



---

**Universidad de Valladolid**

FACULTAD DE CIENCIAS

# **Grado en Óptica y Optometría**

MEMORIA TRABAJO FIN DE GRADO TITULADO

“Comparación del rastreo visual de la  
retinografía entre alumnos y  
profesionales”

Presentado por: Jorge Miñarro Manso

Tutelado por: Irene Sánchez Pavón y Raúl Martín Herranz

Tipo de TFG:  Revisión  Investigación

En Valladolid a 30 de abril de 2020

## ÍNDICE

ÍNDICE .....	2
RESUMEN .....	3
1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. MATERIAL Y MÉTODO .....	6
2.1. Participantes .....	6
2.2. Material .....	6
2.2. Metodología .....	7
2.3 Análisis estadístico .....	10
3. RESULTADOS .....	11
4. DISCUSIÓN .....	16
4.1. Limitaciones del estudio .....	18
5. CONCLUSIONES .....	19
6. BIBLIOGRAFÍA .....	20
ANEXOS .....	21
ANEXO I.- Aprobación Comité ético de Investigación Clínica Valladolid Este .....	21
ANEXO II.- Hoja de información para el estudio.....	22
ANEXO III.- Consentimiento informado para el estudio.....	23

## **RESUMEN**

**Introducción:** La retinografía es una de las técnicas más destacadas a la hora de detectar patologías en la retina. Con este estudio, a través de la captura del seguimiento de la mirada, se tratará de hacer una comparación entre alumnos y profesionales Ópticos-Optometristas sobre la capacidad de detección de anomalías en un fondo de ojo.

**Material y Métodos:** El estudio incluyó a 31 sujetos, 19 alumnos y 12 profesionales de Óptica y Optometría, a los cuales se les hizo un examen optométrico completo para verificar que cumplieran con los criterios de inclusión. La observación de retinografías se realizó con registro de un Eye Tracker, Tobii 4c. Según el test Kolmogorov-Smirnov la muestra seguía una distribución normal por lo que se realizó un contraste de hipótesis paramétrico con la  $t$  de Student para determinar las diferencias entre los alumnos y los profesionales.

**Resultados:** El porcentaje de acierto de los profesionales fue mayor que el de los alumnos tanto al clasificar una retinografía en sana o patológica (77,56% y 59,10% respectivamente,  $p=0,30$ ), como a la hora de determinar el tipo de patología (46,66% y 44,21%,  $p=0,81$ ).

**Conclusiones:** Los profesionales han obtenido mejores puntuaciones que los alumnos, pero tienen una precisión parecida para determinar el tipo de patología. El entrenamiento mediante el uso del Eye Tracker podría mejorar la eficacia y eficiencia al examinar retinografías en la que se detecta un área de mejora considerable.

## **ABSTRACT**

**Introduction:** The retinography is one of the most important techniques in order to detect retina pathologies. With this study, we will try to compare between students and professionals from Optic and Optometry, the ability to detect anomalies in an eye fundus image.

**Material and Methods:** The study was made to 31 participants including students and professionals from Optometry degree to whom a complete optometric exam was made in order to verify inclusion criteria. The retinography observation was made with an Eye Tracker, Tobii 4c. Due to Kolmogorov-Smirnov test, the sample followed a normal distribution that is why a parametric hypothetical contrast was made with  $t$  Student.

**Results:** Success rate was higher in professionals both, for classifying in health or pathological retinography (77.56% and 59.10% respectively,  $p=0.30$ ), and for determining the diagnosis (46.66% and 44.21%,  $p=0.81$ ).

**Conclusion:** Professionals had more success than students but they have similar accuracy determining the diagnosis. Training with Eye Tracker could improve efficiency and effectiveness in retinographies exams where a sizeable improvement is detected.

## 1.- INTRODUCCIÓN

En la actualidad, una de las técnicas más importantes a la hora de detectar anomalías o patologías oculares, es la observación de las diferentes estructuras oculares para determinar si se encuentran dentro de los límites normales. Estas son examinadas mediante el uso de diferentes instrumentos (lámpara de hendidura, oftalmoscopios, HRT, OCT, retinógrafo etc.) ya sea de forma directa (*in vivo*) o a través de imágenes capturadas por el instrumento. [1] Haciendo referencia a la segunda, es necesario destacar la labor del screening de retinografías mediante telemedicina que, a través del examen de retinografías se está convirtiendo en una herramienta importante de la atención primaria oftalmológica en la actualidad. [2]

Cabe destacar que una de las partes más importantes a nivel ocular y cuya observación es esencial en los exámenes optométricos y oftalmológicos es la retina. [2] A través de su observación, es posible llegar a detectar diferentes enfermedades tanto oculares como sistémicas, entre las que se encuentran: degeneración macular asociada a la edad (DMAE), retinopatía diabética (consecuencia de diabetes mellitus), glaucoma o problemas biomecánicos de la retina (como desprendimientos) entre otras muchas. Estas patologías son de las más prevalentes en los países desarrollados como se muestra en los siguientes datos de prevalencia: DMAE: entre 3-4% de la población española llegando al 8,5% en mayores de 80 años [3], retinopatía diabética: alrededor del 30% de la población mundial que padece de diabetes mellitus [4] y glaucoma: 3,5% de la población mundial entre 40 y 80 años [5]; siendo patologías crónicas en la mayoría de los casos. La importancia de prevenir estas enfermedades o de detectarlas precozmente para preservar la visión el mayor tiempo posible, hace que inevitablemente se plantee la idea de implantar el uso de las nuevas tecnologías en labores de screening como la telemedicina ya que con el avance de la tecnología la obtención de imágenes para realizar labores de screening es cada vez más fácil y accesible.

La principal ventaja y diferencia de la retinografía frente a la oftalmoscopia (directa o indirecta) o la visualización de fondo de ojo con lámpara de hendidura y lente de 90 dioptrías, es la posibilidad de realizar fotografías de las estructuras a evaluar. En cambio, la captura de imágenes imposibilita la percepción tridimensional del fondo de ojo. Sin embargo, la captura de imagen permite hacer un examen más minucioso y objetivo porque permite una posible comparativa y seguimiento entre imágenes anteriores y actuales para evaluar así el progreso de la enfermedad o tratamiento. Es en este punto donde la telemedicina adquiere su importancia tanto en este caso como en todos aquellos que incluyan un seguimiento y distribución a distancia de datos clínicos. [6] Con ella, las imágenes obtenidas podrán ser clasificadas,

## **Miñarro J. Comparación del rastreo visual de la retinografía entre alumnos y profesionales.**

enviadas o compartidas entre los diferentes centros médicos, especialistas (cumpliendo la regulación legal de protección de datos sanitarios) o incluso entregadas al paciente. De esta forma tanto el diagnóstico como el seguimiento del tratamiento de una posible enfermedad puede darse lo antes posible y mejorar la gestión de las listas de espera o evitar así la necesidad de presencialidad en algunas consultas de seguimiento implicando una reducción en los costes económicos. [7]

Ahora bien, la sistematización del examen del fondo de ojo no se aprende con ningún patrón establecido ya que, aunque si existen instrucciones de exploración en el caso de la oftalmoscopia o biomicroscopia con lente de 90 D [8] no se comprueba su aplicación. Por ello, cada profesional es capaz de detectar normalidad o anomalía a través de sus propias estrategias, pero no existe un procedimiento estándar para la revisión de la retinografía. Hay que tener en cuenta que los profesionales dedicados a la telemedicina oftalmológica, deben obtener el certificado en lectura de retinografías donde, a través de un curso de observación de imágenes del fondo de ojo, son examinados para verificar la capacidad de detección de anomalías de este. Por ello, el objetivo principal de este estudio es llevar a cabo un registro de seguimiento de la mirada con el uso del Eye Tracker a la hora de observar una retinografía y realizar una comparación entre los diferentes examinadores, tanto alumnos como profesionales ópticos-optometristas en cuanto al porcentaje de acierto y fallo de la detección de normalidad o patología y el tiempo empleado por cada uno de ellos. Indirectamente se podrá observar el proceso de rastreo realizado por los alumnos y profesionales.

## **2. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **2.1. PARTICIPANTES**

El estudio fue de carácter prospectivo, comparativo y no invasivo, el cual fue realizado por sujetos sanos, sin patología ocular o sistémica con afectación ocular y con conocimientos básicos en lectura de imágenes diagnósticas (retinografías), entre los que se incluyen los alumnos del cuarto curso del grado de Óptica y Optometría de la UVA y ópticos-optometristas en ejercicio.

El estudio fue aprobado por el comité de investigación clínica que atiende a la Universidad de Valladolid, Valladolid Este (Anexo I). Se realizó en los gabinetes de prácticas de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Valladolid (Aula 316), desde octubre de 2019 hasta marzo de 2020 y en el que participaron 31 sujetos.

Todos ellos fueron informados del procedimiento y los objetivos del estudio de forma oral y a través de la hoja de información incluida en el Anexo II, al igual que se les explicó la voluntariedad del proyecto con el correspondiente consentimiento informado establecido (Anexo III). Se informó y se excluyó a todos aquellos sujetos que presentaron alguna de las siguientes situaciones:

- Presencia de cualquier tipo de patología ocular con afectación sobre la retina como retinoblastoma, desprendimiento de retina, etc. que impida la correcta visión y/o su desarrollo.
- Alteraciones en la transparencia de medios que impidan obtener una buena visión y correcto registro de las medidas.
- Alteraciones oculomotoras como por ejemplo nistagmus o estrabismos.

### **2.2. MATERIAL**

El material utilizado en las pruebas realizadas a los sujetos consta de un ordenador portátil Lenovo, con sistema operativo Windows 10 Pro. Intel Core i5 7200 CPU: 2.5 GHz 2.75 GHz. Memoria RAM 8GB y 64bits junto con un dispositivo EyeTracker de Tobii 4c para uso de videojuegos, aunque los resultados obtenidos de los registros del Eye tracker se incluyen en el TFG de otro compañero

## Miñarro J. Comparación del rastreo visual de la retinografía entre alumnos y profesionales.



Figura 1 .- Eye Tracker, Tobii 4c

Por otro lado, se hizo uso del material de los gabinetes usado habitualmente en prácticas del Grado de Óptica y Optometría necesario para la realización de una exploración optométrica que incluye: medida de la agudeza visual (AV), motilidad ocular extrínseca, dominancia motora, retinoscopia, biomicroscopia y refracción objetiva y subjetiva en el caso de que sea necesario.

- Optotipos de Snellen
- Ocluser
- Gafa y lentes de prueba
- Retinoscopio
- Lámpara de hendidura
- Frontofocómetro

### 2.3. METODOLOGÍA

Primeramente, se llevó a cabo un examen optométrico completo para verificar criterios de inclusión o exclusión. Se les tomó la AV tanto monocular como binocularmente con corrección. En el caso de que no se llegase a una AV de unidad, se le realizó la refracción objetiva y subjetiva, para asegurar la AV anterior. El examen se realizó con una iluminación ambiental y a una distancia de 4 metros usando el Test de Snellen correspondiente a esta distancia. Posteriormente, se examinó la motilidad ocular y finalmente se observaron las estructuras oculares con lámpara de hendidura.

En segundo lugar, se colocó a los sujetos con la espalda totalmente apoyada en el respaldo de la silla delante del ordenador y utilizando siempre las mismas distancias, tanto de la silla como del ordenador. Después se procedió con la calibración de 3 puntos del Eye Tracker para cada sujeto, para

## Miñarro J. Comparación del rastreo visual de la retinografía entre alumnos y profesionales.

proceder a realizar 3 pruebas con registro de los movimientos oculares que se explican a continuación. Los datos de eye tracking registrados fueron medidos y analizados utilizando el software PsiMesh, desarrollado por el Centro Integral de Neurociencias Aplicadas (CINA) (Neufitech S.R.L., Bahía Blanca, Argentina).

Las 3 pruebas realizadas fueron:

- Retinografías de ojos sanos o patológicos
- Tipo de patología en cada retinografía
- Trail Making Test (TMT-A)

La primera de ellas constó de 13 retinografías, las cuales se le mostraron al sujeto de forma secuencial en la pantalla y éste debía de clasificarlas como fondo de ojo sano o patológico siguiendo el siguiente procedimiento: marcando “S” para ojo sano y “N” para ojo patológico como se muestra en las Figuras 2 y 3.



Figura 2.- Ejemplo de retinografía mostrada al sujeto en la primera prueba

Tras visualizar esta retinografía, ¿te parece que pertenece a un ojo sano?

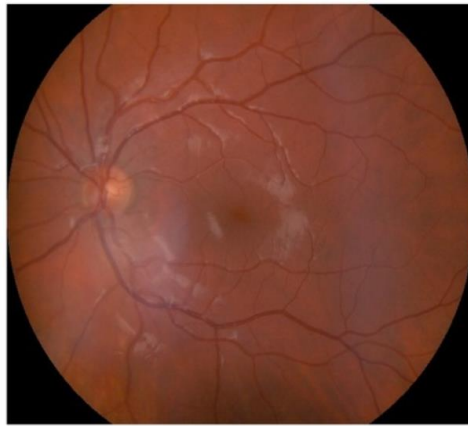
SI NO

Figura 3.- Pregunta mostrada al sujeto durante la primera prueba

En la segunda de las pruebas se mostraron 5 retinografías, alguna ya mostrada en la prueba anterior, en las que el sujeto tiene que identificar si existe patología e identificarla a través de cuatro opciones: “a”, “b”, “c” y “d” (Figura 4).



**Miñarro J. Comparación del rastreo visual de la retinografía entre alumnos y profesionales.**



¿Qué se observa en esta retinografía?

- 1- Un edema de papila
- 2- Una retina sana
- 3- Un agujero macular
- 4- Una membrana epirretiniana

Figura 4.- Ejemplo de retinografía y las posibles respuestas que se mostraron durante la segunda prueba.

En último lugar se realizó una prueba de control donde se evaluó tanto la capacidad para localizar elementos en el espacio como la memoria de procesamiento visual necesarias para la observación de las retinografías. La prueba TMT-A consiste en unir de forma secuencial una serie de números que van del 1 al 25 y dispuestos de forma aleatoria en la pantalla como muestra la Figura 5. Se estima para esta prueba que sujetos con edades comprendidas entre 20-30 años obtienen un tiempo de resolución medio de 40 segundos.

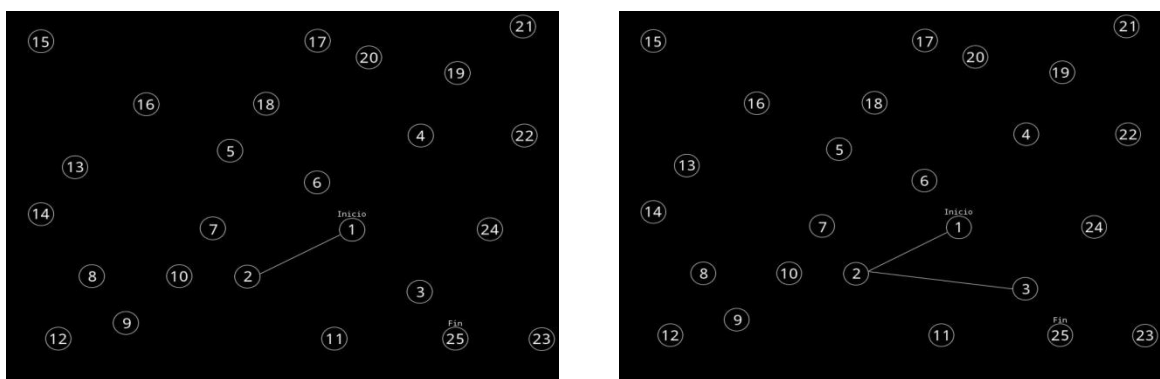


Figura 5.- Trail Making Test (TMT-A)

## **Miñarro J. Comparación del rastreo visual de la retinografía entre alumnos y profesionales.**

En todas las pruebas el Eye Tracker se encargó de capturar el rastreo visual realizado mediante la monitorización de ambas pupilas y además se obtuvieron tanto los datos de aciertos y fallos como los tiempos de reacción, movimientos sacádicos, fijaciones, etc. En cuanto a los resultados del rastreo visual de las retinografías no se mencionarán en este trabajo, ya que se presentarán por otro compañero.


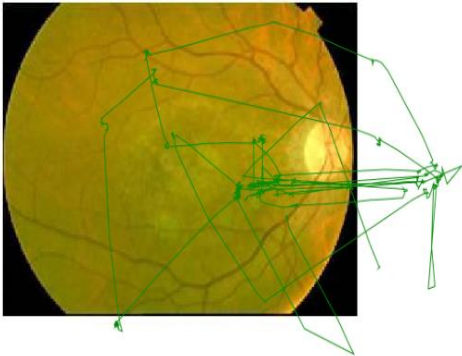

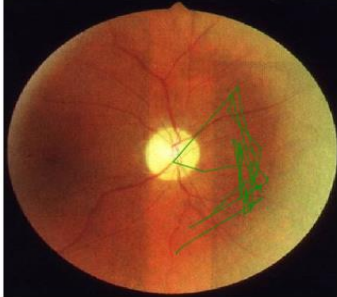
### **2.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Una vez obtenidos todos los datos, estos fueron recogidos en programa de ordenador Microsoft Office Excel y se analizaron estadísticamente con el programa SPSS 24.00 (IBM SPSS Statistics) para Windows. Se evaluó la normalidad de los datos mediante el test Kolmogorov-Smirnov (tomando un valor de  $P > 0,05$  como distribución normal). Al seguir la muestra una distribución normal ( $P > 0,05$ ) se realizó un contraste de hipótesis paramétrico con la  $t$  de Student para muestras relacionadas para realizar las comparaciones de los aciertos de profesionales y alumnos. Se tomó un valor de  $P < 0,05$  como estadísticamente significativo. Además, se ha realizado un análisis descriptivo de las variables recogidas.


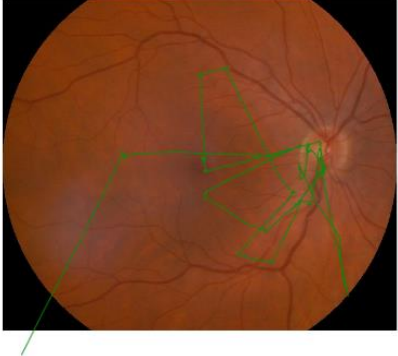
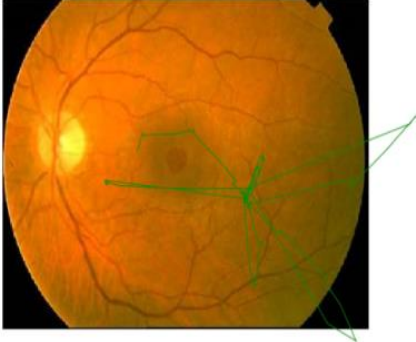
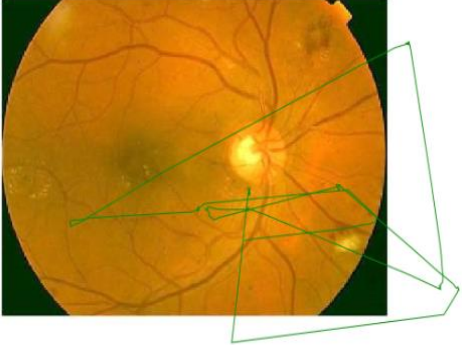
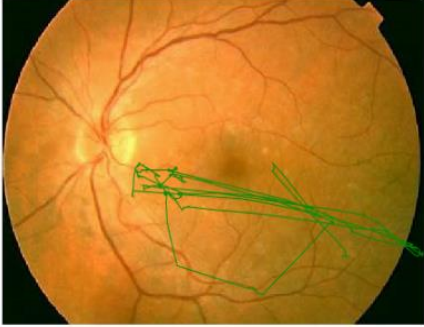
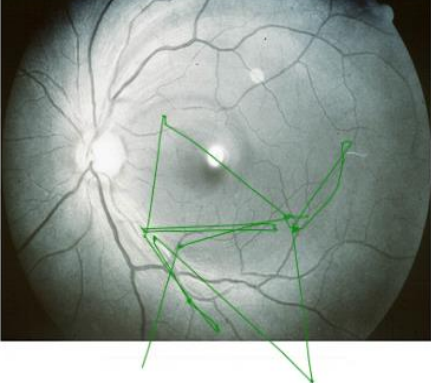
### 3.-RESULTADOS

Los resultados obtenidos en las pruebas corresponden a 31 sujetos de Óptica y Optometría de los cuales 19 eran alumnos y 12 eran profesionales. Entre los alumnos el 94,7% fueron mujeres y el resto hombres con una media de edad de 21 años. Por otro lado, el 50% de los profesionales fueron mujeres y el 50% hombres con una media de edad de 32 años.

La Tabla 1 recoge las 13 retinografías que se mostraron durante la primera prueba que consistía en determinar si la retinografía pertenecía a un fondo de ojo sano o, por el contrario, patológico, y el porcentaje de aciertos y fallos de alumnos y profesionales por cada imagen obtenidos. El porcentaje medio de acierto de los alumnos fue de 59,10% siendo menor que el de los profesionales, 77,56%, pero no existen diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,30$ ), probablemente porque la desviación estándar de los alumnos fue del 18,53% y de los profesionales del 15,88%.

Retinografía 2	Retinografía 4
	
Acierto profesionales 91,67%	Acierto profesionales 75%
Acierto alumnos 73,68%	Acierto alumnos 63,16%
Retinografía 6	Retinografía 8
	
Acierto profesionales 75%	Acierto profesionales 66,67%
Acierto alumnos 42,11%	Acierto alumnos 57,89%

**Miñarro J. Comparación del rastreo visual de la retinografía entre alumnos y profesionales.**

Retinografía 10	Retinografía 12
	
Acierto profesionales 50%	Acierto profesionales 75%
Acierto alumnos 42,11%	Acierto alumnos 63,16%
Retinografía 14	Retinografía 16
	
Acierto profesionales 91,67%	Acierto profesionales 100%
Acierto alumnos 57,89%	Acierto alumnos 84,21%
Retinografía 18	Retinografía 20
	
Acierto profesionales 50%	Acierto profesionales 91,67%
Acierto alumnos 57,89%	Acierto alumnos 73,68%

**Miñarro J. Comparación del rastreo visual de la retinografía entre alumnos y profesionales.**

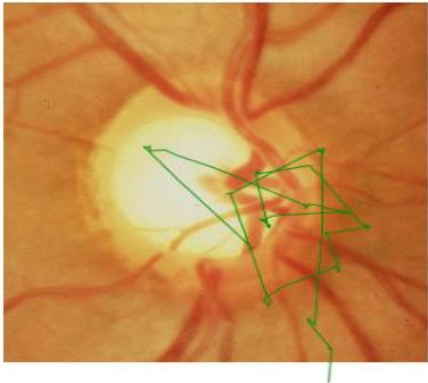
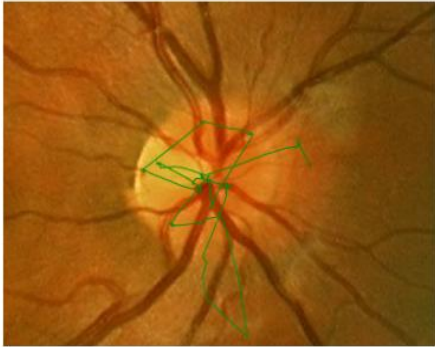
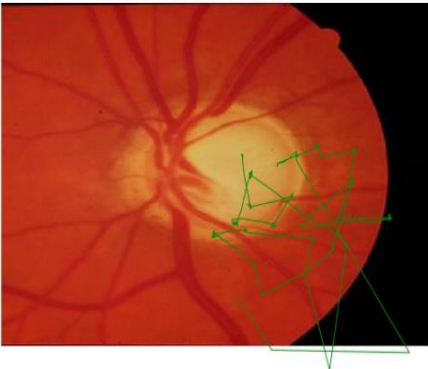

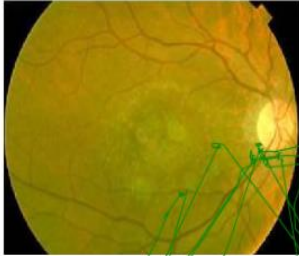
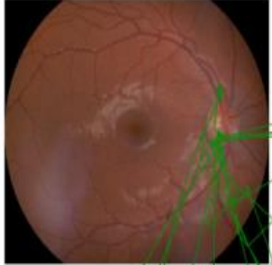

Retinografía 22	Retinografía 24
	
Acierto profesionales 100%	Acierto profesionales 66,67%
Acierto alumnos 68,42%	Acierto alumnos 47,37%
Retinografía 26	
	
Acierto profesionales 75%	
Acierto alumnos 84,21%	

Tabla 1.- Se muestran las 13 retinografías utilizadas en la primera prueba y la línea de rastreo visual de los sujetos incluidos en el estudio, así como el porcentaje de acierto de alumnos y profesionales sobre la clasificación como fondo de ojo normal o patológico.

En segundo lugar, la Tabla 2 recoge las 5 retinografías usadas en la segunda prueba y los datos de porcentaje de aciertos y fallos entre alumnos y profesionales a la hora de distinguir el tipo de patología existente si la hubiere, en las retinografías examinadas.

**Miñarro J. Comparación del rastreo visual de la retinografía entre alumnos y profesionales.**

El porcentaje medio de acierto fue menor en los alumnos con un 44,21% y un 46,66% para los profesionales, no existiendo diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,81$ ) para las imágenes de diagnóstico tipo test. La desviación estándar calculada para los profesionales es de 32,28% y de 25,45% para los alumnos.

Retinografía 1.1	Retinografía 1.2
 <p>¿Qué se observa en esta retinografía?</p> <p>1- Un edema de papila      2- Una retina sana 3- Un agujero macular      4- Una membrana epirretiniana</p>	 <p>¿Qué se observa en esta retinografía?</p> <p>1- Una DMAE seca      2- Una retina sana 3- Una DMAE húmeda      4- La enfermedad de Stargardt</p>
Acierto profesionales 66,67%	Acierto profesionales 8,33%
Acierto alumnos 42,11%	Acierto alumnos 42,11%
Retinografía 1.3	Retinografía 1.4
 <p>¿Qué se observa en esta retinografía?</p> <p>1- Un edema macular      2- Neovascularización de la papila 3- Una retina sana      4- Corioidopatía sérosa central</p>	 <p>¿El aspecto de esta papila te parece normal?</p> <p>1- Si, con una E/P de 0,3      2- No, parece una atrofia papilar 3- No, existen drusas      4- Si, cumple con la regla ISNT</p>
Acierto profesionales 66,67%	Acierto profesionales 33,33%
Acierto alumnos 42,11%	Acierto alumnos 31,58%

## Miñarro J. Comparación del rastreo visual de la retinografía entre alumnos y profesionales.


Retinografía 1.5
 <p>¿El aspecto de esta papila te parece normal?</p> <p>1- Si, con una E/P de 0.4      2- No sé, la E/P parece sospechosa 3- No, posee una E/P &gt; 0.7    4- Si, cumple con la regla ISNT</p>
Acierto profesionales 58,33%
Acierto alumnos 63,16%

Tabla 2.- Se muestran las 5 retinografías utilizadas en la segunda prueba y la línea de rastreo visual de uno de los sujetos incluido en el estudio, así como el porcentaje de acierto de alumnos y profesionales sobre la determinación de la patología existente en las retinografías.

En último lugar, se analizaron los valores obtenidos por TMT-A evaluando la memoria de procesamiento visual y espacial, para comprobar que se ajustaban a los parámetros normales. El 6,45% de los participantes; es decir, 2 de los 31 sujetos evaluados y pertenecientes al grupo de alumnos, tienen valores de 33,848 y 38,996 segundos, estando notablemente por debajo de los valores normales de 40 segundos para edades comprendidas entre 20 y 30 años. De la misma forma el 6,45%, el cual incluye tanto alumnos como profesionales, tiene valores ligeramente por encima de 60 segundos, considerándose tiempos demasiado altos para la prueba. El porcentaje restante de los participantes presenta valores dentro de la normalidad teniendo siempre en cuenta el posible aumento de tiempo a medida que aumenta la edad.

## **4.- DISCUSIÓN**

Con la realización de este estudio se intentan observar tanto las capacidades de los ópticos-optometristas a la hora de detectar patología en un fondo de ojo, como las diferencias en esas capacidades entre alumnos y profesionales como ya se ha mencionado anteriormente. La obtención y estandarización de este tipo de datos es indispensable para que se pueda optimizar el uso de la telemedicina con técnica de screening. No se han encontrado en la revisión bibliográfica estudios semejantes a este.

En términos generales los profesionales tienen un porcentaje de aciertos más alto que los alumnos sobre todo a la hora de distinguir entre un fondo de ojo sano o patológico, pero el porcentaje de acierto cae notablemente en ambos grupos a la hora de distinguir el tipo de patología. Destacan las retinografías 4 y 1.2 ya que, siendo la misma imagen, la mayoría de los profesionales determinan que es patológica pero no saben el tipo de patología, al igual que la 2 y la 1.1 que siendo la misma retinografía sana, fallan considerablemente (del 75% al 8,33% de acierto) a la hora de determinar el tipo de patología, ya que esta pregunta condiciona a pensar que la retinografía es patológica. Tanto la 6 y la 1.3, la 8 y 1.4 y la 22 y 1.5 son las mismas imágenes al igual que las anteriores y muestran que, aunque el porcentaje de acierto sea menor en los alumnos, estos se mantienen constantes a la hora de distinguir sano o anómalo o el tipo de patología. La razón de esto puede ser el estudio reciente de los diferentes tipos de patología que hace que acierten el diagnóstico, mientras que los profesionales se centran en diagnósticos más prevalentes como puede suceder en el caso de la 1.2 con Síndrome de Stargardt donde los alumnos aciertan con un 42,11% pero los profesionales han optado mayoritariamente por la respuesta de DMAE.

Ahora bien, debido a la experiencia de clasificar ojos en sanos o anómalos como práctica habitual en la óptica y al enfoque en la docencia establecido en el BOE [9] para únicamente determinar si un ojo es o no patológico como muestra el apartado:

*5.- Planificación de enseñanzas: “Detectar y valorar los principales trastornos oftalmológicos, con el fin de remitir a los pacientes al oftalmólogo para su estudio y tratamiento”*

Indica que los profesionales cumplirían, ya que el porcentaje a la hora de clasificar retinografías en sanas o patológicas es mayor, aunque mejorable. Por el contrario, dependiendo de diferentes interpretaciones del punto 2 del *Apartado 3. Objetivos. –Competencias que los estudiantes deben adquirir:*

*2. “Realizar exámenes visuales con eficacia en cada una de sus fases: anamnesis, elección y realización de pruebas diagnósticas, establecimiento de pronóstico, elección y ejecución del tratamiento y redacción, si procede, de*



## **Miñarro J. Comparación del rastreo visual de la retinografía entre alumnos y profesionales.**

*informes de remisión que establezcan los niveles de colaboración con otros profesionales, a fin de garantizar la mejor atención posible para el paciente.” y del apartado*

### *5.- Planificación de enseñanzas:”*

*Conocer los síntomas de las enfermedades visuales y reconocer los signos asociados a las mismas. Reconocer las alteraciones que modifican el funcionamiento normal y desencadenan procesos patológicos que afectan a la visión.” [9]*

Los ópticos-optometristas podrían estar capacitados para determinar el tipo de patología al igual que conocer sus síntomas y signos. Es decir, aunque tanto en la práctica como en la docencia la función principal del optometrista es la clasificación de fondos de ojo en sanos o patológicos, los ópticos-optometristas si podrían distinguir y conocer los diferentes tipos de patología incluyendo su diagnóstico y tratamiento ya que es información en muchos casos indispensable para conocer la gravedad del proceso y por tanto, determinar el plazo adecuado para su remisión al igual que se refleja en las guías americanas de optometría.[10]

Por otro lado, y teniendo en cuenta los resultados del estudio realizado, la implementación del eye tracker en el entrenamiento del personal certificado en lectura para labores de telemedicina y de cualquier profesional, podría ser de gran utilidad para mejorar el autoaprendizaje y la autoevaluación, mejorando el rendimiento y eficacia de la telemedicina en la atención primaria. Aumentar la sensibilidad diagnóstica de esta herramienta sería un gran avance tanto económico como eficiente respecto a la rapidez del servicio. En el estudio oftalmológico de Abreu-Reyes et al. [11] se destaca la corta duración de la exploración y la certeza mostrada durante el screening. Por ello, existe la posibilidad de que los profesionales en el ámbito de la óptica y de la optometría con certificado en lectura de retinografías y con entrenamiento utilizando estas herramientas en la lectura de imágenes diagnósticas, tengan su papel en la atención primaria y por lo tanto no hacer uso, o solo de forma ocasional, de la telemedicina mejorando su labor de screening.

Con el avance de la tecnología y la inteligencia artificial, ha sido posible establecer diferentes algoritmos capaces de detectar anomalías retinianas para determinar un diagnóstico o riesgo de padecer una enfermedad en la retina, o asociada a lesiones retinianas, principalmente retinopatía diabética como reflejan algunos estudios. [12] [13] Estos algoritmos van siendo cada vez más exactos y facilitan y optimizan las diferentes acciones de screening establecidos en cada país para diagnosticar una enfermedad como muestra el estudio de Pieczynski J et al. [14] Pero, ¿qué pasa cuando la retinografía no presenta una buena calidad óptica? como algunas de las imágenes evaluadas en este estudio y que según el estudio de Abreu-Reyes et al. [10] suelen ser de

## **Miñarro J. Comparación del rastreo visual de la retinografía entre alumnos y profesionales.**

entre el 6-8% de las enviadas para su evaluación La respuesta es que todavía no existen softwares tan sofisticados para evaluar estas imágenes, al igual que los centros de lectura tampoco las evalúan y es ahí cuando el ojo humano será fundamental. Además, el optometrista como profesional de atención primaria ha de realizar esta labor de manera eficiente realizando las pruebas necesarias ya que entra dentro de sus competencias profesionales.

Al igual que no conocemos un software totalmente certero, tampoco existen patrones comprobados a la hora de observar una retinografía y puede que sea esto lo que pueda ocasionar fallos en el screening al no seguir protocolos de rastreo eficientes; es decir, errores al encontrar o distinguir la anomalía de la normalidad. [8] Por lo que protocolizar y monitorizar este rastreo sería interesante para mejorar la docencia y la práctica clínica.

Ahora bien, la revisión de retinografías no es por si solo un método suficiente para emitir un diagnóstico en la mayoría de los casos, aunque si para tener una sospecha, por lo que sería un método adecuado para realizar un screening diagnóstico. Por el momento y en la gran mayoría de los casos, son los profesionales los que, tras hacer las pruebas necesarias, determinan si hay o no patología. Con este estudio se ha tratado de mostrar si los optometristas como agentes de atención primaria visual tienen las capacidades suficientes para ello y si existen áreas de mejora asistidas por este método tecnológico.

En último lugar, respecto a la posible intervención del nivel del procesamiento y memoria visual en el examen de una retinografía, el estudio muestra que sólo el 6,45% de los participantes tiene valores por debajo de lo normal y que el 6,45% valores por encima del valor normal. El porcentaje de acierto en ambos casos se encuentra cerca del porcentaje total de acierto por lo que no se excluyeron los resultados ya que necesitaríamos más datos para saber si esta condición influye a la hora de clasificar una retinografía.

### **4.1 Limitaciones del estudio**

Una de las principales limitaciones del estudio es que está basado en un bajo tamaño muestral ya que por causas del Estado de Alarma ha sido imposible conseguir un mayor número de ópticos-optometristas y ópticos-optometristas certificados en lectura de imágenes e incluir oftalmólogos.

En cuanto al análisis de datos, sería necesario un análisis más profundo, incluyendo el modelado matemático de los movimientos oculares de los participantes, lo cual excede los requerimientos de un TFG.

Por otro lado, debido a los ligeros movimientos de cabeza y de la posición de cada participante o bien de los aparatos electrónicos utilizados en el estudio, es posible que se desvíe la calibración del Eye Tracker provocando

## **Miñarro J. Comparación del rastreo visual de la retinografía entre alumnos y profesionales.**

un rastreo desviado ligeramente hacia la derecha y hacia abajo en la mayoría de los casos respecto de la imagen a visualizar como se observa en algunas imágenes.

### **5. CONCLUSIONES**

Como conclusión al estudio sobre la comparación del rastreo de retinografías entre alumnos y profesionales se puede decir que los profesionales tienen un mayor porcentaje de acierto frente a los alumnos en términos generales, pero estos últimos son más precisos a la hora de distinguir el tipo de patología teniendo en cuenta que la muestra de profesionales puede no ser representativa. Además, el Eye Tracker puede considerarse una buena herramienta en la docencia ya que favorece la autoevaluación y el autoaprendizaje, estableciendo diferentes formas de rastreo, con el objetivo de aumentar la eficiencia y eficacia a la hora de examinar retinografías.

## **6. BIBLIOGRAFÍA**

- [1] Raúl Martín Herranz, Gerardo Vecilla Antolínez, "Manual de optometría", 1era Edición. España. Valladolid: Editorial Médica Panamericana; 2010: Capítulo 17. ISBN: 9788498352726
- [2] Beauregard D, Schiffman JS, Tang R. Collaborative telemedicine between optometry and ophthalmology: an initiative from the University of Houston. *Studies in Health Technology and Informatics*. 1999; 64:173-178.
- [3] Casaroi-Marano RM. Disponibilidad de recursos para pacientes con degeneración macular asociada a la edad de tipo húmedo. *Arch soc Esp Oftalmol*. 2013. 88:307-12.
- [4] Ryan Lee, Tien Y. Wong, and Charumathi Sabanayagam. Epidemiology of diabetic retinopathy, diabetic macular edema and related vision loss. *Eye Vis (Lond)*. 2015;2:17.
- [5] Tham, Yih-Chung BSc Hons Xiang Li, BSc et al Global Prevalence of Glaucoma and Projections of Glaucoma Burden through 2040. *Ophthalmology*. 2014; 12:2081-2090.
- [6] Ming WK, Mackillop LH, Farmer AJ. Telemedicine Technologies for Diabetes in Pregnancy: A Systematic Review and Meta-Analysis *J Med Internet Res*. 2016;9;18:290.
- [7] Atienza, O. A. Historia clínica informática única una herramienta en la mejora de procesos en Salud Pública (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Médicas. Escuela de salud Pública); 2013.
- [8] Fred M Wilson Practical Ophthalmology: A Manual for Beginning Residents, Fifth Edition American Academy of Ophthalmology. 2005;328-329.
- [9] I. Disposiciones Generales Ministerio De Ciencia e Innovación. BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO. Jueves 26 de marzo de 2009. Núm. 73. 29164-29169.
- [10] Developed by the AOA Evidence-Based Optometry Guideline Development Group. Comprehensive Adult Eye and Vision Examination. American Optometric Association 1995,202,2015.
- [11] Abreu Reyes, Pedro ; Gil Hernández, María A. ; Abreu González, Rodrigo , Telemedicina en el screening de la retinopatía diabética: nuestra experiencia. *ARCH. SOC. CANAR. OFTAL.*, 2003;14:21-24
- [12] Gerendas, B.S., Waldstein, S.M. & Schmidt-Erfurth, U. Screening und Management retinaler Erkrankungen mittels digitaler Medizin. *Ophthalmologe*. 2018;115;728–736.
- [13] Fenner, B.J., Wong, R.L.M., Lam, W. *et al*. Advances in Retinal Imaging and Applications in Diabetic Retinopathy Screening: A Review. *Ophthalmol Ther*. 2018; 7:333–346.
- [14] Pieczynski J, Grzybowski A. Review of diabetic retinopathy screening methods and programmes adopted in different parts of the world. *Eur Ophthal Rev*. 2015; 9:49–55.

## ANEXO I



Avda. Ramón y Cajal, 3 - 47003 Valladolid  
Tel.: 983 42 00 00 - Fax 983 25 75 11  
gerente.hcuv@saludcastillayleon.es



### COMITÉ DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN CON MEDICAMENTOS ÁREA DE SALUD VALLADOLID

Valladolid a 24 de octubre de 2019

En la reunión del CEIm ÁREA DE SALUD VALLADOLID ESTE del 24 de octubre de 2019, se procedió a la evaluación de los aspectos éticos del siguiente proyecto de investigación.

PI 19-1490 TFG	ANÁLISIS Y APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA EYE TRACKER EN OPTOMETRÍA	I.P.: IRENE SÁNCHEZ PAVON EQUIPO: JORGE MIÑARRO, MARIA PABLOS. UVA RECIBIDO: 17-09-2019
-------------------	--	--

A continuación, les señalo los acuerdos tomados por el CEIm ÁREA DE SALUD VALLADOLID ESTE en relación a dicho Proyecto de Investigación:

Considerando que el Proyecto contempla los Convenios y Normas establecidos en la legislación española en el ámbito de la investigación biomédica, la protección de datos de carácter personal y la bioética, se hace constar el **informe favorable** y la **aceptación** del Comité de Ética de la Investigación con Medicamentos Área de Salud Valladolid Este para que sea llevado a efecto dicho Proyecto de Investigación.

Un cordial saludo.

F. Javier Álvarez

Dr. F. Javier Álvarez.  
CEIm Área de Salud Valladolid Este  
Hospital Clínico Universitario de Valladolid  
Farmacología, Facultad de Medicina,  
Universidad de Valladolid,  
c/ Ramón y Cajal 7,47005 Valladolid  
alvarez@med.uva.es,  
jalvarezgo@saludcastillayleon.es  
tel.: 983 423077



## **ANEXO II**

### **Hoja de información para el estudio “Análisis y aplicación de la tecnología de Eye tracker en Optometría”**

Antes de que decida participar en este estudio es importante que entienda lo que le solicitamos, por lo que le pedimos que por favor lea cuidadosamente la siguiente información y la comente con el equipo investigador si usted lo desea.

El estudio en el que se le invita a participar trata de analizar el uso de la tecnología de rastreo ocular en el ámbito de la optometría utilizando un dispositivo informático utilizado en videojuegos llamado Tobii. Este dispositivo es capaz de monitorizar y registrar los movimientos oculares mientras se realiza una tarea. El propósito es analizar los datos registrados cuando usted hace una serie de tareas que incluyen la lectura y la visualización de imágenes de manera monocular y binocular. Su participación en este estudio ayudará a conocer el patrón de movimientos oculares que se utiliza para cada tarea y la precisión de los mismos al realizar las tareas visuales que se le explicaran, para así determinar si la implantación de esta tecnología puede ser de utilidad en la optometría clínica.

Su participación en este estudio solo constará de una visita en la que se le realizará una exploración optométrica completa para garantizar que cumple los criterios de inclusión y estos test explicados anteriormente. Se estima que la duración total de las pruebas será de unos 30 minutos.

Usted es libre de decidir dejar de formar parte de este estudio en cualquier momento, sin necesidad de justificar esta decisión y sin que esto suponga ningún problema o repercusión sobre su atención en Universidad de Valladolid. La información obtenida en este estudio será utilizada en el análisis estadístico de los datos preservándose el anonimato y los datos personales. Toda la información se almacenará informáticamente y se manejará exclusivamente por personal autorizado del equipo investigador, garantizando la confidencialidad y anonimato de los datos en todo momento. Toda esta información y en especial los datos personales se protegerán y ninguna información que permita su identificación será facilitada o compartida con ningún tercero ajeno al equipo investigador. Ninguna referencia personal se incluirá en los informes, reportes o publicaciones finales del estudio (comunicaciones a congresos o publicaciones científicas).

Si requiere información adicional por favor siéntase libre de preguntar todas sus dudas al equipo investigador coordinado por el profesor Irene Sánchez ([isanchezp@ioba.med.uva.es](mailto:isanchezp@ioba.med.uva.es)). Después de leer esta hoja de información, si está conforme, por favor complete el formulario de Consentimiento Informado y fírmelo. El equipo investigador le facilitará una copia y no dude en realizar cuantas preguntas considere necesarias.

Muchas gracias por su tiempo.

### ANEXO III

#### Consentimiento informado para el estudio

##### *“Análisis y aplicación de la tecnología de Eye tracker en Optometría”*

D/Dña \_\_\_\_\_ con DNI \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_ años de edad residente en \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ provincia de \_\_\_\_\_  
manifiesto que he sido informado/a por \_\_\_\_\_ sobre los siguientes aspectos en cuanto a la participación en el estudio arriba mencionado.

1. He leído la hoja de información que se me ha entregado.
2. La participación en este estudio es de forma voluntaria.
3. Acepto que se realicen las exploraciones complementarias a la exploración habitual (registros con Eye Tracker).
4. Conozco que esta medida no provoca efectos secundarios.
5. He podido hacer preguntas sobre el estudio y he recibido suficiente información sobre el mismo.
6. He hablado con el equipo investigador abajo firmante.
7. Que la participación en este estudio garantiza la confidencialidad de los datos personales que nunca serán desvelados ni facilitados, analizándose únicamente los datos clínicos de forma anónima.

Por lo que declaro que todas mis dudas y preguntas han sido aclaradas, que he comprendido que la participación es voluntaria y que comprendo que puedo revocar mi consentimiento para este estudio cuando quiera, sin tener que dar explicaciones y sin que esto repercuta en mis cuidados médicos. Por ello doy mi consentimiento para participar en el estudio.

En Valladolid, a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_

Firma del voluntario

Firma del Investigador

Estoy de acuerdo en que mis datos personales relativos a este trabajo sean almacenados, procesados electrónicamente y transmitidos, con propósitos de análisis de los datos derivados de este estudio. Doy mi consentimiento para que el personal autorizado del Departamento de Física Teórica Atómica y Óptica, del IOBA o las autoridades sanitarias revisen que el estudio se está llevando a cabo de manera correcta e inspeccionen los historiales clínicos referente a la colaboración en este estudio.

Así mismo autorizo a mi investigador principal a que emplee la información clínica necesaria recogida en el estudio para que pueda ser procesada y analizada, sin que se revele la identidad del voluntario.

Fecha: