



## MASTER UNIVERSITARIO EN OPTOMETRIA Y CIENCIAS DE LA VISIÓN

### TRABAJO FINAL DE MASTER

---

#### Evaluación de la motilidad ocular en pacientes con pérdida de campo visual periférico

**Nuria Hernán Jordana**

Directora: Eulalia Sánchez Herrero

Codirector: Joan Gispets Parcerisas

Departamento de Óptica y Optometría

**ENERO 2020**



## MASTER UNIVERSITARIO EN OPTOMETRIA Y CIENCIAS DE LA VISIÓN

La Sra. Eulalia Sánchez Herrero, como directora del trabajo y el Sr. Joan Gispets Parcerisas, como codirector del trabajo

CERTIFICAN

Que la Sra. Nuria Hernán Jordana ha realizado bajo su supervisión el trabajo Evaluación de la motilidad ocular en pacientes con pérdida de campo visual periférico que se recoge en esta memoria para optar al título de master en optometría y ciencias de la visión.

Y para que conste, firmamos este certificado.

Sra. Eulalia Sánchez Herrero  
Directora del trabajo

Sr Joan Gispets Parcerisas  
Codirector del trabajo

**Terrassa, 27 de enero de 2020**



## MASTER UNIVERSITARIO EN OPTOMETRIA Y CIENCIAS DE LA VISIÓN

### Evaluación de la motilidad ocular en pacientes con pérdida de campo visual periférico

#### RESUMEN

El objetivo de este trabajo es estudiar la relación entre el déficit de campo, la percepción de calidad de vida y el tiempo que tardan en realizar tareas de búsqueda en una población de pacientes con deterioro del campo visual periférico.

Para ello se realizó una búsqueda bibliográfica que nos orientase sobre la metodología más adecuada, a partir de lo cual, se creó un protocolo de examen dónde se incluyó el campo visual Humphrey monocular 24-2 Sita Standard, el binocular el Esterman, el cuestionario de función visual VFQ-25 y se implementó con las sub áreas de agudeza visual y motilidad ocular, con mentonera y sin mentonera, del programa Movilab.

Podemos afirmar que existe una relación estadísticamente significativa entre el tiempo empleado en realizar tareas de búsqueda, a través de ejercicios de motilidad ocular, y el de defecto de campo visual del mejor ojo (DM). A peor DM, mayor tiempo dedicado a la ejecución de los ejercicios. Siendo los seguimientos los más difíciles para los pacientes con defecto del campo visual periférico.

Los pacientes con campo visual periférico reducido, tanto el test monocular Sita Standard como el Esterman son igual de buen predictores en relación a la calidad de vida con el cuestionario VFQ-25, concretamente en las áreas de percepción de la visión global, dificultad en visión próxima, dificultad social, dependencia y conducción. En el resto de categorías, no se obtuvo relación estadísticamente significativa.



## MASTER UNIVERSITARIO EN OPTOMETRIA Y CIENCIAS DE LA VISIÓN

### Avaluació de la motilitat ocular en pacients amb pèrdua de camp visual perifèric

#### RESUM

L'objectiu d'aquest treball és estudiar la relació entre el dèficit del camp, la percepció de qualitat de vida i el temps que triguen en realitzar les tasques de recerca en una població de pacients amb pèrdua de camp visual perifèric.

Per a fer-ho, es va realitzar una recerca bibliogràfica que ens orientes sobre la metodologia més adequada, a partir de la qual, es va crear el protocol d'examen on es va incloure el camp visual Humphrey 24-2 Sita Standard, el binocular Esterman, el qüestionari de funció visual VFQ-25 i es va implementar amb les sub àrees de agudesesa visual i motilitat ocular, amb mentonera i sense ella, del programa Movilab.

Podem confirmar que existeix una relació estadísticament significativa entre el temps emprat en realitzar tasques de recerca, a través d'exercicis de motilitat ocular, i el defecte de camp visual del millor ull (DM). A pitjor DM, major temps dedicat a l'execució dels exercicis. Sent els seguiments els més difícils pels pacients amb defecte de camp visual perifèric.

Els pacients amb camp visual perifèric reduït, tan el test Sita Standard com l'Esterman són igual de bons predictors en relació a la qualitat de vida amb el qüestionari VFQ-25, concretament en les àrees de percepció de la visió global, dificultat en visió pròxima, dificultat social, dependència i conducció. En la resta de categories, no es va obtenir relació estadísticament significativa.



## MASTER UNIVERSITARIO EN OPTOMETRIA Y CIENCIAS DE LA VISIÓN

### Evaluation of ocular motility in patients with loss of peripheral visual field

#### SUMMARY

The aim of this study is to understand the relationship between the visual field shortfall, the perception of quality of life and the time it takes to perform search tasks in a population of patients with deterioration of the peripheral visual field.

For this literature research was conducted to guide us on the most appropriate methodology. An examination protocol was created which contained the 24-2 Sita Standard monocular Humphrey visual field, the Esterman binocular and the VFQ-25 visual function questionnaire. With the help of Movilab software, subareas of visual acuity and ocular motility, with and without chinrest were included.

We can confirm that there is a statistically significant relationship between the time taken to perform search tasks, through eye motility exercises, and the visual field defect of the best eye (DM). The worse the DM is, the more time was dedicated into the execution of the exercises. The follow-ups were as well more difficult for patients with peripheral visual field defect.

Patients with peripheral visual field defect, both the Sita Standard and Esterman monocular visual fields are equally good predictors in relation to the quality of life with the VFQ-25 questionnaire. Areas such as perception of the global vision, difficulty in near vision, social difficulty, dependence and driving the questionnaire was equally a good predictor. In the other categories, no statistically significant relationship were obtained.



## AGRADECIMIENTOS:

- A la tutora del trabajo, Eulalia Sánchez por su dedicación y ayuda, tanto a nivel del trabajo, como animándome en momentos críticos.
- Al codirector Joan Gispets por su guía durante el trabajo.
- A Cristina Cadevall por su paciencia y buen hacer.
- A Nuria Barceló y Montserrat Solera por facilitarme la búsqueda de una buena bibliografía.
- A la Mútua de Terrassa y al CUV por su colaboración en este estudio.
- A mi familia por todo el apoyo durante la carrera y el máster, sin vosotros no sería lo mismo.

*“Que los sueños de tu pasado sean la realidad de tu futuro” (Jimi Hendrix)*



<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>Estado del arte</b>	<b>2</b>
1. Campo visual	2
1.1. Definición	2
1.2. Afectaciones del campo visual	4
1.3. Tipos de campo visual e índices informativos	5
1.3.1. Comparativa entre Campo visual monocular Sita Fast versus Sita Standard	5
1.3.2. Campo Visual Humphrey 24-2 Sita-Standard (SS)	6
1.3.3. Comparativa entre campo visual binocular Integrado y Esterman	11
1.3.4. Campo Visual Esterman	12
2. Motilidad ocular	14
2.1. Definición	14
2.2. Clasificación de los movimientos oculares	15
2.2.1. Compensación del movimiento de la cabeza	15
2.2.2. Sacádicos	15
2.2.3. Seguimientos	16
2.2.4. Vergencias	16
2.2.5. Micromovimientos de fijación	17
2.3. Métodos de valoración de los sacádicos y seguimientos	17
2.3.1. Visagraph o videofotográficos	17
2.3.2. Electro-oculográfico	17
2.3.3. Test DEM (Developmental Eye Movement)	18
2.3.4. KDT (King Devick Saccadic Test)	19
2.3.5. Prueba de evaluación oculomotora NSUCO	19
2.4. Factores que afectan a la funcionalidad de la m.o.	20
3. Patologías con afectación del campo visual periférico	20
3.1. Glaucoma	21
3.1.1. Definición	21
3.1.2. Epidemiología y Etiología	21
3.1.3. Clasificación	23
3.1.4. Sintomatología	23
3.1.5. Tratamiento	23
3.2. Retinosis Pigmentaria	24
3.2.2. Definición	24
3.2.3. Epidemiología	24
3.2.4. Clasificación y Sintomatología	25
3.2.5. Tratamiento	25
4. Funcionalidad y calidad de vida (NEI VFQ-25)	25
<b>Estudio de campo</b>	<b>27</b>
1. Objetivo general y objetivos específicos	27
1.1. Objetivo general	27
1.2. Objetivos específicos	27



2.	Hipótesis del trabajo	27
3.	Diseño	27
4.	Población y Muestra	28
4.1.	Criterios de Inclusión y exclusión	28
4.2.	Tamaño de la muestra	28
4.3.	Variables	28
5.	Metodología	29
5.1.	Protocolo de las pruebas en gabinete	29
5.2.	Protocolo de las pruebas en el laboratorio Movilab	29
5.2.1.	Metodología de la Motilidad ocular	31
5.2.2.	Metodología de la encuesta de calidad de vida (vfq 25)	32
6.	Análisis estadístico de los resultados	33
7.	Consideraciones éticas	34
8.	Resultados	34
8.1.	Población estudiada	34
8.1.1.	Observadores sanos	34
8.1.2.	Pacientes con defecto de campo visual periférico	35
8.2.	Motilidad ocular	35
8.3.	Análisis del campo Visual	37
8.4.	Encuesta NEI VFQ-25	38
8.5.	Velocidad en el ejercicio de MO vs parámetros del cv monocular (DM)	38
8.6.	Velocidad en el ejercicio de MO VS parámetros del cv binocular (eficiencia)	38
8.7.	Velocidad en MO VS resultados de la encuesta VFQ-25	39
8.8.	Velocidad en MO VS años que padece la discapacidad y uso del bastón	39
8.9.	Valor de la AV del mejor ojo VS resultados de la encuesta	39
8.10.	Valor de AV del mejor ojo VS motilidad ocular	39
8.11.	DM como predictor de la satisfacción visual	40
8.12.	Eficiencia de Esterman como predictor de la satisfacción visual	40
9.	Discusión	40
10.	Conclusiones	43
11.	Futuros trabajos	44
12.	Referencias bibliográficas	45
13.	Listas de la memoria:	50
13.1.	Ilustraciones	50
13.2.	Tablas	50
13.3.	Ecuaciones	50
14.	ANEXOS	51
14.1.	Anexo A: Ficha de registro de los datos clínicos	51
14.1.1.	Anexo A.1. Resultado de la evaluación del resto visual a campo abierto	53
14.1.1.	anexo A.2. Encuesta VFQ-25 (Versión 2000)	54
14.1.2.	Anexo A.3. Programa Movilab-resultado de la evaluación del resto visual	62
14.2.	Anexo B: Manual de instrucciones de Movilab	63





14.3.	Anexo C: Test de evaluación _____	67
14.4.	Anexo D: Dispositivos utilizados _____	70
14.5.	Anexo E: Documentación de información al paciente _____	71
14.6.	Anexo F: Consentimiento Informado _____	72
15.	Lista de Ilustraciones del Anexo: _____	73



## Introducción

La retina periférica se caracteriza por una mayor densidad de bastones y una disminución de conos a medida que aumenta su excentricidad. Todo y que haya un menor número de conos en periferia, estos son suficientes para proporcionar una agudeza visual y una visión del color que a pesar de ser burdas aporta una gran cantidad de información útil sobre el entorno, suministrando información indispensable para potenciar de forma eficiente la seguridad en la orientación y movilidad (O y M) (Rosenholtz, 2016).

En España, los pacientes con deficiencia visual, se pueden afiliar a la organización nacional de ciegos (ONCE) si su Agudeza Visual (AV) con la mejor corrección óptica es menor o igual a 0,1 o el campo visual (CV) residual es inferior o igual a 10° (Valverde Pérez, 2001). Estos límites de afiliación, proporcionan una idea de la gran influencia que presenta la limitación del CV en el grado de discapacidad.

La presencia de patologías oculares tales como el Glaucoma o la Retinosis Pigmentaria, que cursan con una reducción del campo visual periférico puede desencadenar en una pobre habilidad de orientación y movilidad (O y M), en cambio, en otras patologías como la degeneración macular asociada a la edad (DMAE) esto no se produce (Rosenholtz, 2016) (Subhi *et al.*, 2017).

Desgraciadamente este tipo de patologías no son poco habituales, ya que se calcula que la prevalencia mundial en la población mayor de 40 años es aproximadamente 3 a 5% (Jonas *et al.*, 2017) y, sabiendo que la población mundial está envejeciendo gracias a una mayor esperanza de vida, cabe esperar que el número de afectados se incremente. (Gómez Ulla de Irazábal and Ondategui Parra, 2012).

Se cree que este tipo de pacientes necesitan de un rango más amplio de exploración del campo visual tanto horizontalmente como verticalmente, sobre todo hacia abajo ya que han de prestar mucha atención a los diferentes obstáculos (Rosenholtz, 2016). La eficacia de dicha exploración se basa, entre otras habilidades, en la motilidad ocular del paciente.

V. Ivanov *et al.* en 2016 (Ivanov *et al.*, 2016), afirman que, ante la limitación del campo visual periférico, los movimientos oculares se reducen debido a una falta de información. Otro estudio (Coeckelbergh *et al.*, 2002) indica que estos pacientes requieren un mayor tiempo de búsqueda, cometen más errores y presentan una frecuencia de fijaciones cortas mayor que el grupo control.

En la mayoría de los estudios citados se han utilizado rastreadores visuales o Eye Tracker costosos. Sin embargo, en este estudio se valorará el tiempo de búsqueda a través de la sub área de motilidad del programa Movilab (programa informático desarrollado en el marco del doctorado de Sánchez Herrero E.), que permitirá estudiar la efectividad en la búsqueda, a través del tiempo dedicado a la actividad,

obteniendo con ello un valor objetivo y sin el sobrecoste que supone un eye tracker con sistema de análisis.

Este trabajo presenta como objetivos específicos determinar la relación entre el grado de defecto de campo periférico, la percepción de la calidad de vida y el tiempo de dedicación a tareas de búsqueda.

Para ello se analizan las características visuales de pacientes con patología que provocan limitación en la retina periférica a través de: Los diagnósticos oftalmológicos, los campos visuales Humphrey 24-2 monocular y Esterman, la agudeza visual, el cuestionario de calidad de vida VFQ-25 y los resultados del programa informático Movilab en las sub-áreas de sacádicos en línea, aleatorios y seguimientos. Siendo la hipótesis a validar “Existe una correlación entre el tiempo empleado en tareas de búsqueda y el grado de afectación del campo visual”.

## Estado del arte

En este apartado se van a tratar aspectos importantes a tener en cuenta a la hora de la realización del estudio de campo y del análisis de los resultados. Tener presente las patologías con afectación periférica, un cuestionario sobre función visual y movilidad, así como la identificación de los conceptos más importantes del campo visual y la motilidad ocular representarán la base del estudio del arte de este trabajo.

### 1. Campo visual

#### 1.1. Definición

El Campo Visual (CV) es la región del espacio que es vista simultáneamente cuando se mantiene la fijación en un objeto determinado y la cabeza inmóvil (Ondategui, J.C.; Borràs, M.R.; Pacheco, M.; Varón, M.C.; Sánchez, E.; Gispets, 1998; Lang, 2006; Heijl, 2012; Racette, L, Fischer, M, Bebie, H, Holló, G, Johnson, C.A, Matsumoto, 2016). Realmente, lo que estamos midiendo es el umbral mínimo de percepción mediante estímulos luminosos presentados en posiciones espaciales predefinidas (Goldmann o Computerizado) o a través de un sistema más burdo de visión o no visión de un estímulo no luminoso (Pantalla tangente de Bjerrum). Se puede representar mediante una isla

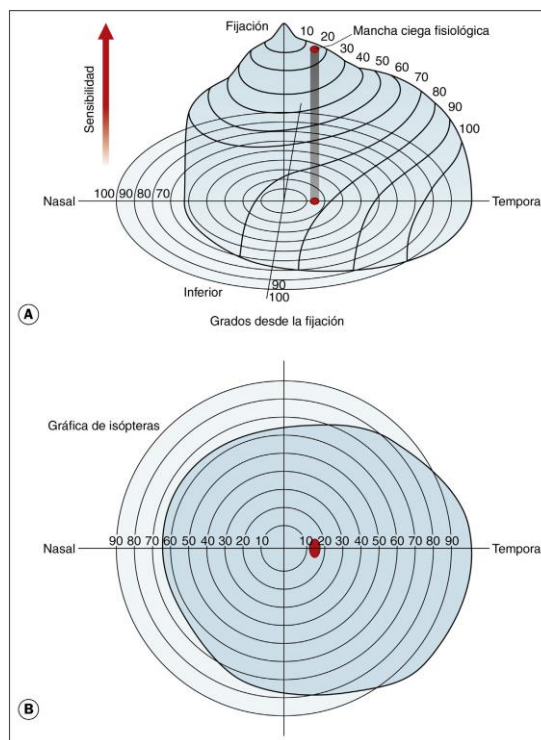


ILUSTRACIÓN 1: OJO DERECHO REPRESENTADO EN (A) ISLA DE VISIÓN Y (B) GRÁFICA DE ISÓPTERAS. (BOWLING, 2016)

de sensibilidad creciente (Ilustración 1A), siendo su cima la zona de agudeza visual máxima (fóvea), y su base la retina periférica (en la zona nasal, la sensibilidad decae antes que en la temporal).

La zona donde hay un pico muy marcado sin visión corresponde al punto ciego, este, se representa en la ilustración 1B como un punto granate situado a unos 15° del centro del Campo Visual. ((Heijl, 2012; Bhartiya, S; Ariga, M; Puthuran, G.V; George, 2016; Bowling, 2016; Racette, L, Fischer, M, Bebie, H, Holló, G, Johnson, C.A, Matsumoto, 2016).

Generalmente, los campos visuales, a nivel clínico, son analizados monocularmente para poder visualizar cada posible escotoma, ya sea relativo (zona de pérdida parcial de la sensibilidad retiniana) o absoluto (zona pérdida total) (Ondategui, J.C.; Borràs, M.R.; Pacheco, M.; Varón, M.C.; Sánchez, E.; Gispets, 1998). A continuación, en la ilustración 2, se presentan dos imágenes en las que se muestra el ángulo de visión o CV monocular (de cada ojo por separado), el cual tiene una extensión en su parte superior de 60°, en la inferior de 75°, en la nasal de 60° y en la temporal de más de 90° (Ondategui, J.C.; Borràs, M.R.; Pacheco, M.; Varón, M.C.; Sánchez, E.; Castañé, M.; Peris, 1998).

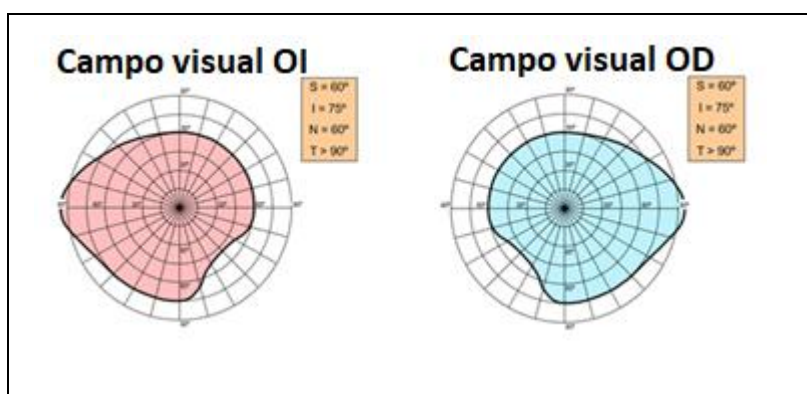


ILUSTRACIÓN 2: CAMPO VISUAL MONOCULAR IZQUIERDO Y DERECHO (ONDATEGUI, J.C.; BORRÀS, M.R.; PACHECO, M.; VARÓN, M.C.; SÁNCHEZ, E.; GISPETS, 1998)

Se denomina campo visual "Conjunto", al resultado de fusionar ambos campos monoculares, Este presentará un ángulo superior de 60°, inferior de 75° y hacia los lados de más de 90° (Ilustración 3 derecha). El área que comparten ambos campos visuales monoculares se denomina CV "Binocular", abarcando un ángulo superior de 60°, inferior de 75° y hacia los lados de 60° (Ilustración 3 izquierda). Todo y qué en la teoría, la denominación del campo en el que los dos ojos abiertos pueden ver de forma simultánea y no simultánea es campo visual conjunto, en la práctica clínica se conoce como Binocular, por lo tanto, de ahora en adelante me referiré a ello como campo visual Binocular. (Ondategui, J.C.; Borràs, M.R.; Pacheco, M.; Varón, M.C.; Sánchez, E.; Castañé, M.; Peris, 1998; Ondategui, J.C.; Borràs, M.R.; Pacheco, M.; Varón, M.C.; Sánchez, E.; Gispets, 1998; Bhartiya, S; Ariga, M; Puthuran, G.V; George, 2016; Racette, L, Fischer, M, Bebie, H, Holló, G, Johnson, C.A, Matsumoto, 2016).

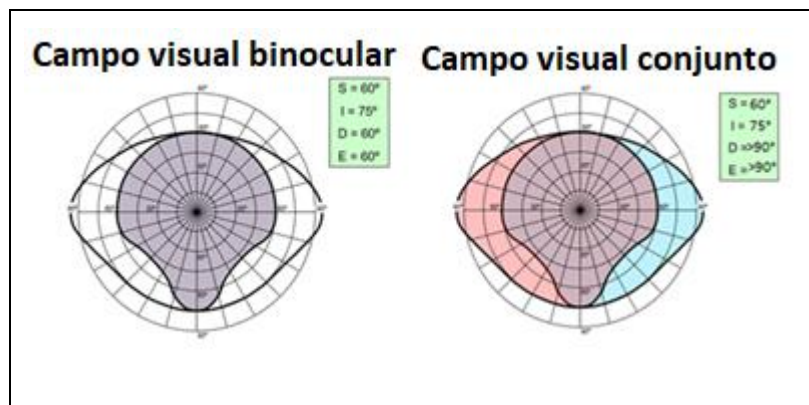


ILUSTRACIÓN 3: CAMPO VISUAL BINOCULAR (IZQUIERDA) Y CONJUNTO (DERECHA) (ONDATEGUI, J.C.; BORRÀS, M.R.; PACHECO, M.; VARÓN, M.C.; SÁNCHEZ, E.; GISPETS, 1998)

La realización del campo visual no sólo nos sirve para evaluar si hay una patología ocular tipo Glaucoma o la Retinosis Pigmentaria, sino que también nos muestra si hay alguna alteración en cualquier punto del circuito de la visión desde el córtex hasta los globos oculares.

### 1.2. Afectaciones del campo visual

En la ilustración 4, se puede observar cómo la localización orgánica de la afectación (los diferentes números) se traduce en resultados concretos de limitación del campo visual (Ansari and Nadeem, 2016):

1. La afectación en el nervio óptico o/y la retina producirá ceguera, dando lugar a un escotoma o depresión difusa de ese ojo, por eso en este caso el CV derecho está intacto.
2. La afectación en el quiasma óptico, se traducirá en una hemianopsia heterónima bitemporal.
3. La afectación en las cintillas ópticas, se traducirá en una hemianopsia homónima contralateral.
4. La afectación en las radiaciones ópticas, se traducirá en una cuadrantanopsia homónima contralateral.
5. La afectación en la corteza visual, producirá una hemianopsia homónima contralateral con o sin

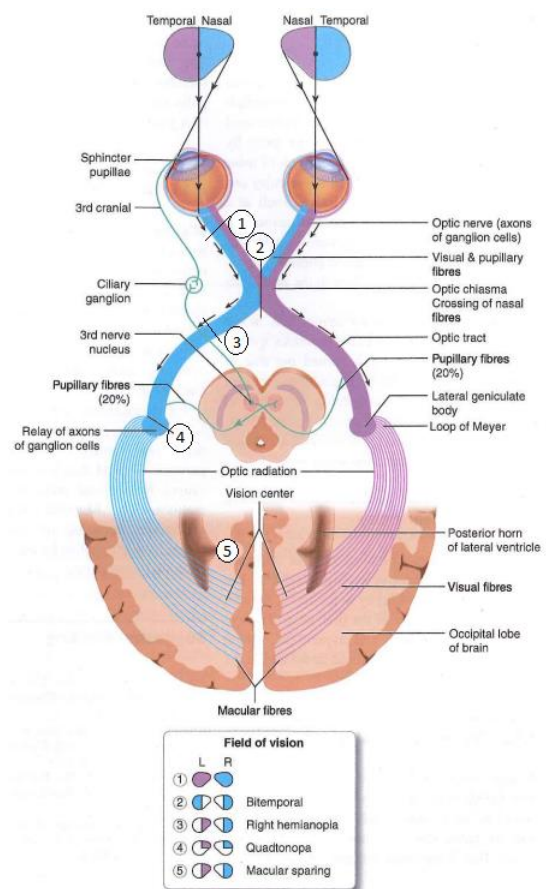


ILUSTRACIÓN 4: IMAGEN DE LA AFECTACIÓN DEL CAMPO VISUAL SEGÚN LA LOCALIZACIÓN DE LA LESIÓN (ANSARI AND NADEEM, 2016)

respeto en la visión central y congruente (Calvo, 2006; Lang, 2006; Heijl, 2012; Ansari and Nadeem, 2016).

Según si el defecto de ambos ojos es simétrico o no, se clasifica en Congruente (cuando ambos CV se parecen, normalmente se produce si la alteración es posterior a los núcleos geniculados laterales), o Incongruente, cuando los CV entre ambos ojos no se parecen. (Ondategui, J.C.; Borràs, M.R.; Pacheco, M.; Varón, M.C.; Sánchez, E.; Castañé, M.; Peris, 1998).

### 1.3. Tipos de campo visual e índices informativos

Según la dinámica de exploración, existen diversos métodos de realización del campo visual:

- A) Perimetría o campimetría Cinética: El estímulo, de tamaño e intensidad constante, va desplazándose de periferia a centro formando un círculo llamado isóptera. Cuando finaliza ese estímulo repite el mismo método, pero con un estímulo más pequeño, así hasta llegar al estímulo más pequeño y con menos intensidad que corresponderá a la zona de máxima visión o fóvea. El campímetro más utilizado es el Goldmann (Lang, 2006; Bowling, 2016; Racette, L, Fischer, M, Bebie, H, Holló, G, Johnson, C.A, Matsumoto, 2016).
- B) Perimetría o campimetría Estática: La intensidad del estímulo va aumentando hasta que el paciente lo percibe y es analizado desde la parte central o macular hasta la periferia. Generalmente se trata de un campo visual monitorizado y las luces no se mueven, sino que varía la intensidad y la localización de forma aleatoria. Ejemplos de este tipo de campimetría sería Octopus o Humphrey (Ondategui, J.C.; Borràs, M.R.; Pacheco, M.; Varón, M.C.; Sánchez, E.; Castañé, M.; Peris, 1998; Lang, 2006; Smith *et al.*, 2012; Bowling, 2016; Racette, L, Fischer, M, Bebie, H, Holló, G, Johnson, C.A, Matsumoto, 2016; Zeiss, 2018).

#### 1.3.1. Comparativa entre Campo visual monocular Sita Fast versus Sita Standard

Existen diferentes tipos de Campos Visuales estáticos monoculares, pero actualmente las pruebas que más se utilizan en los estudios clínicos y en la práctica clínica por su fiabilidad y practicidad, son el Campo Visual Humphrey 24-2 Sita Standard y el Sita Fast.

Existen estudios que los comparan y concluyen que ambos son prácticamente igual de sensibles: unos comentan que el porcentaje de detección del glaucoma es un 98% en Sita-Standard y un 95% en Sita Fast siendo esta última más rápida (concretamente un 72% en pacientes normales y un 65% en glaucomatosos) y la sensibilidad en pacientes moderados o graves es del 100% para ambas estrategias, pero en pacientes leves la sensibilidad varía ligeramente en el Sita Standard con un 92% y en el Sita Fast en un 85%. La especificidad es del 96% para ambas estrategias (Budenz *et al.*, 2002).

Otros afirman que el Sita Standard posee una mejor precisión en sensibilidades más bajas, aunque no es considerable (Saunders, Russell and Crabb, 2015) (L.J., R.A. and D.P., 2014), otros que el Sita Fast es significativamente más corto que el Standard y que los dos tienen una variabilidad a largo plazo similar (Barkana et al., 2012), y otros afirman que para el diagnóstico de glaucoma y su seguimiento el Standard es mejor ya que te da el balance correcto entre la sensibilidad y la especificidad, sin embargo, el SITA Fast parece más reproducible, lo que lo hace mejor para el seguimiento del glaucoma (Yanoff, 2019). Debido a que este estudio se realiza en dos centros distintos, el único que existe en ambos centros es el Humphrey 24-2 Sita Standard, por lo que realizaremos el estudio con este.

Como dato curioso y que sucede en todos los tipos de campos visuales, Glen et al. realizó un estudio sobre la experiencia de realizar el campo visual y en qué se podía mejorar. El resultado fue que los pacientes no disfrutaron de la prueba, pero si comprendieron la importancia de realizarla de forma regular e incluso estarían dispuestos a realizarla más frecuentemente si su médico así lo indicara, es decir, que, si se explica el resultado y el porqué de realizarla, probablemente estos resultados serían más lógicos ya que los pacientes comprenderían mejor qué están haciendo (Glen, Baker and Crabb, 2014) (Subhi et al., 2017).

### 1.3.2. Campo Visual Humphrey 24-2 Sita-Standard (SS)

Este tipo de campímetro estático, es uno de los más utilizados a nivel clínico, compara los resultados obtenidos con una amplia base de datos normalizada por edades para obtener un análisis estadístico de la situación (Zeiss, 2018). A continuación, en la Ilustración 5, muestra un ejemplo de registro. En la gráfica de la izquierda se representan los datos correspondientes al ojo izquierdo y la gráfica de la derecha a los del ojo derecho.

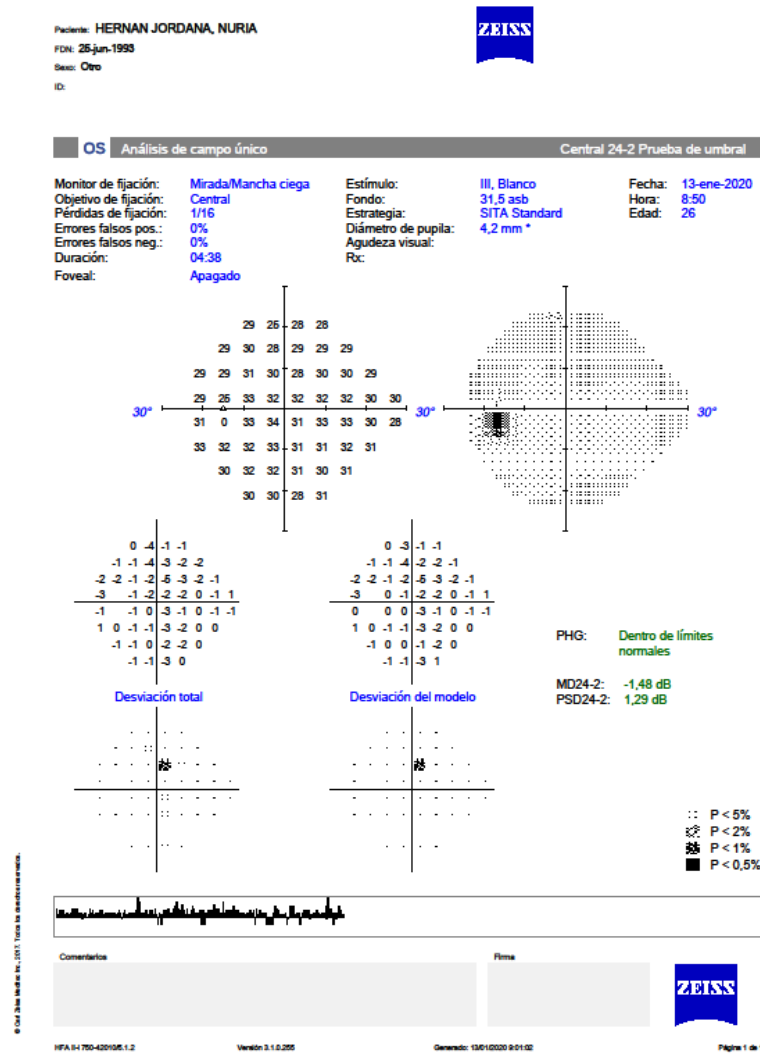
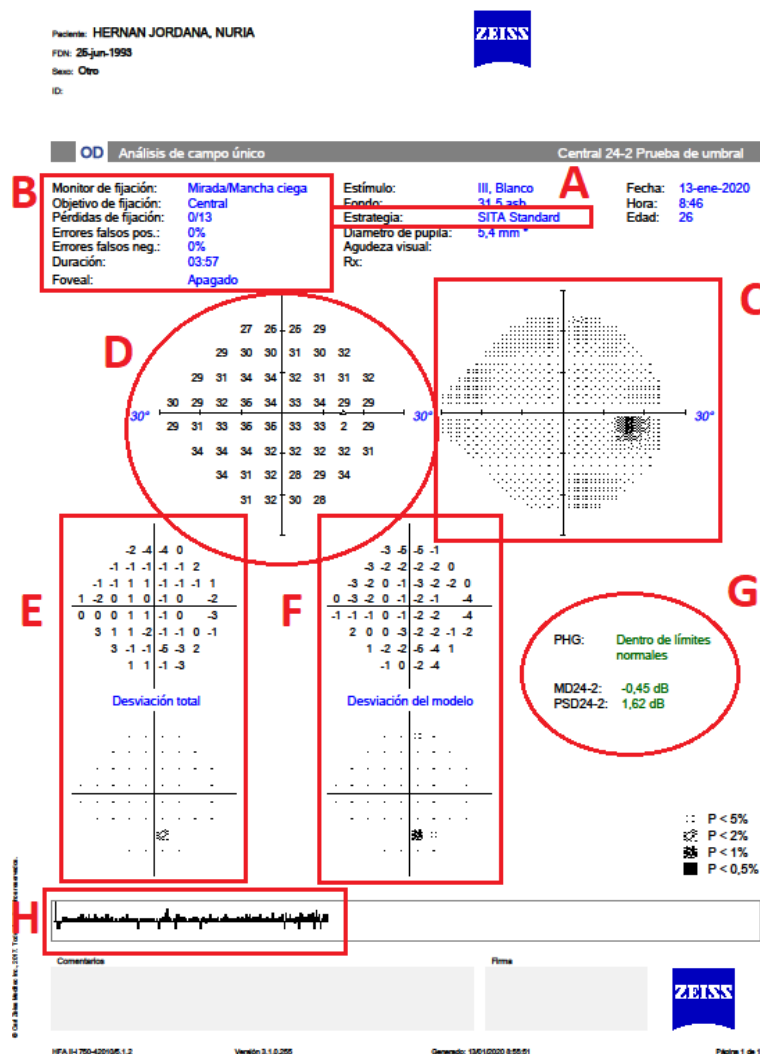


ILUSTRACIÓN 5: IMAGEN DEL INFORME DE CAMPO VISUAL OJO IZQUIERDO Y OJO DERECHO DE UNA ESTRATEGIA HUMPHREY 24-2 SITA-STANDARD



Seguidamente, se indicará el significado de los diferentes parámetros e índices que proporciona este tipo de campímetro:

- A) Estrategia: Es el tipo de programa que vamos a utilizar para realizar la evaluación del CV. Dependiendo de cuantos grados se quiera analizar y del tipo de barrido (más rápido o más lento), elegiremos una estrategia/programa u otro. Generalmente se valoran los 30, 24 o 10 grados centrales. En glaucoma normalmente se valora con el de 24 grados, y existe la estrategia rápida (Sita Fast) o la lenta (Sita Standard) pero, estudios concluyen (Budenz *et al.*, 2002) que la mejor opción para valorar el campo visual sobretodo en glaucoma es la estrategia Sita Standard, que es la que utilizaremos en este estudio.
- B) Índices de Fiabilidad: Son 6 los parámetros que nos orientan sobre el grado de confianza de los resultados obtenidos.
- - Monitor de Fijación: Se indica que los primeros puntos a analizar del CV corresponden a la mancha ciega. Normalmente el punto de fijación es una luz amarilla central. En pacientes con AV muy pobre, lo ideal sería utilizar un patrón en fijación más grande para ayudar en su realización (Heijl, 2012).
  - Objetivo de fijación: Se indica la posición del punto de fijación.
  - Pérdidas de fijación: Analiza si el paciente mantiene constantemente la mirada en el punto de fijación. Si hay más de un 20% de pérdidas de fijación, de entrada, se considera CV no fiable y se debería de repetir la prueba. En el caso de que el resto de resultados estén dentro de la normalidad (aunque el rastreador de mirada esté alterado), puede que la mancha ciega se haya trazado de forma incorrecta y, entonces, el campo visual sería válido (Heijl, 2012; Bhartiya, S; Ariga, M; Puthuran, G.V; George, 2016; Bowling, 2016; Racette, L, Fischer, M, Bebie, H, Holló, G, Johnson, C.A, Matsumoto, 2016).
  - Falsos positivos (FP): Se producen cuando el paciente indica que ve una luz que realmente no existe, generalmente porque oye el ruido del obturador y, aunque no se haya emitido luz, pulsa. El máximo de FP que se pueden producir dentro de un mismo CV para que sea fiable es un 15%, si este es mayor, se deberá repetir la prueba (Heijl, 2012; Moreno Montañés, 2015; Bhartiya, S; Ariga, M; Puthuran, G.V; George, 2016; Bowling, 2016; Racette, L, Fischer, M, Bebie, H, Holló, G, Johnson, C.A, Matsumoto, 2016; Rowe, 2016).
  - Falsos Negativos (FN): Se registra al proyectar una luz 9dB más brillante que el umbral ya examinado en un punto en concreto. Si el paciente falla y no responde, se registra un FN. Una puntuación alta de FN indica falta de atención en la prueba, simulación o cansancio, pero en algunos casos puede indicar una precoz enfermedad de nervio óptico, en otros, como en

casos de enfermedad avanzada, suele ser habitual un elevado número de FN sin que por ello sea poco fidedigno. El máximo permitido para repetir o no la prueba es un 20% (Heijl, 2012; Moreno Montañés, 2015; Bhartiya, S; Ariga, M; Puthuran, G.V; George, 2016; Bowling, 2016; Rowe, 2016).

- Duración de la prueba: En un paciente completamente sano, la prueba debería de durar de 4 a 5 minutos por ojo. Si el paciente no responde todas las veces que debería, ya sea por un tiempo de respuesta mayor, por presentar una elevada puntuación de FN, el tiempo de prueba se puede alargar hasta incluso 12 minutos por ojo, con la correspondiente fatiga del paciente.
  - Umbral de Fóvea: De forma previa al examen visual, el instrumento realiza una calibración con cada paciente. Al inicio del examen se presenta un conjunto de luces en la parte inferior del arco. El paciente debe de mirar justo en el centro y después se determina el umbral de fóvea pidiendo al paciente que fije la mirada en el centro del campímetro (Heijl, 2012).
- C) Mapa de grises: Se analizan 54 puntos y es una forma intuitiva de presentar la pérdida de sensibilidad de decibelios en cada punto analizado del CV. Si hay una leve pérdida será representado por un leve gris, en cambio, si hay una pérdida importante será un gris oscuro. Sin embargo, cada color de gris representa un intervalo de pérdida de sensibilidad (generalmente un cambio de tonalidad equivale a un cambio de sensibilidad de 5 dB). Una pequeña diferencia entre dos puntos de 1, 2 dB o incluso 10 dB puede representarse del mismo color, o de distinto si justo cae en el cambio de intervalo. Esto se traduce en que puede que no se representen pérdidas muy leves de sensibilidad, pero, por otro lado, captará bien los escotomas por artefactos o defectos profundos localizados (Heijl, 2012; Bowling, 2016).
- D) Mapa numérico: Sirve para captar todas las pérdidas de sensibilidad de forma numérica siendo más preciso que el mapa de grises. El resultado de los 54 puntos analizados se indica en decibelios (dB). El valor de normalidad aproximado en cada punto sería unos 30-33 dB (Heijl, 2012). Existen puntos que se vuelven a reexaminar, si en este segundo examen se observan diferencia respecto al primero en un mínimo de 5 dB, se mostrará entre paréntesis bajo el anterior resultado (Heijl, 2012; Bowling, 2016).
- E) Mapa de desviación total: Proporciona la pérdida total corregida por la edad del paciente. Es la diferencia entre el umbral obtenido versus el esperado por la edad. El valor esperado en cada punto sería de 0 (paciente no tiene pérdida de sensibilidad en ese punto), pero si es negativo querrá decir que tiene una sensibilidad inferior para su edad, y al contrario si es positivo. En la parte inferior entre los mapas E y el F existe una leyenda (gráficos de probabilidad), donde se

observa que, dependiendo del porcentaje de pérdida (a más oscuro mayor pérdida), lo identifica con un color u otro, correspondiendo a una mayor pérdida de sensibilidad un gris más oscuro y, una menor pérdida uno más claro (Bhartiya, S; Ariga, M; Puthuran, G.V; George, 2016; Bowling, 2016).

- F) Mapa de desviación modelo: Es el resultado de eliminar del mapa de desviación total los posibles defectos generalizados, como por ejemplo una catarata, dejando claramente visibles otros más localizados, como por ejemplo los de retina (Heijl, 2012; Bhartiya, S; Ariga, M; Puthuran, G.V; George, 2016; Bowling, 2016). Los valores de normalidad deberían de ser como en el anterior caso para un paciente sano, de 0, y en negativo si existe la pérdida de sensibilidad (Heijl, 2012).
- G) Índices Globales: Son datos que abarcan todo el examen de CV y no punto por punto como en los mapas anteriormente citados.
- Glaucoma Hemfield Test (GHT) o Pattern Hemfield Glaucoma (Prueba Hemicampo de Glaucoma=PHG): Compara los resultados obtenidos del hemicampo superior con el inferior, para determinar si existen alteraciones típicas del Glaucoma. Se pueden obtener diferentes resultados:
    - Dentro de los límites normales (>99% de la población).
    - Fuera de los límites normales (<99% de la población).
    - Limítrofe (<97% de la población).
    - Sensibilidad anormalmente alta (>99,5% de la población).
    - Reducción generalizada de la sensibilidad (<99,5% de la población).
  - Desviación media (DM): Es un índice del mapa de desviación total general para poder analizarlo de forma más rápida y no tan focalizada. Es un índice de sensibilidad basado en la desviación total. Si fuera positivo debemos controlar la fiabilidad (no tener un FP elevado), si es 0 será el valor de paciente sano, y si es negativo indicará una menor sensibilidad. Excepto en cataratas muy avanzadas, los posibles defectos generalizados suelen restar sólo unos pocos Decibelios (Heijl, 2012; Moreno Montañés, 2015; Bhartiya, S; Ariga, M; Puthuran, G.V; George, 2016; Bowling, 2016).
  - Índice de la función visual (VFI): Indica en porcentaje la funcionalidad visual que reporta la limitación presente. Un 0% refleja una funcionalidad nula (ceguera) y 100% una normovisión según edad. Este índice está construido considerando valores de DM corregidos, es decir, los puntos centrales y para-centrales tienen mayor peso en el resultado que los periféricos y lo expresa en porcentaje de valor de normalidad, cosa que DM no lo tiene en cuenta. Por todo ello, el VFI se ve menos afectado por las cataratas (Valente, D'Alessandro and lester, 2019).

- Índice de Desviación Estándar (DSM o PSD): El valor nos informa de la existencia de pequeños defectos localizados, si este es próximo a 0, es un campo sin alteraciones, informando a mayor valor de un peor estado del CV (Heijl, 2012; Moreno Montañés, 2015).

H) Rastreador de Mirada o Gaze Tracker: Se registra el movimiento de los ojos fijándose en su cornea. Si encontramos una elevación indica un movimiento del ojo, y si por el contrario es un descenso, es un punto en el que el rastreador ha sido incapaz de registrar la fijación del paciente (por ejemplo, un parpadeo). Llega a obtener una precisión de movimiento del ojo de 1° (Heijl, 2012). Si cuando realizamos la “calibración” previa el paciente se mueve un poco, el campímetro detectará al paciente en un punto no exacto, y esto se traducirá en un resultado del rastreador visual alterado y no afín a la realidad.

### 1.3.3. Comparativa entre campo visual binocular Integrado y Esterman

En el caso del CV Binocular, existe el Campo Visual Integrado (es la unión de dos campos visuales Humphrey fusionados por un Software) y el Esterman (existe en campímetro Octopus y en Humphrey), y por la misma razón que en el monocular, nos decantamos por el Esterman (Humphrey).

Estudios han comparado estos campos visuales binoculares concluyendo lo siguiente:

Según Xu et al., en general, el campo visual se mantiene intacto si un ojo está en una etapa normal o temprana, notándose más el defecto en campo visual Integrado cuando ambos ojos estaban en etapa moderada o severa, y en Esterman se observa cuando ambos ojos están en una etapa severa (Xu et al., 2019). Asaloka, R. et al. observó que el campo visual binocular integrado pronosticaba a 5 años (GPA) unos valores mejores de VFI (dato campimétrico que nos proporciona información visual funcional) que, en su forma monocular, y, además, aportan una mejor idea futura funcional del paciente (Asaoka et al., 2013). En concordancia, el mismo autor (Asaoka, R.) con otros autores, concluyó que el campo visual monocular da una percepción de desgradación mayor que no el binocular Integrado, sobretudo en pacientes con afectación severa (Asaoka et al., 2011) (Chun, Shin and Park, 2015). Y otros como Jampel et al. que los valores de sospecha de glaucoma, la percepción de los pacientes y Esterman no se correlacionan (Jampel et al., 2002). Sin embargo, Musch et al., confirmó una mayor correlación entre la puntuación del cuestionario y el resultado de campo visual Esterman que no el Integrado (Musch et al., 2017). Por otro lado, Yamagata et al. comentaron que, para evaluar mejor la movilidad de pacientes en un campo visual periférico, en vez de utilizar la escala de eficiencia visual (actual escala de Esterman), se debería de usar EDS con el mismo campo visual Humphrey, dando mejores resultados ya que está basado en el campo visual cinético (Yamagata et al., 2010).

Como dato curioso, Gezer et al., observó que en pacientes que se realiza un campo visual Esterman y que tienen ambliopía versus pacientes sanos, no existe diferencia en la puntuación de resultados. Esto nos hace pensar que este campo visual no refleja la discapacidad binocular real de este tipo de pacientes (Gezer, Sezen and Izgi, 2004).

#### 1.3.4. Campo Visual Esterman

El campo visual binocular de Esterman fue creado por Ben Esterman en 1982, se ha convertido en una prueba indispensable en determinados países para conocer la habilidad visual de los conductores y para valorar la discapacidad visual originada por patologías oculares que afecten al campo visual (Racette, L, Fischer, M, Bebie, H, Holló, G, Johnson, C.A, Matsumoto, 2016; Rowe, 2016). En este tipo de campo cobra más importancia las zonas de campo potencialmente más necesarias: la parte central del campo visual junto con la zona medio-inferior adquiere más valor que la periferia y media-superior ya que analiza más puntos próximos entre ellos (Esterman, 1982; Carol and Mangione, 2000).

Hay dos tipos de estrategia dentro de este tipo de campo visual, la monocular, que abarca en total 100 puntos: analiza 135° en la horizontal, 40° superior y 60° inferior; y la binocular que son 120 puntos: que se traduce en 160° en la horizontal, 30° superior y 60° inferior (Racette, L, Fischer, M, Bebie, H, Holló, G, Johnson, C.A, Matsumoto, 2016; Rowe, 2016; Zeiss, 2018). En nuestro caso realizaremos la binocular, ya que queremos analizar el campo visual funcional del paciente.

En ambas el uso de la gafa habitual del paciente no es obligatorio, aunque si aconsejable (tampoco en lo que refiere a la visión próxima) ya que el estímulo produce una intensidad de 10 Decibelios y tamaño III de Goldman, intensidad suficiente como para que el observador pueda apreciar el estímulo sin necesidad de una perfecta corrección. Si el resultado sin corrección quedara afectado, es aconsejable su repetición y posterior comparación para detectar si la afectación era real o era debido a la gafa.

Por un lado, es posible que si el paciente refiere un defecto nasal en ambos ojos, cuando realice en campo visual Esterman desaparezca este defecto o quede atenuado por la superposición de campo afectado con no afectado. Y, por otro lado, el campo visual binocular abarca una mayor precisión que si sumamos ambos monoculares, ya que además de sumar ambos campos visuales monoculares, la zona de mayor visión (central) de cada ojo coincide, y esto hace que, en la zona central de ese campo visual, el paciente tenga una mejor agudeza visual respecto al CV monocular. (Esterman, 1982; Carol and Mangione, 2000; Heijl, 2012; Rowe, 2016).

De la misma manera que en el CV Humphrey 24-2 SS, en el CV Esterman también existe un control de fiabilidad mediante la evaluación de pérdidas de fijación, falsos positivos y negativos considerándose

los mismos porcentajes en los límites de errores. En esta estrategia, se concluye cuando tras mostrar dos veces un mismo punto, este no ha producido respuesta en el paciente (Rowe, 2016).

A continuación, podemos ver la cuadrícula de puntos a analizar tanto en el CV Esterman monocular como en el binocular, siendo evidente que se analiza y se da más importancia a la parte central y centro-inferior que al resto de zonas (Ilustración 6).

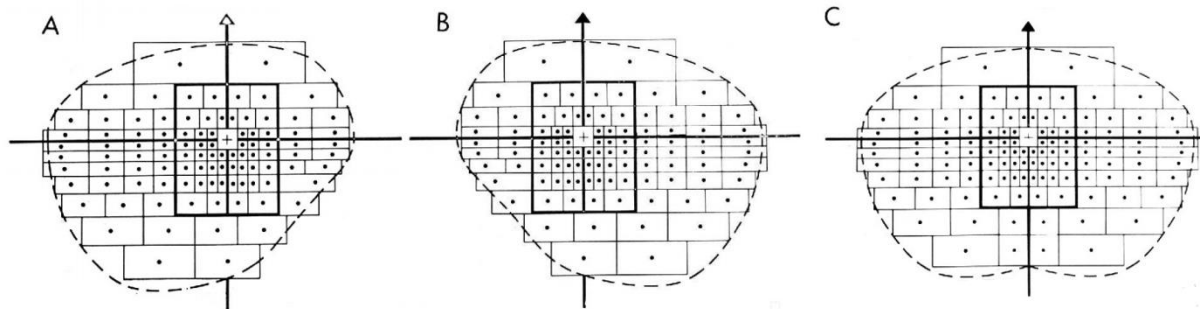


ILUSTRACIÓN 6: DE IZQUIERDA A DERECHA: CAMPO VISUAL MONOCULAR OJO IZQUIERDO (A), DERECHO (B) Y BINOCULAR (c)(Carol and Mangione, 2000)

Es importante tener presente que puntúan con mayor valor los puntos correspondientes a la parte central respecto a la periferia.

En la parte central, ilustrado con un rectángulo en los tres bocetos, se analiza un total de 50 puntos centrales (que es la zona común entre los dos campos monoculares), además, a eso se le suma las dos partes superiores con 11 puntos para cada ojo (11 puntos del ojo derecho y 11 del ojo izquierdo), más las inferiores con 24 puntos para cada ojo.

Para calcular el porcentaje de eficiencia del campo visual binocular del paciente, a la suma de los diferentes puntos se le multiplica por 5/6 (que es lo mismo que decir 100/120) quedando de la siguiente forma (Carol and Mangione, 2000):

$$\text{Eficiencia (\%)} = (50+11+11+24+24) \times (5/6)$$

#### ECUACIÓN 1: FÓRMULA DE CÁLCULO DE EFICIENCIA DE ESTERMAN

En la ilustración 7, se representa un ejemplo de informe de Campo Visual Esterman, donde observamos en la parte superior (parte A) los datos del paciente junto con la estrategia utilizada monocular o binocular. En el apartado B se indican los índices de fiabilidad ya explicados en el apartado 1.3.1. En el mapa de puntos, apartado C, se reflejan los puntos vistos a través de un círculo (°) y los no vistos, a través de un cuadrado negro (I). En la parte inferior, apartado D, junto con el número de puntos vistos y nos vistos, se indica el valor en % de la función visual del paciente o nivel de eficiencia de Esterman (Carol and Mangione, 2000; Zeiss, 2018).

En este caso, el paciente no refiere afectación alguna y, por lo tanto, obtiene un nivel de eficiencia del 100%

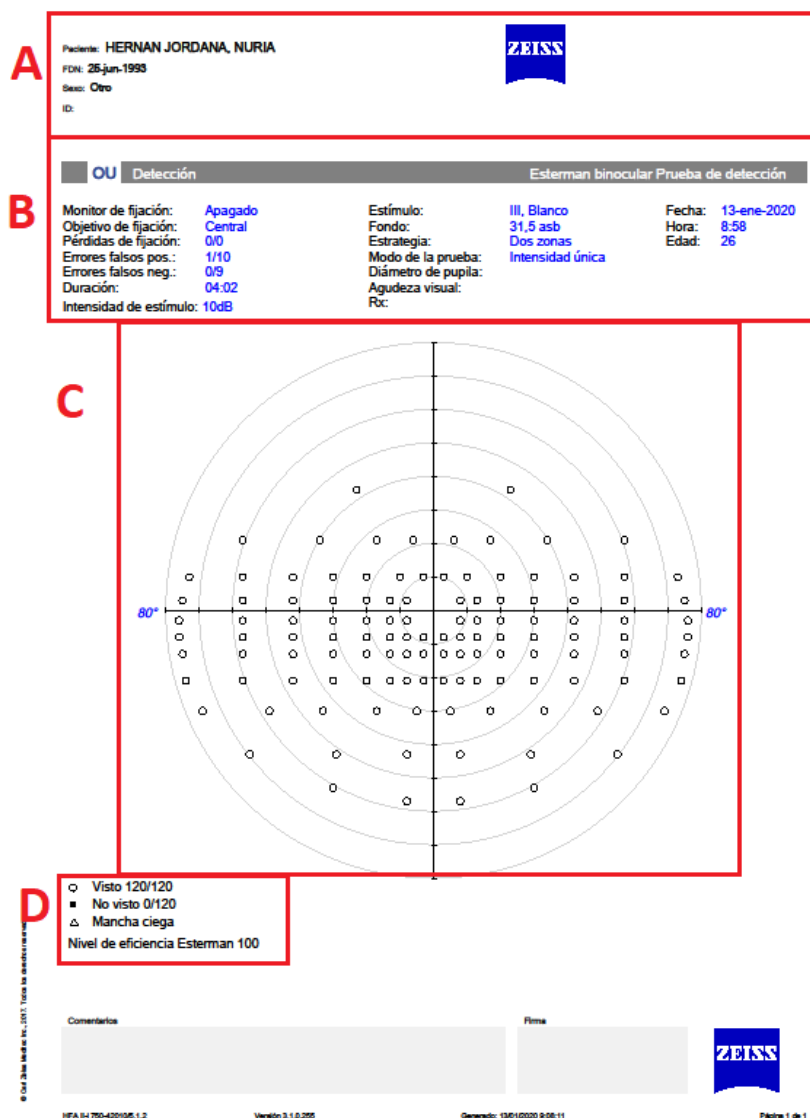


ILUSTRACIÓN 7: EJEMPLO DE INFORME DE CAMPO VISUAL ESTERMAN

## 2. Motilidad ocular

### 2.1. Definición

La motilidad ocular (MO) es el movimiento automático, espontáneo y coordinado de los ojos que posibilita el mantenimiento de los objetos en el campo de visión, permitiendo al cerebro componer una imagen de los mismos.

A lo largo de la historia, la motilidad ocular ha permitido poder huir de depredadores y así sobrevivir, ya que con sólo mover los ojos y tener la cabeza estacionaria abarcamos un campo visual binocular

amplio y nítido, de esta forma podemos ser más eficientes. En la actualidad, nos sigue siendo útil para la conducción, la lectura (por lo tanto, en el aprendizaje) y para observar rápidamente el entorno y así evitar obstáculos que podamos encontrarnos en el camino (Pons Moreno, A.M., Martínez Verdú, 2004).

Por lo tanto, una correcta MO permitirá un centrado de la imagen en la fóvea para así obtener una mejor AV, un CV efectivo más amplio y un mantenimiento de la fijación binocular para poder observar en diferentes posiciones de mirada (Pons Moreno, A.M., Martínez Verdú, 2004; Montés-Micó, 2012). A diferencia de las habilidades binoculares y acomodativas, las de motilidad se van desarrollando hasta los 12 años de vida, y esto hace que no estén maduras cuando el niño/a comienza a aprender a leer a los 6 años. Esto puede traducirse en dificultades en el aprendizaje y desarrollo escolar (Vidal López, 2015). Es por esta razón por la que estas habilidades no se tienden a estudiar en pacientes adultos. En este estudio, se correlacionará la MO (sacádicos y seguimientos) en pacientes con reducción del campo visual periférico y se compararán con los resultados en observadores sanos.

## 2.2. Clasificación de los movimientos oculares

Hay muchas formas de clasificar dichos movimientos, ya sea en binoculares o monoculares, voluntarios o reflejos, etc. Se ha optado por utilizar la clasificación de Carpenter ya que se basa en la funcionalidad del movimiento ocular (Pons Moreno, A.M., Martínez Verdú, 2004). Se catalogan por:

### 2.2.1. Compensación del movimiento de la cabeza

Son aquellos que compensan el movimiento de la cabeza para que siempre coincida el objeto en fóvea. Se clasifican en: Los Vestíbulo-oculares (compensan el movimiento de la cabeza en el oído interno (Ansons and Davis, 2013)) y los Optocinéticos (compensan el movimiento de un objeto (por ejemplo con el tambor optocinético mediante un Electrooculograma)) (W. Wright, K et H. Spiegel, 2001; Ansons and Davis, 2013).

### 2.2.2. Sacádicos

Los sacádicos son movimientos oculares generados en los lóbulos frontales y su principal característica es que son rápidos y hacen un salto entre un punto de fijación a otro para que la imagen caiga en fóvea y así sea nítida. Pueden llegar a velocidades de 200 a 700 ° /s (Pons Moreno, A.M., Martínez Verdú, 2004). Estos movimientos se comienzan a ejecutar al año de vida ya que para realizarlos es necesario una buena función de los músculos extra oculares. Normalmente es un movimiento voluntario y se utiliza por ejemplo durante la lectura (para mover los ojos de palabra a



palabra y para cambiar de línea), aunque puede llegar a ser involuntario debido a un sonido repentino, estímulos táctiles o visuales (Herranz, 2011; Ansons and Davis, 2013; Vidal López, 2015).

En el proceso de la lectura intervienen muchos movimientos oculares como se observa en la ilustración 8: Sacádicos, sacádicos de regresión (son del tipo retroceso), fijaciones (entre sacádico y sacádico) y movimientos de recuperación (cambios de línea) (Vidal López, 2015).

Pons Moreno, A. y Martínez Verdú, F. (2004), analizan la MO sacádica basándose en medidas de tiempo y posición, a partir de las cuales definen diversas variables como la *amplitud* y *tiempo* del sacádico, la *velocidad* (en deg/s), y la *velocidad punta o máxima* y el *Tiempo de Reacción (RT)*, que es el tiempo que tarda el observador a darse cuenta desde que existe el estímulo hasta que lo percibe.

### 2.2.3. Seguimientos

Los seguimientos son movimientos oculares originados en las áreas visuales temporales medias y generadas en el córtex parietal occipital derecho o izquierdo dependiendo de la dirección de mirada (área 19 de Brodmann), es decir, el movimiento que hace que desplace los ojos hacia la derecha será generada por el córtex parietal occipital derecho, y los de la izquierda será por el izquierdo. Son movimientos lentos, de visión nítida y continua, con una velocidad de 40-60°/s. Normalmente la visión que se utiliza es la parafoveal ya que la imagen está en esa ubicación (Herranz, 2011; Ansons and Davis, 2013; Vidal López, 2015).

Cuando se realiza un seguimiento realmente se producen dos movimientos: Uno que sigue prácticamente en velocidad al objeto (seguimiento), y otro que, produce pequeños sacádicos con tal de resituar el seguimiento y así llegar a realizar el mismo camino que el objeto (Ondategui, J.C.; Borràs, M.R.; Pacheco, M.; Varón, M.C.; Sánchez, E.; Gispets, 1998).

Se ha observado que este tipo de movimientos de velocidad lenta pueden observarse en neonatos hasta los 4-6 meses y de 6 meses al año hacen una mezcla entre movimientos rápidos y lentos (Herranz, 2011; Ansons and Davis, 2013; Vidal López, 2015).

### 2.2.4. Vergencias

Son movimientos conjugados o binoculares para realizar la convergencia, la divergencia, la elevación y la depresión de la mirada, la incicloversión y la excicloversión (para corregir torsión del cuello). Es importante que los ejes visuales estén alineados para poder realizar los seguimientos y sacádicos de manera conjugada (Ondategui, J.C.; Borràs, M.R.; Pacheco, M.; Varón, M.C.; Sánchez, E.; Gispets, 1998; Pons Moreno, A.M., Martínez Verdú, 2004; Ansons and Davis, 2013).

### 2.2.5. Micromovimientos de fijación

Son pequeños movimientos imperceptibles que ayudan a mantener los ojos fijos en un objeto determinado, con una velocidad inferior a  $0,16^\circ/s$ . Estos micromovimientos son necesarios para evitar que se saturen los fotorreceptores y así haya una eliminación o atenuación de la imagen o campo visual a observar, fenómeno Troxler (Ondategui, J.C.; Borràs, M.R.; Pacheco, M.; Varón, M.C.; Sánchez, E.; Gispets, 1998; Pons Moreno, A.M., Martínez Verdú, 2004).

### 2.3. Métodos de valoración de los sacádicos y seguimientos

La evaluación de la motilidad ocular se puede realizar ante sospecha de restricción mecánica, oftalmoplejía o afectación neurológica ya que en caso afirmativo refiere una reducción en la velocidad (Ansons and Davis, 2013).

#### 2.3.1. Visagraph o videofotográficos (sacádicos y seguimientos):

Estos sistemas realizan registros de los movimientos oculares del paciente en vertical y horizontal. En la ilustración 8, se observa un ejemplo de cómo representa este tipo de aparato la MO (Vidal López, 2015):

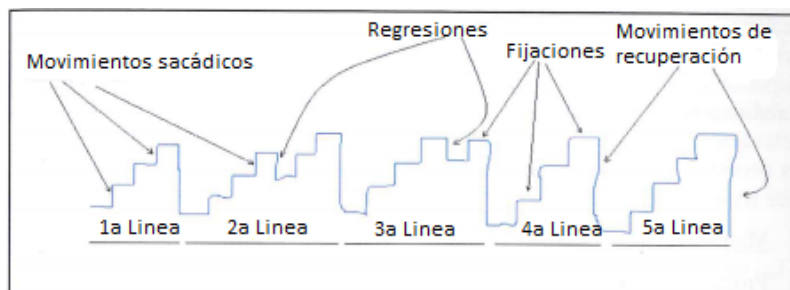


ILUSTRACIÓN 8: DIBUJO QUE REPRESENTA LOS MOVIMIENTOS OCULARES Y LAS FIJACIONES (EN EL CASO DE SACÁDICOS) REALIZADAS DURANTE LA LECTURA DE UN TEXTO FORMADO POR 5 LÍNEAS A TRAVÉS DE UN VISAGRAPH (VIDAL LÓPEZ, 2015)

En dicha ilustración, se observa cómo a través de una representación gráfica, y sabiendo el tiempo, la anchura del texto, distancia texto-observador y el número de líneas, se pueden obtener datos sobre la amplitud, duración así como número de sacádicos por línea (Pons Moreno, A.M., Martínez Verdú, 2004).

#### 2.3.2. Electro-oculográfico

Se construye como un dipolo entre la córnea y la membrana de Bruch ya que entre estas estructuras existe una diferencia de potencial de aproximadamente 0,4 a 5 mV, si este dato cambia, querrá decir

que ha movido los ojos. Es una forma de analizar el movimiento de los ojos sin que el de la cabeza pueda afectar al resultado (Pons Moreno, A.M., Martínez Verdú, 2004).

Permite registrar las fijaciones, los movimientos sacádicos, las regresiones y los movimientos de recuperación (cambio de línea). El paciente deberá de leer un texto de distintos tamaños varias veces, y en la pantalla se observará un gráfico de diferencia de potencial con el tiempo que ha transcurrido (Cianda *et al.*, 1991).

### 2.3.3. Test DEM (Developmental Eye Movement)

Es un test que generalmente se realiza en niños, ya que es la etapa de la vida que más puede influir unos sacádicos deficientes por su influencia en el aprendizaje, de ahí que originalmente, la tabla de valores de esté comprendida entre los 6 y los 13 años y 11 meses.

Este test está formado por 4 tarjetas (ilustraciones 9 y 10): una de prueba (“pretest”), dos de evaluación de sacádicos verticales (Test A y B) y una de horizontal (Test C). En el pretest son 10 números los que debe de leer el paciente lo más rápido que pueda; si no lo consigue, concluye como “no tiene la capacidad cognitiva” y se descarta. Si realiza bien el pretest, iniciamos los dos test verticales (Tv) (Test A y el B) con 40 números en cada test y apuntamos el tiempo de resolución del ejercicio y finalmente lo mismo con el horizontal (Th) (Test C) que son 80 números. Al finalizar la realización, mediante fórmulas se obtiene el valor final de tiempo vertical, horizontal y el ratio. Seguidamente, se procede a comparar los valores obtenidos con la normalidad por la edad (Powell *et al.*, 2005). Finalmente, sabiendo si cada resultado es normal o no, podremos interpretar si el paciente tiene o no buenas habilidades oculomotoras finas, en el reconocimiento o en la expresión. (Fransoy Bel, M, Augé Serra, M, 2013).

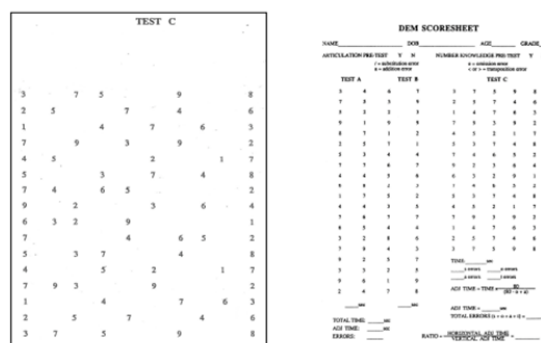


ILUSTRACIÓN 10: TEST DEM HORIZONTAL C Y PLANTILLA (FRANSOY BEL, M, AUGÉ SERRA, M, 2013)

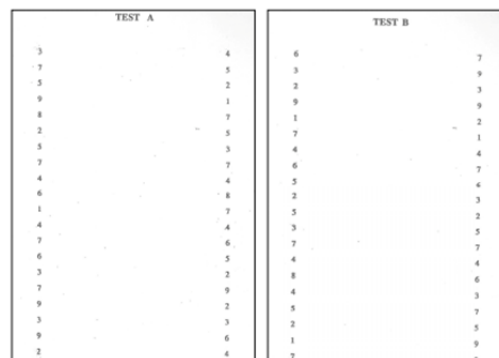


ILUSTRACIÓN 9: TEST DEM VERTICAL A Y B (FRANSOY BEL, M, AUGÉ SERRA, M, 2013)

horizontal (Th) (Test C) que son 80 números. Al finalizar la realización, mediante fórmulas se obtiene el valor final de tiempo vertical, horizontal y el ratio. Seguidamente, se procede a comparar los valores obtenidos con la normalidad por la edad (Powell *et al.*, 2005). Finalmente, sabiendo si cada resultado es normal o no, podremos interpretar si el paciente tiene o no buenas habilidades oculomotoras finas, en el reconocimiento o en la expresión. (Fransoy Bel, M, Augé Serra, M, 2013).

### 2.3.4. KDT (King Devick Saccadic Test)

Es un método que analiza los movimientos oculares y permite el entrenamiento posterior. No tiene en cuenta el posible movimiento de la cabeza ni las diferentes distancias de evaluación (Pons Moreno, A.M., Martínez Verdú, 2004). Se empezó a utilizar para pacientes que han sufrido una conmoción cerebral y que, debido a ello, no pueden expresarse de otra manera que, con los movimientos oculares, sobretodo en el caso de atletas, pero actualmente se utiliza tanto en investigación como en el sector de publicidad, etc.

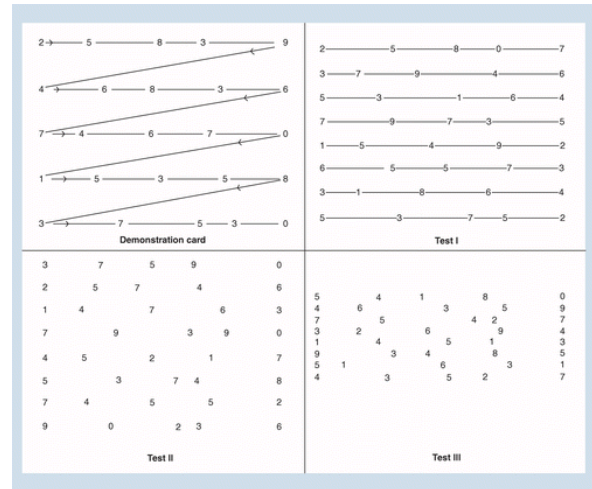


ILUSTRACIÓN 11: EJEMPLO DE LA REALIZACIÓN DEL TEST KDT (GALETTA ET AL., 2016)

Se necesita un previo aprendizaje para poder realizar una evaluación fiable (Howitt *et al.*, 2016). Un ejemplo de test es el de la Ilustración 11, prueba de detección rápida para la conmoción cerebral basada en la velocidad de la denominación de números. Este test funciona de la siguiente manera: se pide a los participantes que lean los números de izquierda a derecha lo más rápido que puedan, sin ningún error. Después de realizar el test de demostración (el de arriba a la izquierda en la Ilustración 11), se sigue con los siguientes test. Se cronometra el tiempo en segundos, y la suma de los tres test (el de demostración no cuenta) será el resultado final. También se cuentan los errores que comete el paciente, contando como error si se equivoca y no lo corrige inmediatamente (Galetta *et al.*, 2016). En este tipo de test es en el que se basa el test de Motilidad Ocular del programa Movilab.

### 2.3.5. Prueba de evaluación oculomotora NSUCO

Es un test cualitativo de los movimientos sacádicos y la búsqueda visual, a parte de la postura general o de la cabeza y se suele realizar en niños. Se trata de dos estímulos formados por dos varillas, en el extremo de estas existe una esfera de 5 mm de diámetro, reflectantes y de algún color. Si se utiliza un estímulo o varilla sirve para analizar los seguimientos, y si por el contrario se usan dos, será

NSUCO SACCADE TEST Minimal Acceptable Score by Age and Sex

AGE	ABILITY		ACCURACY		HEAD MVMNT		BODY MVMNT	
	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female
5	5	5	3	3	2	2	3	4
6	5	5	3	3	2	3	3	4
7	5	5	3	3	3	3	3	4
8	5	5	3	3	3	3	4	4
9	5	5	3	3	3	3	4	4
10	5	5	3	3	3	4	4	4
11	5	5	3	3	3	4	4	5
12	5	5	3	3	3	4	4	5
13	5	5	3	3	3	4	5	5
14=>	5	5	4	3	3	4	5	5

NSUCO PURSUIT TEST Minimal Acceptable Score by Age and Sex

AGE	ABILITY		ACCURACY		HEAD MVMNT		BODY MVMNT	
	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female
5	4	5	2	3	2	3	3	4
6	4	5	2	3	2	3	3	4
7	5	5	3	3	3	3	3	4
8	5	5	3	3	3	3	4	4
9	5	5	3	4	3	3	4	4
10	5	5	4	4	4	4	4	5
11	5	5	4	4	4	4	4	5
12	5	5	4	4	4	4	5	5
13	5	5	4	4	4	4	5	5
14=>	5	5	5	4	4	4	5	5

ILUSTRACIÓN 12: LOS VALORES DE NORMALIDAD DE LA PRUEBA DE SACÁDICO COMO DE SEGUIMIENTO SEGÚN LA EDAD (DE 5 A 14 O MÁS AÑOS)(VIDAL LÓPEZ, 2015)

para sacádicos, ya sea de gran amplitud (con mayor distancia entre estímulos) o de baja amplitud (estímulos muy cercanos) (Vidal López, 2015).

En la ilustración 12, se presentan las tablas con los valores de normalidad de la prueba de sacádico y de seguimiento según la edad (de 5 a 14 o más años) (Maples, 1995).

#### 2.4. Factores que afectan a la funcionalidad de la m.o.

Existen diferentes factores que tienen una afectación en la motilidad ocular, como son: la edad (a mayor edad menos velocidad), la falta de atención (en el caso de niños), la disfunción oculomotora con parálisis o parestia de los Músculos Extraoculares (MOES), fármacos que disminuyen la velocidad y precisión, como por ejemplo: el diazepam, la fenitoína, la metadona, el alcohol, la marihuana, etc., las enfermedades sistémicas (miastemia gravis o Alzheimer) o metabólicas (HTO o diabetes) y una reducción de CV produce un menor movimiento ocular (Luo, Vargas-Martin and Peli, 2008) (Vidal López, 2015).

### 3. Patologías con afectación del campo visual periférico

Se considera retina periférica, la porción de la retina que se caracteriza por una mayor densidad de bastones y una disminución de conos a medida que aumenta su excentricidad. Todo y que haya un menor número de conos en periferia, estos son suficientes para proporcionar una agudeza visual y una visión del color que a pesar de ser burdas aporta una gran cantidad de información útil sobre el entorno, suministrando información indispensable para potenciar de forma eficiente la seguridad en la orientación y movilidad (O y M) (Rosenholtz, 2016).

Las patologías más frecuentes con afectación de campo visual periférico son: El Glaucoma (Budenz *et al.*, 2002; Vargas-Martin and Peli, 2006; Wiecek *et al.*, 2012; Orta *et al.*, 2015; Xu *et al.*, 2019) y la Retinosis Pigmentaria (Turano *et al.*, 2001; Luo, Vargas-Martin and Peli, 2008; Ivanov *et al.*, 2016). Otras patologías son menos frecuentes, como la Miopía Magna (miopías a partir de 6 dioptrías aproximadamente), el Craniofaringioma (tumor maligno que afecta al quiasma óptico u otra parte de la vía visual), la Atrofia óptica bilateral, la Atrofia peripapilar o Hemianopsias debido a un fallo en el circuito neuronal (Ilustración 4) (Leat and Lovie-Kitchin, 2008; Rosenholtz, 2016; Subhi *et al.*, 2017).

### 3.1. Glaucoma

(Los pacientes participantes en este estudio presentan mayoritariamente Glaucoma).

#### 3.1.1. Definición

Es una neuropatía óptica potencialmente progresiva. Suele caracterizarse por una variación anómala en la papila óptica en la que se observa una excavación aumentada y un anillo neural más adelgazado. Suele traducirse en una disminución de campo visual periférico a medida que avanza la lesión, aunque no siempre viene acompañado de un aumento en la Presión Intraocular (PIO) (Calvo, 2006; Lang, 2006; Herranz, 2011; Bowling, 2016). Las formas crónicas de glaucoma son indoloras y los defectos sintomáticos del campo visual ocurren cuando la enfermedad está avanzada (Jonas *et al.*, 2017).

#### 3.1.2. Epidemiología y Etiología

Esta patología afecta a ambos sexos por igual. Se estima que entre un 3 a 5% de la población mundial mayor de 40 años lo pueden padecer. En el caso de Glaucoma primario de ángulo abierto, los factores de riesgo son la edad avanzada, la PIO elevada, el origen étnico del África subsahariana, antecedentes familiares positivos y la miopía magna. Por el contrario, en el Glaucoma primario de ángulo cerrado son la edad avanzada, la hipermetropía y el origen étnico del este asiático (Jonas *et al.*, 2017).

Las causas del glaucoma son muchas y variadas, pudiendo producirse un Glaucoma Primario debido a un origen idiopático o secundario, es decir, derivado de otra patología ocular (Calvo, 2006).

En general, los factores de riesgo más importantes son: la PIO elevada (mayor a 21mm.Hg. en pacientes con paquimetría con valores normales), lesiones en papila (en ojo normal cumple regla ISNT (el anillo neuroretiniano tiene un grosor mayor en la zona inferior, después la superior, la nasal y por último, la más fina, es la temporal), mientras que en ojos glaucomatosos la relación excavación/papila se ve aumentada en 0,5), la edad (mayor a 40 años, miopes elevados y la genética del paciente (ya que presenta un componente hereditario) (Calvo, 2006; Lang, 2006; Herranz, 2011; Bowling, 2016). Este aumento de PIO suele ser debida a un incremento de la resistencia al paso del humor acuoso a través de la malla trabecular (estructura semejante a un colador, situada en el ángulo de la cámara anterior a través de la cual sale del ojo el 90% del humor acuoso) (Bowling, 2016). Dicha resistencia puede ser debida a un mayor contacto pupila-cristalino causado por la longitud anormalmente pequeña del globo ocular, cristalinos grandes (por edad o diabetes mellitus), miosis (por edad, tratamientos tópicos para el glaucoma, iritis o iridopatía diabética), o sinequias posteriores; o bien a una mayor viscosidad del humor acuoso debido procesos inflamatorios y/o hemorrágicos (Lang, 2006).

En la tabla 1 se puede observar la prevalencia de glaucoma de ángulo abierto (GAA), de ángulo cerrado (GAC), la edad media a la que comienza y de la hipertensión ocular, todo esto según diferentes etnias y diferentes estudios (Yanoff, 2019).

ETNIA	Europea	Africana	Hispana	Sur Asia	China
Estudio y Ciudad	Roscommon, West Ireland(Coffey <i>et al.</i> , 1993)	Kongwa, Tanzania	Proyecto VER, United States	Aravind, India	Handan, China
Edad de inicio	50+	40+	40+	40+	40+
Prevalencia de glaucoma (%)	2,4	4,2	2,1	2,6	1,5
Prevalencia GAA (%)	1,9	3,1	2,0	1,7	1,0
Prevalencia GAC (%)	0,1	0,6	0,1	0,5	0,5
Prevalencia PIO elevada (%)	4,2% (22)	2,7% (24)	2,3% (22)	1,1% (22)	N/A

TABLA 1: PREVALENCIA DE GLAUCOMA DE ÁNGULO ABIERTO Y ÁNGULO CERRADO BASADO EN ESTUDIOS DE POBLACIÓN.(YANOFF, 2019)

Si analizamos la tabla 1, llama la atención que en Europa sea donde comienza más tarde la enfermedad, África sea donde más presente está la patología coincidiendo lógicamente con la que más presenta de GAA y GAC y el número de PIO elevada sea un número superior al resto (24).

Si bien es cierto, hay estudios que cuantifican el porcentaje de personas que no son conscientes que tienen la enfermedad o simplemente no están diagnosticados, y, por tanto, no estarían incluidos en la tabla anterior. Estos estudios calculan que en Irlanda y Australia el 50% de pacientes no saben que lo tienen, en población Hispana dentro de Estados Unidos entre el 62% y el 75%, en Singapur más de 70% y en Corea, Japón, India y África entorno al 90%. Probablemente la razón de estos elevados porcentajes tenga que ver con el acceso a la salud visual. Con estos porcentajes la tabla anterior es más razonable (Yanoff, 2019).

### 3.1.3. Clasificación

Existen múltiples formas de clasificar el Glaucoma, entre ellas destacar las basadas en el tipo de ángulo, y la reportada a partir de los resultados del campo visual. Yanoff et al. (Yanoff, 2019) especificó que para cada uno de los 5 estadios de la enfermedad, los límites de cada índice de CV incluyendo el resultado de la prueba del hemicampo. Se utiliza para clasificar el glaucoma de cada paciente, básicamente pondera el resultado de campo visual según MD, siendo 0 normal y cuanto más negativo, peor visión tiene el paciente.

### 3.1.4. Sintomatología

La sintomatología en el glaucoma suele ser muy variada, desde la posibilidad de ausencia de sintomatología como en el G. Ángulo Abierto Secundario, a experimentar síntomas diferentes e inespecíficos (dolor de cabeza, disminución de AV, náuseas, etc.) como en el G. Ángulo Abierto Primario. Dependiendo del tipo de Glaucoma que tenga el paciente, el paciente presentará una sintomatología u otra (Yanoff, 2019).

Los pacientes no solo sufren la sintomatología ocular o de malestar, sino que, generalmente, tienen sintomatología propia de este tipo de patología, como son golpes, tropiezos, problemas de orientación y una velocidad de marcha aproximadamente un 10% más lenta que las personas sanas (Turano, Rubin and Quigley, 1999), deslumbramientos, ceguera nocturna, etc. En el apartado 4, Funcionalidad y calidad de vida, se explicó más detenidamente la afectación en la calidad de vida de estos pacientes.

### 3.1.5. Tratamiento

El tratamiento del glaucoma persigue la reducción de la PIO y para ello se basa en la utilización de diversos fármacos (derivados de prostaglandinas, B-bloqueantes, Agonistas  $\alpha$ -2, mióticos, etc.) y en casos en que no se consigue el objetivo de reducir la PIO mediante dicho tratamiento, se realizan procedimientos quirúrgicos (láser, trabeculectomía, cirugía no penetrante y dispositivos de drenaje) (Bowling, 2016).

Respecto a nuestro trabajo, se ha tenido presente como criterio de exclusión, aquellas cirugías que implican la presencia de una válvula o dispositivo de drenaje, que, a causa de su tamaño, limitan la motilidad ocular de los pacientes. En el caso de los dispositivos de drenaje son el de "Baerveldt", "molteno simple" y "doble molteno", y el caso de las válvulas la de "Ahmed" grande (Budenz *et al.*, 2016; Riva *et al.*, 2017).



## 3.2. Retinosis Pigmentaria

### 3.2.2. Definición

Bajo el nombre de retinosis pigmentaria (RP) se engloba un grupo de enfermedades retinianas degenerativas que comparten características clínicas. Se produce una pérdida primaria y progresiva de fotorreceptores y otras células y capas retinianas. Esto se traduce en una disminución del CV y de la AV, presencia de ceguera nocturna, depósito de pigmento en la retina externa y un electroretinograma (ERG) de bastones anómalo (esta prueba mide la respuesta eléctrica de estos fotorreceptores, siendo valor de normalidad las ondas A y B, y anómalo cuando estas no existen) (Valverde Pérez, 2001; Lang, 2006; María, Moreno and Arias Barquet, 2013; Ruiz Moreno, J.M; Arias Barquet, 2019).

Comienza reduciéndose el CV periféricamente hasta tener una isla central de visión pudiendo finalizarse ocluyendo por completo la visión. Esta pérdida de CV generalmente comienza en forma de escotomas relativos en la periferia y aumenta hasta formar un escotoma absoluto. Puede presentar forma de flotador redondo, dejando zonas periféricas y centrales con visión, hasta que termina teniendo una visión de túnel de los 10-20° centrales. En otro grupo de pacientes más minoritario, el déficit de CV progresa de centro a periferia. La AV disminuye más lentamente, pudiéndose combinar buenas AV con déficits severos de CV. (Lang, 2006; Ruiz Moreno, J.M; Arias Barquet, 2019).

### 3.2.3. Epidemiología

Se estima que 1 de cada 4.000 personas la pueden padecer a nivel mundial. Puede aparecer como herencia autosómico dominante (representa un 10-20% de los casos), autosómico recesivo (un 20%), recesivo ligado al cromosoma X (de un 10% a un 25% según el país) o aislados (un 40%). Alrededor del 15-20% de las RP están asociadas a Síndromes, las más frecuentes son el Síndrome de Usher y el de Bardet-Biedl (ambas autosómicas recesivas) (Ruiz Moreno, J.M; Arias Barquet, 2019). En 2001, Valverde Pérez calculó que en España hay 1.194 familias con RP, de estas familias 182 eran Sindromáticas y 1.012 no Sindromáticas: pues bien, de las Sindromáticas el 75% tenían Usher, el 10% Bardet-Biedl y sólo el 15% fueron otros síndromes (Valverde Pérez, 2001). Con estos resultados podemos validar la afirmación anterior de Ruiz Moreno en 2019.

### 3.2.4. Clasificación y Sintomatología

Existen diversas clasificaciones, pero no hay ninguna que sea universal. Se pueden clasificar según su clínica (forma típica de Retinosis Pigmentaria, Atípica o Hereditarias), su origen genético (ya nombrados anteriormente) o por Síndromes. Otros autores lo dividen en RP primaria (la enfermedad está limitada a los ojos, sin otras manifestaciones sistémicas) y RP secundaria (la degradación retiniana se asocia a enfermedad de uno o varios sistemas orgánicos) (Valverde Pérez, 2001; Ruiz Moreno, J.M; Arias Barquet, 2019).

La sintomatología más habitual suele ser la dificultad/ceguera en la visión nocturna, fotofobia, ceguera de la visión de color y la pérdida del CV periférico. Suelen ser personas con gran dificultad a salir por la noche y que se tropiezan fácilmente.

La discapacidad que genera es tan grande, que muchos de los pacientes adquieren la ceguera legal a los 40 años de edad (Ruiz Moreno, J.M; Arias Barquet, 2019).

En este estudio queremos comparar el resultado del CV con la Motilidad en estos pacientes. Como no existe una clasificación única como sucede en el glaucoma, utilizaremos esa misma clasificación para poder así comparar entre patologías.

### 3.2.5. Tratamiento

Lamentablemente, en la actualidad, no existe un tratamiento eficaz que reduzca el proceso de la patología, pero hay diferentes vías de investigación (Ruiz Moreno, J.M; Arias Barquet, 2019):

- Uso de Vitaminas: A y E (efecto protector).
- La implantación de dispositivos con factores de crecimiento ya que mejora el volumen macular y la estructura de conos.
- Los trasplantes de células retinianas o prótesis electrónicas, aunque aún está en fase muy inicial.
- Terapia génica que parece mejorar la Agudeza Visual, aunque también en fase inicial.

## 4. Funcionalidad y calidad de vida (NEI VFQ-25)

Una deficiencia visual, por ejemplo, un defecto en el CV periférico, puede conllevar un cierto grado de dificultad a la hora de realizar determinadas tareas de la vida diaria, hecho que muy probablemente determinará la calidad de vida (CaVi) del paciente.

Existen diversas encuestas que intentan reflejar la CaVi de los deficientes visuales: Cuestionario Impacto de la discapacidad visual (Noe *et al.*, 2003), GQL-1 5 (Nelson *et al.*, 2003), NEI VFQ-39 (Orta *et al.*, 2015), NEI VFQ-25 (Kulkarni *et al.*, 2012), Rasch, VAQ (Vision Activities Questionnaire) (Musch *et al.*, 2017), VF-

14 (Parrish *et al.*, 1997), etc. Gracias a ellas, se ha podido observar la influencia de la pérdida de CV en la calidad de vida. A continuación, se indican diversas conclusiones al respecto: Orta AÖ. et al., a través del NEI VFQ-39, confirmaron que los pacientes con glaucoma presentan una clara afectación en la calidad de vida asegurando que dicha información sirve de guía en el diseño de la rehabilitación. (Parrish *et al.*, 1997; Nelson *et al.*, 2003; Lee JY, Cho HK, 2013; Orta *et al.*, 2015), concretamente, Noe G. et al. coinciden en indicar como la habilidad de movilidad representa una de las dificultades mayores en este perfil de paciente (Noe *et al.*, 2003). Respecto a la velocidad de la marcha, son diversos estudios los que coinciden en indicar que los pacientes con glaucoma son más lentos que los sanos (Dive *et al.*, 2016), reflejando Truano KA. et al. que caminaban exactamente un 10% más lentamente. De igual manera, se indica cómo el número de golpes, tropiezos o problemas de orientación representa el doble en comparación con los sujetos sanos (Turano, Rubin and Quigley, 1999).

Leat et al. en vez de realizar cuestionarios, hicieron que los pacientes pusieran en práctica diferentes habilidades, y llegaron a la conclusión que la atención y la presencia de distractores, la función visual y la edad son los factores más importantes para una buena orientación y movilidad (Leat and Lovie-Kitchin, 2008). Algo parecido hizo Turano et al. observando el efecto del entrenamiento en estas habilidades, concluyó que no hubo una mejora inmediata de la movilidad y orientación, pero la familiaridad con la ruta, sin duda, les ayuda a ser más eficientes (Turano et al., 2001).

Tras esta evidencia de la importancia de la calidad de vida y la pérdida de campo, se considera que la correlación de esta información con respecto al resto de parámetros que se obtendrán en este trabajo aportará una información complementaria y relevante para el estudio. Para ello, y tras obtener el cuestionario directamente de sus autores, se ha considerado incluir el VFQ-25 en este protocolo ya que es uno de los más aplicados en los artículos ya citados y, sobretodo, en valorar la afectación de la reducción del CV periférico (la descripción y metodología se desarrollan en el capítulo en que se describe la metodología llevada a cabo en este estudio).

Autores han comparado diversos cuestionarios junto con los resultados de CV y concluyen que este es uno de los mejores (Wren et al., 2009). En el Anexo A, (Visual Function Questionnaire (VFQ-25)), se adjunta el cuestionario al que se han sometido los pacientes para determinar el nivel de afectación en la movilidad y las tareas habituales con afectación de campo visual periférico.

Dato curioso es el que ha aportado recientemente Fleming, N et al (Fleming, Farrokhyar and Sabri, 2019) que asegura que, realizando el cuestionario VFQ25, los jóvenes tienen una visión más optimista y matizada en todas las sub clasificaciones del test versus los sujetos adultos.

## Estudio de campo

### 1. Objetivo general y objetivos específicos

#### 1.1. Objetivo general

Estudiar la relación entre el déficit de campo visual, el tiempo empleado en realizar tareas de búsqueda y el cuestionario de calidad de vida (VFQ-25).

#### 1.2. Objetivos específicos

- Relacionar el tiempo en realizar trabajos de búsqueda con los índices de campo DM y Esterman, así como valorar la influencia del movimiento de cabeza, la habilidad de motilidad ocular, el tiempo presente de la discapacidad y el uso de bastón.
- Determinar si existe, en sujetos con limitaciones de campo, algún tipo de tarea de búsqueda que presente mayor dificultad (sacádicos en línea, aleatorios o seguimientos).
- Valorar si los índices DM y Esterman son buenos predictores de la percepción de calidad de vida del paciente.

### 2. Hipótesis del trabajo

Existe una correlación entre el tiempo empleado en tareas de búsqueda y el grado de afectación del campo visual.

### 3. Diseño

Se trata de un estudio transversal controlado en el que se realizará en una sola sesión una valoración de los parámetros que nos indican la funcionalidad visual de los pacientes:

- Valoración de la agudeza visual y estado refractivo.
- Campo visual Humphrey 24-2 monocular.
- Campo visual Esterman binocular.
- Valorar habilidades visuales a través del programa informático Movilab:
  - Campo visual Movilab binocular.
  - Evaluación de la motilidad ocular (Sacádicos y seguimiento) con y sin mentonera.
- Valoración de la calidad de vida a través del cuestionario sobre el funcionamiento visual VFQ-25.
- Comparar los resultados de este estudio con la bibliografía publicada.
- Analizar los resultados y aceptar o rechazar la hipótesis.

El análisis de los datos nos permitirá valorar la existencia de correlación entre los diversos aspectos.

## 4. Población y Muestra

### 4.1. Criterios de Inclusión y exclusión

La población diana son pacientes diagnosticados de patologías que conllevan limitación de campo periférico (glaucoma, retinosis pigmentaria, etc.).

La muestra presentará los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

Inclusión:

- Mayor de edad (18 años).
- Con el consentimiento informado firmado.
- Pacientes que dispongan de un diagnóstico oftalmológico de Glaucoma o de alguna otra patología que curse con la reducción de CV periférico.
- Pacientes afectados de limitación del campo visual periférico, presentando un campo visión central funcional entre 5 y 30 grados.

Exclusión:

- Pacientes con nistagmus u otra afectación o restricción de la motilidad ocular.
- Pacientes con válvulas “Ahmed” grandes o dispositivos de drenaje como el de “Baerveldt”, “molteno simple” y “doble molteno”, ya que tienen afectación en la Motilidad Ocular.

El tipo de muestreo, para los participantes con patología, será secuencial, es decir, incluyendo los pacientes que se presenten en la unidad de glaucoma del servicio de oftalmología de la Mútua de Terrassa y de la Unidad de Baja visión del Centro Universitario de la visión (FOOT).

### 4.2. Tamaño de la muestra

En la mayoría de los estudios analizados, la muestra obtenida ha sido de unos 10 participantes. El objetivo de este estudio es ampliar a una muestra de 30 participantes con afectación de glaucoma u otras patologías que cursan con reducción de campo visual periférico y 40 observadores sin patología.

### 4.3. Variables

Principales

- Valoración de la calidad de vida a través del cuestionario sobre el funcionamiento visual VFQ-25.
- Valores obtenidos de los diversos métodos de Campo Visual.
  - Esterman: índice de “eficiencia”.
  - Humphrey: índice MD.
- Resultados de la valoración de los diversos tipos de motilidad ocular registrados (sacádicos en línea, sacádicos aleatorios y seguimientos):

- Tiempo de realización de la secuencia de movimientos.
- Errores de fijación.

#### Secundarias

- Diagnóstico de la patología.
- Años que hace que padece discapacidad.
- Realización o no de rehabilitación en movilidad (bastón y orientación).
- Agudeza visual.

## 5. Metodología

La metodología se puede dividir en tres etapas, primeramente, se realizará la ejecución de pruebas en gabinete, seguidamente se obtendrán los resultados a través del programa Movilab y los resultados del gabinete y se introducirán en una hoja de cálculo y, por último, se realizará el análisis de los resultados.

Los pacientes, previamente son informados de las dos horas de duración del estudio.

A continuación, se concretará el protocolo de examen diseñado para el trabajo, que tal como se indica en la ilustración 13, se diferencia en dos partes: Gabinete y Movilab.

### 5.1. Protocolo de las pruebas en gabinete

La primera parte del estudio consiste en:

- Explicar al paciente los objetivos y condiciones del estudio.
- Firmar del consentimiento informado (Anexo F).
- Obtener el informe oftalmológico con el diagnóstico del paciente.
- Proceder a la evaluación refractiva y toma de la agudeza visual a través del optotipo ETDRS.
- Realizar para cada ojo, el campo visual Humphrey 24-2 Sita Standard.
- Realizar el campo visual Esterman (binocular).

### 5.2. Protocolo de las pruebas en el laboratorio Movilab

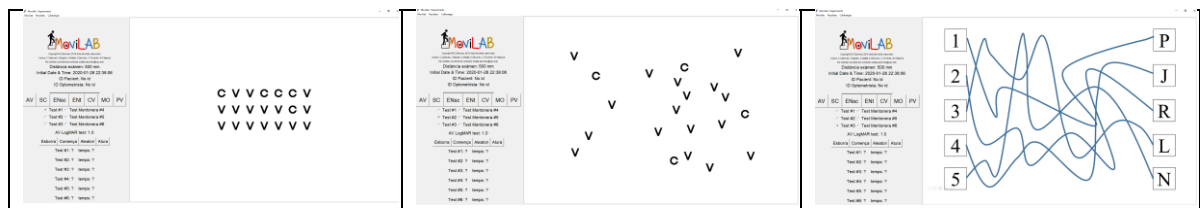
El software Movilab, está diseñado bajo la directriz GAMP 5 (que proporciona un marco de mejores prácticas para que los sistemas informáticos sean correctos para su uso) y desarrollado por Matilla Ayala, A. y Cadevall Artigues, C. Está diseñado para:

- Adaptar las pruebas a la capacidad visual del paciente, es decir, si el paciente tiene una baja Agudeza Visual, el resto de habilidades las evalúa con un tamaño de letra mínimo que el paciente pueda discernirla.

- Facilitar el registro de resultados mediante una hoja de cálculo, la captación de tiempos de respuesta, así como los aciertos o errores en los movimientos oculares.
- Permite generar optotipos aleatorios.
- En el caso del CV, Movilab ha diseñado un registro de campo visual similar a la rejilla de Amsler, pero que permite evaluar un campo visual de 33 grados en zona nasal y temporal, y 18 grados en superior e inferior, todo ello a una distancia de 50cm. Los resultados del cv son el promedio de tres evaluaciones de 8 ejes del campo visual.

En concreto, la versión Movilab\_v1\_0\_0, puede evaluar la Agudeza visual (AV), la Sensibilidad al Contraste (SC), el Deslumbramiento (EN), el Campo Visual (CV), la Motilidad Ocular con y sin mentonera (MO) y determinadas áreas de la Percepción Visual (PV).

En el presenta trabajo final de Máster (Ilustración 14), a través del software Movilab, se obtendrán la agudeza visual y el registro del tiempo y errores que el observador realiza al resolver una serie de ejercicios de búsqueda basados en ejercicios de motilidad ocular. Se valorarán a través de unas fichas diseñadas para la prueba: los movimientos sacádicos en línea, los aleatorios y los seguimientos (Ilustración 13). Para determinar la influencia del movimiento de la cabeza, se realizarán tanto con mentonera como sin ella.



**ILUSTRACIÓN 13: PANTALLA DEL PROGRAMA MOVILAB DEL ÁREA DE LA MOTILIDAD OCULAR. EN LA PANTALLA DE LA IZQUIERDA SE OBSERVA UN EJEMPLO DE SACÁDICOS EN LÍNEA, EN LA DEL CENTRO DE SACÁDICOS ALEATORIOS Y EN LA PANTALLA DE LA DERECHA SE OBSERVA UN EJEMPLO DE SEGUIMIENTO.**

El consentimiento informado, el cuestionario VFQ-25 (Carol and Mangione, 2000), el cuaderno de recogida de datos donde figura la anamnesis o datos del paciente, así como el estado refractivo, el manual de usuario del software Movilab y datos sobre los diferentes programas que se utilizarán están ubicados en el apartado del Anexo A.

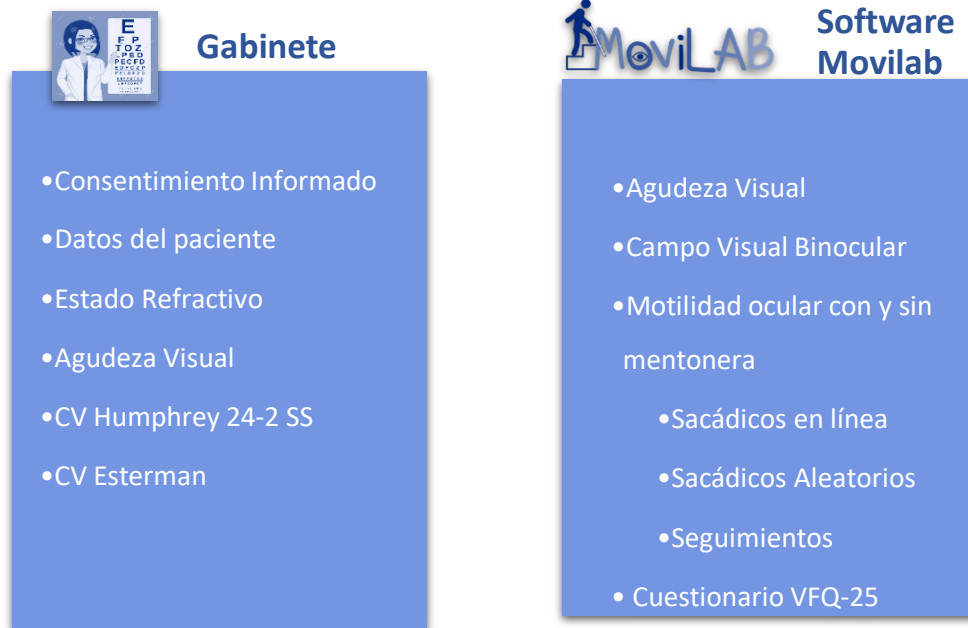


ILUSTRACIÓN 14: CLASIFICACIÓN DE HABILIDADES VISUALES OBTENIDAS SEGÚN LA ZONA DE EXAMEN

### 5.2.1. Metodología de la Motilidad ocular

Se realizarán tres pruebas de evaluación de los sacádicos y seguimientos:

Primeramente, se realizan tres test SIN mentonera (numerados con el 1, 2 y 3), y luego se repiten estos test (numerados con los números 4, 5 y 6) CON mentonera.

Los test 1 y 4 son la evaluación de sacádicos en línea, buscando cuantas C hay en un texto completamente lineal. El paciente nos dirá el número resultante y lo introduciremos (el valor correcto son 5 letras en los dos tipos de sacádicos).

Los test 2 y 5 son la evaluación de sacádicos esta vez desordenados aleatoriamente, sin que estén de forma lineal. Y procederemos a introducir el resultado.

Y, por último, los test 3 y 6 corresponden a seguimientos. El paciente deberá de unir cajas ordenadas a mano izquierda con sus cajas correspondientes a mano derecha realizando un camino con la mirada. Y nuevamente, introduciremos los resultados.

El tamaño de letra que se mostrará en la Motilidad Ocular corresponde al valor de AV del paciente obtenido en la primera parte.

Los resultados (el tiempo de realización del examen y el número de errores) se guardan en un Excel para su posterior comparativa, marcando el tiempo de realización, así como los errores.



### 5.2.2. Metodología de la encuesta de calidad de vida (vfq 25)

Este cuestionario ha sido creado por el National Eye Institute (NEI) y desarrollado por RAND en 1994 para conocer la dimensión de la afectación en el día a día en pacientes con patologías oftalmológicas y/o la influencia de la patología visual en el estado general de salud, emocional y social del paciente. El test VFQ-25 es una versión reducida del cuestionario 51-item National Eye Institute Function Questionnaire (NEI-VFQ), el cual tiene 51 cuestiones. Esta versión más corta es más factible en entornos clínicos presentado propiedades

Item Numbers	Change original response category <sup>(a)</sup>	To recoded value of:
1,3,4,15c <sup>(b)</sup>	1	100
	2	75
	3	50
	4	25
	5	0
2	1	100
	2	80
	3	60
	4	40
	5	20
	6	0
5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,16,16a A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9 <sup>(c)</sup>	1	100
	2	75
	3	50
	4	25
	5	0
	6	*
17,18,19,20,21,22,23,24,25, A11a,A11b,A12,A13	1	0
	2	25
	3	50
	4	75
	5	100
A1,A2	0	0
	to	to
	10	100

**ILUSTRACIÓN 15: NÚMERO DE PREGUNTAS, DE POSIBLES RESPUESTAS Y DE SU VALORACIÓN (CAROL AND MANGIONE, 2000).**

psicométricas más robustas para las afectaciones oculares, cosa que hace que los datos sean reproducibles y válidos en múltiples condiciones de pacientes. (Mangione *et al.*, 2001). El cuestionario VFQ-25 está compuesto, como su propio nombre indica, por 25 preguntas a responder por el paciente. Existen 5 posibles respuestas, y a cada una de ellas le corresponde un valor de: 100, 75, 50, 25 ó 0. Esto se puede observar en la ilustración 14, donde aparece el número de pregunta, el número de respuesta del paciente y el valor de respuesta que se le da.

(Pueden encontrar el formulario en: [https://www.rand.org/health-care/surveys\\_tools/vfq.html](https://www.rand.org/health-care/surveys_tools/vfq.html))

Este cuestionario realiza preguntas sobre 12 áreas que pueden estar afectadas por la visión más la de salud general: clasificación de la salud general, visión global, dificultad para actividades de visión próxima, de visión lejana, limitaciones a nivel social, limitaciones de hábitos debido a la visión, dependencia en otros por la visión, síntomas psicológicos debidos a la visión, dificultad a la hora de conducir, dificultades con visión periférica y visión del color y dolor ocular. Las preguntas y, por lo tanto, sus respuestas, se agrupan según la tipología de pregunta o ámbito del cual se pregunta (ilustración 15), y mediante fórmulas se obtendrán los resultados (Mangione *et al.*, 2001).

Scale	Number of items	Items to be averaged (after recoding per Table 2)
General Health	1	1
General Vision	1	2
Ocular Pain	2	4, 19
Near Activities	3	5, 6, 7
Distance Activities	3	8, 9, 14
Vision Specific:		
Social Functioning	2	11, 13
Mental Health	4	3, 21, 22, 25
Role Difficulties	2	17, 18
Dependency	3	20, 23, 24
Driving	3	15c, 16, 16a
Color Vision	1	12
Peripheral Vision	1	10

#### ILUSTRACIÓN 16: SELECCIÓN DE NÚMERO DE PREGUNTAS QUE CORRESPONDEN A CADA ÁMBITO

La puntuación de la encuesta se obtiene para cada una de las áreas valoradas. La fórmula tiene presente la suma de todos los valores de respuestas de cada ámbito, dividido entre el número de preguntas (Ecuación 2) (Carol and Mangione, 2000).

*Formula:*

$$\text{Mean} = \frac{\text{(Score for each item with a non-missing answer)}}{\text{Total number of items with non-missing answers}}$$

*Example:*

$$\text{With responses converted:} = \frac{(25 + 100 + 25)}{3} = 50$$

*Note: 100 = Best, 0 = Worst possible score.*

#### ECUACIÓN 2: FÓRMULA DE CÁLCULO DE UN ÁMBITO Y SU EJEMPLO NUMÉRICO

En la ecuación 2, se describe el siguiente ejemplo: si se realiza las preguntas 5, 6 y 7, pertenecientes al área de actividades de cerca, y se obtienen los valores de las respuestas de 25, 100 y 25, se sumarán los tres valores y se dividirá entre el número de preguntas que, en este caso son tres, esto dará un valor de 50. Teniendo presente que un buen resultado sería un valor de 100 y un mal resultado de 0, el valor de 50 sería un valor medio, el cual nos ayudaría a tener una mejor percepción de la afectación de la patología en las actividades en visión próxima (Carol and Mangione, 2000).

El resto de los resultados obtenidos de las diversas fases, se trasladarán a un Excel diseñado para poder realizar las comparaciones de forma clara.

## 6. Análisis estadístico de los resultados

El análisis de los resultados se realizará, primeramente, de forma descriptiva para pasar a continuación a la estadística inferencial.

Para la variable del tiempo de realización de la prueba de motilidad ocular, se estudiará la normalidad de la muestra mediante el test Kolmogorov-Smirnov para aplicar, según convenga, pruebas paramétricas o no paramétricas.

Por otro lado, para la comparación de los resultados de campo visual (utilizando el DM del mejor ojo) con los de la encuesta, se realizarán tablas de contingencia y se aplicará la prueba Chi-cuadrado.

El nivel de significación estadística se establecerá para un nivel de confianza del 95%, es decir, un p valor  $<0,05$ .

## 7. Consideraciones éticas

Los participantes dieron su consentimiento informado por escrito después de que se les describieron los detalles del estudio. El estudio se realizó de conformidad con los principios de la Declaración de Helsinki de 1975 (revisado en Tokio en 2004). El protocolo del estudio forma parte de un proyecto de investigación que recibió la aprobación por parte del comité ético del Hospital Mútua de Terrassa.

## 8. Resultados

En este apartado se muestran los resultados obtenidos y su análisis estadístico. Para el análisis de la varianza se ha utilizado la prueba de Kruskal-Wallis (no paramétrica) puesto que la distribución de la muestra para la variable tiempo de realización de las pruebas de motilidad ocular se ha demostrado no normal.

### 8.1. Población estudiada

En esta memoria se aportan datos correspondientes a dos muestras distintas. Por un lado, observadores sanos que ayudarán a la normalización de los datos del programa Movilab (datos obtenidos a partir del TFM de Pujol Morales, G.) y, por otro lado, los pacientes con reducción de campo visual periférico, los datos de los cuales se han obtenido en este mismo trabajo.

#### 8.1.1. Observadores sanos

El número de personas que participaron en el estudio fueron 40, de edades comprendidas entre 51 y 65 años, de los cuales 15 fueron mujeres y 25 Hombres.

La observación de los datos de motilidad refleja una distribución no normal ( $p < 0,05$  en el test de Kolmogorov-Smirnov), lo que nos lleva a una aproximación con pruebas no paramétricas a los mismos.

Un test de correlación de Pearson nos muestra como para este grupo no existe correlación significativa entre la edad y el tiempo de realización de la prueba ( $R^2=0,84$ ,  $p=0,193$ ). Un test de Kruskal-Wallis nos muestra, como para este grupo, el sexo justifica una parte significativa de la variabilidad de los resultados ( $H=0,22$ ,  $p=0,64$ ), para niveles de significación del 95%.

### 8.1.2. Pacientes con defecto de campo visual periférico

El número de pacientes han sido 29, de edades comprendidas entre 30 Y 83 años, de los cuales 10 fueron mujeres y 19 Hombres.

Existen diferencias estadísticamente significativas entre la distribución normal y la nuestra, por esta razón se ha hecho valoración no paramétrica.

## 8.2. Motilidad ocular

Se han evaluado tres tipos de movimientos oculares: Sacádicos en línea (SL), sacádicos aleatorios (SA) y seguimiento (SE). Para cada uno de ellos se ha determinado el tiempo de realización total de cada ejercicio y los errores cometidos realizados por cada observador/paciente. Para contabilizar estos errores, se les ha transformado en tiempo a través de la ecuación 3, dónde "t" es el tiempo real que se tarda en realizar el ejercicio:

$$Tiempo\ total = t + \left( \frac{t}{5 - errores} \cdot errores \right)$$

**Ecuación 3. Tiempo total=Tiempo corregido con los errores. t= tiempo del paciente en realizar la actividad**

El tiempo medio utilizado:

- Observadores normales:

Para esta población el cálculo de medianas obtenido presenta un orden de magnitud, de 6,03 a 23,43 segundos, pero dado que la distribución de la muestra no es normal, estos datos deben valorarse con cautela. Un número mayor de N, debería permitir obtener valores para conformar una muestra normal para esta población.

- SL: No hay mucha diferencia en tiempo de realización de los sacádicos lineales con mentonera de sin (mediana de  $6.03 \pm 2,93$  con mentonera versus mediana de  $7.09 \pm 24,99$  sin mentonera), todo y que la variabilidad de resultados en el caso con mentonera es mayor.

- SA: Los sacádicos aleatorios son los que más errores tienen tanto con mentonera como sin mentonera, siendo la diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) a la prueba del chi cuadrado.
- SE: Pacientes sin mentonera realizan los seguimientos más lentos (mediana de  $23.44 \pm 8,12$  sin mentonera versus  $17.92 \pm 3,17$  con mentonera) y mayor variabilidad en los datos en comparación de con mentonera.
- Pacientes con defecto de CV:  
Para este grupo la distribución tampoco es normal, de modo que los valores medios nos sirven para conocer el orden de magnitud, pero deben ser tomados con cautela. Para pacientes con defecto del campo visual los valores obtenidos de tiempo de realización de la prueba oscilan entre 28 y 68 segundos.
  - SL: Existe un menor tiempo en el caso de este tipo de motilidad sin mentonera (mediana de  $28.56 \pm 51,22$  sin mentonera versus mediana de  $57.71 \pm 160,24$  con mentonera), pero cabe destacar la gran variabilidad de resultados que se obtiene en el ejercicio con mentonera.
  - SA: En los resultados con y sin mentonera no hay mucha diferencia, pero, se refleja una gran variabilidad al realizarse con mentonera (mediana de  $51.81 \pm 74.79$  sin mentonera versus mediana de  $68.24 \pm 114.7$ s con mentonera).
  - SE: Es el tipo de ejercicio de motilidad que más errores genera este tipo de pacientes.

En resumen, podemos afirmar que el ejercicio que presenta una mayor dificultad y número de errores en pacientes sanos son los sacádicos aleatorios. En cambio, en los pacientes con defecto del campo visual son los seguimientos.

Como sucede en el caso de los sanos, no existe una correlación significativa entre la edad y el tiempo de realización de la prueba de motilidad ocular ( $R^2 = 0,04$ ,  $p = 0,6$ ). Por otro lado, un test de Kruskal Wallis muestra como para este grupo el sexo ( $H = 0,003$ ,  $p = 0,955$  y un rango medio de 87,34 (hombres) y 87,80 (mujeres)) no justifica una parte significativa de la variabilidad de los resultados.

Para valorar el efecto del movimiento de la cabeza en la "búsqueda" de los ejercicios de MO, se realizaron los mismos ejercicios con mentonera y sin mentonera. Los resultados encontrados, a través de Kruskal-Wallis,  $H = 0,232$  con una  $p$  de 0,63, indican la no existencia de una relación estadísticamente significativa entre el tiempo que tarda el paciente en realizar la prueba de Motilidad ocular con mentonera versus sin mentonera.

A pesar de obtener un margen de tiempo de ejecución de los ejercicios muy superior en los pacientes con CV limitado, dada la distribución no normal, lamentablemente, en este trabajo no se puede

aportar aún un tiempo medio de ejecución de los diversos ejercicios, requiriéndose un número de observadores mayor.

### 8.3. Análisis del campo Visual

Trabajaremos con dos parámetros diferentes, en función de si el CV a analizar es monocular (DM) o binocular (Esterman, % Eficiencia).

- Para los CV monoculares, el parámetro más importante a la hora de clasificar el resultado del campo visual es el valor de DM, es un índice de sensibilidad basado en la desviación total. Si presenta un valor de 0 será el valor de paciente sano y si es negativo indicará una menor sensibilidad. Cuando los dos ojos están afectados, se utiliza el DM del mejor ojo. Existe una clasificación del defecto del campo en categorías, a partir del valor del DM, pero ésta está diseñada para pacientes con glaucoma y no todos los sujetos de nuestra muestra estaban afectados de esta condición. En consecuencia, decidimos realizar una clasificación por cuartiles. Para ello se ha tomado el valor mayor menos el menor, y el resultado lo dividimos entre cuatro.

De esta forma tendremos el DM total dividido en 4 categorías, siendo la 1 el defecto menor (mejor cv), y la 4 el defecto mayor (paciente con menor cv).

La muestra queda de la siguiente manera:

Categoría 1 (DM de +0,42 a -7,935): n=14 ojos.

Categoría 2 (DM de -7,936 a -16,29): n=5 ojos.

Categoría 3 (DM de -16,30 a -24,645): n=6 ojos.

Categoría 4 (DM de -24,646 a -33): n=4 ojos.

Con lo que se puede afirmar, que la mayoría de pacientes de este estudio tienen un campo visual monocular de categoría 1 (bueno).

- Para los CV binoculares, se utilizará el valor del % de eficiencia de Esterman. Un valor de 100% refleja un campo visual efectivo (sano), a menor valor la funcionalidad binocular del CV es peor.

Categoría 1 (Eficiencia de 76% a 100% de eficiencia): 17 pacientes.

Categoría 2 (Eficiencia de 51% a 75% de eficiencia): 3 pacientes.

Categoría 3 (Eficiencia de 26% a 50% de eficiencia): 4 pacientes.

Categoría 4 (Eficiencia de 0% a 25% de eficiencia): 5 pacientes.

Con estos datos se concluye que la mayoría de pacientes de este estudio obtienen un buen resultado de CV binocular Esterman (categoría 1).

#### 8.4. Encuesta NEI VFQ-25

El cuestionario VFQ-25 valora 12 áreas. Cada área de este cuestionario se ha dividido en 4 categorías, siendo la Categoría 1 la que nos da un resultado más optimista sobre las diferentes áreas, y, por el contrario, la Categoría 4, la más pesimista:

Categoría 1 (de 76 a 100).

Categoría 2 (de 51 a 75).

Categoría 3 (de 26 a 50).

Categoría 4 (de 0 a 25).

#### 8.5. Velocidad en el ejercicio de MO vs parámetros del cv monocular (DM)

Existe relación entre el tiempo dedicado a la realización de los ejercicios de motilidad y el grado de afectación del campo visual. Esto se observa a través de los datos obtenidos en la prueba de Kruskal-Wallis, cuyos valores son de H 19.07 con una  $p < 0,001$  y con un rango que va desde 64.21 segundos en la categoría 2, a 104.56 segundos en el estadio 4 (el peor).

Con estos resultados, podemos concluir que, a peor DM del mejor ojo, mayor tiempo de realización de la prueba.

#### 8.6. Velocidad en el ejercicio de MO VS parámetros del cv binocular (eficiencia)

Sin embargo, según la prueba de Kruskal-Wallis, el resultado de eficiencia del CV Binocular de Esterman no guarda relación con la velocidad del ejercicio de Motilidad, obteniéndose unos valores de H 4,92 y un  $p$  de 0,18 con un rango medio de 81.96 segundos en la Categoría 1, y 105.56 en la categoría 3.

### 8.7. Velocidad en MO VS resultados de la encuesta VFQ-25

De las 12 áreas valoradas con la encuesta, se ha encontrado una relación estadísticamente significativa mediante la prueba de Kruskal-Wallis con: La dificultad social ( $p=0,001$ ), la dificultad en visión próxima ( $p=0,01$ ), la conducción ( $0,02$ ), la dependencia ( $p=0,031$ ) y, por último, la visión global ( $p=0,048$ ).

Con respecto a las preguntas que hacían referencia a las áreas de salud general ( $p=0,082$ ), visión lejana ( $p=0,27$ ), dificultad en hábitos ( $p=0,843$ ), psicología ( $p=0,069$ ), visión periférica ( $p=0,623$ ), visión del color ( $p=0,137$ ) y el dolor ocular ( $p=0,321$ ), no se ha encontrado una relación estadísticamente significativa.

### 8.8. Velocidad en MO VS años que padece la discapacidad y uso del bastón

La relación entre el tiempo que hace que presenta la discapacidad visual respecto a la velocidad de realización del ejercicio, no presentan una relación estadística, según la prueba de Kruskal-Wallis apareciendo una  $p$  de  $0,138$  y rangos medios de  $81.83$  a  $116.21$  segundos. Sin embargo, el uso del bastón sí aporta una parte significativa de la variabilidad de los resultados, según la prueba de Kruskal-Wallis ( $H=5.08$ ,  $p=0,024$ ), siendo más lento en pacientes que usan el bastón.

Comparando el tiempo de realización del ejercicio con el tiempo que el paciente padece la patología o si tiene conocimientos de estrategias visuales, se observa que para ambos casos no es estadísticamente significativo. En cambio, al comparar el tiempo del ejercicio con el uso del bastón sí que es estadísticamente significativo.

### 8.9. Valor de la AV del mejor ojo VS resultados de la encuesta

En este caso, todas las categorías de la encuesta presentan una relación estadísticamente significativa: la visión global, la dificultad en visión lejana y próxima, la dificultad social y en hábitos, la dependencia, la sintomatología psicológica, la conducción, la visión periférica, la visión del color y el dolor ocular.

### 8.10. Valor de AV del mejor ojo VS motilidad ocular

Si comparamos el tiempo de realización del ejercicio con la Agudeza Visual del mejor ojo, sí que tiene relación estadísticamente significativa, con una  $p$  de  $0.01$ ,  $H$  de  $11.433$  y rangos medios de  $82.35$  a  $119.40$ . A mejor AV, mayor velocidad.



### 8.11. DM como predictor de la satisfacción visual

En el siguiente punto, nos planteamos: ¿el campo visual (DM) es un buen predictor de la satisfacción visual mediante el cuestionario? ¿En qué áreas sí? Para ello, realizaremos el test de chi-cuadrado, ya que tenemos las dos variables categóricas y queremos ver si tienen una relación estadísticamente significativa o, de lo contrario, son independientes.

Se realiza el Chi-Square de DM del mejor ojo versus el cuestionario la parte de visión global ( $p < 0.001$ ), existiendo una relación significativa entre ambas. Lo mismo sucede con la dificultad en visión lejana ( $p < 0.001$ ), en visión próxima ( $p < 0.001$ ), en la dificultad social ( $p < 0.001$ ), en la dificultad de los hábitos ( $p < 0.001$ ), en la dependencia ( $p < 0.001$ ), en la sintomatología psicológica ( $p < 0.001$ ), en la conducción ( $p < 0.001$ ), en la visión periférica ( $p < 0.001$ ), en la visión del color ( $p < 0.001$ ) y en el dolor ocular ( $p < 0.001$ ). Por el contrario, no existe relación estadísticamente significativa del DM del mejor ojo con el sexo.

### 8.12. Eficiencia de Esterman como predictor de la satisfacción visual

En el caso de la comparativa con el grado de Eficiencia de Esterman, existe una relación significativa con la Visión global ( $p < 0.001$ ), en la visión próxima ( $p < 0.001$ ), en la visión lejana ( $p < 0.001$ ), en la dificultad social ( $p < 0.001$ ), en la dificultad de los hábitos ( $p < 0.001$ ), en la dependencia ( $p < 0.001$ ), en la sintomatología psicológica ( $p < 0.001$ ), en la conducción ( $p < 0.001$ ), en la visión periférica ( $p < 0.001$ ), en la visión del color ( $p < 0.001$ ), en el dolor ocular ( $p < 0.001$ ). Por el contrario, no existe una relación significativa con la salud general.

Con todos estos datos, podemos afirmar que, tanto en Campo Visual Esterman como en Monocular con el DM, son buenos predictores en relación a la encuesta VFQ-25.

Por último, comparamos la Agudeza Visual con el mejor ojo versus el DM del mejor ojo, y hay una relación significativa, los que tienen peor CV tienen peor AV.

## 9. Discusión

Diversos estudios han analizado la motilidad ocular en pacientes con una reducción de CV periférico debido a patologías ya nombradas en este trabajo, como la Retinosis Pigmentaria o el Glaucoma. Se ha estudiado a través de la realización de tareas de lectura o búsqueda, o a través de pruebas de calidad de fijaciones y sacádicos.

Se ha correlacionado la disminución del campo con un mayor tiempo en la realización de actividades de búsqueda (Senger *et al.*, 2019) (Dive *et al.*, 2016). En este perfil de pacientes, Dive *et al.*, encontraron qué

frente a observadores sanos, los pacientes con pérdida severa y leve requerían respectivamente un 56% y un 12% más de tiempo en realizar una tarea de búsqueda. (Dive *et al.*, 2016). A este respecto, en el presente trabajo aparece la misma tendencia, mostrándose, los sujetos con limitación de campo un 45% más lentos a la hora de realizar un mismo trabajo de búsqueda. Pero como ya se ha comentado en el apartado 7.2, estos datos son meramente orientativos dada la falta de distribución normal de la muestra. Lo que sí hemos podido demostrar es la correlación entre el tiempo y el grado de deficiencia del campo visual obtenido a través del DM, donde a mayor DM, mayor tiempo se requiere ( $p < 0,001$ ). Sin embargo, no hemos encontrado esta correlación con respecto al % de eficiencia de Esterman ( $p=0,178$ ). Esto puede deberse a que en el Esterman se valora una zona del campo visual muy periférico, la periferia (160° horizontal) y la zona inferior (60°), puesto que pretende evaluar la capacidad de los pacientes para deambular de forma autónoma. De hecho, las zonas evaluadas no son requeridas en los ejercicios de MO, para el cual estamos precisando de un CV horizontal de 46 grados e inferior de 18°.

Por lo tanto, parece que no es discutible la correlación entre el grado de DM y el tiempo de realización. Pero la causa de esto ¿está en la limitación del Campo visual? o ¿está en la presencia de una motilidad ocular deficiente? El sistema empleado por nosotros no nos permite analizar la calidad de la motilidad, más bien lo que medimos es “el rendimiento”, en tiempo, a la hora de realizar una tarea. Pero la búsqueda bibliográfica nos ha permitido encontrar estudios que a través de sofisticados y caros sistemas de análisis de la motilidad, demuestran que existe un comportamiento anómalo.

I.V. Ivanov *et al.* (Ivanov *et al.*, 2016) Y F.Vargas-Martin y Peli (Vargas-Martin and Peli, 2006) indican que la falta de información periférica de dichos pacientes produce menos movimientos horizontales que los pacientes sanos. Wiecek, E. *et al.* encontraron que los pacientes tienden a realizar menos sacádicos en zonas con escotomas (N=10) (Wiecek *et al.*, 2012).

En este sentido investigadores como Coeckelbergh en 2002, Dive en 2016, Senger en 2019, han demostrado que este perfil de pacientes requiere de un número mayor de fijaciones, produciéndose, igualmente, mayor número de errores que en los observadores sanos (Coeckelbergh *et al.*, 2002), (Dive *et al.*, 2016), (Senger *et al.*, 2019).

En el presente trabajo, y en contra de lo que podríamos esperar, no se ha encontrado una relación estadísticamente significativa entre realizar los ejercicios con o sin mentonera, esto puede tener relación con la amplitud de CV requerida para la realización de los ejercicios. Es decir, la amplitud del campo requerida y la separación entre las letras de la prueba requieren para su realización movimientos de ángulo demasiado pequeños para que un movimiento de cabeza sea una ayuda útil para la realización de la prueba,

Hardiess en 2008, explica cómo si la valoración de un trabajo es central, se realiza de forma más eficaz a través de la motilidad ocular, siendo a nivel periférico cuando entra los movimientos de la cabeza a tener un peso más importante (Hardiess, Gillner and Mallot, 2008).

Un dato curioso obtenido a través del presente trabajo, es que los observadores sanos, presentan mayor dificultad en la realización de los sacádicos aleatorios, frente a los SL o SE. Y que los pacientes analizados presentan mayor dificultad en la realización de los seguimientos.

Como era lógico, comprobamos que, a mejor AV y mejor CV, los resultados en el cuestionario de calidad de vida son mejores. Hemos encontrado una relación estadísticamente significativa entre la AV y el tiempo en realizar los ejercicios. Esto nos sorprende ya que el tamaño seleccionado para cada uno de los pacientes correspondía a su agudeza visual, de tal manera que no se introducía una dificultad añadida en este aspecto. Muy probablemente esto se explica por qué en nuestra muestra existe una correlación débil, pero estadísticamente significativa, entre AV i DM del campo visual. De modo que aquellos sujetos con valores más bajos de AV presentan también defectos medios del campo visual más elevados. Lamentablemente la muestra no tiene un tamaño suficiente que permita analizar las interacciones entre estos dos factores.

Se ha encontrado que entre los sujetos que usan bastón, el tiempo de realización de los ejercicios es mayor. Esto se podría justificar por el hecho de que el uso del bastón está relacionado con DM peores, es decir con CV más afectados. Lo que no se sabe es si esto implica una disminución del uso de la motilidad ocular por parte del paciente.

Sin embargo, no se ha encontrado correlación respecto al tiempo que hace que el sujeto percibe su discapacidad.

Sin duda, en el futuro se podría continuar con este estudio, con un mayor número de pacientes y desarrollando algún mecanismo para poder contabilizar estos sacádicos, y así poder compararlo con los autores citados.

La percepción sobre el grado de satisfacción visual y calidad de vida de los pacientes con limitación de campo periférico, ha sido evaluado por diversos autores. Los parámetros más ampliamente utilizados como predictores son el CV de Humphrey monocular y el Esterman, así como encuestas de calidad de vida. A partir de aquí, nos encontramos estudios que se perfilan más claramente por la utilización del Humphrey como son (Turano, Rubin and Quigley, 1999), (Crabb *et al.*, 1998) y otros autores como Lee *et al.* (Lee JY, Cho HK, 2013), que optan más por realizar Esterman.

Los primeros apoyan su afirmación en el hecho de que la estrategia de CV Humphrey monocular se relaciona más con la velocidad al caminar o incapacidad de pacientes con glaucoma que no los binoculares

de Esterman (Turano, Rubin and Quigley, 1999), o en los resultados de Crabb en 1998, en los que a pesar de no encontrar diferencia alguna entre campo visual monocular y binocular Esterman, no ven necesario la realización de este último (Crabb *et al.*, 1998). En 2017, Ayala M., y Musch *et al.*, afirmaron que el CV monocular (Sita Fast en el caso de Ayala y Sita Standard en el caso de Mush) proporcionaba mayor información de defectos campimétricos en comparación con el Esterman (Ayala, 2012)(Musch *et al.*, 2017).

En frente tenemos a Lee *et al.*, que en el 2013, aseguraba que el Esterman era más fácil y eficaz a la hora de evaluar la calidad de vida que no el monocular (Lee JY, Cho HK, 2013). Reconociendo Ayala M., y Musch que a nivel funcional el Esterman aporta información importante, más claramente que el monocular (Ayala, 2012)(Musch *et al.*, 2017). Fujita K. *et al.* también afirmaron una correlación positiva entre la dificultad en la calidad de vida y el resultado de campo visual Esterman (Fujita *et al.*, 2008).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, refleja que tanto el CV monocular Sita Standard del mejor ojo, como el binocular Esterman son igual de buenos predictores en relación a la encuesta de calidad de vida, ya que, a mejor resultado de DM y de Eficiencia, mejores resultados de encuesta se obtuvieron, en concordancia con los estudios realizados por Crabb en 1998 y por Fujita en 2008. Que si bien, al realizar el campo visual Esterman, visualmente nos aporta una información más funcional, por el número de grados de campo evaluado, que en el Humphrey monocular, esta afirmación es compatible con el reconocimiento del gran valor de la información clínica que aporta el CV Monocular (en concordancia con Ayala M. y Mush *et al.*).

Por lo tanto, nuestra opinión, se basa en que la elección del tipo de CV a realizar debería de estar relacionado con la información que se pretende obtener, si perseguimos un asesoramiento “funcional”, el CV binocular Esterman nos lo proporciona en un tiempo significativamente inferior.

## 10. Conclusiones

Se ha valorado en 29 pacientes afectados de limitación de campo periférico, la relación existente entre los resultados de la encuesta de satisfacción de calidad de vida VFQ-25, las habilidades en la realización de tareas de búsqueda, a través de ejercicios de motilidad ocular del programa Movilab y la profundidad de la afectación del campo a través del índice DM de Humphrey y el % de eficiencia de Esterman.

Del análisis de los resultados obtenidos, se han extraído las siguientes conclusiones:

- Los ejercicios con mayor dificultad para los pacientes sanos son los sacádicos aleatorios. Por el contrario, en pacientes con defecto de campo visual son los seguimientos.

- A peor profundidad del defecto campimétrico (DM), el tiempo dedicado a la tarea de búsqueda es mayor, existiendo una *correlación estadísticamente significativa* entre ambos aspectos.
- Para los ejercicios diseñados, el resultado de eficiencia del CV Binocular de Esterman no guarda relación con la velocidad del ejercicio de Motilidad.
- El tiempo dedicado a las pruebas de motilidad ocular no presenta una relación estadísticamente significativa entre realizarlos con o sin mentonera.
- El tiempo dedicado a las pruebas de motilidad ocular no tiene relación estadísticamente significativa ni con el margen de edad con el que se ha trabajado, ni con el sexo.
- Con respecto a los resultados del cuestionario VFQ-25, se ha encontrado que el tiempo dedicado a los ejercicios de búsqueda, por un lado, no tiene una relación estadísticamente significativa con la percepción de la salud general, la dificultad en visión lejana, la dificultad en los hábitos, la sintomatología psicológica, la visión periférica, la visión del color ni el dolor ocular. Pero, por el contrario, tiene una relación estadísticamente significativa con percepción de la calidad de la visión global, la dificultad en visión próxima, la dificultad social, la dependencia y la conducción.
- Tanto en Campo Visual Esterman como en Monocular con el DM, son buenos predictores en relación a la encuesta VFQ-25, ya que, a mejor DM o Eficiencia, mejores son los resultados obtenidos.
- A mejor AV, mejores resultados de la encuesta VFQ-25 en todas las categorías.
- La relación entre el tiempo que hace que presenta la discapacidad visual respecto a la velocidad de realización del ejercicio, no presentan una relación estadísticamente significativa, sin embargo, sí que existe entre el tiempo en realizar el ejercicio de Motilidad ocular y el uso del bastón.

## 11. Futuros trabajos

El análisis de los resultados obtenidos en este estudio permite aconsejar aumentar el número de los sujetos de la muestra, esto debería de permitir poder normalizar valores y obtener relaciones y conclusiones más sólidas y extrapolables.

También será interesante incorporar al método algún sistema de medida y registro de la motilidad ocular con el fin de separar, en la medida de lo posible, esta habilidad de las características del campo visual de los participantes.

## 12. Referencias bibliográficas

Ansari, M. W. and Nadeem, A. (2016) *Atlas of Ocular Anatomy, Atlas of Ocular Anatomy*. doi: 10.1007/978-3-319-42781-2.

Ansons, A. M. and Davis, H. (2013) *Diagnosis and Management of Ocular Motility Disorders: Fourth Edition, Diagnosis and Management of Ocular Motility Disorders: Fourth Edition*. doi: 10.1002/9781118712368.

Ayala, M. (2012) 'Comparison of the monocular Humphrey visual field and the binocular Humphrey esterman visual field test for driver licensing in glaucoma subjects in Sweden', *BMC Ophthalmol* 12, 35 (2012). doi: 10.1186/1471-2415-12-35.

Bhartiya, S; Ariga, M; Puthuran, G.V; George, R. (2016) *Practical Perimetry*. New Delhi, India: Jaypee Brothers Medical Publishers.

Bowling, B. (2016) *Kanski: Oftalmología Clínica, Clinical Ophthalmology. A systematic approach*, pp.306-308. doi: 10.1016/B978-84-9113-003-1/00022-6.

Budenz, D. L. *et al.* (2002) 'Sensitivity and specificity of the Swedish interactive threshold algorithm for glaucomatous visual field defects', *Ophthalmology*, 109 (6): 1052-1058. doi: 10.1016/S0161-6420(02)01047-3.

Budenz, D. L. *et al.* (2016) 'Postoperative Complications in the Ahmed Baerveldt Comparison Study during Five Years of Follow-up', *American Journal of Ophthalmology*, 163: 75-85. doi: 10.1016/j.ajo.2015.11.023.

Calvo, A. M. A. (2006) *Atlas de Oftalmología Clínica*. 3º Edición. Madrid: Elsevier.

Carol, M. and Mangione, M. (2000) 'Version 2000 The National Eye Institute 25-Item Visual Function Questionnaire (VFQ-25)', *NEI VFQ-25 Scoring Algorithm*.doi:

Cianda, A. *et al.* (1991) 'Electrooculograma de movimiento: técnica y metodología', *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*. doi: 10.5935/0004-2749.19910016.

Coeckelbergh, T. R. M. *et al.* (2002) 'The effect of visual field defects on eye movements and practical fitness to drive', *Vision Research*, 42(5): 669-677. doi: 10.1016/S0042-6989(01)00297-8.

Coffey, M. *et al.* (1993) 'Prevalence of glaucoma in the west of Ireland', *British Journal of Ophthalmology*, 77(1): 17-21. doi: 10.1136/bjo.77.1.17.

- Crabb, D. P. *et al.* (1998) 'Simulating binocular visual field status in glaucoma', *British Journal of Ophthalmology*, 82(11): 1236-41. doi: 10.1136/bjo.82.11.1236.
- Dive, S. *et al.* (2016) 'Impact of peripheral field loss on the execution of natural actions: A study with glaucomatous patients and normally sighted people', *Journal of Glaucoma*, 25(10): e889-e896. doi: 10.1097/IJG.0000000000000402.
- Esterman, B. (1982) 'Functional Scoring of the Binocular Field', *Ophthalmology*, 89(11): 1126-34. doi: 10.1016/S0161-6420(82)34647-3.
- Fleming, N., Farrokhyar, F. and Sabri, K. (2019) 'Assessment of the visual function of partially sighted and blind Canadian youth using the VFQ-25 questionnaire: a preliminary study', *Canadian Journal of Ophthalmology*, 54(6): 674-677. doi: 10.1016/j.jcjo.2019.04.012.
- Fransoy Bel, M, Augé Serra, M (2013) 'Visió i aprenentatge (I) Optometria neurocognitiva a l'etapa escolar', *Cuaderns científics del COOOC*, 1(4).
- Fujita, K. *et al.* (2008) 'The relationship between difficulty in daily living and binocular visual field in patients with glaucoma', *Nippon Ganka Gakkai zasshi*, 112(5): 447-450.
- Galetta, K. M. *et al.* (2016) 'The King-Devick test of rapid number naming for concussion detection: meta-analysis and systematic review of the literature', *Concussion*, 1(2): CNC8. doi: 10.2217/cnc.15.8.
- Gómez Ulla de Irazábal, F. and Ondategui Parra, S. (2012) 'Informe sobre la ceguera en España', *Ernest & Young*. doi: <https://dx.doi.org/10.1016/j.mehy.2016.04.045>.
- Hardiess, G., Gillner, S. and Mallot, H. A. (2008) 'Head and eye movements and the role of memory limitations in a visual search paradigm', *Journal of Vision*, 8(1). doi: 10.1167/8.1.7.
- Heijl, A. (2012) *The Field Analyzer Primer: Effective Perimetry*, Carl Zeiss Meditec, Inc.
- Herranz, R. M. (2011) 'Guía clínica 1-1: Agudeza visual', in *Manual de optometria*.
- Howitt, S. *et al.* (2016) 'The utility of the King-Devick test as a sideline assessment tool for sport-related concussions: A narrative review', *Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 60 (4): 322-329
- Ivanov, I. V. *et al.* (2016) 'Eye movement training and suggested gaze strategies in tunnel vision - A randomized and controlled pilot study', *PLoS ONE*, 11(6): e0157825. doi: 10.1371/journal.pone.0157825.
- Jonas, J. B. *et al.* (2017) 'Glaucoma', *The Lancet*. doi: 10.1016/S0140-6736(17)31469-1.
- Kulkarni, K. M. *et al.* (2012) 'Visual field staging systems in glaucoma and the activities of daily living',

*American Journal of Ophthalmology*, 154(3): 445-451.e3. doi: 10.1016/j.ajo.2012.03.030.

Lang, G. K. (2006) *Oftalmologia Texto y Atlas en color*. Barcelona, España: Elsevier.

Leat, S. J. and Lovie-Kitchin, J. E. (2008) 'Visual function, visual attention, and mobility performance in low vision', *Optometry and Vision Science*, 85(11): 1049-1056. doi: 10.1097/OPX.0b013e31818b949d.

Lee JY, Cho HK, K. C. (2013) 'Assessment of the Vision-Specific Quality of Life Using Binocular Esterman Visual Field in Glaucoma Patients', *J Korean Ophthalmol Soc.*, 54(10): 1567-1572.

Luo, G., Vargas-Martin, F. and Peli, E. (2008) 'The role of peripheral vision in saccade planning: Learning from people with tunnel vision', *Journal of Vision*, 8(14). doi: 10.1167/8.14.25.

Mangione, C. M. *et al.* (2001) 'Development of the 25-item National Eye Institute Visual Function Questionnaire', *Archives of Ophthalmology*, 119(7):1050-8 doi: 10.1001/archophth.119.7.1050.

Maples, W. C. (1995) *NSUCO Oculomotor Test*. Santa Ana, CA: Optometric Extension Program Foundation.

María, J., Moreno, R. and Arias Barquet, L. (2013) 'Manual de retina SERV', *Sociedad Española de Retina y Vítreo*.

Montés-Micó, R. (2012) *Optometria Aspectos Avanzados y Consideraciones Especiales*. Barcelona, España: Elsevier España.

Moreno Montañés, J. (2015) *Guía práctica de progresión en Glaucoma*. Navarra, España: EUNSA.

Musch, D. C. *et al.* (2017) 'Binocular Measures of Visual Acuity and Visual Field versus Binocular Approximations', *Ophthalmology*, 124(7): 1031-1038. doi: 10.1016/j.ophtha.2017.02.013.

Nelson, P. *et al.* (2003) 'Quality of life in glaucoma and its relationship with visual function', *Journal of Glaucoma*, 12(2): 139-150. doi: 10.1097/00061198-200304000-00009.

Noe, G. *et al.* (2003) 'Associations between glaucomatous visual field loss and participation in activities of daily living', *Clinical and Experimental Ophthalmology*, 31(6). doi: 10.1046/j.1442-9071.2003.00712.x.

Ondategui, J.C.; Borràs, M.R.; Pacheco, M.; Varón, M.C.; Sánchez, E.; Castañé, M.; Peris, E. (1998) *Optometría. Manual de exámenes clínicos*. Edicions UPC.

Ondategui, J.C.; Borràs, M.R.; Pacheco, M.; Varón, M.C.; Sánchez, E.; Gispets, J. (1998) *Visión binocular: Diagnóstico y tratamiento*. Edicions UPC.

Orta, A. Ö. F. *et al.* (2015) 'The Correlation Between Glaucomatous Visual Field Loss and Vision-Related



Quality of Life', *Journal of Glaucoma*, 24(5). doi: 10.1097/IJG.0000000000000225.

Parrish, R. K. *et al.* (1997) 'Visual function and quality of life among patients with glaucoma', *Archives of Ophthalmology*, 115(11): 1447-1455. doi: 10.1001/archophth.1997.01100160617016.

Pons Moreno, A.M., Martínez Verdú, F. M. (2004) *Fundamentos de visión binocular*. Valencia, España: Universidad de Valencia.

Powell, J. M. *et al.* (2005) 'The need for adult norms on the Developmental Eye Movement test', *Journal of Behavioral Optometry*, 16(2)

Racette, L, Fischer, M, Bebie, H, Holló, G, Johnson, C.A, Matsumoto, C. (2016) *Visual Field Digest*. 6 Edition. Kőniz, Switzeland: Haag-StreitAG.

Riva, I. *et al.* (2017) 'Ahmed glaucoma valve implant: Surgical technique and complications', *Clinical Ophthalmology*, 11: 357-367. doi: 10.2147/OPHTH.S104220.

Rosenholtz, R. (2016) 'Capabilities and Limitations of Peripheral Vision', *Annual Review of Vision Science*. 2: 437-457. doi: 10.1146/annurev-vision-082114-035733.

Rowe, F. (2016) *Visual Fields via the Visual Pathway*. 2º Edition. Miami, EEUU: CRC Press Taylor & Francis Group.

Ruiz Moreno, J.M; Arias Barquet, L. (2019) *Manual de Retina (SERV)*. Barcelona, España: Elsevier.

Senger, C. *et al.* (2019) 'Spatial correlation between localized decreases in exploratory visual search performance and areas of glaucomatous visual field loss', *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 257(1): 153-160. doi: 10.1007/s00417-018-4164-9.

Smith, N. D. *et al.* (2012) 'Eye movements in patients with glaucoma when viewing images of everyday scenes', *Seeing and Perceiving*, 25(5): 471-492. doi: 10.1163/187847612X634454.

Subhi, H. *et al.* (2017) 'Functional visual fields: A cross-sectional UK study to determine which visual field paradigms best reflect difficulty with mobility function', *BMJ Open*, 7(11): e018831. doi: 10.1136/bmjopen-2017-018831.

Turano, K. A. *et al.* (2001) 'Direction of gaze while walking a simple route: Persons with normal vision and persons with retinitis pigmentosa', *Optometry and Vision Science*, 78(9): 667-75. doi: 10.1097/00006324-200109000-00012.

Turano, K. A., Rubin, G. S. and Quigley, H. A. (1999) 'Mobility performance in glaucoma', *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 40(2).

Valente, C., D'Alessandro, E. and Iester, M. (2019) 'Classification and Statistical Trend Analysis in Detecting Glaucomatous Visual Field Progression', *Journal of Ophthalmology*, 2019, 1583260. doi: 10.1155/2019/1583260.

Valverde Pérez, D. (2001) *La retinosis pigmentaria en España: estudio clínico y genético*. Madrid: ONCE.

Vargas-Martin, F. and Peli, E. (2006) 'Eye movements of patients with tunnel vision while walking', *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 47(12): 5295-302. doi: 10.1167/iovs.05-1043.

Vidal López, J. (2015) *Manual de Terapia Visual*. Castellón de la Plana, España: School of advanced education, research and accreditation, S.L.

W. Wright, K et H. Spiegel, P. (2001) *Pediatric Ophthalmology and Strabismus. The requisites in ophthalmology*. Madrid, Spain: Harcourt.

Wiecek, E. et al. (2012) 'Effects of peripheral visual field loss on eye movements during visual search', *Frontiers in Psychology*, 3: 472. doi: 10.3389/fpsyg.2012.00472.

Xu, J. et al. (2019) 'The Relationship Between Binocular Visual Field Loss and Various Stages of Monocular Visual Field Damage in Glaucoma Patients', *Journal of Glaucoma*, 28(1). doi: 10.1097/IJG.0000000000001102.

Yanoff, M. (2019) 'Advances in Ophthalmology and Optometry', *Advances in Ophthalmology and Optometry*. doi: 10.1016/s2452-1760(19)30026-5.

Zeiss, C. (2018) *Humphrey Field Analyzer 3 (HFA)*. Carl Zeiss Meditec, Inc.

### 13. Listas de la memoria:

13.1.	Ilustraciones .....	
	ILUSTRACIÓN 1: Ojo derecho representado en Isla de visión(A) y gráfica de isópteras(B) .....	2
	ILUSTRACIÓN 2: Campo visual monocular izquierdo y derecho .....	3
	ILUSTRACIÓN 3: Campo visual binocular y conjunto .....	4
	ILUSTRACIÓN 4: Imagen de la afectación del campo visual según la localización de la lesión .....	4
	ILUSTRACIÓN 5: Imagen del informe de campo visual OI y OD de una estrategia Humphrey 24-2 SS .....	7
	ILUSTRACIÓN 6: Campo visual monocular izquierdo (A), derecho (B) y binocular (C) .....	13
	ILUSTRACIÓN 7: Ejemplo de informe de campo visual Esterman .....	14
	ILUSTRACIÓN 8: Dibujo que representa los movimientos oculares y las fijaciones (en el caso de sacádicos) realizadas durante la lectura de un texto formado por 5 líneas a través de un visagraph .....	17
	ILUSTRACIÓN 9: Test DEM vertical A y B .....	18
	ILUSTRACIÓN 10: Test DEM horizontal C y plantilla.....	18
	ILUSTRACIÓN 11: Ejemplo de la realización del test KDT .....	19
	ILUSTRACIÓN 12: Los valores de normalidad de la prueba de sacádico como de seguimiento según la edad (de 5 a 1 años o más) .....	19
	ILUSTRACIÓN 13: Pantalla del programa Movilab del área de la motilidad ocular .....	30
	ILUSTRACIÓN 14: Clasificación de habilidades visuales obtenidas según la zona de examen .....	31
	ILUSTRACIÓN 15: Número de preguntas, de posibles respuestas y de su valoración .....	32
	ILUSTRACIÓN 16: Selección de número de preguntas que corresponden a cada ámbito .....	33
13.2.	Tablas.....	
	TABLA 1: Prevalencia de glaucoma de ángulo abierto y ángulo cerrado basado en estudios de población ...	22
13.3.	Ecuaciones .....	
	ECUACIÓN 1: Fórmula de cálculo de Eficiencia de Esterman.....	13
	ECUACIÓN 2: Fórmula de cálculo de un ámbito y su ejemplo numérico .....	33
	ECUACIÓN 3: t= tiempo del paciente en realizar la actividad y e= número de errores .....	35

## 14. ANEXOS

### 14.1. Anexo A: Ficha de registro de los datos clínicos



IDENTIFICACIÓN DEL PACIENTE (IP):

Nuria Hernán

## Contenido

<b>A.RESULTADO DE LA EVALUACIÓN DEL RESTO VISUAL A CAMPO ABIERTO</b>	<b>53</b>
DATOS DEL PACIENTE	53
DIAGNÓSTICO	53
Diagnóstico:.....	53
Uso de bastón:.....	53
Rehabilitación en O y M:.....	53
ESTADO REFRACTIVO Y AGUDEZA VISUAL	53
Ojo Derecho.....	53
Ojo Izquierdo.....	53
AV Binocular sin corrección.....	53
VISIÓN DEL COLOR (Test Farnsworth D15)	53
(AO) Diagnóstico:.....	53
CAMPOS VISUALES (Humphrey)	53
OD.....	53
OI.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b> 53
Campo visual Esterman.....	53
<b>B. ENCUESTA (NEI VFQ-25) Versión 2000</b>	<b>54</b>
PARTE 1- VISTA Y SALUD GENERAL	54
PARTE 2- DIFICULTAD EN LAS ACTIVIDADES	55
PARTE 3 - MANERA DE REACCIONAR A LOS PROBLEMAS DE LA VISTA	60
<b>C.PROGRAMA MOVILAB- RESULTADO DE LA EVALUACIÓN DEL RESTO VISUAL</b>	<b>62</b>
CAMPO VISUAL	62
MOTILIDAD OCULAR	62
Sacádicos en línea (buscar a).....	62
Patrón de búsqueda (buscar 1).....	62
Seguimiento.....	62
DESLUMBRAMIENTO	62
PERCEPCIÓN VISUAL (TVPS4)	62

### 14.1.1. Anexo A.1. Resultado de la evaluación del resto visual a campo abierto

#### DATOS DEL PACIENTE

Edad:

Sexo:

Contacto:

#### DIAGNÓSTICO

Diagnóstico:

Desde:

Uso de bastón:

Desde:

Rehabilitación en O y M:

#### ESTADO REFRACTIVO Y AGUDEZA VISUAL

AV sin corrección

Ojo

AV sin corrección

15

Refracción

Refracción

AV con corrección

AV con corrección

AV Binocular sin corrección :

AV Binocular con corrección :

#### VISIÓN DEL COLOR (Test Farnsworth D15)

Orden:

(AO) Diagnóstico:

#### CAMPOS VISUALES (Humphrey)

OD		OI	
FP	FN	FP	FN
SF		SF	
PHG	VFI	PHG	VFI
DM	DSM=PSD	DM	DSM=PSD

#### Campo visual Esterman

Nivel de eficiencia: %

### 14.1.1. anexo A.2. Encuesta VFQ-25 (Versión 2000)

Cuestionario sobre el funcionamiento visual – 25

PB/IA

## National Eye Institute Cuestionario sobre el funcionamiento visual - 25 (VFQ-25)

versión 2000

Voy a leerle algunas preguntas sobre los problemas relacionados con su vista o sobre cómo se siente frente a su situación. Después de cada pregunta le leeré una lista de posibles respuestas. Elija la respuesta que mejor describa su situación.

Por favor, conteste a todas las preguntas como si llevara puestas sus gafas o sus lentes de contacto (si lleva).

Tómese todo el tiempo necesario para contestar a cada pregunta. Todas sus respuestas son confidenciales. Con el fin de que este cuestionario sirva para mejorar nuestro conocimiento de los problemas de la vista y cómo afectan a su calidad de vida, sus respuestas deben ser lo más exactas posible. Recuerde, si lleva gafas o lentes de contacto para una determinada actividad, conteste a todas las preguntas como si las llevara puestas en ese momento

### PARTE 1- VISTA Y SALUD GENERAL

*Rodee con un círculo solo un número)*

#### 1. En general, diría que su salud es

<b>LEA EN VOZ ALTA LA LISTA DE RESPUESTAS POSIBLES:</b>	Excelente	1
	Muy Buena	2
	Buena	3
	Regular	4
	Mala	5

#### 2. Actualmente, diría que la vista de sus dos ojos (con gafas o lentes de contacto, si las lleva) es excelente, buena, regular, mala, muy mala o está completamente ciego/a?

<b>LEA EN VOZ ALTA LA LISTA DE RESPUESTAS</b>	Excelente	1
<b>POSIBLES:</b>	Buena	2

Regular	3
Mala	4
Muy mala	5
Completamente ciego/a	6

**3. ¿Con qué frecuencia le preocupa su vista?**

LEA EN VOZ ALTA LA LISTA DE RESPUESTAS POSIBLES:

Nunca	1
Pocas veces	2
Algunas veces	3
Casi siempre	4
Siempre	5

**4. ¿Cuánto dolor o molestias ha tenido en los ojos y alrededor de ellos**

(por ejemplo: escozor o picor)?

LEA EN VOZ ALTA LA LISTA DE RESPUESTAS POSIBLES:

Ninguno	1
Leve	2
Moderado	3
Fuerte	4
Muy fuerte	5

**PARTE 2- DIFICULTAD EN LAS ACTIVIDADES**

Las siguientes preguntas tratan sobre el grado de dificultad, si es que la hay, que tiene para realizar determinadas actividades con las gafas o las lentes de contacto puestas, si es que las usa para esa actividad.

**5. ¿Qué grado de dificultad tiene para leer la letra impresa normal de los periódicos?**

(LEA EN VOZ ALTA LA LISTA DE RESPUESTAS POSIBLES)

Ninguna dificultad	1
Poca dificultad	2
Dificultad moderada	3
Dificultad extrema	4
Dejó de hacerlo a causa de su vista	5
Dejó de hacerlo por otras razones o no estaba interesado/a en hacer esto	6



**6. ¿Qué grado de dificultad tiene para realizar trabajos o aficiones que exigen que vea bien de cerca, como cocinar, coser, arreglar cosas en casa o usar herramientas?**

(LEA EN VOZ ALTA LA LISTA DE RESPUESTAS POSIBLES)

Ninguna dificultad	1
Poca dificultad	2
Dificultad moderada	3
Dificultad extrema	4
Dejó de hacerlo a causa de su vista	5
Dejó de hacerlo por otras razones o no estaba interesado/a en hacer esto	6

**7. A causa de su vista, ¿qué grado de dificultad tiene para encontrar algo en una estantería llena de cosas?**

(LEA EN VOZ ALTA LA LISTA DE RESPUESTAS POSIBLES)

Ninguna dificultad	1
Poca dificultad	2
Dificultad moderada	3
Dificultad extrema	4
Dejó de hacerlo a causa de su vista	5
Dejó de hacerlo por otras razones o no estaba interesado/a en hacer esto	6

**8. ¿Qué grado de dificultad tiene para leer la señalización de la calle o los rótulos de las tiendas?**

(LEA EN VOZ ALTA LA LISTA DE RESPUESTAS POSIBLES)

Ninguna dificultad	1
Poca dificultad	2
Dificultad moderada	3
Dificultad extrema	4
Dejó de hacerlo a causa de su vista	5
Dejó de hacerlo por otras razones o no estaba interesado/a en hacer esto	6

**9. A causa de su vista, ¿qué grado de dificultad tiene para bajar escalones, escaleras o bordillos con poca luz o de noche?**

(LEA EN VOZ ALTA LA LISTA DE RESPUESTAS POSIBLES)

Ninguna dificultad	1
Poca dificultad	2
Dificultad moderada	3
Dificultad extrema	4
Dejó de hacerlo a causa de su vista	5
Dejó de hacerlo por otras razones o no estaba interesado/a en hacer esto	6

**10. A causa de su vista, ¿qué grado de dificultad tiene para ver objetos que están a los lados mientras camina?**

(LEA EN VOZ ALTA LA LISTA DE RESPUESTAS POSIBLES)

Ninguna dificultad	1
Poca dificultad	2
Dificultad moderada	3
Dificultad extrema	4
Dejó de hacerlo a causa de su vista	5
Dejó de hacerlo por otras razones o no estaba interesado/a en hacer esto	6

**11. A causa de su vista, ¿qué grado de dificultad tiene para ver cómo reacciona la gente a lo que usted dice?**

(LEA EN VOZ ALTA LA LISTA DE RESPUESTAS POSIBLES)

Ninguna dificultad	1
Poca dificultad	2
Dificultad moderada	3
Dificultad extrema	4
Dejó de hacerlo a causa de su vista	5
Dejó de hacerlo por otras razones o no estaba interesado/a en hacer esto	6

**12. A causa de su vista, ¿qué grado de dificultad tiene para escoger y combinar su propia ropa?**

(LEA EN VOZ ALTA LA LISTA DE RESPUESTAS POSIBLES)

Ninguna dificultad	1
Poca dificultad	2
Dificultad moderada	3

Dificultad extrema	4
Dejó de hacerlo a causa de su vista	5
Dejó de hacerlo por otras razones o no estaba interesado/a en hacer esto	6

**13. A causa de su vista, ¿qué grado de dificultad tiene para salir, ir a casa de la gente, a fiestas o a restaurantes?**

(LEA EN VOZ ALTA LA LISTA DE RESPUESTAS POSIBLES)

Ninguna dificultad	1
Poca dificultad	2
Dificultad moderada	3
Dificultad extrema	4
Dejó de hacerlo a causa de su vista	5
Dejó de hacerlo por otras razones o no estaba interesado/a en hacer esto	6

**14. A causa de su vista, ¿qué grado de dificultad tiene para ir a ver películas, obras de teatro o acontecimientos deportivos?**

(LEA EN VOZ ALTA LA LISTA DE RESPUESTAS POSIBLES)

Ninguna dificultad	1
Poca dificultad	2
Dificultad moderada	3
Dificultad extrema	4
Dejó de hacerlo a causa de su vista	5
Dejó de hacerlo por otras razones o no estaba interesado/a en hacer esto	6

**15. Ahora quisiera hacerle unas preguntas sobre la conducción del coche. ¿Conduce actualmente, al menos de vez en cuando?**

	Pase a la pregunta
Sí	15c
No	

**15a. SI LA RESPUESTA ES NO, PREGUNTE: ¿No ha conducido nunca o ha dejado de conducir?**

No ha conducido nunca	Pase a la Parte 3, pregunta 17
-----------------------	-----------------------------------

Ha dejado de conducir

**15b. SI HA DEJADO DE CONDUCIR, PREGUNTE: ¿Fue principalmente a causa de su vista, principalmente por alguna otra razón o a causa tanto de su vista como de otras razones?**

Principalmente por la vista	Pase a la Parte 3, pregunta 17
Principalmente por otras razones	Pase a la Parte 3, pregunta 17
Tanto por la vista como por otras razones	Pase a la Parte 3, pregunta 17

**15c. SI CONDUCE ACTUALMENTE, PREGUNTE: ¿Qué grado de dificultad tiene al conducir de día por lugares que le son familiares?**

Ninguna dificultad	1
Poca dificultad	2
Dificultad moderada	3
Dificultad extrema	4

**16. ¿Qué grado de dificultad tiene para conducir de noche?**

(LEA EN VOZ ALTA LA LISTA DE RESPUESTAS POSIBLES)

Ninguna dificultad	1
Poca dificultad	2
Dificultad moderada	3
Dificultad extrema	4
Ha dejado de hacerlo a causa de su vista	5
Ha dejado de hacerlo por otras razones o no estaba interesado/a en hacer esto	6

**16a. ¿Qué grado de dificultad tiene para conducir en condiciones difíciles, como mal tiempo, en horas punta, en autopistas o entre el tráfico de la ciudad?**

(LEA EN VOZ ALTA LA LISTA DE RESPUESTAS POSIBLES)

<b>Ninguna dificultad</b>	<b>1</b>
---------------------------	----------

Poca dificultat	2
Dificultat moderada	3
Dificultat extrema	4
Ha deixado de hacerlo a causa de su vista	5
Ha deixado de hacerlo por otras razones o no estaba interesado/a en hacer esto	6

### PARTE 3 - MANERA DE REACCIONAR A LOS PROBLEMAS DE LA VISTA

Las siguientes preguntas tratan sobre cómo puede verse afectado lo que hace por sus problemas de vista. Para cada una, me gustaría que me dijera si esto es verdad en su caso siempre, casi siempre, algunas veces, pocas veces o nunca.

*(Rodee con un círculo un número en cada línea)*

LEA EN VOZ ALTA LA LISTA DE RESPUESTAS POSIBLES:

Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Pocas veces	Nunca
---------	--------------	---------------	-------------	-------

17. ¿Consigue menos cosas de las que le gustaría a causa de su vista?

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

18. ¿Sus problemas de vista limitan el tiempo que puede dedicar a trabajar o a realizar otras actividades?

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

19. ¿Hasta qué punto su dolor o molestias en los ojos o alrededor de ellos, por ejemplo, escozor o picor, le impiden hacer lo que le gustaría estar haciendo?

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

Para cada una de las siguientes afirmaciones, dígame si esto es para usted **totalmente cierto, cierto en su mayor parte, falso en su mayor parte, totalmente falso o si no está seguro/a.**

*(Rodee con un círculo un número en cada línea)*

	Total- mente cierto	Cierto en su mayor parte	No está seguro/a	Falso en su mayor parte	Total- mente falso
<b><u>Casi siempre me quedo en casa a causa de mi vista</u></b>	1	2	3	4	5
<b>Me siento <u>frustrado/a</u> muchas veces a causa de mi vista</b>	1	2	3	4	5
<b>Tengo <u>mucho menos control</u> sobre lo que hago a causa de mi vista</b>	1	2	3	4	5
<b>A causa de mi vista, tengo que <u>fiarme demasiado de lo que otras personas me dicen</u></b>	1	2	3	4	5
<b><u>Necesito mucha ayuda</u> de los demás a causa de mi vista</b>	1	2	3	4	5
<b>Me preocupa <u>hacer cosas que puedan avergonzarme a mí o a los demás</u>, a causa de mi vista</b>	1	2	3	4	5

14.1.2. Anexo A.3. Programa Movilab-resultado de la evaluación del resto visual

CAMPO VISUAL				
MOTILIDAD OCULAR		Distancia :		M:
		TIEMPO (s.)	Nº DE ERRORES	NOMBRE DEL ARCHIVO
Sacádicos en línea (buscar a)	Fila 1 (5)			
	Fila 2 (6)			
Patrón de búsqueda (buscar 1)	(9)			
Seguimiento	Emparejar 1R 2J 3P 4L			
DESLUMBRAMIENTO				
PERCEPCIÓN VISUAL (TVPS4)				

## 14.2. Anexo B: Manual de instrucciones de Movilab

El software Movilab, para poder realizar el campo visual binocular, necesita de otro programa llamado CampVisual ya que este es a pantalla completa.

Movilab requiere:

- Anaconda Navigator (Windows, Python 3.7)
- Spyder 3.3.2
- OBS Studio (para grabar la pantalla del ordenador)
- Web cam (para grabar al paciente)
- Tobii 4C Eye Traker (para realizar los seguimientos de los movimientos oculares)

### 1. Encendido:

Abrimos el Software Anaconda Navigator, y cuando se nos abre la ventana (Ilustración 2), hacemos click en "Launch" de Spyder, y se nos abrirá el programa (Ilustración 1):



ILUSTRACIÓN 1: ICONO DEL PROGRAMA SPYDER

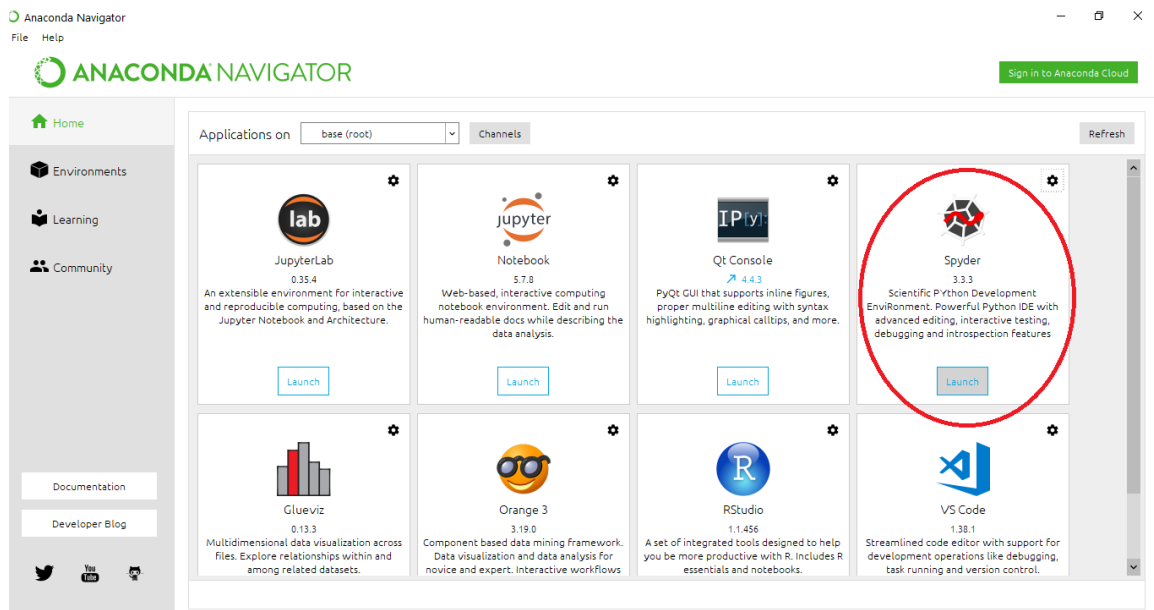


ILUSTRACIÓN 2: PANTALLA DE INICIO DE ANACONDA NAVIGATOR SEÑALIZANDO EL PROGRAMA SPYDER

Cuando se abre Spyder, nos aparecerá la siguiente ventana (Ilustración 3):

En ella, deberemos de abrir los dos programas (Movilab y CampVisual) de la siguiente manera (el número de paso a seguir coincide con el número en color rojo de la Ilustración 3):

1. Debe de haber un terminal abierto para posteriormente abrir un programa



2. Hacemos click en la carpeta y seleccionamos o bien el programa Movilab o bien CampVisual
3. Hacemos click en el "play" para poder abrir el programa

Quando ya hemos abierto un programa, debemos de hacer click en "Terminales" para poder abrir otro terminal y así abrir el segundo programa.

Quando tengamos los dos programas abiertos, maximizaremos el programa que nos interese abrir.

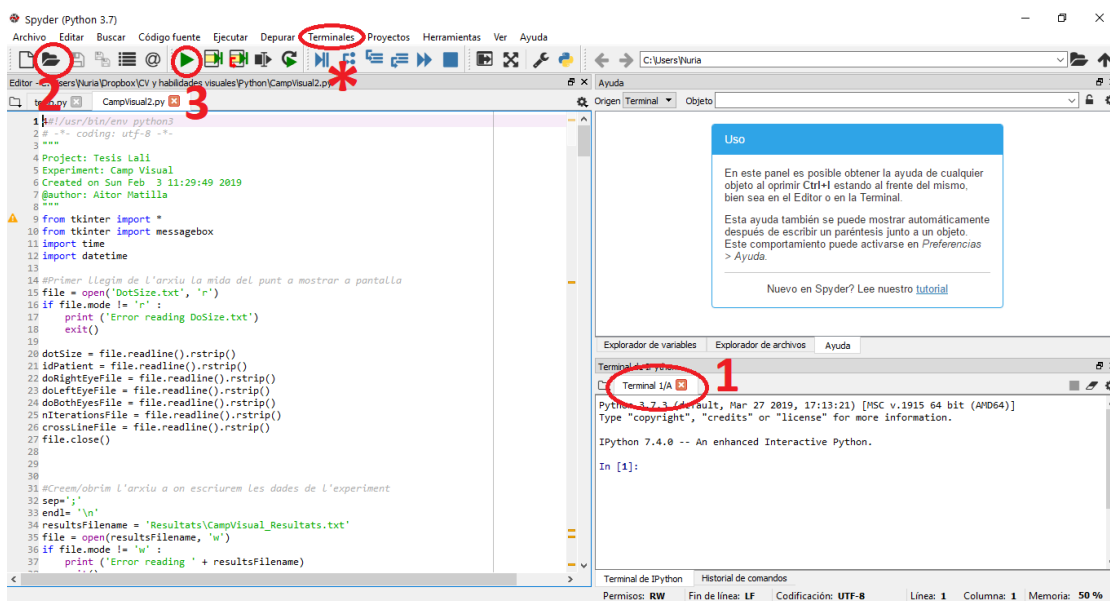


ILUSTRACIÓN 4: PROGRAMA SPYDER

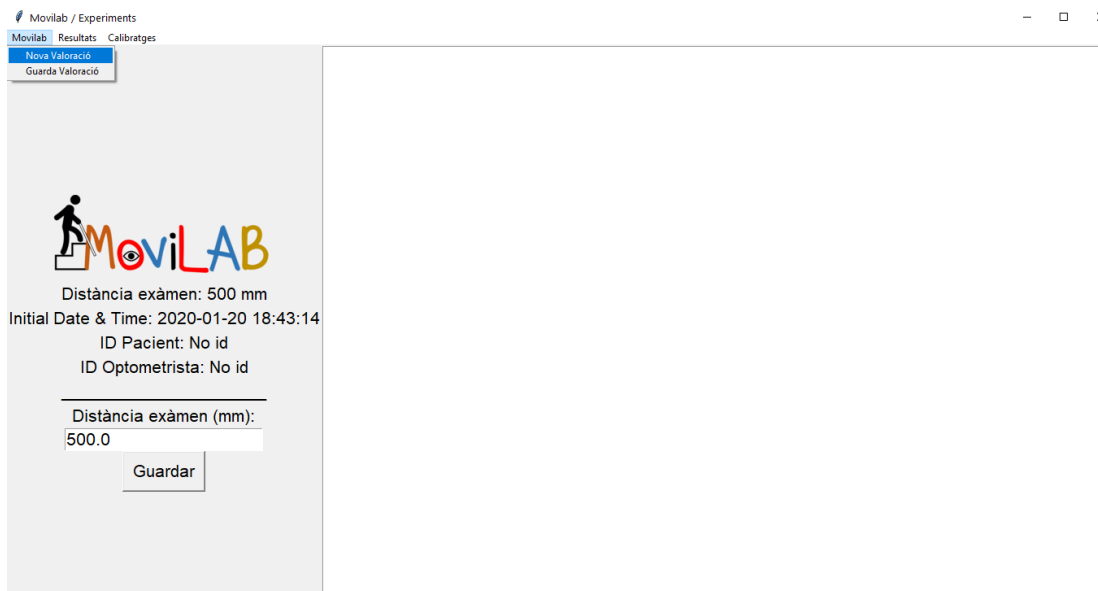


ILUSTRACIÓN 3: PANTALLA INICIAL DE NUEVA VALORACIÓN

2. Pantalla inicial:

En la ilustración 4 podemos observar la pantalla de inicio del programa Movilab, donde podemos observar:

- El menú del programa, donde podemos seleccionar una “nueva valoración” e introducir los datos de la esta (incluyendo el número de

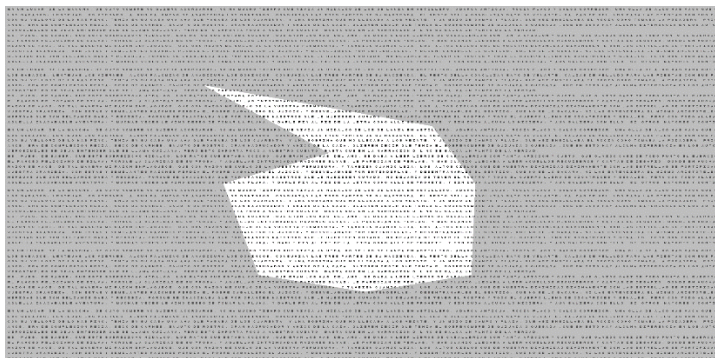


ILUSTRACIÓN 5: EJEMPLO DE MÁSCARA DE CV EN MOVILAB

veces que se examinará el test y si es monocular OD/OI o binocular), “guardar la valoración”, “Resultados” donde te da una simulación o máscara de CV que tiene el paciente leyendo un texto del Quijote (Ilustración 5), o “Calibraciones” donde podemos calibrar la imagen de diferentes maneras: Distancia de examen (Ilustración 4), Medida del pixel, Medida de la fuente, Nivel de Gris y AV test (Ilustración 6).

- El logotipo (Ilustración 5)
- Los datos del paciente y distancias ( distancia de exámen, fecha y hora del examen, ID del paciente y del Optometrista) (Ilustración 6)
- Los tests de las diferentes habilidades visuales (Ilustración 6).

### 3. Calibración:

Para realizar la calibración se deben de introducir los siguientes datos\*:

1. La distancia de examen en mm y clicar "guardar"
2. Medida del pixel (midiendo cuando nos mide un cuadrado en la pantalla en mm y, nuevamente clicamos a "guardar") y medida de la fuente (midiendo el tamaño de la letra que nos aparece en pantalla y mismo procedimiento, introducimos el valor en mm y clicamos "guardar").
3. Nivel de gris: Este ajuste depende del monitor o pantalla, deberemos modificar el brillo y contraste para obtener la luminancia deseada, lo realizaremos tano para conseguir la luminancia del blanco entre 60 y 120 cd/m<sup>2</sup>, como para la de los diferentes niveles de gris (este último se realiza si queremos obtener resultados de habilidades visuales como son la Sensibilidad al Contraste o el Tiempo de recuperación tras el deslumbramiento ENT que, en nuestro caso, no es nuestro objetivo). Las medidas se realizan con la ayuda de un luxómetro (Fotómetro Mavolux 5032b. Referencia 179369 (kainos))
4. Agudeza Visual: normalmente la Agudeza Visual se toma en el primer paso de esta batería de pruebas dentro del Software Movilab, pero si queremos evaluar una habilidad visual saltándonos el paso de medir la AV y la queremos introducir directamente, se puede en: Calibraciones -> AV test (en logMAR) y, nuevamente, "guardar"

\*La mayoría de estos valores ya están predeterminados, de forma que sólo deberemos de introducirlos si cambia la distancia de examen y el tipo de pantalla junto con el nivel de gris.

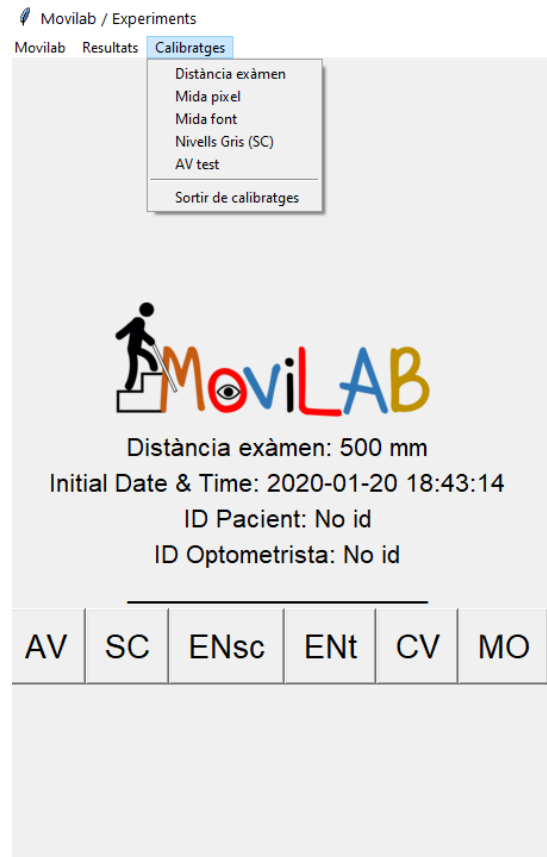


ILUSTRACIÓN 6: TIPOS DE HABILIDADES VISUALES (ZONA INFERIOR DE LA IMAGEN) Y CÓMO PODEMOS CALIBRAR EL TEST (ZONA SUPERIOR DE LA IMAGEN)

### 14.3. Anexo C: Test de evaluación

Explicaremos brevemente cómo Movilab evalúa las diferentes habilidades visuales que este trabajo tiene como objetivo analizar (debemos recordar que todos los resultados obtenidos del software de Movilab los deriva en forma de Excel para su posterior comparativa):

#### 1. Test de la Agudeza Visual

Este test se ha diseñado con la forma del test Bailey Lovie y se obtienen los resultados en decimal y en logMAR, con contraste máximo (1) y se muestran 5 letras por fila con las letras aleatorias. Tiene un rango de AV de 0,06 a 1.88 en decimal para una pantalla de 30" a 50cm (que es nuestro caso).

Para conocer la AV del paciente, este irá diciendo las letras y el optometrista las irá escribiendo en el teclado. El software va comprobando los errores y aciertos marcando "X" cuando es un error y "1" en acierto. Cuando se producen 3 errores o más de la misma fila se detiene y muestra el resultado final.

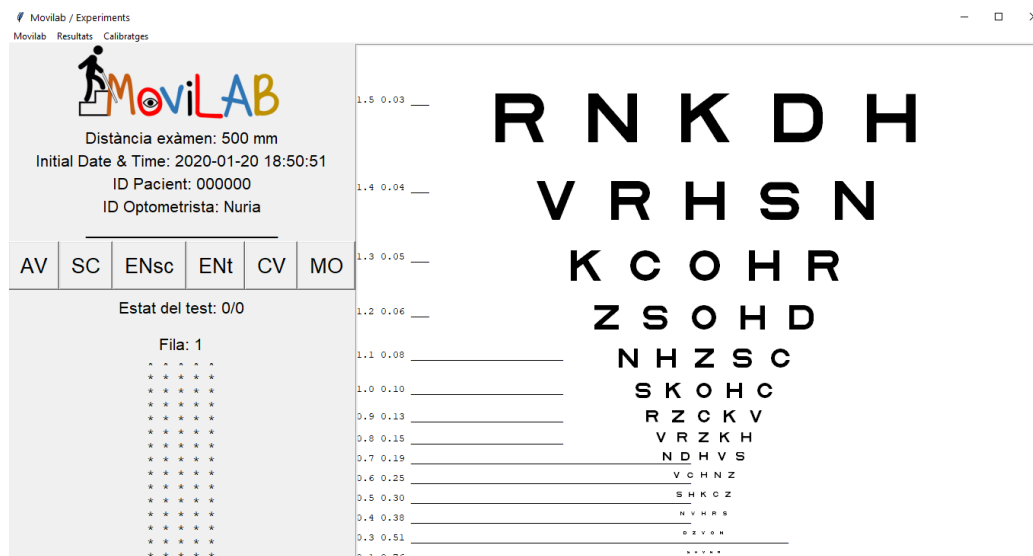


ILUSTRACIÓN 7: TEST DE AGUDEZA VISUAL DE MOVILAB

#### 2. Test del Campo Visual

Para poder realizar el campo visual deberemos maximizar la ventana de "CampVisual", como hemos explicado en el Anexo B, parte de "encendido", es decir, abrimos el segundo terminal, elegimos la carpeta de CampVisual.py y hacemos click en "play". De esta forma tendremos esta segunda ventana abierta que corresponde al Campo Visual para poder maximizar y realizarlo.

La ventana del Campo Visual está compuesta por un fondo negro, una cuadrícula blanca (correspondiente a los grados, es decir, un cuadro equivale a un grado) y un punto central naranja que corresponde al punto de fijación (Ilustración 8).

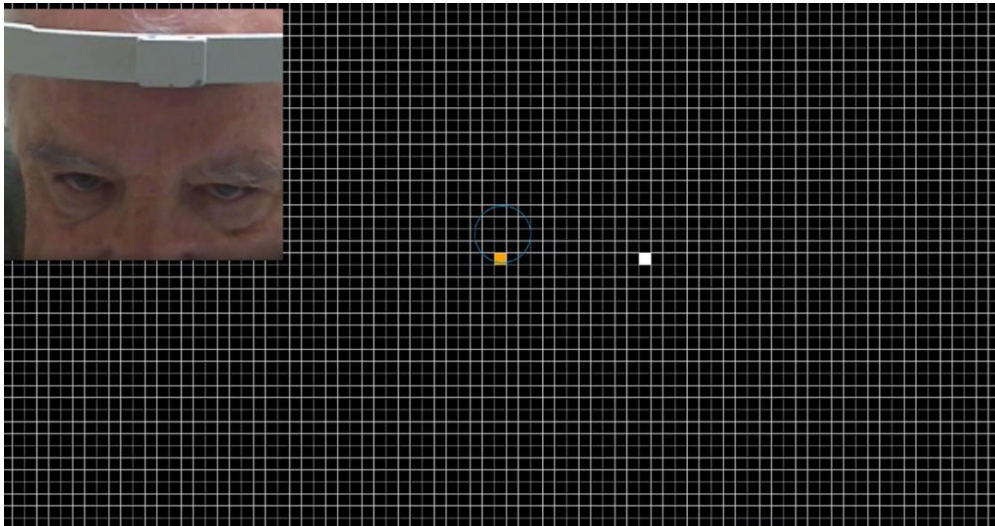


ILUSTRACIÓN 8: EJEMPLO DE REALIZACIÓN DEL CV MOVILAB

Iremos analizando el campo visual de la siguiente manera: el paciente debe de observar el punto de fijación en todo momento, nosotros vamos moviendo con el cursor del teclado de “arriba” o “abajo” un estímulo blanco de un grado en un grado, desde el centro hacia la periferia, hasta encontrar el punto límite en el cual el paciente ya no ve este estímulo. El paciente nos debe de avisar cuando deja de ver el estímulo blanco y es cuando lo marcaremos haciendo click en la tecla “enter”. Así lo haremos para cada uno de los 8 ejes del campo visual, y este procedimiento lo repetiremos tres veces para realizar la media entre estas tres vueltas. Por defecto, el programa realizará tres vueltas de evaluación del campo visual, pero si lo deseamos podemos ampliar o reducir este número de vueltas.

Como ocurre en el resto de habilidades visuales evaluadas con el software Movilab, los resultados del campo visual se trasladan a un Excel y, en este caso, crea un informe que incluye una gráfica en la que une los puntos de visión límite para cada uno de los 8 ejes formando una “mascara” de visión del paciente. En este caso, no realiza la media de evaluación de cada eje, sino que muestra una gráfica para cada vuelta de evaluación, obteniendo así tres gráficas de tres colores como muestra en la siguiente figura:

Mantener la fijación Tobii 4C

Para controlar que el paciente no mueva los ojos del punto de fijación utilizaremos el eye tracker Tobii 4C, el funcionamiento de este dispositivo lo explicaremos con más detalle en el Anexo D.

### 3. Test de la Motilidad Ocular

Dentro de esta habilidad visual realizaremos tres test de evaluación de los sacádicos y seguimientos. Primeramente, se realizan estos tres test SIN mentonera, y luego se repiten estos tests (numerados con los números 4, 5 y 6) CON mentonera.

Los Tests 1 y 4 son la evaluación de sacádicos en línea, buscando cuantas C hay en un texto completamente líneal. El paciente nos dirá el número resultante y lo introduciremos.

Los test 2 y 5 son la evaluación de sacádicos esta vez desordenados aleatoriamente sin que estén de forma lineal. Y procederemos a introducir el resultado.

Y, por último, los test 3 y 6 corresponden a seguimientos. El paciente deberá de unir cajas

ordenadas a mano izquierda con sus cajas correspondientes a mano derecha realizando un camino con la mirada. Y nuevamente, introduciremos los resultados.

El tamaño de letra que se mostrará en la Motilidad Ocular corresponde a la AV del paciente obtenido en la primera parte.

Y, como en anteriores habilidades, los resultados (el tiempo de realización del examen y el número de errores) se guardan en un Excel para su posterior comparativa, marcando el tiempo de realización, así como los errores.

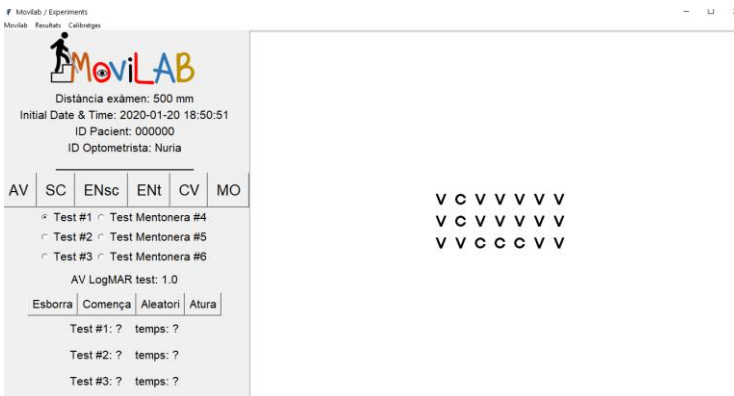


ILUSTRACIÓN 9: MOTILIDAD OCULAR SACÁDICOS LINEALES

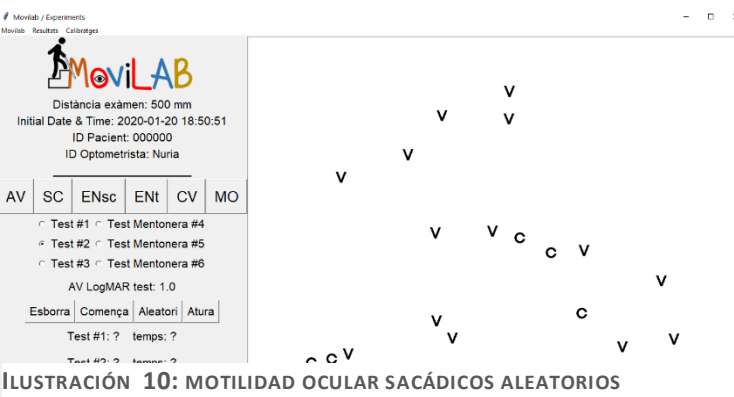


ILUSTRACIÓN 10: MOTILIDAD OCULAR SACÁDICOS ALEATORIOS

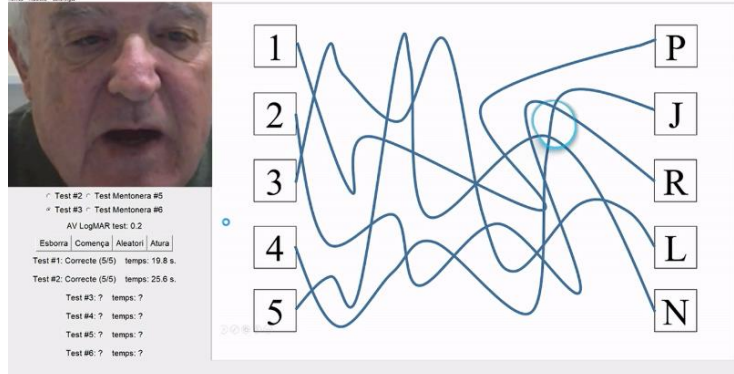


ILUSTRACIÓN 11: MOTILIDAD OCULAR SEGUIMIENTOS

#### 14.4. Anexo D: Dispositivos utilizados

En este apartado explicaremos los tres dispositivos auxiliares que utilizaremos junto con el software Movilab:

##### 1. Tobii 4C

Este “eye tracker” permite seguir la mirada del paciente sobre la pantalla. La figura que representa los ojos del paciente es una burbuja. Permite realizar este seguimiento tanto si es binocularmente como monocular, junto con una previa calibración instrumento-paciente en cada uno de los usuarios. De esta manera, sabemos si el paciente está realizando bien el ejercicio o por el contrario se queda fijo y, por tanto, no lo está realizando.



ILUSTRACIÓN 12: TOBII 4C

##### 2. Web Cam

Se utiliza para obtener un registro del paciente y sus ojos en todo momento ya que se encuentra justo encima de la pantalla, mirando en dirección al paciente. De esta manera, no solo se sabe si el paciente ha movido o no los ojos (ya que esto también queda registrado con el Tobii 4 C), sino que también un posible movimiento de cabeza. No hace falta calibración y la grabación la realizará mediante el programa OBS



ILUSTRACIÓN 13: WEB CAM

##### 3. OBS Studio

Este programa permite grabar la imagen que nos proporciona la web cam del paciente (enfocando los ojos del paciente y el posible movimiento de cabeza), junto con lo que transcurre en la imagen de la pantalla. De esta forma quedará registrado lo siguiente:

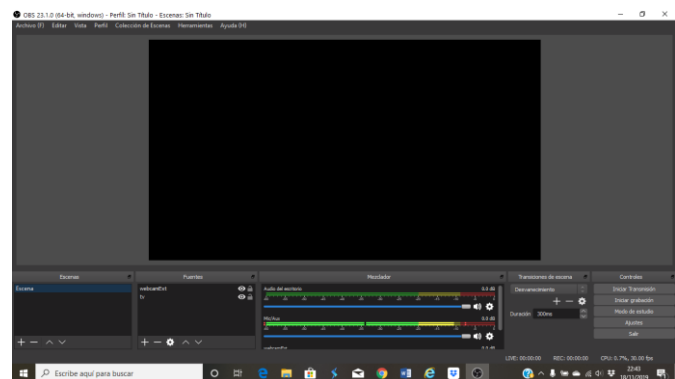


ILUSTRACIÓN 14: OBS STUDIO

en una imagen los movimientos de los ojos del paciente y la cabeza, y, por otro lado, la burbuja del Eye tracker (seguimiento de la mirada) junto con el test, en este caso, el de Motilidad ocular y el de Campo Visual.

## 14.5. Anexo E: Documentación de información al paciente

### Hoja de información a los pacientes

Evaluación de la motilidad ocular en pacientes con pérdida del campo visual periférico. Por favor, lea atentamente esta hoja de información:

La Facultad de Óptica y Optometría de Terrassa (FOOT) junto con el Centro Universitario de la Visión (CUV) y con la colaboración de la Mutua de Terrassa está realizando un estudio en el que se le invita a participar. El estudio evalúa las características de los movimientos de los ojos en pacientes con pérdida de campo visual. Para ello se emplearán técnicas no invasivas e indoloras, como son; la campimetría (que permiten evaluar el defecto campimétrico) y la realización de unos test a través de un programa de ordenador MOVILAB que nos proporcionará información sobre su estado y percepción visual.

Nos dirigimos a usted solicitando su autorización para participar en el estudio. Debe saber que, su participación es voluntaria, por lo que es necesario otorgar por escrito su autorización mediante la firma de un consentimiento informado, antes de que su participación sea efectiva. Podrá retirarse o retirar su consentimiento para la utilización de sus datos cuando lo desee, sin tener que dar ninguna explicación al equipo de la FOOT. Dado que la realización del estudio consiste en recoger información sobre el comportamiento de los movimientos oculares y relacionarlo con las características del campo visual, no hay beneficios específicos relacionados con su participación, aparte de obtener información sobre su estrategia visual, así como la Agudeza Visual y estado campimétrico que permitirá valorar su estado ocular. Tampoco tendrá un riesgo adicional conocido por participar en este estudio. Los datos que se recojan en el estudio serán utilizados por los investigadores de la FOOT con la finalidad mencionada anteriormente, y serán tratados con total reserva. Su participación en este estudio se tratará con la misma confidencialidad que su documentación clínica, y sólo tendrán acceso a sus datos los investigadores implicados en el estudio. El tratamiento, la comunicación y la cesión de los datos de carácter personal de todos los participantes de este estudio se ajustarán a lo dispuesto en la Ley Orgánica de protección de datos de carácter personal 15/1999 de 13 de diciembre y al Reglamento General de Protección de Datos (GDPR) [Reglamento (UE) 2016/679]. De acuerdo con lo establecido en la legislación mencionada, usted puede ejercer el derecho de acceso, modificación, oposición y cancelación de datos, por lo que deberá dirigirse al CUV. También es importante que sepa que el estudio cumple con toda la legislación vigente. Si en cualquier momento tiene alguna duda no dude en preguntar al investigador principal del proyecto, la Optometrista Nuria Hernán en cualquier momento durante la visita.

Si está de acuerdo en participar en este estudio, por favor, exprese su consentimiento llenando el documento disponible a continuación.



#### 14.6. Anexo F: Consentimiento Informado

1. Datos del estudio	
Título del estudio	Evaluación de la motilidad ocular en pacientes con pérdida de campo visual periférico
2. Datos del investigador principal	
Nombre y apellidos del investigador principal	Nuria Hernán Jordana
Núm. de colegiada	23624
Nombre y apellidos del investigador colaborador	Eulalia Sánchez Herrero
Núm. de colegiada	4168
Nombre y apellidos del investigador colaborador	Joan Gispets Parcerisas
Núm. de colegiado	7065
Unidad de especialización	Unidad de Baja visión (CUV)

Yo, \_\_\_\_\_

He leído la hoja de información que me han entregado

He podido realizar preguntas sobre el estudio

He recibido suficiente información sobre el estudio

He hablado con: Nuria Hernán Jordana

Comprendo que mi participación es voluntaria

Comprendo que puedo retirarme del estudio:

1. Cuando quiera
2. Sin tener que dar explicaciones
3. Sin que esto repercuta en mis atenciones sanitarias.

Presto libremente mi conformidad para participar en el estudio y doy mi consentimiento para el acceso y utilización de mis datos en las condiciones detalladas en la hoja de información.

<p>Firma del paciente</p>          <p>Nombre y apellidos: _____</p> <p>Fecha _____</p>	<p>Firma del Investigador</p>          <p>Nombre y apellidos: Nuria Hernán Jordana</p> <p>Fecha _____</p>
--	---

Este documento es hará por duplicado. El investigador se quedará una copia y el paciente otra.

## 15. Lista de Ilustraciones del Anexo:

Ilustración 1: Icono del programa Spyder.....	63
Ilustración 2: Pantalla de inicio de anaconda navigator señalizando el programa spyder .....	63
Ilustración 3: Pantalla inicial de nueva valoración .....	64
Ilustración 4: Programa Spyder.....	64
Ilustración 5: Ejemplo de máscara de cv en movilab .....	65
Ilustración 6: tipos de habilidades visuales (zona inferior de la imagen) y cómo podemos calibrar el test (zona superior de la imagen) .....	66
Ilustración 7: Test de agudeza visual de movilab.....	67
Ilustración 8: Ejemplo de realización del cv movilab.....	68
Ilustración 9: motilidad ocular sacádicos lineales.....	69
Ilustración 10: motilidad ocular sacádicos aleatorios .....	69
Ilustración 11: Motilidad ocular seguimientos .....	69
Ilustración 12: Tobii 4c .....	70
Ilustración 13: Web cam.....	70
Ilustración 14: Obs studio.....	70