol. Optics*. 57, 551-558.
30. BOLUSSET, C. AND DEVAUCHELLE, P. (1980). Lecture sur écran de visualisation. Influences dues aux caractéristiques du terminal. *L'Echo des Recherches*, 16. (Issy les Moulineaux, France: CNET-DICET).
31. BONOMI, L., BELLUCI R. (1980). Problemi di ergonomia visiva: visibilità ed illuminazione. *Boll. Ocul.* 59, 709-734.
32. BORTZ, J. (1979). *Lehrbuch der Statistik für Sozialwissenschaftler*. (Berlin: Springer).
33. BOUMA, H.(1980). Visual reading processes and the quality of text displays. In *Ergonomic Aspects of Visual Display Terminals*.100-114. Edited by E. Grandjean and E. Vigliani (London: Taylor & Francis).
34. BOYTON, R.M. (1978). *Human Color Vision* (New York:

41. CAKIR, A., REUTER, H., VON SCHMUDE, L., AND ARMBRUSTER, A.(1978). Research into the effects of video display workplaces on the physical and psychological function of persons. Bonn, West Germany: Federal Ministry of Work and Social Order.

42. CALVO SÁEZ I.A.(1985). La iluminación artificial en salas de informática con pantallas de visualización. Actas del X Congreso Nacional de Seg. e Hig. en el Trab. Ed. INSHT.

43. CAMPBELL, F.W., AND GREEN, D.G.(1965). Monocular versus binocular visual acuity. Nature 208, 191.

44. CAMPBELL, F.W., GREEN, D.G. (1965). Optical and retinal factors affecting visual resolution. J. Physiol. 204, 283-298.

45. CAMPBELL, F.W., DURDENT, I.C. (1983). The visual display terminal issue: a consideration of its physiological, psychological and clinical background. Ophthalmic Physiology and Optics. 3, 175-192.

46. CAMPBELL, F.W., GUBISCH, R.W. (1966). Optical quality of the human eye. J. physiol. 186, 558-578.

47. CAMPBELL, F.W., ROBSON J.G. (1968). Application of Fourier analysis to the visibility of gratings. J. Physiol. 197, 551-556.

48. CANADIAN LABOUR CONGRESS (1982). Towards a more humanized technology: Exploring the impact of video display terminals on the health and working conditions of Canadian office workers (Ottawa: CLC Labour and Education and Studies Center).

49. CANTER, D. AND DAVIES, I. (1982) Ergonomic parameters of word processors in use. Displays. 3(2),81-88.

50. CARRASCO DE SALAS J.M, CARRASCO BENITEZ, G. (1985). Estudio epidemiológico del trabajo sobre pantallas de visualización: Rev. Med.y Seg. del Trab. 22. 128. 42-58.

51. CARRASCO, J.L.(1989). El método estadístico en la investigación médica. Ed. Ciencia 3. 4ª Edición. Madrid.

52. CARTER, J.H. (1982). The effects of aging on selected visual functions: color vision, glare sensitivity, field of vision, and accommodation, in An Aging and Human Function edited by R. Sekuler, D. Kline and k Dismukes (New York: Alan R. Liss Inc.) .121-130.

53. CASTELLS, M.(1986). et.al. El desafío tecnológico: España y las nuevas tecnologías. Alianza Editorial.Madrid.

54. CASTILLO GONZÁLEZ J.(1986). Pantallas de rayos catódicos y molestias oculares. Rev. Salud y Trabajo. 49-54.
55. CHAKMAN, J. AND GUEST, D.J. (1983). Vision and the visual unit. A review. Aust. J. Optom. 66(4). 125-37.
56. CIUFFREDA, K.J., KENYON, R.V.(1983). Accommodative vergence and accommodation in normals, amblyopes, and strabismics. Vergence Eye Movements: Basic and Clinical Aspects, Schor, C.M., Ciuffreda, K.J. (eds). Butterworths. Boston. 101-173.
57. COE, J. B., CUTTLE, K., MCCLELLAN, W. C., WARDEN, N. , AND TURNER, P. J.(1980). Visual display units. Wellington: New Zealand Department of Health, Report
58. COLE, B.L., SHARPE, K., A., AND MADDOCKS, J.D. . The Sec-VDU study. Comparison of refractive error and visual acuity of VDU users and non VDU users.Bulletin No. 3. Victorian college of Optometry. University of Melbourne. Australia.
59. COOK, R.C., GLASSCOCK, R.E.(1951). Refractive and ocular findings in the newborn.Am.J.Ophthalmol.34.

60. COX C.(1981). Health hazards of video display terminals .NIOSH publicación .Nº 81-129. Cincinnati. Ohio.
61. DAIN, S.J., MCCARTHY, A.K., AND CHANG-LING, T. (1988). Symptoms in VDU operators. Am. J. Optom. Physiol. Opt. 65, 162-7.
62. DAINOFF M.J.(1980). Visual fatigue on VDT operators. Proceedings of the international Workshop. Ergonomic aspects of VDT. Milan 95-99. Eds.Grandjean E., Vigliani E. Taylor & Francis, London.
63. DAINOFF, M. J., HAPP, A., AND CRANE, P. (1981). Visual Fatigue and occupational stress in VDT operators. Human Factors. 23, 421-438 y 25, 409-413.
64. DAUM, K.M.,GOOD, G., TIJERINA, L.(1988). Symptoms in video display terminal operators and the presence of small refractive errors.J. Am.Optom. Assoc. 59, 691-7.
65. DE GROOT, J. P.(1981) Eye strain in video terminal users. Paper presented at the European Conference of Postal and Telecommunications Administrations Symposium on Ergonomics in PTT-Administrations. The Hague. September.

66. DE GROOT, J.P. AND KAMPHUIS, A. (1983). Eye strain in VDU users: physical correlates and long-term effects. Human Factors. 25, 409-13.
67. DOMINGUEZ CARMONA M.(1989). Radiaciones electromagnéticas. Cap. 10 de: Riesgos de trabajo del personal sanitario. Ed. Interamericana.
68. DUBÉ I. (1982), et al.: Les écrans cathodiques et leur effects sur la santé oculaire.: Assoc des Ophtalmologistes du Quebec. Quebec.
69. DUNPHY, E.B., STOLL, M.R., KING, S.H.(1968). Myopia among American male graduate students. Am. J. Ophthalmol. 65. 518-521.
70. DY F.J.(1984). Unidades de representación visual: Contenido de trabajo y estrés en el trabajo de oficina. Informes OIT: Ed. M^o Trab. y Seg. Soc.
71. DOMÉNECH, B., SEGUÍ, M.M., SEQUEIRA, E., ANTÓN, C. (1994). Influencia del estímulo acomodativo de la CSF. Ver y Oír. 3, 27-32.
72. EASON, K.D.(1980). Dialog desing implications of task allocation between man and computer. Ergonomics, .881-891.

73. EBENHOLTZ, S.M.(1983). Accommodative hysteresis: a precursor for induced myopia?. Invest. Ophthalmol. Vis.Sci. 24, 513-515.

74. ELIAS R. Y CAIL F.(1982). Contraintes et astreintes devant les terminaux a ecran cathodique: informe 1109/re: inrs France .Paris .

75. ELIAS R. Y CAIL F.(1982). Investigation in operators working with CRT display terminals relationships between task content and psychophysiological alterations, en Grandjean E., Vigliani, E.: Ergonomic aspects of VDT. Taylor & Francis; Londres 211-217.

76. ENRIGHT, J.T.(1987).Prespective vergence: oculomotor responses to line drawins. Vision Res. 27, 1513-26.

77. ENROTH-CUGELL, C., AND SHAPLEY, R.M.(1986): Flux, not retinal illumination, is what cat retinalganglion cells realy care about. J. Physiol. 233: 311-317.

78. ERICSON A., KALLEN B.(1986). An epidemiological study of work with video-screens and pregnancy outcome . A register study. Am.J.Ind. Med. 9. 447-457.

79. ERLICH D.(1986) Transient myopia following sustained near work, en: Proceedings of an international scientific conference: Work with VDT. 956-959. Estocolmo.
80. ESPUÑAS FIERRO J.B.(1984). Conclusión de las reuniones sobre: Trabajo con pantalls de ordenador. Univ. Polit. de Madrid. 188-222. Madrid .
81. ETXEBERRÍA, J., JOARISTI, L., LIZASOAIN,L. (1990). Programación y análisis estadísticos básicos con SPSS/PC+. Editorial paraninfo. Madrid.
82. FENDER, D., AND JULESZ, B.(1967). Extension of Panum's fusional area in binocularly stabilized vision. Opt. Soc. Am. 57. 819.
83. FINCHAM, E.F. (1962). Accommodation and convergence in the absence of retinal images. Vis. Res. 1, 424-440.
84. GARCÍA ORTIZ S.(1988). Espacio Ergonómico. Rev. Salud y Trabajo Nº 67. Ed. INSHT.
85. GARVER JM.(1985). The relation of astigmatism and hyperopia (more effective plus). J Am Optom Assoc 1985. 235, 491-493.
86. GHIRINGHELLI, L. (1980). Collection of subjective

opinions on use of VDTs. In: Ergonomic aspects of VDTs. 227-232. Taylor & Francis . London.

87. GIL DEL RÍO, E.(1984). Optica Fisiológica Clínica (Refracción). 5ª Ed. Ediciones Toray. Barcelona.

88. GIL DEL RIO, E.(1987). Problemas visuales de los usuarios de pantallas de ordenador . Anuario Sdad. Ergonomia Española. 1. 46.

89. GILI MALAQUER S., Y FERNANDEZ MATESANZ A.(1984). Reconocimiento oftalmológico trabajadores en pantallas de visualización . Experiencia de la Cia. Telefónica. en: Libro de Actas del X congreso nacional de Seg e Hig. en el Trab. INSHT.

90. GINSBURG, A.P. (1986). Chiminal Findings from a new Contrast Sensitivity test Chart Proc. Advances in Diagnostic Visual Optics. Ed. Springer-Verlag. 132-140.

91 GOLDSHCMTDT E.(1968). On the etiology of myopia. Acta Ophthalmol.Suppl. 98.

92. GONZÁLEZ GALLEGO S.(1985). Criterios de evaluación ergonómica de los factores ambientales, en el libro de actas de la I conferencia nacional de higiene industrial. Ed. INSHT. 615-631.

93. GOOD, G.W. AND DAUM, K.M. (1985). The use of

progressive multifocals with video display terminals.

Ohio State University College of Optometry. Ohio.

94. GOULD, J.B.(1968). Visual factors in the design of computer controlled CRT displays. Human Factors.10, 359-376.

95. GRABOWSKI, S.R., PINTO, L.H., AND PAK, W.L.(1972). Adaptation in retinal rods of axolotl: intracellular recordings. Science 176,1240-1253.

96 .GRANDJEAN, E.(1980). Ergonomics or VDUs: review of present knowledge. Ergonomic Aspect of Visual Display Terminals.1-12. Edited by E. Grandjean and E.Vigliani (London: Taylor & Francis).

97. GRANDJEAN E.(1980). Ergonomics and medical aspects of VDU workplaces. Displays. 76-80. Jul.

98. GRANDJEAN, E. (ed.) (1984). Ergonomics and health in modern offices. Taylor and Francis Ltd. London, UK.

99. GRANDJEAN, E., VIGLIANI, E. (eds).(1980)
Ergonomic Aspects of Visual Display Terminals.53-64. Taylor & Francis . Londres.

100. GRANDJEAN E., VIGLIANI E. (eds.). (1982). Ergonomic aspects of video display terminals. Taylor & Francis. Londres.
101. GRANIT, R., AND HARPER, P (1930) Comparative studies on the peripheral and central retina II. Synaptic reactions in the eye. American Journal of Physiology. 211-227.
102. GRATTON, I., PICCOLLI, B., GRIECO A. (1986). Functional alterations in subjects engaged in prolonged close work. Atti del XXV congresso Internazionale di Oftalmologia, Roma. 718-724.
103. GRIGNOLO F. (1982) et al. Considerations in ocular motility and refractive errors in VDU operators: Grandjean E. & Vigliani F. Ergonomic aspects of VDT: 185-194. Taylor & Francis. Londres.
104. GRUNDY, J.W., ROSHENTHAL, S.G., AND SEYMOUR, (1991). Visual aspects of VDU usage. Association of Optometrists, 233-234, Blackfriars Road, London, SE1 8NW.*
105. GUNNARSON, E., SÖDERBERG, I. (1983). Eyestrain resulting from VDT work at the Swedish Telecommunication Administration. Stockholm National Board of Occupational Safety and Health. Stockholm, Sweden. Applied Ergonomics. 14, 61-69.

106.GUNNARSON, E., AND SÖDERBERG, I. (1979). Work with visual display terminals (VDTs) in newspaper office. A visual ergonomic survey. Stockholm. National Board of Occupational Safety and Health, Report 1979. 21.

107.GUNNARSSON, E., AND ÖSTBERG, O.(1977). Physical and mental working enviroment in a terminal-based data system. Stockholm: Industrial Welfare Council, Research Report 1977. 35.

108.HAGBERG M,SUNDELIN G. (1986). Muscular load the descending part of the trapezius muscle when working a VDT word processor, en: Proceedings of the int. scient. conf work with VDT. 336-337. Estocolmo .

109.HAIDER, M., AND SLEZAK, H.(1975) . Stresses and strains on the eyes produced by work with video display screens. Vienna. Committee on Automation of the Trade Union of Employees in the Private Sector.

110.HAIDER, M., KUNDI, M. AND WEISSENBÖCK, M. (1980). Worker strain related to VDUs with differently coloured characters, in Ergonomic Aspects of Visual Display Terminals. 53-64. Edited by E.Grandjean and E. Vigliani (London: Taylor & Francis)

111. HALLDÉN U, HENRICSSON M. (1974). Astigmatism of the lens by asymmetric contraction of the ciliary muscle. Acta Ophthalmol. 52. 242-245.
112. HAMARD, H., CHEVALERAUD, J.P., TRUBERT, E., AND MEILLON, J.P. (1987). Presbyopic correction by use of progressive half spectacles among users of video terminals. J. Fr. Ophthalmol. 10, 505-13.
113. HARRIS, M. (1984). La cultura norteamericana contemporánea. 1019, 56-57.
114. HART, M. (1988). ADLER. Fisiología del ojo. Aplicación clínica. 8ª Edición. Ed. Médica Panamericana. Argentina.
115. HATCH, S. (1990). Visual Acuity in a prison population. Optom and Vis Sci. Vol 67. 5, 382-384.
116. HEATON, J.M. (1978). In: Reading V.M.: " Visual aspects and ergonomics of visual display units". University of London, Institute of Ophthalmology, Dep. of Visual Science.
117. HEBBARD, F.W. (1962). Comparison of subjective and objective measurements of fixation disparity, J. Opt. Soc. Am. 52.
118. HEDMAN, L.R. AND BRIEM, V., 1983, Changes in focusing accuracy of VDU operators as a function of age, hours worked, and task. Paper submitted for publication.

119. HINCHLIFFE, H.A.(1978). Clinical evaluation of stereopsis. Br. Orthop. J. 35, 46.
120. HIRSCH M. (1964). Predictability of refraction at age 14, on the basis of testing at age 6. Interim report from the Ojai longitudinal study of refraction. Am J Optom Physiol Opt. 41, 567-573.
121. HIRSCH, M.J., WEIMOUTH, F.W.(1990). Prevalence of Refractive Anomalies. In Refractive Anomalies. Grosvenor y Flom Eds. Butterworth-Heinemann. Stoneham .
- 122.HIRSCH, M.J. (1961). A longitudinal study of the refractive state of children during the first six years of school: a preliminary report of Ojai study. Am J Optom Arch Am Acad Optom. 38, 564-571.
123. HIRSCH M J. (1963) Changes of astigmatism during the first eight years of school. An interim report from the Ojai longitudinal study. Am J Optom. 40, 127-132.
124. HIRSCH, M.J.(1961). A longitudinal study of the refractive state of children during the first six years of the school: a preliminary report of Ojai study. Am.J. Optom.Arch.Am. Acad. Optom. 38, 564-571.
125. HOEKSTRA, J., VAN DER GOOT DPA, VAN DER BRINK G.,BILSEN F.A.(1974). The influence of the number of cycles upon the visual contrast threshold for spatial sine wave patterns. Vision Research. 14, 365-368.

126. HOME, R.(1978). Binocular summation: a study of contrast sensitivity, visual acuity and recognition. Vision Res. 579.
127. HOWARTH, P.A., ISTANCE, H.O. (1985). The association between visual discomfort and the use of visual display units. Behav Infor. Techn.4,131-49.
128. HOWLAND HC, ATKINSON J, BRADDIEK D, FRENCH I.(1978). Infant astigmatism measured by photorefraction. Science. 331-333.
129. HUGGONNIER, R., AND CLAYETTE-HUGONNIER, S.(1969). Strabismus heterophoria, ocular motor paralysis: clinical ocular muscle imbalance. (Veronneau-Troutmann, translator and editor). St. Louis. The C.V. Mosby Co.
130. HUGGONNIER S.(1977). Estrabismos, heteroforias, parálisis oculomotoras. 271-292; Ed. Torray-Masson
- 131 HULTGREN, G. AND KNAVE, B.(1973) Contrast blinding and reflection disturbances in the office environment with display terminals. Arbete Och Hals 1973. (Original in Swedish.)
132. HUNG,G.K., SEMMLow, J.L.(1980). Static behavior of accommodation and vergence: computer simulation of an interactive dual-feedback system, IEEE Trans.Biomed. Engr. BME. 27, 44-49.

33. HULTGREN, G., KNAVE, B. (1974). Discomfort glare and disturbances from light reflections in an office landscape with CRT display terminals: Applied Ergonomics. T. 1: 5, 2-

34. In Ergonomic aspects of visual display terminals. Proceedings of the International Workshop, Milan, March 1974 (ed. E. Grandjean and E. Vigliani). 77-83. Taylor and Francis Ltd, London.

35. INSHT: (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo) (1985).: Propuesta de reglamento sobre condiciones de trabajo con pantallas catódicas de video.-Unidad de normas.- Sep.

36. INSHT. (1986). Exploración oftalmológica específica para operadores de pantallas de visualización: Nota técnica de prevención NTP-174.

37. INSHT. (1985). Problemática de los trabajadores y usuarios de la informática: El trabajo con pantallas de visualización de datos. Madrid.

38. INSHT. (1988). Radiaciones no ionizantes.-Prevención de riesgos.-Centro Nacional de Nuevas Tecnologías.- INSHT

39. ISENSEE, S.H. AND BENNETT, C.A.. (1983). The perception of flicker and glare on computer CRT displays. Human Factors. 25, 177-184.

- 140 IWASAKI, T., KURIMOTO, S., NOMURA, T., SAGAR, K., YAMAMOTO, S., YOSHIOKA, M. (1982). The influence of VDT work on accommodation. The Folia Ophthalmol. Japonica. 33, 90-95.
141. JASCHINSKY- KRUZA, W. (1984). Transient myopia after visual work. Ergonomics. 27, 1181-1189.
142. JONES, R. (1977). Anomalies of disparity detection in the human visual system. J. Physiol. (Lond.) 264, 621.
- 143 .KEATING, M.P., CARROLL, J.P. (1976). Blurred imagery and the eyeliner sine-squared law. Am J Optom Physiol Opt . 66-69.
- 144 KELLY, D.H. (1954). Sine wave and Flicker Fusion. Proceedings ISCERG (The Hague: W. Junk). 16-35.
145. KEMPF, G.A., COLLINS, S.D., JARMAN, E.L. (1928). Refractive errors in the eyes of children as determined by retinoscopic examination with a cycloplegic. Publ. Health Bull. 182.
146. KINTZ, R. T. AND BOWKER, D.O. (1980). Accommodation response during a prolonged visual search task. Paper presented at Ergonomic Aspects of Visual Display Units Workshop. Milan, Italy. March.
147. KNAVE, B.G., WIBOM, R.I., VOSS, M., HEDSTROM, L.D.,

- BERGQUIST, U.O.V. (1985). Work with video display terminals among office employees. I. Subjective symptoms and discomfort. Scand. J. Work. Environ. Health. 11, 457-466.
- 148 KRILL, A.E., AND DEUTMAN, A. F.(1972). Dominant macular degenerations: the cone dystrophies. Am. J. Ophthalmol. 352.
- 149.KRUGER, P.B., POLA, J. (1986). Stimuli for accommodation : blur, chromatic aberation and size. Vision Res. 26, 957-71.
- 150.KRUGER, P.B., POLA, J. (1987).Dioptric and non-dioptric stimuli for accommodation: target size alone and with blur and chromatic aberration. Vision Res. 27, 555-67.
- 151.KURIMATO S.(1983) et. al. Influence of VDT work on eye accomodation. Journ. of Univ. of Occup. an env. health. 101-110, .
- 152.LANSCHKE R.K.(1966) Asthenopia caused by "against-the-rule" astigmatism. Headache. 6, 147-151.
153. LAÜBLI, T., HÜNTING, W., AND GRANDJEAN, E.(1980). Visual impairments in VDU operators related to environmental conditions. In E. Grandjean and E. Vigliani (Eds.) Ergonomic aspects of visual dispay terminals. London: Taylor and Francis, Ltd..*
154. LAUBLI, T.H., HÜNTING, W., AND GRANDJEAN, E. (1980).

Visual impairments in VDU operators related to environmental conditions. In Ergonomic aspects of display terminals.485-94. (ed. E. Grandjean and E. Vigliani), Taylor and Francis Ltd, London.

155. LAUBLI, T.M.(1981). Postural and visual loads at VDT workplaces. Lighting conditions and visual impairments. Ergonomics. 24, 933-944.

156. LE GRAND, Y.(1964). Optique Physiologique Vol. I. 3a Ed. Editions de la Revue d'Optique. Paris.

157. LEIBOWITZ, H.W. AND HENNESSY, R.T..(1975). The laser optometer and some implications for behavioural research. American Psychologist. 30, 349-352.

158. LEVY, F. AND RAMBERG, I.G. (1987). Eye fatigue among VDU users and non VDU users. In Work with display units Selected papers from the International Scientific Conference on work with display units. Stockholm, May 1986. 42-52. (ed.B. Knave and P.G. Wideback). Elsevier Science Publishers. Amsterdam.

159. LEVY, F. AND RAMBERG, I.G. (1987). Eye fatigue among VDU users and non VDU

160. LIVINGSTON, M.S. (1988). Arte, ilusión sistema y visual. Investigación y ciencia. 3, 64-72.

161. LÓPEZ BARTOLOZZI L., ALIO SANZ J.(1983). Historia,

principios y análisis crítico de los autoanalizadores de refracción ocular.- Arch. Soc. Esp. de Oftal. 45, 207-

162. LYLE WM.(1971) .Changes in corneal astigmatism with age. Am J Optom Arch Am Acad Optom. 48, 467-478.

163. LYLE, W.M.(1990) Astigmatism. En Refractive Anomalies. Grosvenor y Flom Eds. Butterworth-Heinemann; Stoneham.

164. MALFATTI P. et.al. (1985). La sindrome da affaticamento visivo negli esposti a videotermini: definizione e valutazione in un gruppo di operatori SIP. G. Ital. Med. Lav. 7, 249-252.

165. MASKE, R., YAMANE, S., AND BISHOP, P.O.(1984). Binocular simple cells for local stereopsis: comparison of receptive field organizations for the two eyes, Vision Res. 24, 1921.

166. MASKE, R., YAMANE, S., AND BISHOP, P.O.(1985). Simple and B-cells in cat striate cortex: complementarity of the responses to moving light and dark bars, J. Neurophysiol. 3, 670.

167. MARRIOTT, I.A. AND STUCHLY, M.A. (1986). Health aspects of work with visual display terminals. J. Occup. Med. 28, 833-48.

168. MATULA R.A.(1981). Effects of VDU on the eyes. A

bibliography. Human Factors. 23, 581-586.

169 MC. DONALD A.D.(1986). Birth defect, spontaneous abortion and work with VDU en: Proceedings of an International Conference: Work with Display Units. 669-670.Estocolmo.

170.MCFARLAND, R.A. AND FISHER, M.B., 1955, Alternations in dark adaptation as a function of age. Journal of Gerontology. 10, 424-428.

171.MEYER, J.J.(1982). An automatic intermittent light simulator to record flicker perceptive thresholds.

172. MICHAELSON S.M.(1986). Heath implications of exposure to emissions from VDT's en: Proceedins of a int. scient. conf.: Work with VDT.. 49-52 Estocolmo.

173. MIDELFORT A, AAMO B, SJOAUT J.A., DYSTHE, B.E. (1992). Myopia among Medical students in Norway. Act Ophtalmol. 317-322.

174. MILLER, S.C.(1984). Meeting the eye care needs of video display terminal operators. J. Am. Optom. Assoc. 611-18.

175.MILLODOT, M.(1986). Diccionario de Optometría. Edita Colegio Nacional de Opticos de Madrid.

176. MILLODOT M, THIBAUT C. (1985) Variation of astigmatism with accommodation and its relationship with dark focus. *Ophthalmic Physiol Opt.* 5, 297-301.
177. MILLODOT, M. AND SIVAK, J. (1973). Influence of accommodation on the chromatic aberration of the eye. *Br. J. Physiol. Opt.* 28, 169-74.
178. MOHINDRA I, HELD R, GWIAZDA J, BRILL S. (1978). Astigmatism in infants. *Science.* 202, 329-331.
179. MOURANT, R. R., LAKSHMANAN, R., AND HERMAN, M. (1979). Hard copy and cathode ray tube visual performance-are there differences? *Proceedings of the Human Factors Society 23rd Annual Meeting, Boston.*
180. MOURANT, R. R., LAKSHMANAN, R., CHANTADISAI ROOMGROJN. (1981). Visual fatigue and cathode ray tube display terminals. *Human Factors.* 23, 529.
181. MURCH, G. (1982). How visible is your display? *Electro-optical System Design.* 14, 43-49.
182. -MURRAY W., MOSS E. A radiation and industrial hygiene survey of VDT: *Human Neurology.* 10, 532-539.
183. NEBEL, B. (1957). The phosphene of quick eye motion. *Ophthalmol.* 58, 235-243.
184. NIOSH. (1981). Potential health hazards of video

display terminals (Washington: Department of Health and Human Services. NIOSH Publication Number 81, 129).

185. NYMAN K.G. (1986). Refraction in VDU operators: a comparison with other professions. Proceedings of a int. scient. conf. Work with VDT. 139-141. Estocolmo

186. NYMAN, k.G., KNAVE, B.G., VOSS, M. (1985). Work with video display terminals among office employees iv Refraction, Accomodation. Convergence and Binocular Vision. Scand. J. Work Environ Health. 11, 483-487.

187. OIT. (1988). Trabajo con pantallas de visualización.- Selección de normas, recomendaciones y convenios internacionales: Ed. O.I.T. Ginebra .

188. OJER, L. (1990). Estadística básica. Ed dossat. Madrid.

189. OMS (1982). Nonionizing radiation protection.-WHO regional publications European series N210.- Copenhagen.

190. ONG, C.N., PHOON, W.O. (1986). Influence of age on VDU work. Atti della International Scientific Conference on work with display units, Stoccolmo. 17-20.

191. OMS. (1983). Travail sur ecrans de visualisation. Les risques pour la santé.-Crespy J., Rey P.: ref. Who/och/83.2.

192. OSAKA N. (1985). Effect of Vdu color on visual fatigue in the fovea and periphery of the visual field.

Proceedings of the 9th. Congress of thinternat Ergonomics Association. 148-150. Taylor & Francis. Londres .

193. ÖSTBERG, O. (1975). CRTs pose health problems for operators. International Journal of Occupational Health and Safety. 44 (6), 24-26, 50-52.**

194. ÖSTBERG, O. (1980). Accommodation and visual fatigue in display work, in Ergonomic Aspects of Visual Display Terminals .41-52. Edited by E. Vigliani (London: Taylor & Francis).

195. ÖSTBERG, O. (1980). Accommodation and visual fatigue in display work. In Ergonomic Aspects of Visual Display Terminals. Proceedings of the International Workshop. Milan. March . 41-52. E. Grandjean and E. Vigliani). Taylor and Francis Ltd, London.

196. ÖSTBERG, O. POWEL, J. AND BLOMKVIST, A.C..(1980). Laser optometry in assesment of visual fatigue. University of Lulea. Sweden. Technical Report, No. 1:T.

197. ÖSTBERG, O., SWANSON, N. (1988). Visual accommodation when focusing targets in near and far areas of chart containing a distance ilusion pattern. Proc 12 th Int.Symp. on Human Factors in Telecommunications.

198. OWENS, D.A., WOLF-KELLY, K. (1987). Near work, visual

fatigue, and variations of oculomotor tonus. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 28. 4, 743-749.

199. OWENS, D.A., WOLF, K.S. (1983). Accommodation binocular vergence, visual fatigue, Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. (Suppl.). 23.

200. PAREJA RODRÍGUEZ E. (1988). Legislación sobre el alumbrado en el centro de trabajo: "España a años-luz". Rev. Salud y trabajo. 65, 26-30. INSHT.

201. PATEL, S., POCT M.J.A. (1991). Tear Characteristics of the VDU Operator. Optom. Vis. Sci. 68, 798-800.

202. PAULSON L.E. (1986). Radiation emissions from VDU. Proceedings of an international scientific conference: Work with display units. 25-28. Estocolmo.

203. PERCIVAL A.S. (1928). The Prescribing of Spectacles, 3rd ed. 63-64, 184-190. New York: Wright & Sons.

204. PÉREZ RETUERTA G., ALONSO CASTELLANOS E. (1986). Salud laboral y pantallas de datos. Rev. Med. y Seg del Trab.. 33, 130, 14-26.

205. PÉREZ RETUERTA G. (1986). El estudio de las condiciones de trabajo ante videoterminals .- Ponencia presentada en el simposium: Informática y Medicina: Las pantallas y sus problemas. Madrid .

206. PETRIG, B., JULESZ, B., KROPFL, W. (1981). et al.

Development of stereopsis and cortical binocularity in human infants: electrophysiological evidence, Science 213.

207. PIÉDROLA GIL, G., DOMINGUEZ CARMONA M. (1991). et al.: Tratado de medicina Preventiva y Salud Pública . 9ª edición . Cap. Salud Laboral. 1183. Edit. Salvat

208. PIRCHIO, M., SPINELLI, D., FIORENTINI, A., (1978) et al. Infant contrast sensitivity evaluated by evoked potentials, Brain Res. 141, 179.

209. PITTS, D. (1982). The effects of aging on selected visual functions: dark adaptation visual acuity, stereopsis, and brightness contrast, in An Aging and Human Visual Function. pp. 131-159. Edited by R. Sekuler, D. Kline and K. Dismukes (New York: Alan R. Liss Inc.).

210. PUELL MARÍN, M.C. (1989). Evaluación de sensibilidad al contraste. Gaceta Optica. 216, 301-309.

211. RAAB E.L. (1984). Hypermetropia in accommodative esodeviations. J Pediatr Ophthalmol Strabismus. 21, 194-198.

212. RAASCH, T.W., BAILEY, I., HOWART.P., GREENHOUSE, D. (1991). Visual performance at video display terminals. Effects of screen color and illuminant type. Optometry and vision science. 68, 924-929.

213. READING, V. (1978). Visual aspects and ergonomics of

visual display units. Institute of Ophthalmology,
London.

214. RECHICHI, C., SCULLICA, L. (1990). Asthénopie et écran de visualisation. J. Fr. Ophtalmol. 13, 8-9; 456-460.

215. RECHICHI, C., RIZZOTTI, A., TRINGALI C.G., SCULLICA, L. (1989). Influenza della durata di applicazione al videoterminale sulla insorgenza dell'astenopia. XIV Congresso S.O.Si., Palermo. 24-26.

216 REGAN, D. (1982). Visual information channeling in normal and discolored vision. Psychological Review. 89, 407-444.

217. REY, P. AND MEYER, J.J. (1980). Visual impairments and their objective correlates.

218. RICHLER A, BEAR JC.(1980). Refraction, nearwork and education. A population study in Newfoundland. Act Ophthalmol. 58, 468-478.

219. ROHMERT W., LUCZAK, H. (1983) en Who/och/ 83.2: Travail sur écrans de visualisation: Risques pour la santé.- OMS.

220. ROMANO, P.E., ROMANO J.A., AND PUKLIN, J.E. (1975). Stereoacuity development in children with normal binocular single vision. Am. J. Ophthalmol. 79, 966.

221. ROSNER J, ROSNER J. (1989) The relationship between clinically measured tonic accommodation and refractive status in 6-14 year old children. *Optom Vis Sci.* 66, 436-439.
222. RUIZ J.L, MUÑOZ M.A., SANZ J.C., VÁZQUEZ J.M.(1991). Estudio del estado visual de los niños escolarizados en la Sierra Norte de la Comunidad de Madrid. Resultados Generales. *Ver y Oír.*57, 35-40.*
223. RUPP, B.A., MCVEY, B.W., AND TAYLOR, S.E. (1984). Image quality and the accommodative response. In *Ergonomics and health in modern offices. Proceedings of the International Scientific Conference, Turin. November 254-259.* (Ed. E. Grandjean). Taylor and Francis Ltd, London.
224. RUSHTON, W.A.H.(1963). Effect of instantaneous flashes on adaptation of the eye. *Nature* 199, 971.
225. SAITO, M., TANAKA, T. AND OSHIMA, M. (1981). Eyestrain in inspection and clerical workers. *Ergonomics.* 24, 161-173.*
226. SÁNCHEZ-LORES F.J., DE ANA GARCÍA F.(1990). El trabajo con pantalla de datos y la salud laboral , revisión de conjunto. *Medicina del Trabajo. Rev. de Asoc. Esp. en Med. del Trab.* 1-3-9-15.
227. SARAUX,H.,BIAIS,B.(1983). *Physiologie Oculaire.* 2ª ED.

Editorial Masson. Paris.

229. SAUTER S.L.(1986). Chronic neck-shoulder discomfort in VDT use: prevalence and medical observations. Proceedings (op. cit) . 154-158. Estocolmo.

230. SAUTER, S.L.(1984). Job and health implications of VDT users and traditional office workers. Grandjean E: Ergonomics and health in modern offices. 129-135. Ed. Taylor & Francis . Londres.

231. SCHELL ,K., SEWELL. L., HUEY S. (1986). Ocular components contributing to myopia progression in adults. Am J Optom Physiol Opt. 63, 63.

232. SCHOR C. Influence of accommodative and vergence adaptation on binocular motor disorders. Am J Optom Physiol Opt. 65, 464-475.

233. SCHOR, C.M., POST, R., JOHNSON, C. (1984). Adaptation of tonic accommodation. Ophthal. Physio. Optics. 4, 133-137.

234. SCIENTIFIC CONFERENCE. (1988). Work with VDT, p. 45-48, Estocolmo .

235. SCULLICA, L., RECHICHI, C. (1989)(a). Definizione del

termine di astenopia nelle incheste epidemiologiche sui lavoratori al videoterminale. XVI Congresso S.O.Si., Palermo.

236. SCULLICA, L., RECHICHI, C. (1989)(b). Vizi di refrazione. Atti del Congresso Oftalmologia e lavoro al Videoterminale. Roma.

237. SCULLICA, L., RECHICHI, C. (1989)(c). Influenza dei vizi di refrazione sulla insorgenza dell'astenopia in lavoratori addetti ai VDT. Inchiesta epidemiologica su 29.604 soggetti. XIV Congresso S.O.N.O. Torino. 16-17.

238. SEKULER, R., KLINE, D. AND DISMUKES, K. (eds). (1982). An Aging and Human Function (New York: Alan R. Liss Inc.).

239. SEPTON R.D. (1984). Myopia among optometry students. Am J Optom Physiol Opt. 61, 745-751.

240. SHAHANAVAZ H., HEDMAN L. (1984) Visual accommodation changes in VDT operators related to environmental lighting and screen quality. Ergonomics 27. 10, 1071-641.

241. SHAHNAVOZ, H. (1982). Lighting conditions and workplace dimensions of VDT operators. Ergonomics 25. 1165-1173.

242. SIVAK, J.G. AND WOO, G.C. (1983). Colour visual

display terminals and the eye. Green VDTs provide optimal stimulus to accommodation. Am. J. Optom.

243 SMITH A.B., TANAKA S.(1984). Correlates of ocular and somatic symptoms among VDT users. Human Factors. 26, 143-156.

244.SMITH M.J. (1986). Job Stress and VDUs : is the technology a problem?, en Proceedings of the int. scient. conf: work with VDT. 189-195. Estocolmo.

245.SMITH, M., STAMMERJOHN, L.W., COHEN, B., AND LALICH.(1980).Job stress in video display operations. In E. Grandjean and E. Vigliani (Eds.) Ergonomic aspects of visual display terminals. London. Taylor and Francis, Ltd.

246 SMITH, M.J., COHEN, B. G. F., STAMMERJOHN, L.W., JR., AND HAPP, A.(1981). An investigation of health complaints and job stress in video display operations. Human Factors. 23, 387-400.

247. SMITH, M.J., COHEN, L. AND STAMMERJOHN, L.W., JR., (1981).An investigation of health complaints and job stress in video display operations. Human Factors. 23, 387-400.

248. SMITH, P.C., KENDALL, L. M., AND HULIN, C.L. (1969).

The measurement of satisfaction in work and retirement.
Chicago:Rand McNally.

249.SORSBY A, BENJAMIN B, DAVEY J.B, et al. Emmetropia and its Aberrations; a Study in the Correlation of the Optical Components of the Eye. Medical Research Council Special Report No. 293. London: HM Stationery Office.

250.SORSBY A, BENJAMIN B, SHERIDAN M.(1961). Refraction and Its Componets During Gorwth of the Eye from the Age of Three. Medical Research Council Special Report Series No.301. London:HM Stationery Office.

251.SORSBY A, SHERIDAN M, LARY GA, BENJAMIN B.(1960) Vision, visual acuity and ocular refraction of young men. Br Med J .1, 1394-1398.

252.SORSBY A. (1970).Ophtalmic Genetics, 2nd ed. London Butterworths.

253.SORSBY A, SHERIDAN M, LEARY G.A.(1962) Refraction and Its Components in Twins. Medical Research Council Special Report Series No.303. London:HM Stationery Office.

254.SORSBY A.(1980). Biology of the eye as an optical sistem. Duane TD, Ed. Clinical Ophthalmology, Harper and Row.

255. SPERDUTO RD, SEIGEL D, ROBERTS T, ROWLAND M.

1983). Prevalence of myopia in USA. Arch Ophthalmol 101:
05-407.

56. STARR, S.J., THOMPSON, C.R., AND SHUTE, S.J.
1982). Effects of video display terminals on the
telephone operators. Human Factors. 24, 699-711.

57. SULLIVAN, M.J., AND KERTESZ, A.E. (1978). Binocular
coordination of torsional eye movements in cyclofusional
response, Vision Res. 18, 943.

58. TAKEDA, T., FUKUI, Y., HIRASE, T., MURATA, Y., IIDA, T.
1987). Objective assessments of visual fatigue using
dynamic accommodation. Proceedings of the HCL (Human
Computer Interaction). International. 152-62.

59. TAKEDA, T., FUKUI, Y., IIDA, T. (1988). Three-
dimensional optometer. Appl. Opt. 27, 2595-602.

50. TAKEDA, T., FUKUI, Y., IIDA, T. (1988). Dynamic
accommodation measurements for objective assessment of
restrain and visual fatigue. J. Human Ergol. 17, 21-35.

51. TAYLOR, S.P. AND YEOW, P.T. (1990). Visual display
its-friend or foe? The Optician, 5234, 18-22, 5237,
5241, 15-19.

52. TERRANA T., MERLUZZI F. (1980). Electromagnetic

radiations emitted by vdt's. Grandjean E., Vigliani E.
Ergonomics aspects of VDT. p.13-21. Taylor & Francis,
Londres .

263. TREVISOL MASSIMO. (1994) Videoterminale e guida: La
vista si valuta così. Ottica Italiana. 1, 37-42.

264. UMBACH, F.W., KALSBECK, J.W.H. AND BOSMAN, D. (1982).
A device for the measurement of contrast resolution,
spatial and temporal resolution by means of a VDU screen
(Enschede: Twente University of Technology).

265. US BUREAU of the Census, Statistical Abstract of the
United States: 1981 102nd ed, Washington DC.

266. VIÑAS BOIGUES, V., VIÑAS FONTANALS A. (1989): Aumento
de las forias en operadores de ordenadores. Med. y Seg. del
Trabajo. 36. 143, 74-77.

267. WANG G.J., POMERANTZEFF O, PANKRATOV M.M., (1983)
Astigmatism of oblique incidence in the human model eye.
Vis Res. 23, 1079-1085.

268. WERNECKE D. (1987). La microelectrónica y los puestos
de trabajo en oficinas. Informes OIT. Ed. MQ Trabajo.

269. WESSON M.D, PEASLEE A.G. (1990). Expanding the limits
of the teller Visual Acuity Cards. J Am Optom Assoc. 61,
400-403.

270. WESTHEIMER, G., AND MCKEE, S.P. (1980). Stereogram

design for testing local stereopsis, Invest.
Ophtalmol.19,802.

271. WESTERHOLMP., ERICSON A.(1986) Pregnancy outcome and
VDU work in a cohort of insurance clercks, en: Proceedings
of the int. scient. conf. work with VDT; p. 665-668,
Estocolmo .

272. WOLF, K.S.(1984). The role of accommodation and
binocular vergence in visual fatigue induced by near work
at a video display terminal or hard copy, in Curriculum ii,
Optometric Extension Foundation, Duncan, OK. 61-76.

273. YEKTA, A.A., JENKINS, T., AND PICKWELL, D. (1987).
The clinical assessment of binocular vision before and
after a working day. Ophthal. Physiol. Opt., 7,

274. YEOW, P.T. (1988). The effects of short term and
long term VDU usage on visual functions and visual
fatigue. PhD thesis, University of Wales.

275.YUANCHAO, G., LEGGE, G.E. (1987). Accommodation to
stimuli in peripheral vision. J. Opt. Soc. Am. A. 8,1681-
1687.

276.YVES LE GRAND. (1991). Optica fisiologica I. Tomo I.
Ed. A.A.E.U. de Optica. Madrid.

277.ZEMON, V. AND RATLIFF, F. (1981). Intermodulation

responses. Journal of the Optical Society of America,

278.ZEMON, V., KAPLAN, E. AND RATLIFF, F. (1980)

Bicuculline enhances a negative component and diminishes a positive component of the visual evoked cortical potential in the cat. Proceedings of the National Academy Of Sciences, 77, 7476-7478.

279.ZEMON,V., RATLIFF. (). Intermodulation responses. Journal of the optical society of America.71.

280.ZWAHLEN H.T., HARTMANN A.L. (1985). VDT operator pupil diameter changes, accomodation changes and subjetive comfot/discomfot score changes over a working day Proceedings of the Human factors Society: 29 th. annual meeting, p. 630-634.