



## **MÀSTER UNIVERSITARI EN OPTOMETRIA I CIÈNCIES DE LA VISIÓ**

### **TREBALL FINAL DE MÀSTER**

---

# **ESTUDIO COMPARATIVO DE LA LECTURA EN PAPEL ELECTRÓNICO Y PAPEL ESTÁNDAR**

**CÁNDIDA QUINTANA GONZÁLEZ**

**DIRECTOR JOSÉ LUIS ALVAREZ MUÑOZ  
DEPARTAMENT ÒPTICA I OPTOMETRÍA**

19/06/2017



## MÀSTER UNIVERSITARI EN OPTOMETRIA I CIÈNCIES DE LA VISIÓ

El Sr. José Luis Álvarez Muñoz, como tutor y director del trabajo

CERTIFICA

Que la Sra. Cándida Quintana González ha realizado bajo su supervisión el trabajo ESTUDIO COMPARATIVO DE LA LECTURA EN PAPEL ELECTRÓNICO Y EN PAPEL ESTÁNDAR que se recoge en esta memoria para optar al título de máster en optometría y ciencias de la visión.

Y para que conste, firmo este certificado

Sr José Luis Álvarez Muñoz  
Tutor y director del trabajo

Terrassa, 6 de Junio del 2017



## MÀSTER UNIVERSITARI EN OPTOMETRIA I CIÈNCIES DE LA VISIÓ

# ESTUDIO COMPARATIVO DE LA LECTURA EN PAPEL ELECTRÓNICO Y EN PAPEL ESTÁNDAR

### RESUMEN

**Objetivo:** Comparar la lectura en papel estándar con la lectura en diferentes tipos de pantallas. Nos basaremos en el registro de los movimientos oculares, midiendo Sacádicos de avance, regresiones, fijaciones y tiempo de lectura. También valoraremos cómo afectan a la dinámica de la lectura las iluminaciones más extremas, es decir, iluminación muy baja e iluminación muy alta. Y, valoraremos de forma subjetiva cuál ha sido el confort visual para comprobar la concordancia con los parámetros objetivos medidos.

**Material y método:** Libro electrónico Kobo (tinta electrónica), libro electrónico Aqprox (TFT), Tablet Samsung (LCD) y Papel reciclado como dispositivos de lectura. Programa Visagraph para registrar los movimientos oculares. Tras el tratamiento de datos de los registros obtenidos para conseguir gráficas y así evaluar los movimientos oculares se comparan las medidas de los 4 dispositivos de lectura bajo 3 iluminaciones diferentes (50 lx, 1000 lx y 10000 lx). Después de hacer las medidas con los 4 dispositivos en cada iluminación se ha evaluado el confort visual de forma subjetiva con cada dispositivo.

**Resultados:** Del total de la muestra de 24 lectores se han obtenido que sí hay diferencias significativas en la valoración subjetiva del confort. Los dispositivos que proporcionan un mayor confort visual son el libro electrónico Kobo y el Papel y la iluminación más cómoda es la de 1000 lx. También se han encontrado diferencias estadísticas en la valoración objetiva del tiempo de lectura, a mayor iluminación menor era el tiempo de lectura. Finalmente, se ha encontrado que la iluminación influye en el número de regresiones, aumentando el número de regresiones con la iluminación de 1000 lx.

**Conclusiones:** No se han obtenido concordancias con los parámetros objetivos medidos y la valoración subjetiva de los lectores debido a que las habilidades lectoras de la muestra son suficientemente elevadas y buenas como para compensar el efecto de las condiciones adversas de las iluminaciones y, por lo tanto, no ha afectado a los parámetros objetivos medidos.



## MÀSTER UNIVERSITARI EN OPTOMETRIA I CIÈNCIES DE LA VISIÓ

# ESTUDIO COMPARATIVO DE LA LECTURA EN PAPEL ELECTRÓNICO Y EN PAPEL ESTÁNDAR

### RESUM

**Objectiu:** Comparar la lectura en paper estàndar amb la lectura a diferents tipus de pantalles. Ens basarem al registre dels moviments oculars mesurant Sacàdics d'avanç, Regressions, Fixacions i temps de lectura. També valorarem com afecta a la dinàmica de la lectura les il·luminacions més extremes, és a dir, il·luminació molt baixa i il·luminació molt alta, valorarem de forma subjectiva quin ha sigut el confort visual per comprovar la concordança amb els paràmetres objectius mesurats.

**Material i mètode:** Llibre electrònic Kobo (tinta electrònica, llibre electrònic Aqprox (TFT), Tablet Samsung (LCD) i Paper reciclat com dispositius de lectura. Programa Visagraph per fer el registre dels moviments oculars. Després del tractament de dades dels registres obtinguts per tal d'aconseguir fer gràfiques i així avaluar els moviments oculars s'han comparat les mides dels 4 dispositius de lectura sota 3 il·luminacions diferents (50 lx, 1000 lx i 10000 lx). Al acabar de fer les 4 mides de cada il·luminació s'ha avaluat el confort visual de forma subjectiva amb cada dispositiu.

**Resultats:** Del total de la mostra de 24 lectors s'ha obtingut sí n'hi ha diferències significatives a la valoració subjectiva del confort. Els dispositius que donen un confort visual més alt són el llibre electrònic Kobo i el Paper i la il·luminació més còmode és la de 1000 lx. També s'han trobat diferències estadístiques a la valoració objectiva amb el Temps de lectura, conforme augmentava la il·luminació el temps era menor. Per últim, s'ha trobat que influeix la il·luminació al número de regressions, augmentant el número de regressions amb la il·luminació de 1000 lx.

**Conclusions:** No s'han trobat concordançes amb els paràmetres objectius mesurats y la valoració subjectiva dels lectors degut a que les habilitats lectores de la mostra son suficientment bones com per a compensar el efecte de les condicions adverses de les il·luminacions i degut això, no ha afectat als paràmetres objectius mesurats.



## MÀSTER UNIVERSITARI EN OPTOMETRIA I CIÈNCIES DE LA VISIÓ

# ESTUDIO COMPARATIVO DE LA LECTURA EN PAPEL ELECTRÓNICO Y EN PAPEL ESTÁNDAR

### Abstract

**Purpose:** To compare the reading on standard paper with reading in different types of screens. We will base on the recording of eye movements, measuring advance saccades, regressions, fixations and reading time. Also evaluate as affect the dynamics of reading the ambient illumination.

**Material and methods:** Electronic book Kobo (electronic ink), electronic book Aqprox (TFT), tablet Samsung (LCD) and recycled paper as displays for reading. Program Visagraph to register eye movements. First calculations have been made to get graphics to evaluate eye movements. Then compare the measures of the 4 readings devices under 3 different illuminations (50 lx, 1000 lx and 10000 lx). Also, after making the measures in each illumination has been evaluated the visual comfort of subjectively with each device.

**Results:** We obtained significant differences in the subjective valuation of the visual comfort. Electronic book Kobo and the Paper provide greater comfort and illumination more comfortable is 1000 lx. We have also been found statistical differences in the objective assessment of reading time, to more illumination minor was the reading time. Finally, it has been found that the illumination affects the number of regressions, increasing the number of regressions with illumination of 1000 lx.

**Conclusions:** There have been no matches found with the objective parameters measured and the subjective valuation of the readers because the reading skills of the sample are high enough and good as to compensate for the effect of adverse conditions in the illuminations and therefore has not affected the objective parameters measured.

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	6
2. MARCO TEÓRICO .....	10
2.1 Características de las diferentes pantallas .....	10
2.1.1. CRT.....	10
2.1.2 LCD.....	11
2.1.4 Tinta electrónica.....	12
2.2 Ventajas e inconvenientes de lectura en papel y lectura digital.....	13
3. OBJETIVOS .....	14
4. MÉTODO EXPERIMENTAL .....	16
4.1 Dispositivos utilizados .....	19
4.1.1 Libro electrónico Kobo .....	19
4.1.2 Libro electrónico Aqprox.....	20
4.1.3 Tablet Samsung .....	21
4.1.4 Papel estándar reciclado .....	21
4.1.5 Textos preparados y Medidas de luminancia.....	22
4.2 Muestra del estudio .....	23
4.3 Condiciones para las medidas .....	24
4.4 Realización de las medidas.....	26
4.5 Tratamiento de los datos obtenidos .....	26
5. RESULTADOS .....	31
5.1 Movimientos oculares.....	31
5.1.1 Sacádicos de avance.....	31
5.1.2 Regresiones .....	32
5.1.3 Fijaciones.....	34
5.1.4 Tiempo de lectura .....	36
5.2 Valoración subjetiva .....	38
5.2.1 Preferencia para leer y que lee habitualmente.....	38
5.2.2 Confort visual .....	38
5.2.3 Mejor y peor dispositivo .....	40
5.2.4 Molestias e inconvenientes.....	40
5.3 Análisis estadístico .....	41
6 CONCLUSIONES .....	42

6.1 Propuestas para futuros estudios .....	43
7. Bibliografía .....	44
ANEXO 1 .....	48
ANEXO 2 .....	50
ANEXO 3 .....	56

## Listado de Ilustraciones

Ilustración 1 Funcionamiento de la pantalla CRT (Aburto, 2014) .....	10
Ilustración 2 Subpíxel pantalla LCD (Raaijmakers, 2006) .....	11
Ilustración 3 Funcionamiento de la tinta electrónica (Sánchez Muñoz, (s.f.)).....	12
Ilustración 4 Gafas Visagraph (Compevo, (n.d)).....	16
Ilustración 5 Dibujo del funcionamiento del registro Visagraph (Carpenter, 1988) .....	17
Ilustración 6 Ejemplo de medida con texto parametrizado (Compevo, (n.d)).....	18
Ilustración 7 Ejemplo de medida con el texto parametrizado Gráfica (Compevo, (n.d)) .....	18
Ilustración 8 Kobo con texto del estudio.....	19
Ilustración 9 Aqprox con texto del estudio .....	20
Ilustración 10 Tablet con texto del estudio.....	21
Ilustración 11 Papel con texto del estudio .....	22
Ilustración 12 Dispositivos utilizados: Tablet, Kobo, Aqprox y Papel (orden izda. a dcha. y arriba abajo).....	23
Ilustración 13 Montaje del laboratorio para hacer las medidas .....	24
Ilustración 14 Ejemplo Hoja de medidas y confort .....	25
Ilustración 15 Dibujo explicativo de la suma para las Fijaciones .....	30

## Listado de Gráficas

Gráfica 1 Ejemplo de resultados del promediado para el lector 19 en medida P1000 .....	27
Gráfica 2 Ejemplo Sacádicos OD.....	28
Gráfica 3 Ejemplo Sacádicos OI .....	28
Gráfica 4 Ejemplo Sacádicos Binoculares para el tiempo de lectura .....	29
Gráfica 5 Ejemplo Sacádicos Binoculares para contar los movimientos.....	29
Gráfica 6 Efectos principales para las medidas de Sacádicos de avance .....	31
Gráfica 7 Interacción para las medidas de Sacádicos de avance .....	32
Gráfica 8 Efectos principales para Medidas de Regresiones.....	33
Gráfica 9 Interacción para la Medida de Regresiones .....	34
Gráfica 10 Efectos principales para Medidas de Fijaciones .....	35
Gráfica 11 Interacciones para Medidas de Fijaciones.....	36
Gráfica 12 Efectos principales para Medidas de Tiempo de lectura.....	37
Gráfica 13 Interacciones para Medidas de Tiempo de lectura .....	38
Gráfica 14 Efectos principales para Medidas de Confort visual.....	39
Gráfica 15 Interacción para Medidas de Confort visual.....	40

## Listado de Tablas

Tabla 1 Detalles técnicos del ReadAlyzer o Visagraph (Compevo, (n.d)).....	17
Tabla 2 Principales especificaciones e-book Kobo (Penalva, 2015).....	19
Tabla 3 Principales especificaciones Aqprox (Amazon, 2014) .....	20
Tabla 4 Principales especificaciones Tablet (Ortiz, 2014) .....	21
Tabla 5 Características utilizadas para cada dispositivo .....	23
Tabla 6 Ejemplo Tabla de los resultados de la medida .....	29
Tabla 7 Estadística descriptiva de los movimientos Sacádicos de avance .....	31
Tabla 8 Estadística descriptiva para las Regresiones .....	32
Tabla 9 Estadística descriptiva para las Fijaciones .....	34
Tabla 10 Estadística descriptiva para el Tiempo de lectura .....	36
Tabla 11 Estadística descriptiva para el Confort visual .....	38





# 1. INTRODUCCIÓN

---

En las últimas décadas la forma de trabajar, de comunicarnos, de aprender y de divertirnos ha ido evolucionando a gran velocidad dentro de la era digital. Gracias a los avances de la electrónica, de la informática y de las redes sociales dentro de internet hemos pasado de trabajar, estudiar o divertirnos, con papel, libros y utensilios para escribir, leer o dibujar, a realizar prácticamente todas nuestras actividades a través de las pantallas, con teclados o de forma táctil.

Las primeras pantallas fueron las de *tubo de rayos catódicos* (CRT), inventadas por Karl Ferdinand Braun en 1897, pero no se utilizó hasta la creación de los primeros televisores en blanco y negro a finales de la década 1940. ([Tubo de rayos catódicos, \(s.f.\)](#)) Los avances en la tecnología permitieron la rápida llegada de la televisión a color en 1954, utilizando un cañón de rayos catódicos para cada uno de los colores primarios aditivos: rojo, verde y azul (Fabara, 2014). Las CRT presentan como ventajas una excelente calidad de imagen, son económicas, tienen tecnología robusta y una resolución de alta calidad. Pero sus desventajas son que presentan parpadeo por el refresco de imagen, distorsiones en la periferia, alto consumo de energía, generan una considerable cantidad de calor y de radiaciones eléctricas y magnéticas y un gran peso y tamaño ([Pérez Valdes, 2007](#)) ([Álvarez Muñoz, 2014](#)).

Poco a poco fueron apareciendo las pantallas planas que ocupaban menos espacio por la ausencia del tubo catódico, podían tener diferentes dimensiones y relaciones alto/ancho más extremas, dejando en desuso las CRT ([Tubo de rayos catódicos, \(s.f.\)](#)) ([Pantalla plana, \(s.f.\)](#)). Existen diferentes tipos de pantallas planas dependiendo de su tecnología. Encontramos pantallas de plasma, de cristal líquido (LCD) y de LED.

Las *pantallas de plasma* utilizan gases ionizados para emitir luz. Al igual que con las pantallas CRT, las primeras pantallas de plasma a principio de los ochenta eran completamente monocromáticas, pero tenían un mejor negro, eran más brillantes y rasterizaban mejor las imágenes (Fabara, 2014). Las ventajas de los televisores de plasma son un excelente brillo, alta resolución, un amplio ángulo de visión y un tamaño de pantalla elevado. Las desventajas son una vida útil corta, un coste de fabricación elevado, más problemas de reflejos, un alto consumo de electricidad y elevada emisión de calor ([Pérez Valdes, 2007](#)).

Las *pantallas LCD* consiguen hacer pasar o bloquear el paso de la luz a través de dos filtros polarizados perpendiculares entre sí. Con el cristal líquido se puede modificar la dirección del plano de polarización de la luz, y así se permite su paso a través de dichos filtros, pero cuando se aplica un campo eléctrico las moléculas del cristal se orientan paralelas y no permiten el paso de la luz. Las ventajas de las LCD son su poco peso y tamaño, la buena calidad de los colores, no presenta parpadeo, consume poca energía, tiene poca generación de calor y no genera radiaciones eléctricas ni magnéticas. Las desventajas son que son más caras, tienen un ángulo limitado de visión, un brillo

limitado, un tiempo bajo de respuesta de los píxeles y que contiene mercurio, ya que las fuentes de luz blanca utilizadas son pequeños fluorescentes situados en la parte posterior de la pantalla ([Pérez Valdes, 2007](#)) ([Álvarez Muñoz, 2014](#)).

Las *pantallas LED* son dispositivos formados únicamente por LEDs y no deben confundirse con las pantallas LCD iluminadas con LEDs en lugar de los fluorescentes. La pantalla electrónica de LED está formada por píxeles de módulos o paneles de LED monocromáticos o de los colores primarios rojo/verde/azul. Se utilizan principalmente para fines informativos, publicitarios o pantallas para conciertos, entre otros. Tienen una gran resistencia, maniobrabilidad, omisión de separación entre los diferentes paneles y facilidad para obtener el tamaño de pantalla deseado ([Pantalla LED, \(s.f.\)](#)).

Los últimos tipos de pantallas que siguen en investigación son las *OLED*. Este tipo de pantalla se puede utilizar en pequeños y grandes formatos y consiste en diodos orgánicos emisores de luz. Debido a la degradación de sus materiales se ha limitado su uso ([Diodo orgánico de emisión de luz, \(s.f.\)](#)).

Los diferentes tipos de pantallas han ido evolucionando para conseguir ver mejor las imágenes, los colores y los vídeos en mejor definición. No obstante, también existen los dispositivos para leer, llamados libros electrónicos (e-books).

Todo empezó con el proyecto Gutenberg en 1971 con el que se buscaba digitalizar libros y ofrecerlos gratis. En 1996 el proyecto alcanza los 1000 libros digitalizados. (Lebert, 2010) En 1998 son lanzados dos libros electrónicos: *Rocket ebook* y *Softbook*. Ambos tenían pantallas LCD y eran caros. ([Rocket eBook, \(s.f.\)](#)) ([SoftBook, \(n.d\)](#))

Sony lanza su lector Sony Reader en 2006 con un tipo de tecnología distinta, la tinta electrónica. Este tipo de pantalla no emite luz, por lo que no consume energía durante la lectura y al tener 4 niveles diferentes de gris permite leer confortablemente a la luz del día. Es muy parecido al papel real por lo que no se puede leer sin una fuente de luz externa artificial o natural. (Sony Reader, (n.d.)) Podemos encontrar diferentes marcas de libros electrónicos que fueron saliendo desde su lanzamiento como el Amazon Kindle (2007) o el iPad de Apple (2010), entre otros.

Los libros electrónicos con pantallas LCD tienen una alta tasa de refresco, permiten visualizar imágenes dinámicas y presentan dificultades de visualización con altos niveles de iluminación ambiental. En cambio, los libros electrónicos de pantallas de tinta electrónica tienen una baja tasa de refresco, no permiten visualizar imágenes dinámicas, permite su visualización con altos niveles de iluminación ambiental, tienen menor consumo y son más parecidos a una página de libro. ([Álvarez Muñoz, 2014](#))

Tras el lanzamiento de los libros electrónicos se han generado diferentes debates en relación con las ventajas y desventajas de la lectura en el papel convencional o en los diferentes tipos de pantallas por lo que se han hecho diversos estudios.

Debido a las ventajas de la pantalla de tinta electrónica en cuanto al su ligero peso, el bajo consumo de energía y que se puede leer cómodamente con la luz del día hay estudios como el de Yu-Ting Lin y otros (Lin, Hwang, Jeng, & Koubek, 2010) en el que se evalúan dos grupos de 15 sujetos, un grupo joven de un media de edad de 24.1 años con una desviación estándar de 2.22 años y otro grupo más mayor con una media de edad de 55.3 años con una desviación estándar de 3.32 años. Se realizaron una serie de tareas de búsquedas para evaluar el requisito mínimo de iluminación ambiental mínima para poder leer correctamente en la pantalla de tinta electrónica. Los resultados indicaron que la iluminación ambiental influye significativamente en el tiempo de búsqueda y en la fatiga visual subjetiva pero no en el rendimiento de precisión. En cuanto a los efectos de la edad, se encontraron efectos significativos en la precisión, el tiempo de búsqueda y la fatiga. Los jóvenes tenían mayor velocidad de búsqueda, mayor precisión y también mayor fatiga que los sujetos más mayores.

El estudio de Eva Siegenthaler junto a otros autores (2011) (Siegenthaler, Wurtz, Bergamin, & Groner, 2011) compara y evalúa el comportamiento de lectura en la tinta electrónica y en el papel impreso con las medidas del seguimiento ocular. Las medidas se realizaron con 10 sujetos y se usaron 5 lectores electrónicos y 1 libro de papel. En cada dispositivo tenían que leer una página de una misma novela. El estudio constaba de 3 fases: una primera de lectura, una segunda de descanso y manipulación con los dispositivos y una tercera de lectura también. Tras la evaluación de las fijaciones, los Sacádicos de avance y regresiones, el rendimiento de lectura y algunas medidas adicionales; los resultados muestran que el comportamiento de lectura en un lector electrónico es muy similar al comportamiento de lectura cuando se lee en papel. En contraste con las pantallas LCD, que se ha asociado a un rendimiento de lectura deteriorado.

Der-song Lee junto a otros autores han hecho diferentes estudios (Lee, Shieh, Jeng, & Shen, 2008) (Lee, Ko, Shen, & Chao, 2010) evaluando los efectos del tamaño de los caracteres, la iluminación ambiental, los interlineados del texto y la fatiga visual en los libros de tinta electrónica.

En el primer estudio (2008) se evaluaron los efectos del tamaño de los caracteres bajo iluminancias ambientales y fuentes de luz sobre la legibilidad de las pantallas de los libros electrónicos (de tinta electrónica y de cristal líquido) y se compararon con el papel. 60 sujetos participaron en la tarea de búsqueda de letras en el experimento. Los resultados mostraron que la *velocidad de búsqueda* depende de la iluminancia, pero no de la fuente de luz. La velocidad aumentó a medida que aumentaba la iluminancia de 300, 700 a 1500lx. El efecto del *tamaño de los* caracteres sobre la precisión también fue significativo. La precisión aumentó con el aumento de los caracteres. El efecto sobre la precisión de la iluminancia y la fuente de luz no fueron estadísticamente significativos. Finalmente, según los resultados de este estudio: parece que las pantallas de tinta electrónica pueden necesitar una mayor iluminación y un mayor tamaño de los caracteres.

En el segundo estudio (2010) se investigó sobre los efectos de la fuente de luz, la iluminación ambiental, el tamaño de los caracteres y el espaciado entre líneas sobre el rendimiento visual y la fatiga visual con pantallas de papel electrónico. El rendimiento visual nos muestra que el tipo de visualización, el tamaño de los caracteres, el espaciado entre líneas tuvo efectos significativos en el tiempo de búsqueda. La pantalla de tinta

electrónica tuvo un tiempo de búsqueda más corto que la de cristal líquido. El tiempo de búsqueda disminuyó a medida que aumentaba el tamaño de los caracteres y el espacio entre líneas. Tuvieron efectos significativos en la precisión la iluminación ambiental, el tipo de pantalla, el tamaño de letra y el espaciado interlineal. Fue mayor para la iluminación ambiental de 1500lx. La precisión era mayor en la pantalla de tinta electrónica que en la de cristal líquido. Esta también aumentó a medida que aumentaba el tamaño de los caracteres y el interlineado. También encontraron que la fuente de luz y la iluminación ambiental no tenían efectos significativos sobre el cambio de la Frecuencia Crítica de Fusión (FCF) y la fatiga visual subjetiva.

I-Hsuan Shen y otros autores (2009) ([Shen, Shieh, Chao, & Lee, 2009](#)) estudiaron el rendimiento visual y la fatiga visual de las pantallas de papel electrónico (tinta electrónica y LCD) bajo diferentes iluminaciones ambientales y diferentes fuentes de luz y se comparó con la lectura en papel. Participaron 48 sujetos en la búsqueda de caracteres el experimento. Se utilizaron tres niveles de iluminación ambiental: 300, 700 y 1500 lx; y dos tipos de fuentes de luz: luz día D65 (6500k) y fluorescente TL84 (4000K). Los resultados mostraron que la velocidad de búsqueda depende de la iluminación, pero no de la fuente de luz. A medida que se aumentó la iluminancia (300, 700 a 1500lx) aumentó también la velocidad de búsqueda. La precisión de búsqueda fue mayor para la visualización en la pantalla de tinta electrónica y con polaridad positiva. Pero el efecto de la iluminación y la fuente de luz sobre la fatiga no fue estadísticamente significativo.

Por último, quería comentar un último estudio sobre la Evaluación de la usabilidad de libros electrónicos (Kang, Wang, & Lin, 2009). El diseño del experimento era comparar la lectura en E-book y un libro convencional (C-book). Veinte estudiantes de entre 16 y 18 años participaron en el estudio y las medidas realizadas incluyeron el rendimiento de lectura y la Frecuencia Crítica de Fusión (FCF). Los resultados mostraron que la lectura del E-book causa una fatiga ocular significativamente mayor que el C-book y leer un C-book generó un nivel más alto de rendimiento de lectura que el E-book.

Otros autores y algunos de los que han participado en los estudios comentados han realizado más estudios ([Dobres, Chahine, & Reimer, 2017](#)) ([Wang, Hwang, & Kuo, 2012](#)) ([Shen, Shieh, Chao, & Lee, 2009](#)) en relación con la lectura en pantallas, evaluando la influencia de la polaridad de contraste o la curvatura de flexión de las pantallas y otros, pero cuyos resultados no son de interés para los objetivos de este trabajo.

## 2. MARCO TEÓRICO

---

Tras conocer la historia y la evolución de los diferentes tipos de pantallas y de libros electrónicos, trataremos las características del funcionamiento de los tipos de pantallas y analizaremos las ventajas e inconvenientes de la lectura en papel o lectura en pantallas.

### 2.1 Características de las diferentes pantallas

#### 2.1.1. CRT

La mayoría del espacio de estas pantallas está ocupado por un tubo, dentro del cual se sitúa un cañón de electrones que se dispara continuamente contra la pantalla. La pantalla está recubierta de fósforo para permitir la excitación y des-excitación con emisión de luz visible. Se encuentran 3 cañones de electrones en los monitores de color y en cada píxel de la pantalla hay 3 pequeños puntos de fósforo (rojo, azul y verde), que iluminados con diferentes intensidades permite obtener cualquier color por mezcla aditiva. Gracias a un campo magnético aplicado sobre el cuello del tubo se desvían los 3 haces de electrones hasta la pantalla y se controlan con un circuito electrónico. Finalmente, cerca de la pantalla hay una máscara protectora que evita la interferencia de los electrones de los diferentes cañones. Para formar la imagen en la pantalla los haces de electrones la escanean definiendo un mismo recorrido y variando la intensidad del flujo. En general se hace un barrido continuo unas 50 veces por segundo de forma entrelazada, primero las líneas pares y después las impares (frecuencia real de 25 Hz). (Álvarez Muñoz, 2014)

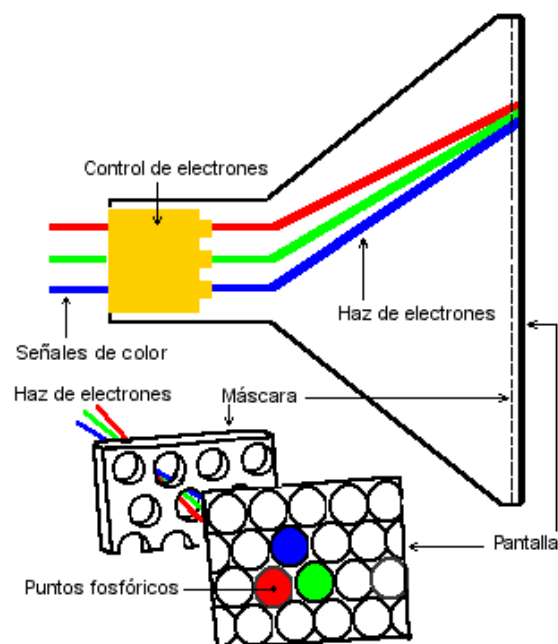


Ilustración 1 Funcionamiento de la pantalla CRT (Aburto, 2014)

### 2.1.2 LCD

Los cristales líquidos son sustancias que se comportan como sólidos y como líquidos al mismo tiempo. Sus moléculas, al igual que un sólido, tienden a mantener una cierta orientación, pero, como las moléculas de los líquidos, también se pueden mover en diferentes posiciones. La estructura de éstos se puede cambiar con la aplicación de un campo eléctrico y de este modo pueden cambiar la polarización de la luz.

Los píxeles de la pantalla LCD constan de 3 celdas o subpíxeles con un filtro rojo, verde o azul. Cada subpíxel tiene las siguientes capas: una fuente de luz blanca (normalmente fluorescente), un filtro polarizador vertical, una 1ª lámina ranurada verticalmente (electrodo transparente), un conjunto de capas de cristal líquido con las moléculas de cada una ligeramente giradas con respecto a la anterior, una última capa de cristal líquido orientada horizontalmente (electrodo transparente), un filtro polarizador horizontal (perpendicular al primer filtro polarizador) y finalmente, el filtro de color (rojo, verde o azul). Podemos observar las diferentes capas en la imagen inferior. (Álvarez Muñoz, 2014)

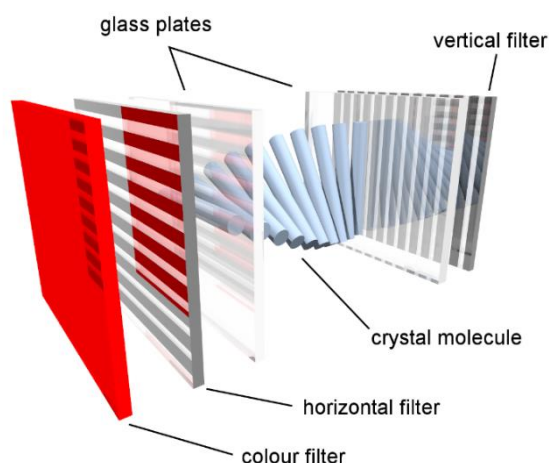


Ilustración 2 Subpíxel pantalla LCD (Raaijmakers, 2006)

Cuando no se aplica un campo eléctrico, la luz polarizada vertical va rotando su plano de polarización, hasta salir polarizada horizontalmente y entonces puede pasar la luz por el segundo filtro polarizador. En cambio, cuando se aplica un campo eléctrico todas las moléculas del cristal líquido se orientan paralelas entre sí y no varían el plano de polarización de la luz, evitando así que esta pueda pasar. Regulando la intensidad del campo eléctrico podemos obtener las intensidades luminosas intermedias que se deseen. (Álvarez Muñoz, 2014)

Tenemos dos tipos distintos de pantallas LCD. Las pantallas de matriz pasiva que son las explicadas anteriormente, es decir, las mismas pantallas LCD. Y las pantallas de matriz activa o **TFT** (thin-film transistor) en las cuales cada píxel tiene su transistor y condensador propio, proporcionando imágenes más definidas, más luminosas y con tiempos de respuestas más rápidos.

También encontramos las pantallas LCD con tecnología LED. En ellas se sustituyen los fluorescentes blancos por LEDs blancos o combinación de LEDs rojo/verde/azul. Este cambio de la iluminación permite que la fabricación sea más barata, que tengan un mayor rendimiento luminoso, menor espesor y menor polución, ya que no contienen mercurio. Se puede encontrar un sistema de iluminación LED directo, donde hay LEDs repartidos por toda la superficie posterior de la pantalla o un sistema de iluminación de borde, en el cual encontramos LEDs en los bordes de la parte posterior. En este último se necesita una guía de luz que la distribuya por toda el área, pero se consigue un espesor aún más delgado. (Álvarez Muñoz, 2014)

#### 2.1.4 Tinta electrónica

La composición de estas pantallas son unas microcápsulas de unos 50  $\mu\text{m}$  de diámetro con partículas de 1  $\mu\text{m}$  suspendidas en un gel. Las partículas tienen cargas con signos opuestos y son unas de color negro y otras de color blanco. Cuando se aplica un campo eléctrico adecuado las partículas negras y blancas pueden ascender/descender en el gel de la microcápsula. La luz ambiental se refleja sobre la parte superior de las microcápsulas.

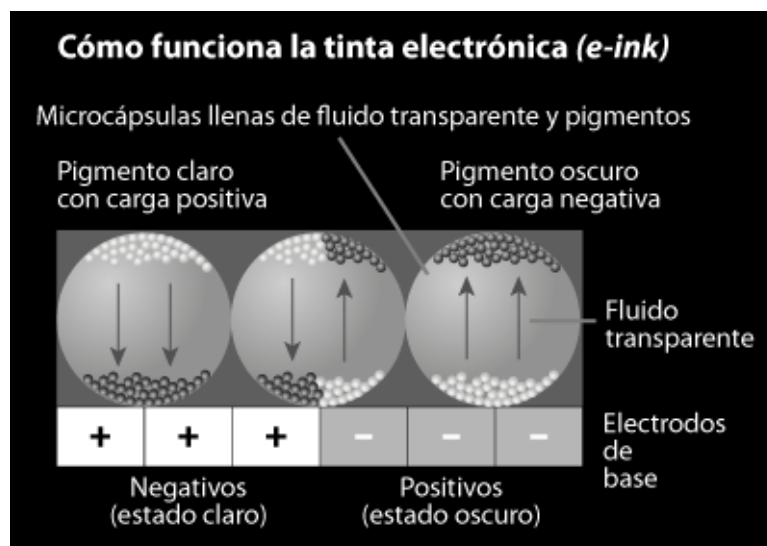


Ilustración 3 Funcionamiento de la tinta electrónica (Sánchez Muñoz, (s.f.))

Modificando el campo eléctrico aplicado se pueden obtener píxeles blancos, píxeles negros o píxeles de cualquier nivel de gris. En la imagen superior podemos observar en la zona de la izquierda como quedan las partículas blancas arriba y las negras abajo. En la zona de la derecha sucede al revés y para obtener los niveles de gris encontraríamos las partículas de ambos colores mezcladas tanto arriba como abajo.

Los iniciales libros de tinta electrónica no tenían nada de iluminación y sólo se veían en blanco y negro. Pero se han ido modificando añadiendo un sistema de iluminación frontal para poder utilizarlos en condiciones de baja iluminación ambiental. Y también se han añadido máscaras de filtros rojo/verde/azul/blanco para ver imágenes en color, pero tienen una resolución más baja que en blanco y negro y la calidad del color no es muy buena tampoco. (Álvarez Muñoz, 2014) (Sánchez Muñoz, (s.f.))



## 2.2 Ventajas e inconvenientes de lectura en papel y lectura digital

El proceso de lectura tradicional o en papel permite una mejor comprensión del texto y además más duradera. Promueve la creatividad ya que la lectura se centra en el libro y el lector. Los lectores cuando recuerdan un fragmento que les ha interesado, también suelen recordar la ubicación del libro o de la página en la que se encontraba. A muchos lectores habituales les gusta notar el peso y olor del libro e incluso coleccionar sus libros favoritos, que tienen una larga perdurabilidad. También tienen el poder de la nostalgia y vida propia, haciendo que al volver a ver el libro nos recuerde cuando se leyó o hacernos recordar un momento, un viaje, o diferentes aspectos gracias a sus marcapáginas o fotos y cartas que se pueden guardar dentro de ellos. Un libro siempre es un buen regalo. (Romero, 2014) (Marquina, 2015)

La lectura digital, en cambio, es una forma diferente de leer, en la que no están sólo el texto y el lector, sino que se puede enriquecer la lectura con el acceso a una serie de aplicaciones que permite interactuar con otros lectores con sus comentarios y a la vez proponerte nueva bibliografía según tus gustos. Los libros ocupan espacio en MB, nos permite tener varios títulos dentro de un mismo dispositivo y no te pesarán tanto en el bolso o la cartera. Se pueden tomar infinitas anotaciones o marcas sin estropear el libro. Los libros tienen un bajo coste y además disponibilidad inmediata y los puedes sincronizar para leerlos desde donde lo habías dejado en diferentes dispositivos como el ordenador, el e-book o el móvil. Gracias a los e-books también puedes hacer adaptaciones tipográficas, del tipo de letra, el interlineado o el tamaño de los caracteres, permitiendo facilitar la lectura. (Romero, 2014) (Marquina, 2015) (Universia Argentina, 2014)

### 3. OBJETIVOS

---

Los objetivos de este trabajo son los siguientes:

1. Comprobar si el tipo de soporte de lectura afecta a los movimientos de lectura.
2. Comprobar si el nivel de iluminancia sobre el plano de lectura afecta a los movimientos de lectura.
3. Comprobar si el efecto combinado del tipo de soporte de lectura y el nivel de iluminancia sobre él afecta a los movimientos de lectura.
4. Analizar la sensación subjetiva de confort que tiene el lector teniendo en cuenta el efecto combinado del tipo de soporte de lectura y el nivel de iluminancia sobre éste.
5. Comprobar si existe concordancia entre los parámetros objetivos de los movimientos de lectura, y la valoración subjetiva de confort del lector.

Los parámetros objetivos que se van a tener en cuenta a la hora de valorar los movimientos de lectura serán:

- Número de movimientos sacádicos de avance
- Número de movimientos de regresión
- Número de fijaciones totales
- Tiempo total de lectura

Las hipótesis iniciales que se plantean en este trabajo son las siguientes:

1. Respecto al objetivo nº 1, creemos que se obtendrán mejores resultados con la lectura en papel, y con el e-book de tipo tinta electrónica, que es el más parecido al primero. Por tanto, con estos dispositivos se obtendrían menores tiempos de lectura, menor número de movimientos sacádicos de avance, menor número de regresiones, y menor número de fijaciones.
2. Respecto al objetivo nº 2, creemos que se obtendrán mejores resultados con un nivel de iluminancia intermedio, mientras que estos resultados serían peores para iluminaciones extremas (poca iluminancia o iluminancia muy elevada sobre el plano del dispositivo)
3. Respecto al objetivo nº 3, creemos que se obtendrán los mejores resultados con la lectura en papel y con el e-book de tipo tinta electrónica, a niveles de iluminancia medios y altos; y con los e-books de tipo LCD y TFT a niveles de iluminancia medios y bajos. Y, sin embargo, los peores resultados creemos que corresponderían a la lectura en papel y con el e-book de tipo tinta electrónica, a bajos niveles de iluminancia; y con los e-books de tipo LCD y TFT a elevados niveles de iluminancia.
4. Respecto al objetivo nº 4, creemos que, de la misma forma que pasaría con el objetivo nº 3, se obtendrán los mejores resultados con la lectura en papel y con el

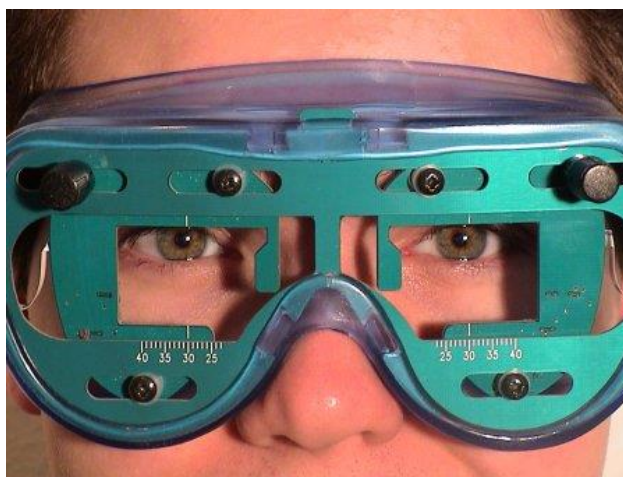
e-book de tipo tinta electrónica, a niveles de iluminancia medios y altos; y con los e-books de tipo LCD y TFT a niveles de iluminancia medios y bajos. Y, sin embargo, los peores resultados creemos que corresponderían a la lectura en papel y con el e-book de tipo tinta electrónica, a bajos niveles de iluminancia; y con los e-books de tipo LCD y TFT a elevados niveles de iluminancia.

5. Creemos que se encontrará concordancia entre los resultados en los parámetros objetivos de los movimientos de lectura y las valoraciones subjetivas de confort expresadas por los lectores.

## 4. MÉTODO EXPERIMENTAL

---

En este estudio hemos comparado la lectura en papel electrónico y en papel estándar. Para poder hacer la comparación se han preparado diferentes estrofas de unas 12 líneas de un mismo libro. Dichas estrofas se han presentado en papel reciclado, en una tablet y en dos libros electrónicos. Mientras los pacientes leían hemos registrado con las gafas y el programa Visagraph los movimientos oculares. Las medidas se han realizado en tres condiciones de iluminación diferentes, una iluminación baja (50 lx), una media (1000 lx) y otra alta (10.000 lx).



*Ilustración 4 Gafas Visagraph (Compevo, (n.d))*

Visagraph es un sistema que analiza la lectura de las personas en base al movimiento de los ojos. Se compone de unas gafas, como las de la imagen, y una unidad que realiza las medidas conectada por USB al ordenador, en el cual queda todo registrado. Es importante ajustar la distancia interpupilar de cada persona para que se puedan realizar correctamente las medidas. El lector puede utilizar tanto sus gafas de corrección óptica como sus lentillas, ya que las gafas del sistema son suficientemente grandes como para ponerlas sobre las gafas habituales del lector.

El sistema de registro de los movimientos oculares que utiliza Visagraph es fotoeléctrico. Un LED situado delante de cada ojo los ilumina con radiación infrarroja. En la misma montura hay dos fotodetectores que captan la radiación electromagnética que proviene de la dispersión y la reflexión que se han producido en la región del limbo esclerocorneal derecho e izquierdo. Si el ojo está desplazado hacia el lado derecho el fotodetector derecho capta menor cantidad de radiación que el izquierdo, ya que se habrá producido mayor dispersión de la luz en la zona del iris, mientras que en el fotodetector izquierdo se capta mayor cantidad de radiación debido a la alta reflexión producida en la esclera. En el caso de rotación del ojo hacia el lado izquierdo, esta situación se invierte.

Restando electrónicamente las respuestas de los fotodetectores derecho e izquierdo, se puede tener una estimación bastante precisa del grado de abducción-aducción del ojo, ya que dicha respuesta está relacionada linealmente con la posición del ojo, al tratarse de movimientos oculares de ángulos relativamente pequeños. (Carpenter, 1988)

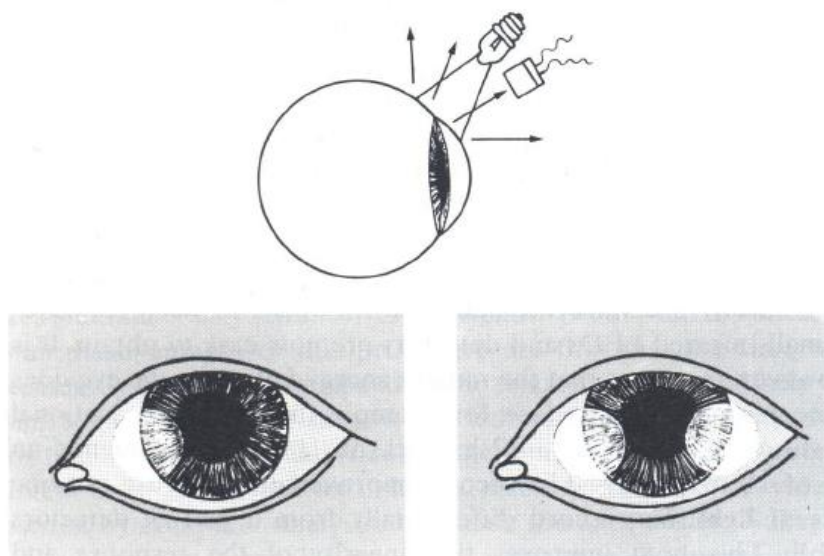


Ilustración 5 Dibujo del funcionamiento del registro Visagraph (Carpenter, 1988)

<b>Detalles técnicos</b>	
<b>Principio de medida</b>	Reflexión diferencial infrarroja
<b>Velocidad de medida</b>	60Hz
<b>Precisión de la velocidad</b>	±30 ppm
<b>Unidad de medida, tamaño</b>	115 x 76 x 36 mm
<b>Longitud del cable</b>	
<b>De la unidad de medida al ordenador</b>	1.75 metros
<b>De las gafas a la unidad de medida</b>	2.4 metros

Tabla 1 Detalles técnicos del ReadAlyzer o Visagraph (Compevo, (n.d))

El programa instalado en el ordenador viene parametrizado con un dossier con diferentes textos de diferentes niveles de dificultad para hacer las medidas. Cuando se realizan las medidas con los textos parametrizados el mismo programa calcula el número de fijaciones, número de regresiones, la duración media de cada fijación, la velocidad de lectura en palabras por minuto, las anomalías (movimientos no coordinados de los ojos) y la correlación entre el ojo derecho y el izquierdo. Junto con todas las medidas también se obtienen un conjunto de gráficas con los resultados de cada lectura.

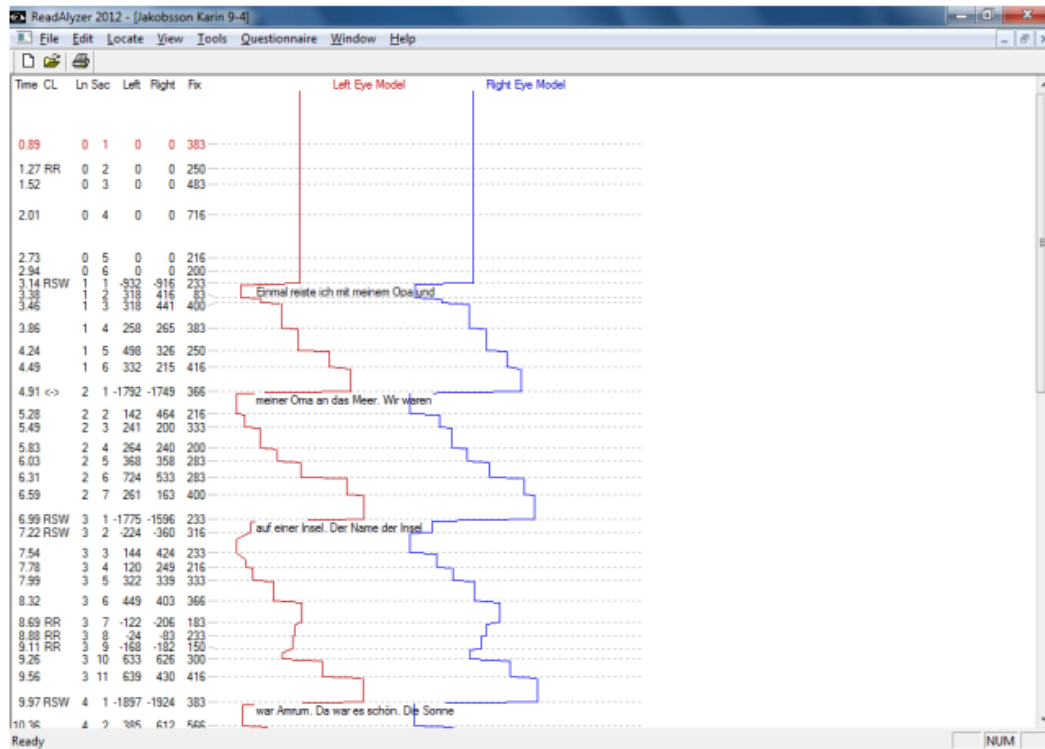


Ilustración 6 Ejemplo de medida con texto parametrizado (Compevo, (n.d))

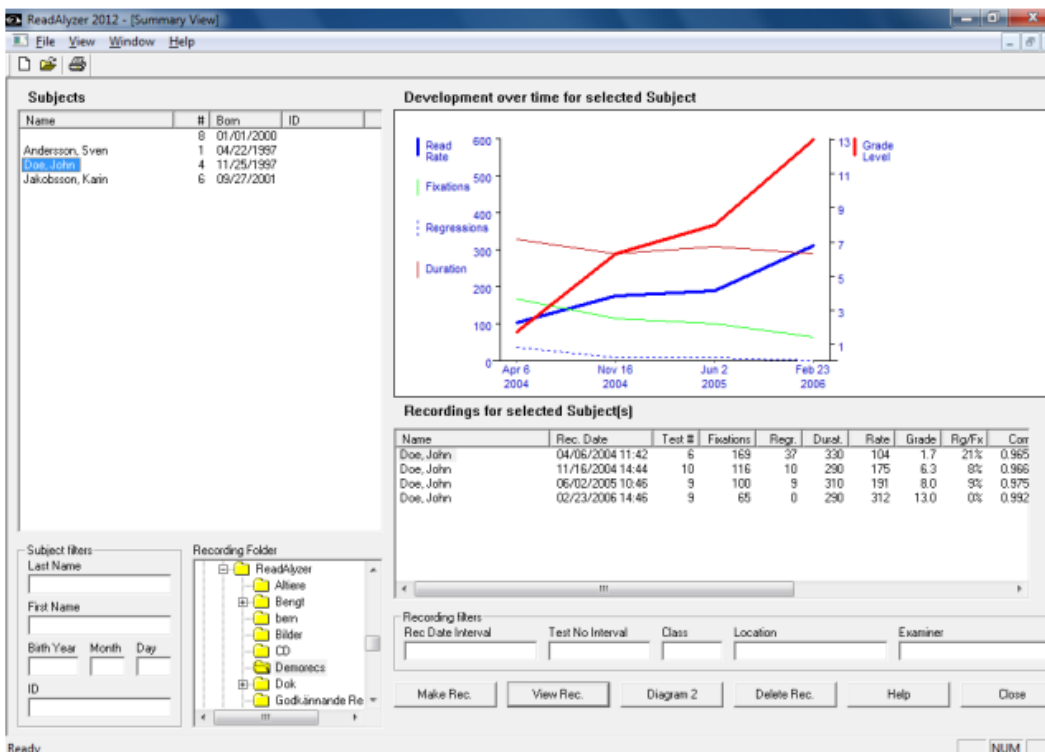


Ilustración 7 Ejemplo de medida con el texto parametrizado Gráfica (Compevo, (n.d))

Para este estudio los textos no han sido los del dossier parametrizado y por ello no hemos podido aprovechar por completo todas las características del programa. Simplemente se han guardado los registros de los movimientos oculares en cada medida.

## 4.1 Dispositivos utilizados

### 4.1.1 Libro electrónico Kobo

El libro electrónico Kobo tiene una pantalla de tinta electrónica sin color y las siguientes características:

<b>KOBO GLO HD, Principales especificaciones</b>	
<b>Dimensiones físicas</b>	157 x 115 x 9.2 mm, 180 gramos
<b>Pantalla</b>	6 pulgadas (152mm) Táctil E-ink Carta HD
<b>Resolución</b>	1448 x 1072 píxeles (300 ppp)
<b>Iluminación</b>	Confort Light
<b>Memoria interna</b>	4 GB
<b>Compatibilidad</b>	EPub y otros 14 formatos (válido para préstamos de bibliotecas)
<b>Conectividad</b>	Wi-Fi 802.11b/g/n (WEP WPA WPA2)
<b>Batería</b>	Hasta 2 meses

*Tabla 2 Principales especificaciones e-book Kobo (Penalva, 2015)*

Con el Kobo podemos ajustar el texto de forma manual gracias a su pantalla táctil o a través del zoom en tanto por ciento. También podemos variar el Brillo de la pantalla en tanto por ciento, obteniendo al 0% nada de iluminación.



*Ilustración 8 Kobo con texto del estudio*

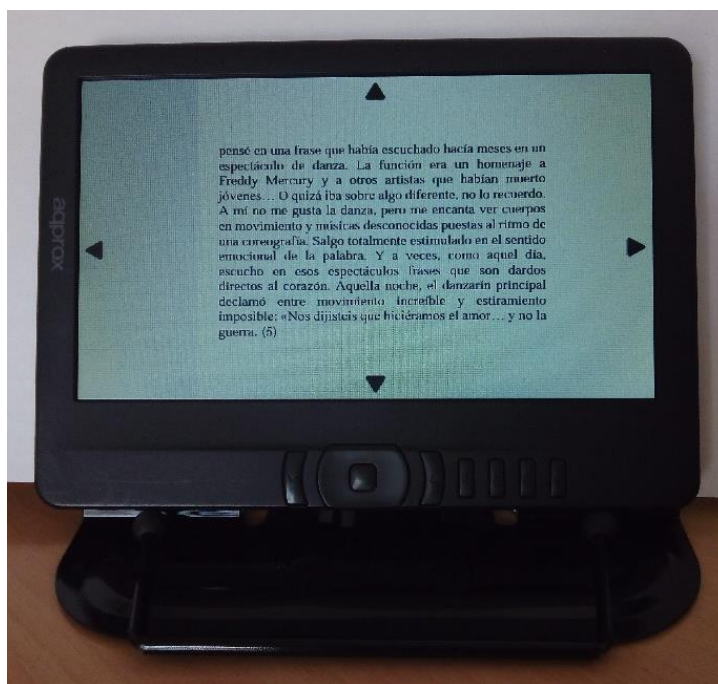
#### 4.1.2 Libro electrónico Aqprox

El libro electrónico Aqprox tiene una pantalla TFT con color y las siguientes características:

<b>Aqprox APPEB02GR, Principales especificaciones</b>	
<b>Dimensiones físicas</b>	112 x 125 x 189 mm, 259 gramos
<b>Pantalla</b>	7 pulgadas TFT 16:9
<b>Resolución</b>	800 x 480 píxeles
<b>Iluminación</b>	Retroiluminación
<b>Memoria interna</b>	4 GB
<b>Formatos E-book</b>	EPub, PDF, TXT, FB2, PDB, HTML, RTF, MOBI, ADOBE DRM
<b>Formatos audio</b>	MP3, WMA, AAC, WAV, OGG
<b>Formatos imágenes</b>	JPEG, BMP, GIF
<b>Formatos vídeo</b>	MPEG1, MPEG2, MPEG4 (XVID), DIVX, H263, H264, RM/RMVB, MKV, MOV, VOB, FLV hasta 720p
<b>Sistema operativo</b>	Android 4.4
<b>Batería</b>	30 horas / 720 horas en stand-by.
<b>Lector de tarjetas</b>	Micro SD
<b>FM Radio</b>	Jack 3.5 mm

*Tabla 3 Principales especificaciones Aqprox (Amazon, 2014)*

Con el Aqprox tan sólo podemos ajustar el texto con el zoom, variando en tanto por ciento o en tamaño N, M, L, X-L o XX-L. También podemos variar el Brillo de la pantalla en tanto por ciento, obteniendo a 0% una luz residual.



*Ilustración 9 Aqprox con texto del estudio*



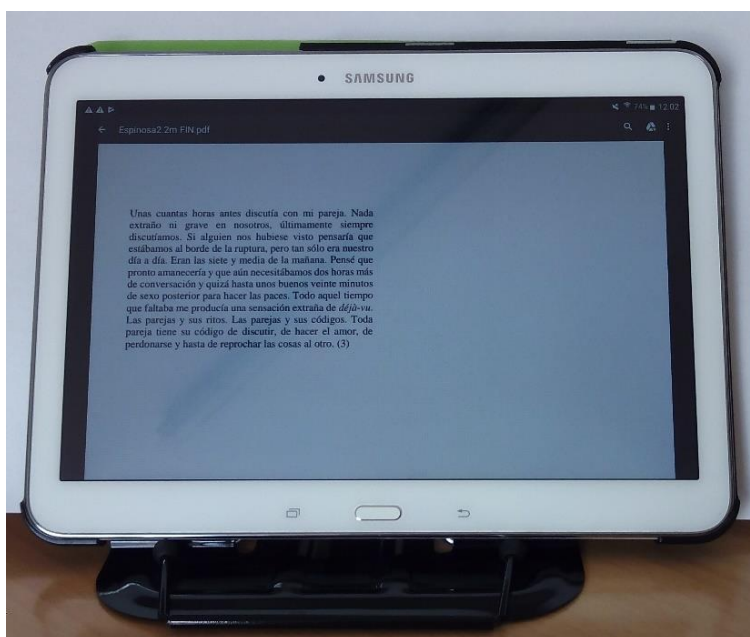
### 4.1.3 Tablet Samsung

La Tablet Samsung GALAXY Tab4, tiene un tipo de pantalla LCD con color y las siguientes características:

<b>SAMSUNG GALAXY TAB4, Principales especificaciones</b>	
<b>Dimensiones físicas</b>	243.4 x 176.4 x 7.95 mm, 487 gramos
<b>Pantalla</b>	10.1 pulgadas (255.8mm) WXGA LCD
<b>Resolución</b>	1280 x 800
<b>Iluminación</b>	Retroiluminación
<b>Memoria interna</b>	16 GB
<b>Sistema operativo</b>	Android 5.0.2
<b>Batería</b>	6800 mAh
<b>Lector de tarjetas</b>	Micro SD

*Tabla 4 Principales especificaciones Tablet (Ortiz, 2014)*

Con la Tablet para ajustar el tamaño del texto se ha hecho de forma manual con la pantalla táctil. Para ajustar el Brillo de la pantalla en los ajustes hay una barra con un cursor para ajustarlo, cuando se realizaron las medidas bases se consideró a la longitud que estaba el cursor y se ha controlado para que en todas las medidas estuviera igual.



*Ilustración 10 Tablet con texto del estudio*

### 4.1.4 Papel estándar reciclado

Se ha decidido utilizar papel reciclado para hacer las pruebas por la similitud al color de las páginas de los libros, que habitualmente no son de color blanco. Y también por una luminancia más parecida a los dispositivos.



Ilustración 11 Papel con texto del estudio

#### 4.1.5 Textos preparados y Medidas de luminancia

Una vez obtenidos los diferentes dispositivos para poder hacer medidas que fueran comparables, se han tenido que preparar textos diferentes para cada una de las medidas pero que tuvieran las mismas características.

Los textos preparados son obtenidos de los 3 primeros capítulos de la novela de Albert Espinosa *Si tú me dices ven lo dejo todo... pero dime ven*, modificados de forma que quedaran párrafos de unas 12 líneas, con una anchura de 8.5 mm, Fuente Times New Roman de tamaño 11 y un Espaciado entre líneas de 1. Cada párrafo consta de unas 120 palabras de media y se presentaba de forma que tan sólo se observara uno de los párrafos en la pantalla. ([Anexo 1](#))

Al pasar los textos a formato Pdf y añadirlos en los dispositivos, se ha observado que cada dispositivo reajustaba el texto según el tamaño y características de cada pantalla. Debido a las modificaciones se han necesitado diferentes textos con diferentes tamaños de letra y ajustar los aumentos en cada dispositivo para conseguir textos que quedaran del mismo tamaño. Para conseguir los tamaños iguales se ha ido midiendo con una regla, cogiendo como base la anchura de la pantalla más pequeña, e-book Kobo, y el tamaño de letra impresa en el papel.

Dispositivo	Aumentos	Brillo	Luminancia medida a una iluminancia de 1000 lux sobre el dispositivo
Papel reciclado	---	---	150 cd/m <sup>2</sup>
Aqprox	200% y texto girado	50 %	145 cd/m <sup>2</sup>
Kobo	250%	0 %	140 cd/m <sup>2</sup>
Tablet	Manual	Cursor a 14 mm	140 cd/m <sup>2</sup>

Tabla 5 Características utilizadas para cada dispositivo

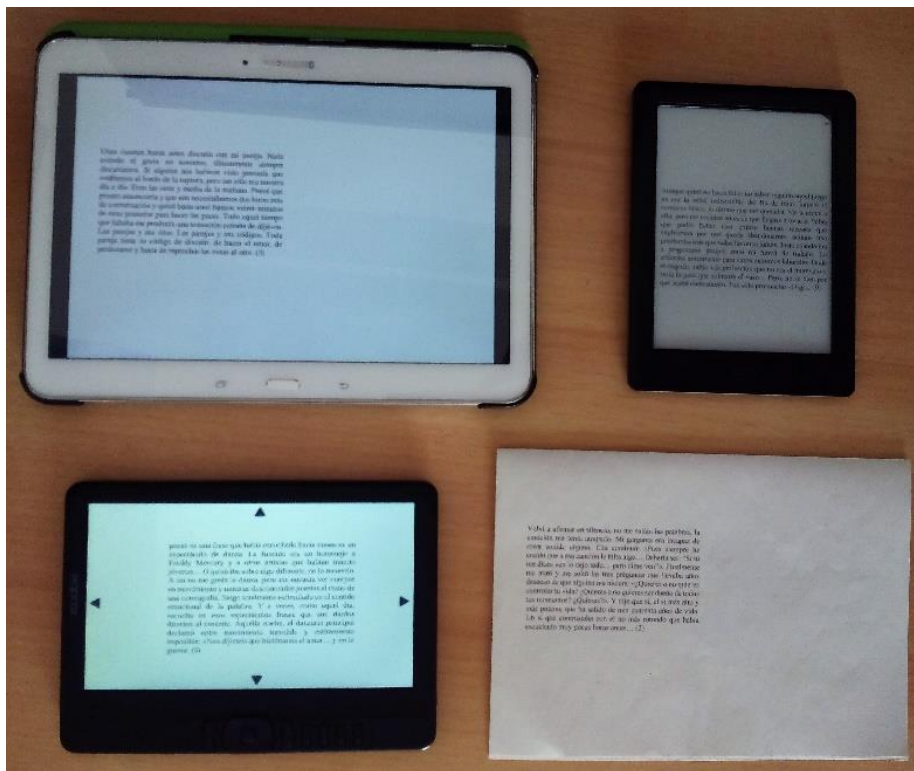


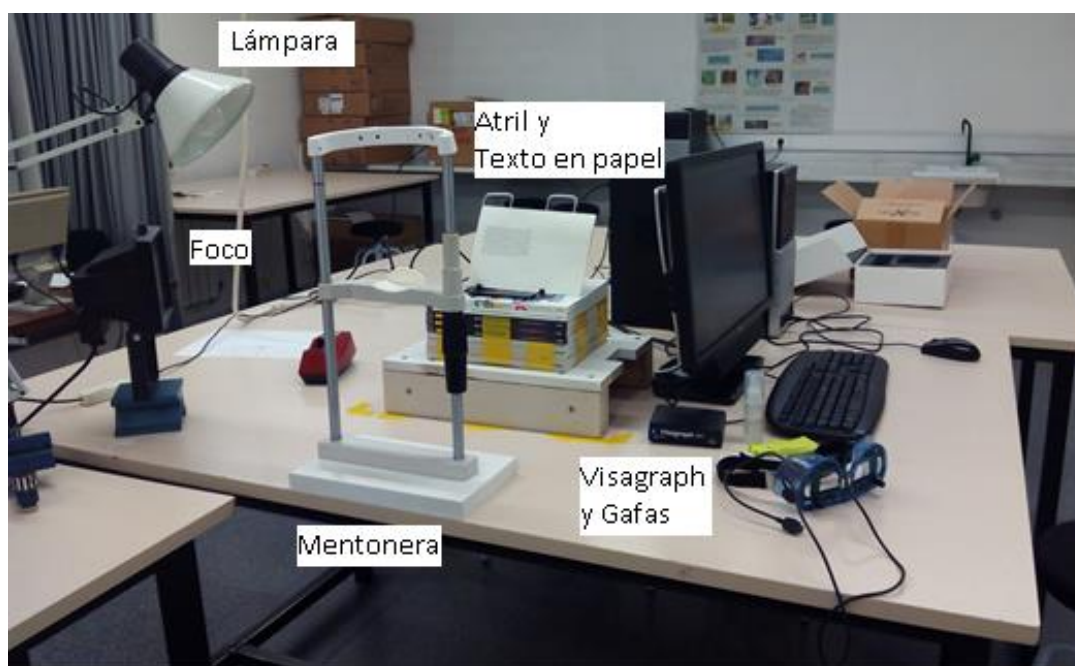
Ilustración 12 Dispositivos utilizados: Tablet, Kobo, Aqprox y Papel (orden izda. a dcha. y arriba abajo)

## 4.2 Muestra del estudio

Se han evaluado 26 sujetos, 16 mujeres y 10 hombres. La media de edad es de 27.2 años y una desviación estándar de 9.1 años. Los sujetos han sido principalmente estudiantes de la Facultad de Óptica y Optometría de Terrassa, tanto del grado como del máster. No ha habido condiciones de selección, pero se han descartado dos pacientes porque los resultados no eran evaluables.

### 4.3 Condiciones para las medidas

Las medidas se han realizado en el laboratorio de óptica fisiológica de la facultad. El sujeto estaba sentado y tenía que poner la barbilla en la mentonera elevada 28 cm de la altura de la mesa, para evitar los movimientos de la cabeza. Los diferentes dispositivos se presentaban en un atril elevado 18 cm o 20 cm dependiendo del dispositivo de lectura, que se ha tenido en cuenta en todo momento para que en cada medida quedara el texto presentado a la misma altura. El ángulo de inclinación del plano de lectura era de 120 grados desde el plano de la mesa para conseguir que la línea de mirada fuera lo más perpendicular posible. Y finalmente, la distancia de lectura ha sido de 33 cm para así poder valorar mejor los movimientos oculares.



*Ilustración 13 Montaje del laboratorio para hacer las medidas*

Para conseguir los diferentes niveles de iluminancia se han utilizado una lámpara de mesa para la medida de 50 lux, los fluorescentes de la sala para la iluminancia de 1000 lux y un foco para conseguir la iluminación de 10.000 lux. Para cada medida se ha controlado la iluminación utilizando un fotómetro, modelo Gossen Mavolux 5032B.

Al acabar las 4 medidas de cada iluminación se ha presentado a los sujetos una hoja con 4 líneas horizontales de 5.2 cm para valorar el confort visual que han experimentado marcando con una línea vertical en cada una de las horizontales, donde en un extremo era Confort bajo y el extremo opuesto era Confort Alto. También debían contestar el siguiente cuestionario:

FECHA EXAMEN:

NOMBRE Y APELLIDOS:

FECHA DE NACIMIENTO:

SEXO: H / M

LECTOR HABITUAL: SÍ / NO

CUANTO:

¿PREFIERE LECTURA EN PAPEL O EN PANTALLA?

¿HABITUALMENTE LEE EN PAPEL O PANTALLA?

DESPUÉS DE LAS MEDIDAS:

¿Cuál es el dispositivo con el que mejor ha leído? ¿Cuál es el peor?

¿Cuáles eran las molestias o inconvenientes?

ILUMINACIÓN	DISPOSITIVO	TEXTO (nº)
10.000 lx	P	1 ✓
	A	2 ✓
	K	3 ✓
	T	4 ✓
VALORACIÓN DEL CONFORT:		
1. BAJO	ALTO 2,3	
2. BAJO	ALTO 1,3	
3. BAJO	ALTO 4,0	
4. BAJO	ALTO 0,2	
50 lx	T	5 ✓
	K	6 ✓
	P	7 ✓
	A	8 ✓
VALORACIÓN DEL CONFORT:		
1. BAJO	ALTO 2,2	
2. BAJO	ALTO 1,8	
3. BAJO	ALTO 2,2	
4. BAJO	ALTO 1,1	
1000 lx	K	9 ✓
	T	10 ✓
	A	11 ✓
	P	12 ✓
VALORACIÓN DEL CONFORT:		
1. BAJO	ALTO 3,3	
2. BAJO	ALTO 1,1	
3. BAJO	ALTO 2,1	
4. BAJO	ALTO 2,5	

Ilustración 14 Ejemplo Hoja de medidas y confort



#### **4.4 Realización de las medidas**

Para hacer las medidas se han presentado los textos en las diferentes pantallas siguiendo siempre el mismo orden de numeración, de tal modo que la novela tuviera sentido. En cambio, el orden de presentación de los dispositivos ha sido completamente aleatorio, al igual que el orden de las iluminaciones.

Primeramente, se pedía al lector que rellenara la hoja de medidas con su nombre, fecha de nacimiento, y que contestara si era lector habitual, cuántas horas al día o la semana y si prefería leer en papel o pantalla y cómo leía habitualmente, si en papel o en pantalla.

Seguidamente, se le explicaba la prueba al lector, diciéndole que tenía que leer mentalmente diferentes textos de una misma novela en 4 dispositivos diferentes bajo tres niveles de iluminación, una iluminación baja, una media y una alta. Para poder hacer las medidas se tienen que poner las gafas del programa para registrar los movimientos oculares durante la lectura y tiene que apoyar la barbilla en la mentonera. Yo le indico cuando debe comenzar a leer el párrafo y al acabar deberá avisarme a mí para parar el registro.

Tras preparar la primera iluminación se ponía el texto del primer dispositivo y se empezaba la primera medida. Mientras se leía el texto, se iba preparando el texto en el siguiente dispositivo. Entre una lectura y otra el lector podía retirarse de la mentonera y descansar y de este modo cambiar la altura de presentación del atril y poner el siguiente dispositivo. Al acabar las 4 medidas con la primera iluminación se pedía que marcara el confort que había tenido con cada dispositivo bajo esa iluminación.

Aprovechando que el lector contestaba la valoración del confort se iba preparando la siguiente iluminación, conectando o desconectando la lámpara de mesa, el foco o los fluorescentes, dependiendo de la iluminación que tocara presentar. Una vez preparada la iluminación se repetía el mismo proceso, presentando siempre los dispositivos de forma aleatoria, pero preparando los textos que siguieran el orden de numeración. Del mismo modo se hacía todo para la tercera iluminación.

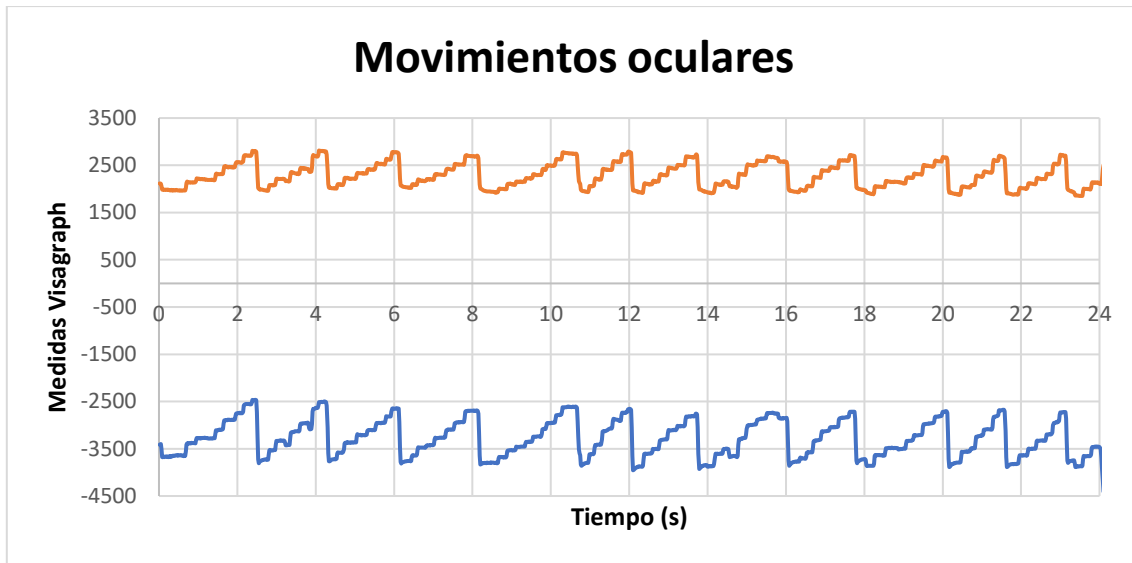
Finalmente, se pedía que contestara las preguntas de cuál había sido en general el mejor dispositivo y cuál el peor y cuáles habían sido las molestias o inconvenientes. El tiempo total de duración de las medidas era de unos 30-40 minutos.

#### **4.5 Tratamiento de los datos obtenidos**

En cada medida realizada se ha generado un archivo Excel con los datos de la posición del ojo derecho y de la posición del ojo izquierdo, en función del tiempo. La frecuencia de medida ha sido de 60 Hz (60 medidas de la posición del ojo derecho y 60 medidas de la posición del ojo izquierdo por cada segundo).

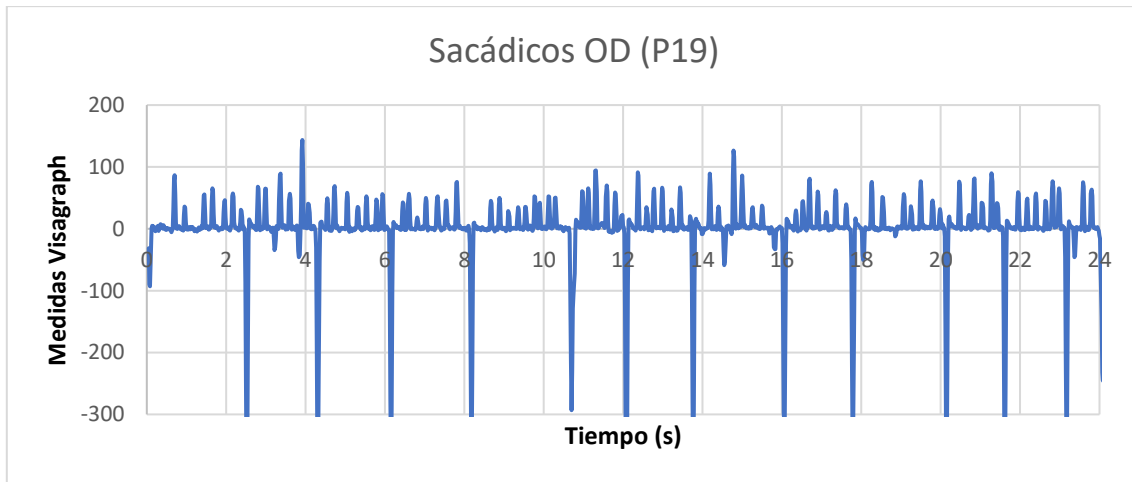
Se ha creado un Excel por cada sujeto para poder juntar en diferentes hojas las 12 medidas de cada observador (4 dispositivos de lectura x 3 iluminaciones). Al intentar hacer las gráficas se ha visto que Visagraph genera mucho ruido, por ello se han suavizado las medidas, promediando tres valores para cada punto, es decir, el dato

inmediatamente anterior, el inmediatamente posterior, y el dato en cuestión. Tras eliminar el ruido se han obtenido gráficas de ojo derecho y ojo izquierdo.

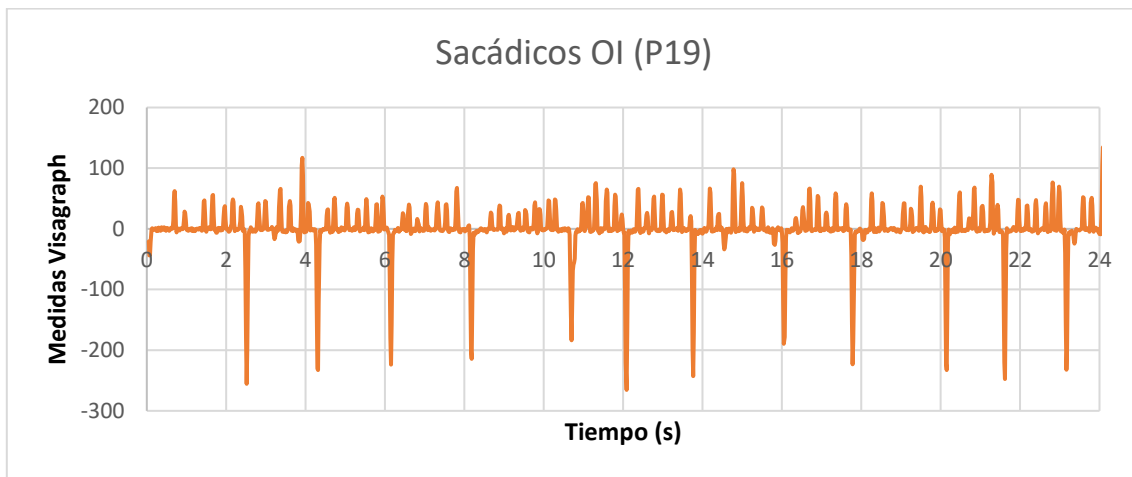


Gráfica 1 Ejemplo de resultados del promediado para el lector 19 en medida P1000

Para facilitar la contabilización de movimientos oculares se han representado otras gráficas en las que se restan a los valores de la posición del ojo, los valores de la posición del ojo en el instante inmediatamente anterior (1/60 s antes). Esto es útil, porque en los movimientos oculares de lectura, la mayor parte del tiempo los ojos se encuentran estáticos (fijaciones), y sólo se mueven para realizar los movimientos sacádicos de avance, los movimientos sacádicos de cambio de línea, y los movimientos de regresión, si es que se producen. Los tres son movimientos que se realizan a gran velocidad; por tanto, resultan gráficas en las que mayoritariamente se dan valores muy próximos al cero, y se producen pequeños picos positivos cada vez que se produce un movimiento sacádico de avance, y grandes picos negativos cuando se dan movimientos sacádicos de cambio de línea. Los pequeños picos negativos corresponden a movimientos de regresión.



Gráfica 2 Ejemplo Sacádicos OD

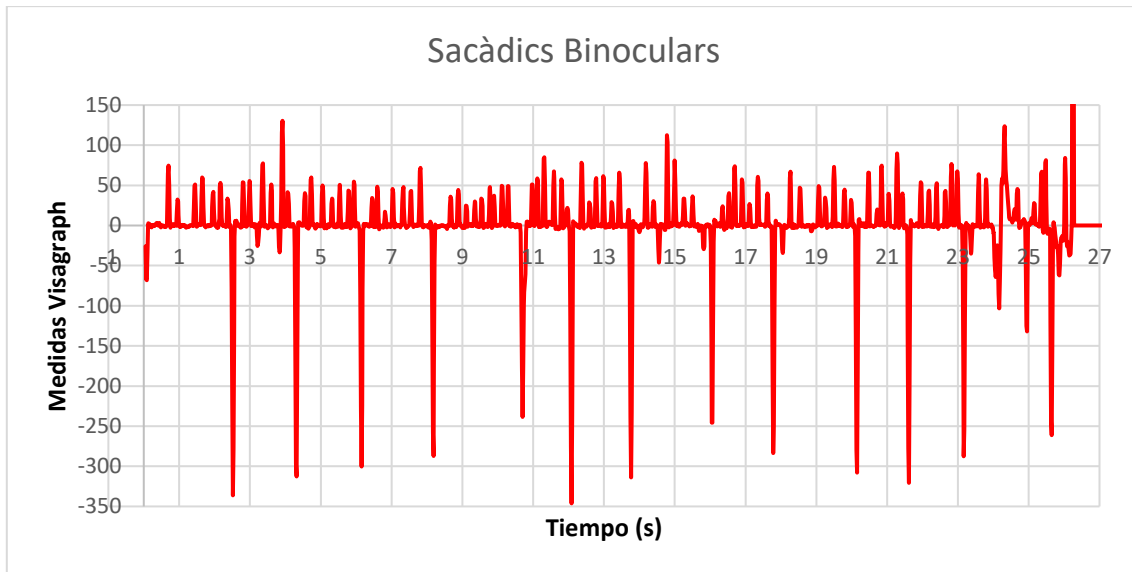


Gráfica 3 Ejemplo Sacádicos OI

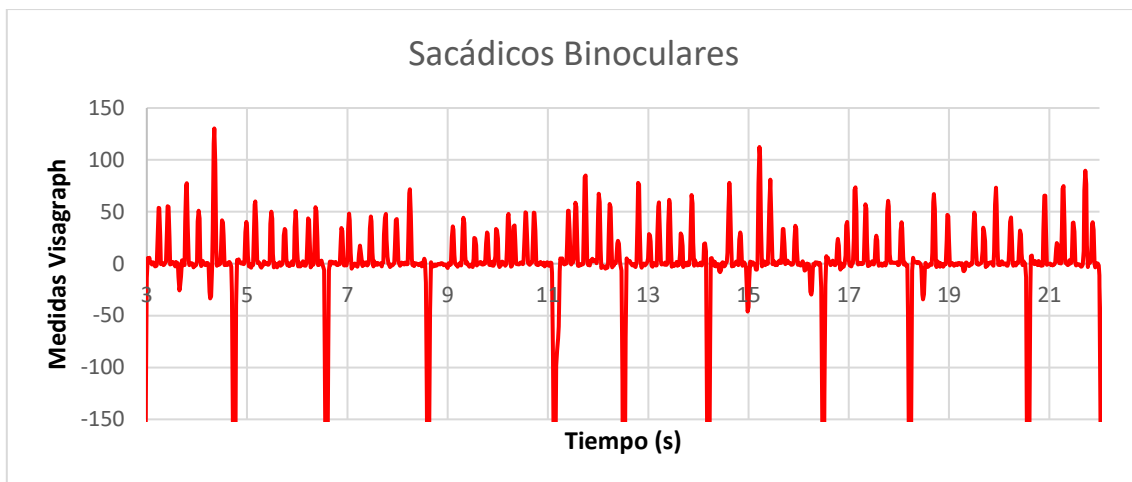
Finalmente, para valorar de una forma binocular los movimientos se han calculado los promedios entre las diferencias calculadas anteriormente de ojo derecho y ojo izquierdo. De este modo se ha obtenido una única gráfica de los sacádicos binoculares para cada medida.

Esta última gráfica se ha duplicado de forma que en la primera está el registro de tiempo total de la medida y en la segunda se han eliminado la primera línea leída del párrafo y la última. De esta forma se ha rellenado una tabla con los movimientos sacádicos de avance y las regresiones de cada una de las líneas y el tiempo total de lectura de las 10 líneas centrales del texto.





Gráfica 4 Ejemplo Sacádicos Binoculares para el tiempo de lectura



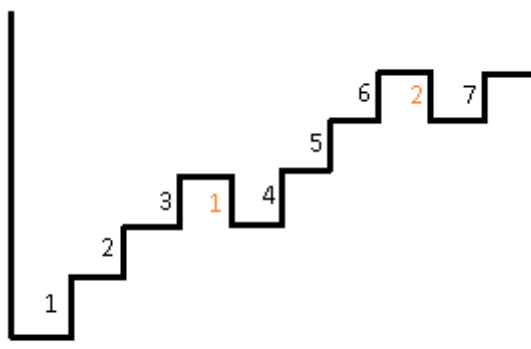
Gráfica 5 Ejemplo Sacádicos Binoculares para contar los movimientos

Línea	Sacádicos	Regresiones	Tiempo (s)
1	6	2	2,567
2	7	0	
3	6	0	
4	8	0	
5	5	0	
6	6	0	
7	6	2	
8	7	0	
9	7	1	
10	5	0	21,567
	<b>63</b>	<b>5</b>	<b>19</b>

Tabla 6 Ejemplo Tabla de los resultados de la medida

De todo el tratamiento de datos y contabilización con las gráficas se han obtenido para cada medida con cada dispositivo y cada iluminación los valores del tiempo total de lectura de las 10 líneas centrales del párrafo preparado, los movimientos sacádicos de avance totales y las regresiones realizadas.

Por último, se ha rellenado una tabla final ([Anexo 3](#)) con los valores de las diferentes medidas de todos los sujetos y se han calculado las fijaciones realizadas en cada párrafo. Para ello se han sumado los valores de los movimientos sacádicos de avance y las regresiones de cada línea, y se ha sumado uno.



*Ilustración 15 Dibujo explicativo de la suma para las Fijaciones*

Para poder valorar el confort visual de las medidas realizadas también se ha llenado una tabla con los resultados de la valoración subjetiva de cada lector ([Anexo 3](#)).

## 5. RESULTADOS

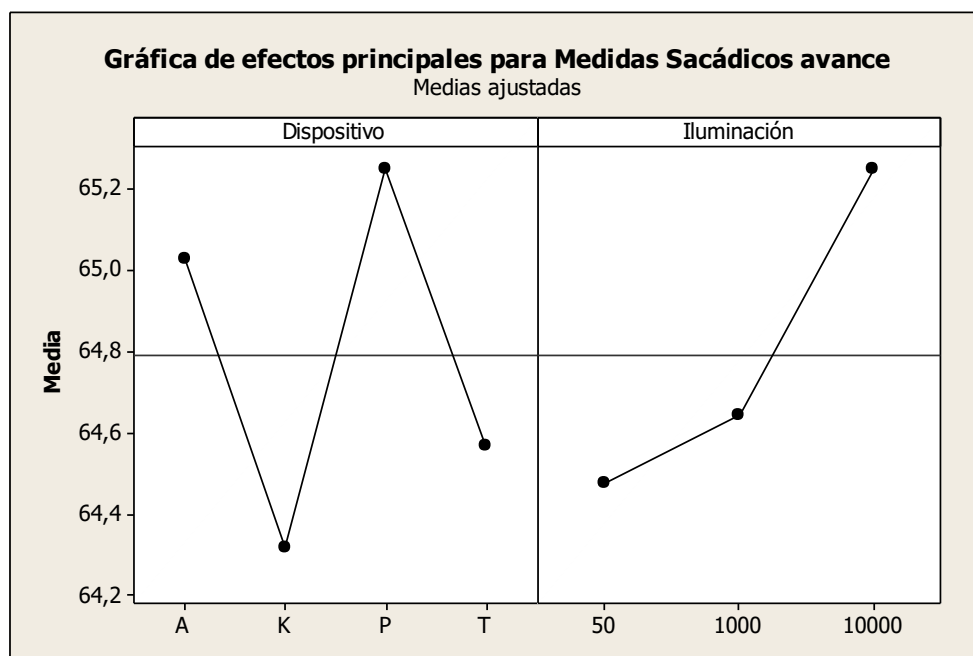
### 5.1 Movimientos oculares

Con los resultados obtenidos de todos los lectores (Anexo 3) se han realizado diferentes análisis para valorar y comparar los movimientos oculares en las diferentes medidas. Puesto que estamos trabajando con variables cuantitativas se ha realizado un análisis de estadística descriptiva con Excel y para hacer un análisis de varianza se ha valorado con un Modelo lineal general con el programa Minitab.

#### 5.1.1 Sacádicos de avance

S.Lux.	50				1000				10000			
	P	K	A	T	P	K	A	T	P	K	A	T
Media	64,46	63,42	64,83	65,21	66,00	64,71	64,92	62,96	65,29	64,83	65,33	65,54
DS	8,56	8,89	8,59	9,73	9,06	6,63	9,09	9,72	8,70	8,21	8,55	7,47
Mín.	48	49	41	52	51	49	48	46	48	46	48	45
Máx.	81	79	80	86	86	77	82	87	80	82	86	78

Tabla 7 Estadística descriptiva de los movimientos Sacádicos de avance

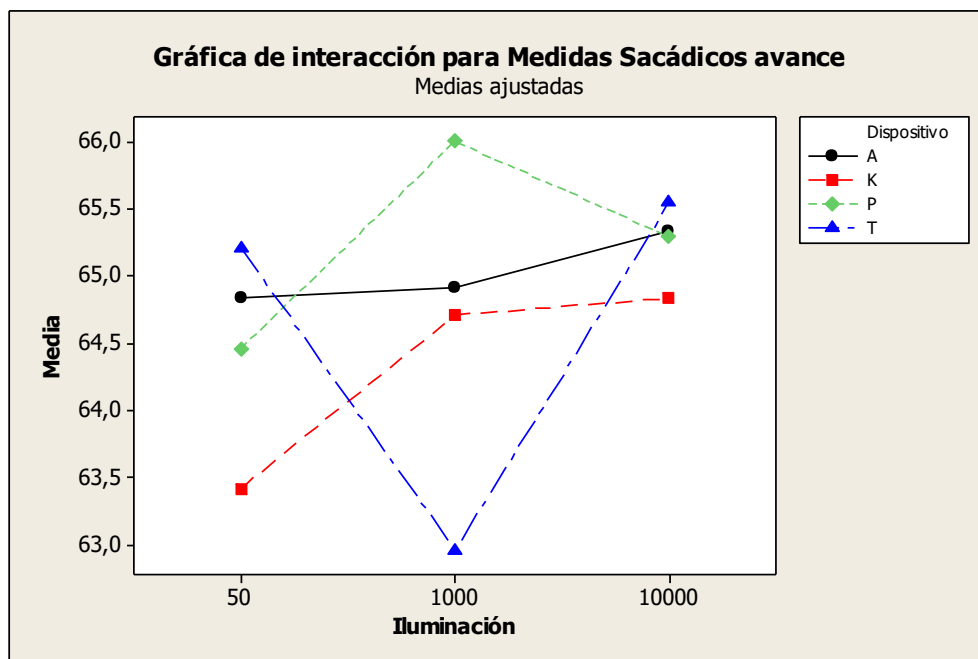


Gráfica 6 Efectos principales para las medidas de Sacádicos de avance

En la gráfica podemos observar en la zona de la izquierda las diferencias que se observan dependiendo del dispositivo que se haya utilizado y a la derecha las diferencias dependiendo de la iluminación.

En las diferencias entre los dispositivos vemos que con el Papel y el e-book Aqprox se han realizado un mayor número de sacádicos de avance mientras que con el e-book Kobo y la Tablet han sido menores. Estadísticamente se ha obtenido un P-valor=0.659, por lo que no existen diferencias estadísticamente significativas.

Con las diferentes iluminaciones vemos que conforme se aumenta la iluminación se necesita un mayor número de sacádicos de avance. Estadísticamente se ha obtenido un P-valor=0.521, por lo que no existen diferencias estadísticamente significativas.



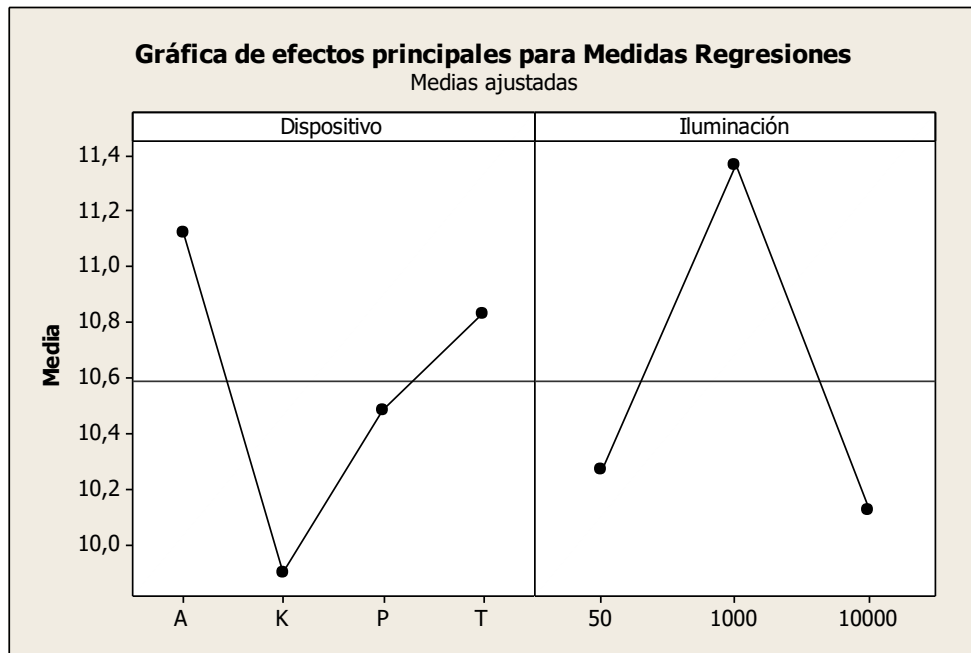
Gráfica 7 Interacción para las medidas de Sacádicos de avance

En la gráfica podemos observar la influencia que ha tenido la iluminación en cada dispositivo. Con el dispositivo e-book Kobo y con el Papel se obtienen unas rectas similares, con el e-book Aqprox apenas hay diferencias y en cambio con la Tablet sí tenemos una clara diferencia entre la iluminación media y las extremas, en las cuales el número de sacádicos de avance es mayor.

### 5.1.2 Regresiones

R.Lux.	50				1000				10000			
Disp.	P	K	A	T	P	K	A	T	P	K	A	T
Media	10,46	9,33	10,33	10,96	11,00	10,54	13,13	10,79	10,00	9,83	9,92	10,75
DS	4,81	4,98	5,49	6,40	6,26	6,59	8,58	6,31	6,62	6,49	6,03	6,61
Mín.	0	0	1	2	1	0	3	1	0	0	2	0
Máx.	19	21	23	26	27	27	44	28	30	25	27	27

Tabla 8 Estadística descriptiva para las Regresiones

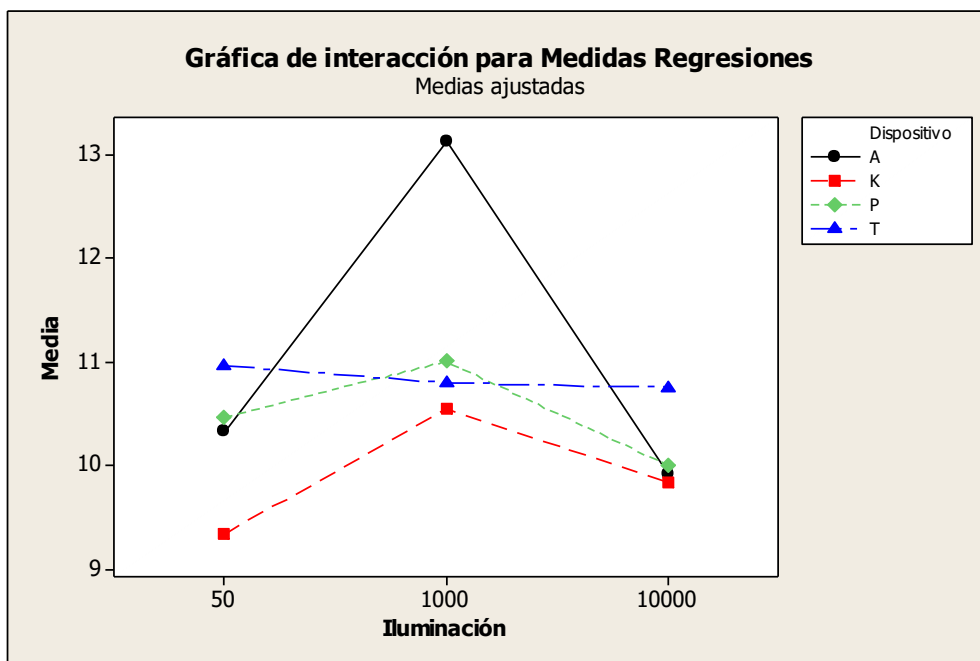


*Gráfica 8 Efectos principales para Medidas de Regresiones*

En la gráfica podemos observar en la zona de la izquierda las diferencias que se observan dependiendo del dispositivo que se haya utilizado y a la derecha las diferencias dependiendo de la iluminación.

En las diferencias entre los dispositivos vemos que con el e-book Kobo es con el que se han realizado menos regresiones y con el e-book Aprox mayor número. Estadísticamente se ha obtenido un P-valor=0.196, por lo que no existen diferencias estadísticamente significativas.

Con las diferentes iluminaciones vemos que justamente con una iluminación estándar o recomendada es con la que se han producido mayor número de regresiones. Estadísticamente se ha obtenido un P-valor=0.032, por lo que sí existen diferencias estadísticamente significativas.



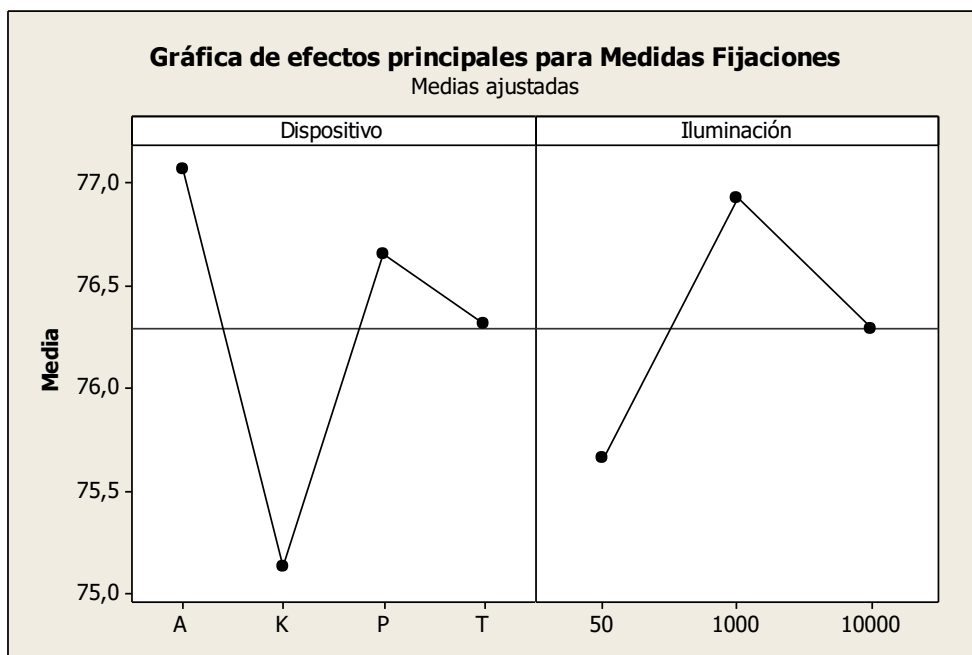
Gráfica 9 Interacción para la Medida de Regresiones

En la gráfica podemos observar la influencia que ha tenido la iluminación en cada dispositivo. Con el dispositivo e-book Kobo y con el Papel se obtienen unas rectas similares, con la Tablet apenas hay diferencias y en cambio con e-book Aprox sí tenemos una clara diferencia entre la iluminación media y las extremas.

### 5.1.3 Fijaciones

F.Lux.	50				1000				10000			
Disp.	P	K	A	T	P	K	A	T	P	K	A	T
<b>Media</b>	75,83	73,67	76,08	77,08	77,92	76,17	78,96	74,67	76,21	75,58	76,17	77,21
<b>DS</b>	10,29	9,66	10,74	12,95	12,37	8,18	12,63	13,20	12,00	11,37	11,57	11,25
<b>Mín.</b>	57	59	47	58	63	62	60	56	56	52	57	52
<b>Máx.</b>	94	101	99	113	104	96	108	104	108	102	104	102

Tabla 9 Estadística descriptiva para las Fijaciones

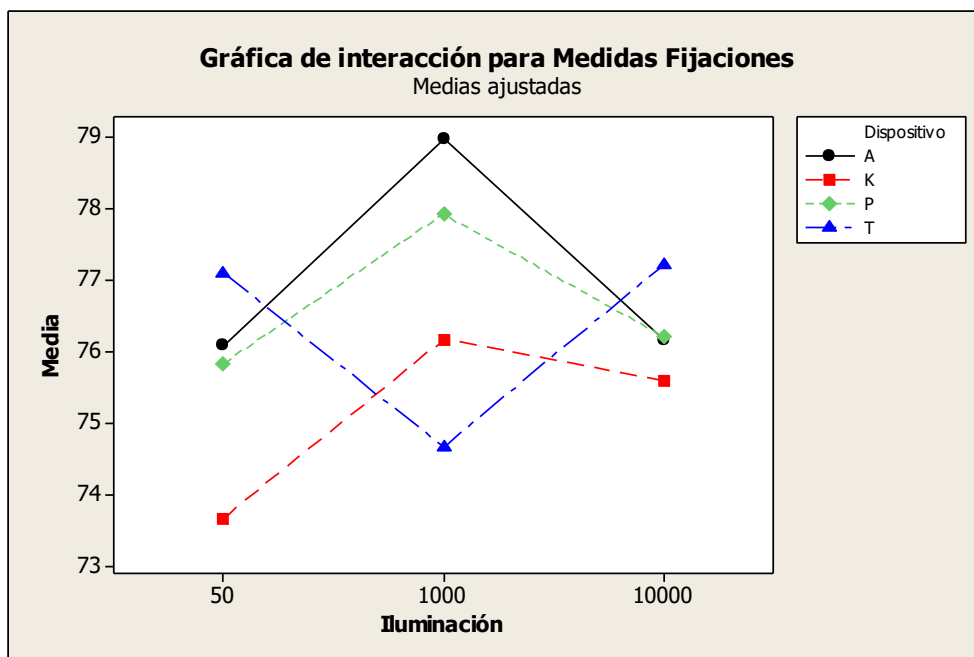


*Gráfica 10 Efectos principales para Medidas de Fijaciones*

En la gráfica podemos observar en la zona de la izquierda las diferencias que se observan dependiendo del dispositivo que se haya utilizado y a la derecha las diferencias dependiendo de la iluminación.

En las diferencias entre los dispositivos vemos que con el e-book Kobo es con el que se han realizado menos fijaciones y con el e-book Aqprox mayor número. Estadísticamente se ha obtenido un P-valor=0.320, por lo que no existen diferencias estadísticamente significativas.

Con las diferentes iluminaciones vemos que justamente con una iluminación estándar o recomendada es con la que se han producido mayor número de fijaciones. Estadísticamente se ha obtenido un P-valor=0.407, por lo que no existen diferencias estadísticamente significativas.



Gráfica 11 Interacciones para Medidas de Fijaciones

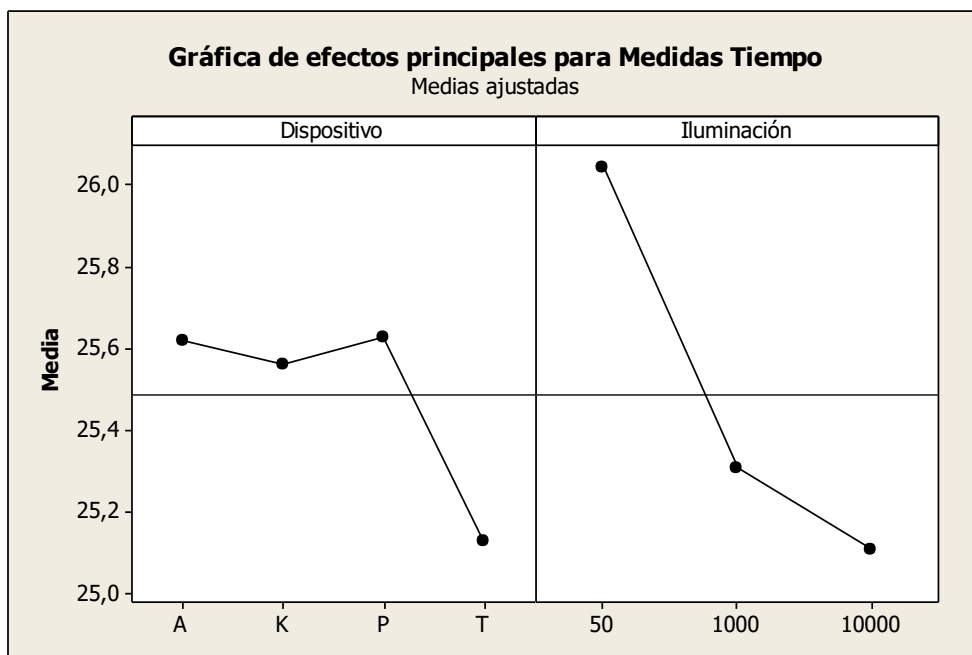
En la gráfica podemos observar la influencia que ha tenido la iluminación en cada dispositivo. En general tenemos que existen mayor número de fijaciones con la iluminación estándar, exceptuando la Tablet que presenta mayor número de fijaciones en las iluminaciones extremas.

#### 5.1.4 Tiempo de lectura

T.Lux.	50				1000				10000			
Disp.	P	K	A	T	P	K	A	T	P	K	A	T
<b>Media</b>	25,89	26,43	25,88	25,97	25,79	25,50	25,45	24,49	25,21	24,76	25,53	24,93
<b>DS</b>	3,31	3,39	3,53	3,94	4,05	3,20	3,72	3,96	4,21	4,02	3,79	4,04
<b>Mín.</b>	19,65	17,32	19,23	19,10	19,00	21,02	18,90	16,17	14,27	15,80	15,12	14,90
<b>Máx.</b>	30,92	31,28	31,62	31,28	31,37	30,93	30,88	30,32	30,89	31,27	31,28	30,93

Tabla 10 Estadística descriptiva para el Tiempo de lectura



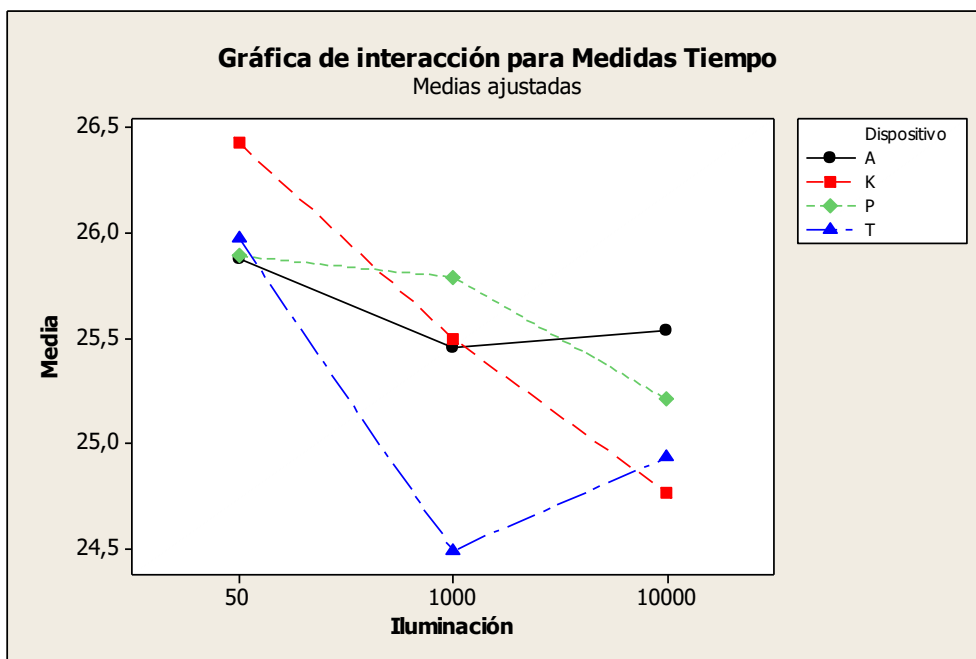


*Gráfica 12 Efectos principales para Medidas de Tiempo de lectura*

En la gráfica podemos observar en la zona de la izquierda las diferencias que se observan dependiendo del dispositivo que se haya utilizado y a la derecha las diferencias dependiendo de la iluminación.

En las diferencias entre los dispositivos vemos que las diferencias son de 0.5 segundos de la lectura con la Tablet a la lectura con los demás dispositivos. Estadísticamente se ha obtenido un P-valor=0.411, por lo que no existen diferencias estadísticamente significativas.

Con las diferentes iluminaciones vemos que conforme va aumentando la iluminación va disminuyendo el tiempo de lectura. Estadísticamente se ha obtenido un P-valor=0.005, por lo que sí existen diferencias estadísticamente significativas.



Gráfica 13 Interacciones para Medidas de Tiempo de lectura

En la gráfica podemos observar la influencia que ha tenido la iluminación en cada dispositivo. Con el dispositivo e-book Kobo tenemos una recta con la que se ve una clara disminución del tiempo conforme va aumentando la iluminación. Con el Papel y el e-book Aqprox se observan ligeras variaciones y final mente con la Tablet se ve una disminución del tiempo con una iluminación estándar.

## 5.2 Valoración subjetiva

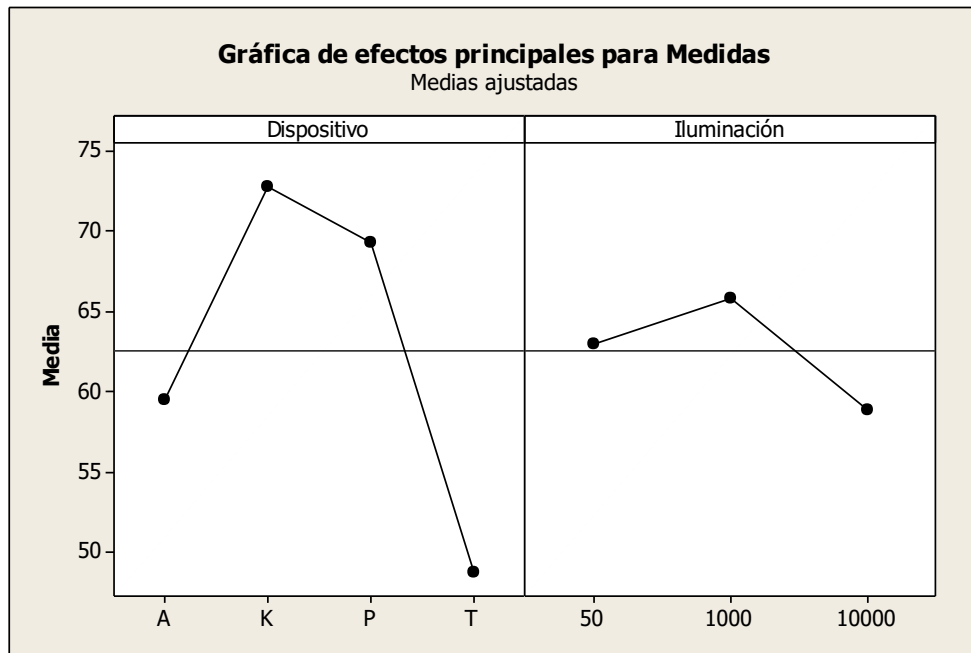
### 5.2.1 Preferencia para leer y que lee habitualmente

De la muestra total hay un 88% de lectores que prefieren leer en papel y un 12% que prefiere leer en pantalla. Pero habitualmente, se ha encontrado que tan sólo un 56% lee en papel, mientras que un 32% lee en pantallas y un 12% lee tanto en papel como en pantallas.

### 5.2.2 Confort visual

C.Lux.	50				1000				10000				
	Disp.	P	K	A	T	P	K	A	T	P	K	A	T
<b>Media</b>		61,94	64,66	59,38	66,19	77,56	77,72	61,54	46,63	68,43	76,12	57,77	33,41
<b>DS</b>		17,61	20,61	24,80	20,30	14,74	15,06	23,10	25,96	22,58	19,14	21,02	22,70
<b>Mín.</b>		25,00	21,15	21,15	5,77	48,08	51,92	15,38	1,92	3,85	38,46	13,46	1,92
<b>Máx.</b>		94,23	96,15	96,15	94,23	100,00	100,00	94,23	90,38	100,00	98,08	94,23	71,15

Tabla 11 Estadística descriptiva para el Confort visual

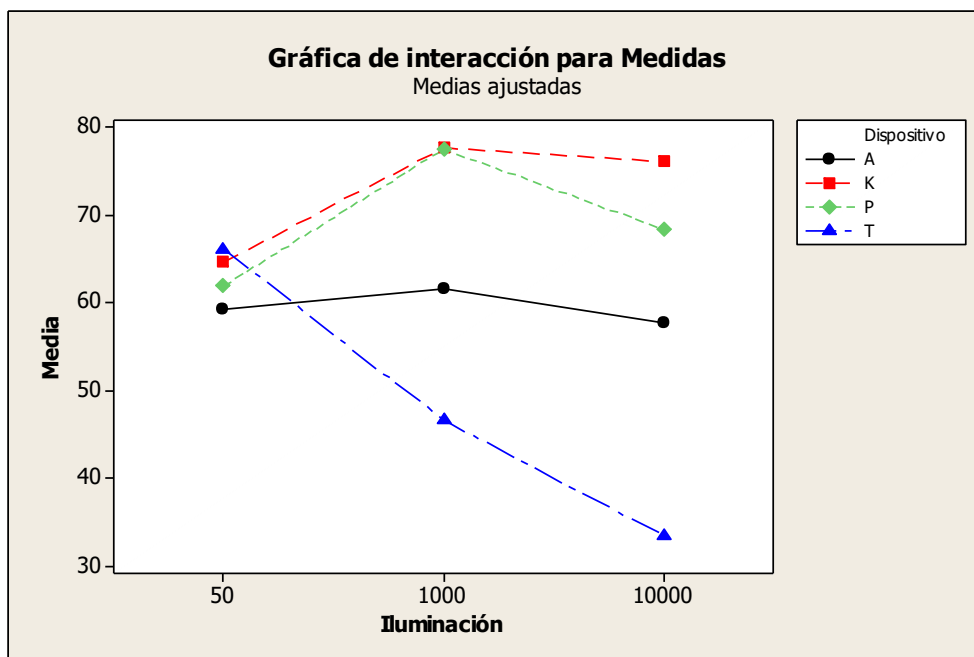


*Gráfica 14 Efectos principales para Medidas de Confort visual*

En la gráfica podemos observar en la zona de la izquierda las diferencias que se observan dependiendo del dispositivo que se haya utilizado y a la derecha las diferencias dependiendo de la iluminación.

En las diferencias entre los dispositivos vemos que el dispositivo con el que ha habido mayor confort ha sido con el e-book Kobo con un 73%, seguido del Papel con casi un 70%. En cambio, el e-book Aqprox ha tenido un confort de casi un 60% y la Tablet ha sido el peor con menos de un 50%. Estadísticamente se ha obtenido un P-valor=0.000, por lo que sí existen diferencias estadísticamente significativas.

Con las diferentes iluminaciones vemos que la iluminación más confortable ha sido la iluminación 1000 lx y la peor la de 10000 lx. Estadísticamente se ha obtenido un P-valor=0.032, por lo que sí existen diferencias estadísticamente significativas.



*Gráfica 15 Interacción para Medidas de Confort visual*

En la gráfica podemos observar la influencia que ha tenido la iluminación en cada dispositivo. Con la iluminación baja tenemos valores muy similares pero el orden según el Confort sería, de mayor a menor confort: Tablet, e-book Kobo, Papel y e-book Aprox. Con la iluminación estándar existe una mejora con el Papel y en e-book Kobo, mientras que el e-book Aprox se mantiene y la Tablet va a peor. Finalmente, con la iluminación alta tenemos el e-book Kobo es el más confortable, seguido del Papel, después el e-book Aprox y finalmente la Tablet, con un valor notablemente más bajo.

### 5.2.3 Mejor y peor dispositivo

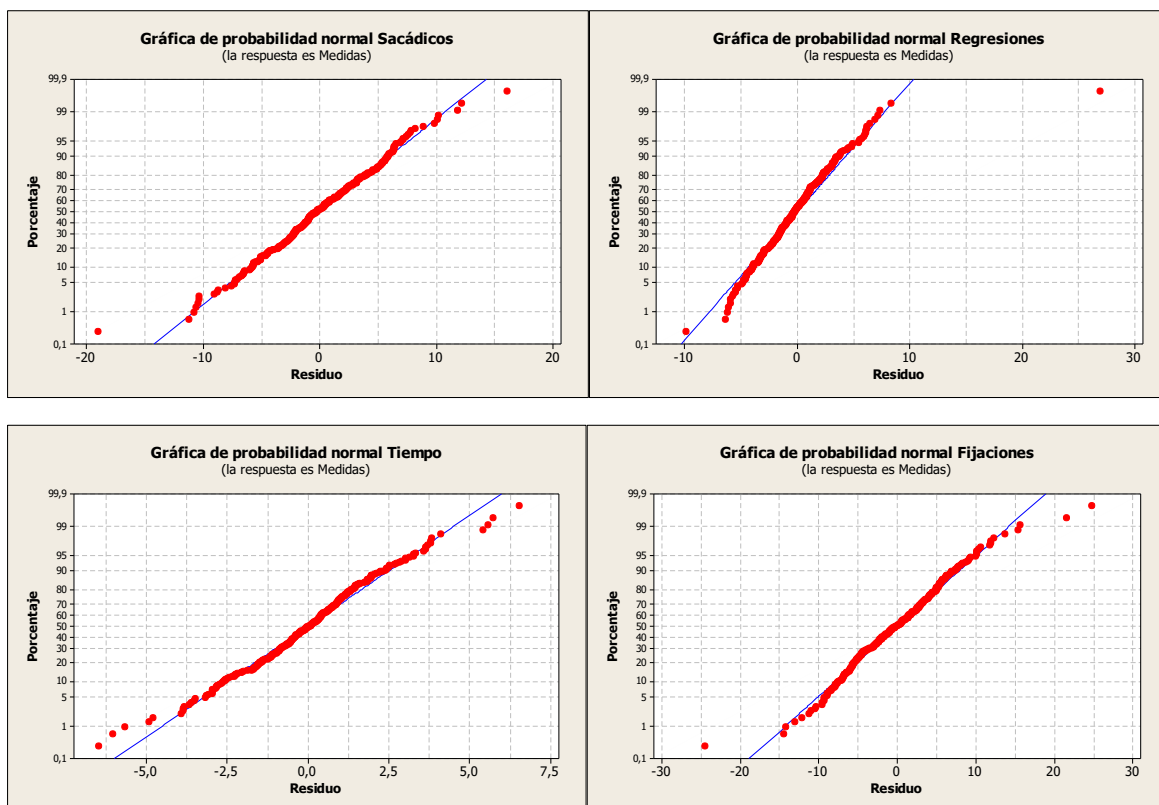
En el pequeño cuestionario realizado a cada lector después de las medidas se realizaba la pregunta de cuál había sido el mejor dispositivo y cuál el peor. Calculando el tanto por ciento de las respuestas se ha obtenido que el mejor dispositivo ha sido el e-book Kobo con un 64%, después el Papel con un 28% y finalmente el e-book Aprox y la Tablet con un 4% cada uno. Con las respuestas de cuál ha sido el peor se ha obtenido que la Tablet con un 75%, después el e-book Aprox con un 13%, como penúltimo el e-book Kobo con un 8% y por último el Papel con un 4%.

### 5.2.4 Molestias e inconvenientes

En cuanto a la pregunta del cuestionario de cuáles eran las molestias e inconvenientes, la queja principal ha sido los reflejos de la Tablet. Otras quejas o molestias han sido la falta de luz para conseguir leer el e-book Kobo y el Papel con la iluminación 50lux, incomodidad a los ojos con el brillo de la Tablet y el e-book Aprox y, por último, la falta de contraste en algunos dispositivos.

### 5.3 Análisis estadístico

Se ha valorado si las diferentes variables siguen una distribución normal. En base a los resultados no se puede afirmar categóricamente que sigan dicha distribución normal. No obstante, el análisis de varianza con el método lineal general de ANOVA es suficientemente robusto, por lo tanto, los resultados obtenidos se pueden considerar fiables.



Para los movimientos Sacádicos de avance tenemos un valor  $r=0,8404$ .

Para los movimientos de Regresión tenemos un valor  $r=0,8469$ .

Para el Tiempo de lectura tenemos un valor  $r=0,8559$ .

Para las Fijaciones tenemos un valor  $r=0,8416$ .

## 6 CONCLUSIONES

---

En base a nuestros objetivos e hipótesis podemos concluir:

1. No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en los movimientos oculares entre la lectura en los diferentes dispositivos. No obstante, en las gráficas del estudio estadístico los resultados del libro electrónico de tinta electrónica y el papel son más parecidos.
2. La influencia de la iluminancia se puede relacionar con el tiempo de lectura, ya que se han encontrado diferencias significativas en la disminución del tiempo cuanto mayor era la iluminación. La hipótesis nº2 era correcta con la iluminación extrema de bajo nivel, pero no con la iluminación de alto nivel.
3. La hipótesis nº3 no es correcta. Para las medidas de sacádicos de avance y fijaciones los resultados en papel y e-book de tinta electrónica sí que son mejores para niveles de iluminancia medios y altos, pero para el e-book tipo TFT son mejores en iluminancia media y para la Tablet los peores resultados son para las iluminaciones extremas. En las medidas de regresiones se generan un mayor número de regresiones en la iluminancia media para todos los dispositivos. Y finalmente, en las medidas de tiempo se encuentra una disminución del tiempo de lectura conforme se va aumentando la iluminancia para los dispositivos e-book de tinta electrónica, e-book tipo TFT y para el papel, en cambio para la Tablet el menor tiempo es con iluminancia nivel medio. En consecuencia, los resultados en general no son como esperábamos.
4. En la valoración subjetiva sí se cumple nuestra hipótesis. Los mejores resultados con la lectura en papel y con el e-book de tipo tinta electrónica son a niveles de iluminancia medios y altos; y con el e-book de tipo TFT y la Tablet a niveles de iluminancia medios y bajos. Y, sin embargo, los peores resultados se corresponderían a la lectura en papel y con el e-book de tipo tinta electrónica, a bajos niveles de iluminancia; y con el e-book de tipo TFT y la Tablet a elevados niveles de iluminancia.
5. No se ha encontrado concordancia con los resultados en los parámetros objetivos de lectura y las valoraciones subjetivas de confort visual expresadas por los lectores debido a que las habilidades lectoras de la muestra son suficientemente elevadas y buenas como para compensar el efecto de las condiciones adversas de las iluminaciones y, por lo tanto, no ha afectado a los parámetros objetivos medidos.

## 6.1 Propuestas para futuros estudios

En consecuencia, a las conclusiones a las que se ha llegado queremos hacer diferentes propuestas para próximos estudios de forma que la capacidad lectora de los participantes no influya en las medidas objetivas.

Proponemos aumentar el tiempo de lectura para que de este modo las molestias queden reflejadas en los parámetros de la lectura. También se podría aumentar el nivel de dificultad del texto o crear un texto sin sentido para que así sea menos fácil de interpretar las palabras. O en otro caso, obligar a leer en voz alta para de este modo tener que fijar más la atención en el texto que se está leyendo.

## 7. Bibliografía

---

- Aburto, E. (11 de Marzo de 2014). *Monitor CRT y monitor LCD*. Recuperado el 21 de Marzo de 2017, de "Escuadron soporte y mantenimiento":  
<http://losguaposprincesos.blogspot.com.es/2014/03/monitor-crt-y-monitor-lcd.html>
- Álvarez Muñoz, J. (Noviembre de 2014). T13 - Trabajo con pantallas de visualización de datos (PVD). Terrassa.
- Amazon. (2014). *Approx APPEB02GR - E-Book multimedia color TFT de 7" para leer más de 2800 libros y ver imágenes o vídeos en 720p MKV de alta definición*. Recuperado el 06 de Abril de 2017, de <https://www.amazon.es/Approx-APPEB02GR-Book-multimedia-definici%C3%B3n/dp/B00PXWDZCK>
- Armañanzas Sodupe, E. (2013). Breve historia y largo futuro del ebook. *Historia y Comunicación Social*(18), 15-26.
- Biografías y Vidas. ((s.f.)). *Guillermo González Camarena*. Recuperado el 24 de Marzo de 2017, de Biografías y Vidas La enciclopedia biográfica en línea:  
[https://www.biografiasyvidas.com/biografia/g/gonzalez\\_camarena.htm](https://www.biografiasyvidas.com/biografia/g/gonzalez_camarena.htm)
- Carpenter, R. (1988). *Movements of the eyes* (2nd Edition ed.). Pion.
- Compevo. ((n.d.)). *ReadAlyzer*. Recuperado el 16 de Mayo de 2017, de ReadAlyzerInfo:  
<http://www.compevo.se/ReadAlyzerInfo.pdf>
- Compevo. (21 de Enero de 2009). Visagraph User's guide. Stockholm.
- Covarrubias, J. (26 de Enero de 2015). *Historia y Evolución de Monitores y Pantallas*. Recuperado el 24 de Marzo de 2017, de Prezi: <https://prezi.com/qzprdn58f1zq/historia-y-evolucion-de-monitores-y-pantallas/>
- Criado, M. (31 de Octubre de 2012). *Un nuevo papel electrónico ofrece más brillo, flexibilidad y autonomía que un iPad*. Recuperado el 10 de Febrero de 2017, de Materia:  
<http://esmateria.com/2012/10/31/un-nuevo-papel-electronico-ofrece-mas-brillo-flexibilidad-y-autonomia-que-un-ipad/#prettyPhoto>
- Diodo orgánico de emisión de luz*. ((s.f.)). Recuperado el 07 de Abril de 2017, de Wikipedia La enciclopedia libre:  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Diodo\\_org%C3%A1nico\\_de\\_emisi%C3%B3n\\_de\\_luz](https://es.wikipedia.org/wiki/Diodo_org%C3%A1nico_de_emisi%C3%B3n_de_luz)
- Dobres, J., Chahine, N., & Reimer, B. (2017). Effects of ambient illumination, contrast polarity, and letter size on text legibility under glance-like reading. *ELSEVIER*(60), 68-73.
- Fabara, S. (24 de Julio de 2014). *DE LA CAJA AL ROLLO: LA HISTORIA DE LA EVOLUCIÓN DE LAS PANTALLAS*. Recuperado el 24 de Marzo de 2017, de Enter.co:  
<http://www.enter.co/especiales/hogar-digital/de-la-caja-al-rollo-una-breve-historia-de-la-evolucion-de-las-pantallas/>
- García-Delgado Giménez, B., & Arias Rubio, G. (23 de Abril de 2014). *Papel vs. digital: hábitos de lectura de los estudiantes de la UEM*. Recuperado el 20 de Marzo de 2017, de  
<http://revistacaracteres.net/revista/vol3n1mayo2014/papel-digital-lectura-estudiantes/>



- Kang, Y.-Y., Wang, M.-J., & Lin, R. (2009). Usability evaluation of E-books. *ELSEVIER*(30), 49-52.
- Lebert, M. (2010). *Historia del proyecto Gutenberg*. Recuperado el 07 de Abril de 2017, de <http://www.gutenbergnews.org/about/historia-del-proyecto-gutenberg/>
- Lee, D.-S., Ko, Y.-H., Shen, I.-H., & Chao, C.-Y. (2010). Effect of light source, ambient illumination, character size and interline spacing on visual performance and visual fatigue with electronic paper displays. *ELSEVIER*(32), 1-7.
- Lee, D.-S., Shieh, K.-K., Jeng, S.-C., & Shen, I.-H. (2008). Effect of character size and lighting on legibility of electronic papers. *ELSEVIER*(29), 10-17.
- Libro electrónico*. ((s.f.)). Recuperado el 27 de Marzo de 2017, de Wikipedia La enciclopedia libre: [https://es.wikipedia.org/wiki/Libro\\_electr%C3%B3nico](https://es.wikipedia.org/wiki/Libro_electr%C3%B3nico)
- Lin, Y.-T., Hwang, S.-L., Jeng, S.-C., & Koubek, R. (2010). Minimum ambient illumination requirement for legible electronic-paper display. *ELSEVIER*(32), 8-16.
- Liquid-crystal display*. ((n.d.)). Recuperado el 15 de Marzo de 2017, de Wikipedia The Free Encyclopedia: [https://en.wikipedia.org/wiki/Liquid-crystal\\_display](https://en.wikipedia.org/wiki/Liquid-crystal_display)
- Marquina, J. (7 de Mayo de 2015). *10 beneficios del libro en papel y otros 10 del libro electrónico*. Recuperado el 30 de Marzo de 2017, de <http://www.julianmarquina.es/10-beneficios-del-libro-en-papel-y-otros-10-del-libro-electronico/>
- Ortiz, D. (1 de Abril de 2014). *Samsung Galaxy Tab 4 10.1, toda la información*. Recuperado el 06 de Abril de 2017, de Xatakandroid: <https://www.xatakandroid.com/tablets-android/samsung-galaxy-tab-4-10-1-toda-la-informacion>
- Pantalla LED*. ((s.f.)). Recuperado el 27 de Marzo de 2017, de Wikipedia: [https://es.wikipedia.org/wiki/Pantalla\\_LED](https://es.wikipedia.org/wiki/Pantalla_LED)
- Pantalla plana*. ((s.f.)). Recuperado el 22 de Marzo de 2017, de [https://es.wikipedia.org/wiki/Pantalla\\_plana](https://es.wikipedia.org/wiki/Pantalla_plana)
- Penalva, J. (21 de Julio de 2015). *Kobo Glo HD: análisis: cuidado Kindle, aquí hay un rival a tu altura y más barato*. Recuperado el 06 de Abril de 2017, de Xataka: <https://www.xataka.com/analisis/kobo-glo-hd-analisis-cuidado-kindle-aqui-hay-un-rival-a-tu-altura-y-mas-barato>
- Pérez Valdes, D. (26 de Noviembre de 2007). *Historia de los monitores*. Recuperado el 21 de Marzo de 2017, de Maestros el web: <http://www.maestrosdelweb.com/conoce-la-historia-de-los-monitores/>
- Raaijmakers, M. (2006). *Pantalla de cristal líquido*. Obtenido de Wikipedia La enciclopedia libre: [https://es.wikipedia.org/wiki/Pantalla\\_de\\_cristal\\_l%C3%ADquido#/media/File:LCD\\_subpixel\\_\(en\).png](https://es.wikipedia.org/wiki/Pantalla_de_cristal_l%C3%ADquido#/media/File:LCD_subpixel_(en).png)
- ReadAlyzer*. ((s.f.)). Recuperado el 20 de Abril de 2017, de <http://www.compevo.se/ReadAlyzerInfo.pdf>
- Rocket eBook*. ((s.f.)). Recuperado el 11 de Mayo de 2017, de Wikipedia La enciclopedia libre: [https://en.wikipedia.org/wiki/Rocket\\_eBook](https://en.wikipedia.org/wiki/Rocket_eBook)

- Romero, L. (2014). Lectura tradicional versus lectura digital. *Correspondencias & Análisis*(4), 63-74. Recuperado el 19 de Marzo de 2017, de [http://www.correspondenciasy analisis.com/es/pdf/v4/cnt/3\\_lectura\\_tradicional.pdf](http://www.correspondenciasy analisis.com/es/pdf/v4/cnt/3_lectura_tradicional.pdf)
- Sánchez Muñoz, G. ((s.f.)). *Qué es la tinta electrónica*. Obtenido de Imagen digital Apuntes sobre diseño y artes gráficas: [http://www.gusgsm.com/que\\_es\\_la\\_tinta\\_electronica](http://www.gusgsm.com/que_es_la_tinta_electronica)
- Sánchez Onofre, J. (18 de Septiembre de 2011). *Línea de tiempo: la historia del e-book*. Recuperado el 27 de Marzo de 2017, de El economista: <http://eleconomista.com.mx/entretenimiento/2011/09/18/linea-tiempo-historia-e-book>
- Shen, I.-S., Shieh, K.-K., Chao, C.-Y., & Lee, D.-S. (2009). Lighting, font style, and polarity on visual performance and visual fatigue with electronic paper displays. *ELSEVIER*(30), 53-58.
- Siegenthaler, E., Wurtz, P., Bergamin, P., & Groner, R. (2011). Comparing reading processes on e-ink displays and print. *ELSEVIER*(32), 268-273.
- SoftBook*. ((n.d.)). Recuperado el 11 de Mayo de 2017, de Wikipedia La enciclopedia libre: <https://en.wikipedia.org/wiki/SoftBook>
- Sony Reader*. ((n.d.)). Recuperado el 11 de Mayo de 2017, de Wikipedia La enciclopedia libre: [https://es.wikipedia.org/wiki/Sony\\_Reader](https://es.wikipedia.org/wiki/Sony_Reader)
- TFT LCD*. ((n.d.)). Recuperado el 17 de Marzo de 2017, de [https://es.wikipedia.org/wiki/TFT\\_LCD](https://es.wikipedia.org/wiki/TFT_LCD)
- Thin-film transistor*. ((n.d.)). Recuperado el 17 de Marzo de 2017, de [https://es.wikipedia.org/wiki/Thin-film\\_transistor](https://es.wikipedia.org/wiki/Thin-film_transistor)
- Tinta electrónica*. ((s.f.)). Recuperado el 9 de Febrero de 2017, de Wikipedia La enciclopedia libre: [https://es.wikipedia.org/wiki/Tinta\\_electr%C3%B3nica#cite\\_note-1](https://es.wikipedia.org/wiki/Tinta_electr%C3%B3nica#cite_note-1)
- Torres, J. (2013). *Todo lo que necesitas saber sobre LED, LCD, IPS, OLED y otros tipos de pantalla*. Recuperado el 20 de Marzo de 2017, de <https://hipertextual.com/archivo/2013/11/tipos-pantalla-led-lcd-ips-oled/>
- Tubo de rayos catódicos*. ((s.f.)). Recuperado el 15 de Marzo de 2017, de Wikipedia La enciclopedia libre: [https://es.wikipedia.org/wiki/Tubo\\_de\\_rayos\\_cat%C3%B3dicos](https://es.wikipedia.org/wiki/Tubo_de_rayos_cat%C3%B3dicos)
- Universia Argentina. (14 de Septiembre de 2014). *Lectura: ¿es mejor leer en e-book o en papel?* Recuperado el 30 de Marzo de 2017, de <http://noticias.universia.com.ar/en-portada/noticia/2014/09/18/1111695/lectura-mejor-leer-book-papel.html>
- Wang, A.-H., Hwang, S.-L., & Kuo, H.-T. (2012). Effects of bending curvature and ambient illuminance on the visual performance of young and elderly participants using simulated electronic paper displays. *ELSEVIER*(33), 36-41.
- Zahumensky, C. (28 de Septiembre de 2010). *Todo sobre los monitores I: las pantallas y su tecnología*. Recuperado el 20 de Marzo de 2017, de Xataka: <https://www.xataka.com/perifericos/todo-sobre-los-monitores-i-las-pantallas-y-su-tecnologia>



## ANEXO 1

---

**FECHA EXAMEN:**

**NOMBRE Y APELLIDOS:**

**FECHA DE NACIMIENTO:**

**SEXO: H / M**

**LECTOR HABITUAL: SÍ / NO**

**CUANTO:**

**¿PREFIERE LECTURA EN PAPEL O EN PANTALLA?**

**¿HABITUALMENTE LEE EN PAPEL O PANTALLA?**

**DESPUÉS DE LAS MEDIDAS:**

**¿Cuál es el dispositivo con el que mejor ha leído? ¿Cuál es el peor?**

**¿Cuáles eran las molestias o inconvenientes?**

ILUMINACIÓN	DISPOSITIVO	TEXTO (nº)
<b>VALORACIÓN DEL CONFORT:</b> 1. BAJO _____ ALTO 2. BAJO _____ ALTO 3. BAJO _____ ALTO 4. BAJO _____ ALTO		
<b>VALORACIÓN DEL CONFORT:</b> 1. BAJO _____ ALTO 2. BAJO _____ ALTO 3. BAJO _____ ALTO 4. BAJO _____ ALTO		
<b>VALORACIÓN DEL CONFORT:</b> 1. BAJO _____ ALTO 2. BAJO _____ ALTO 3. BAJO _____ ALTO 4. BAJO _____ ALTO		

## ANEXO 2

---

Recuerdo como si fuera hoy cuando ella me dijo: «¿No deseas poder ser feliz en todos los aspectos de tu vida...? ¿No tener que aceptar nada que no te agrade...? ¿Sentir que la vida es controlada por ti en lugar de ir a rebufo de ella en el vagón 23...?». No respondí... Sólo resoplé, resonó un montón de aire saliendo de mi nariz y apareció mi diente roto tras una sonrisa de esperanza. Y no dije nada, porque cuando llevas años aceptando que tu vida es lo que te pasa y no lo que originas... Pues, lamentablemente, te acabas acostumbrando. Seguidamente ella añadió: «¿Conoces una vieja canción que dice “Si tú me dices ven lo dejo todo”?». (1)

Volví a afirmar en silencio; no me salían las palabras, la emoción me tenía atrapado. Mi garganta era incapaz de crear sonido alguno. Ella continuó: «Pues siempre he creído que a esa canción le falta algo... Debería ser: “Si tú me dices ven lo dejo todo... pero dime ven”». Finalmente me miró y me soltó las tres preguntas que llevaba años deseoso de que alguien me hiciera: «¿Quieres o no quieres controlar tu vida? ¿Quieres o no quieres ser dueño de todos tus momentos? ¿Quieres?». Y dije que sí, el sí más alto y más potente que ha salido de mis cuarenta años de vida. Un sí que contrastaba con el no más rotundo que había escuchado muy pocas horas antes... (2)

Unas cuantas horas antes discutía con mi pareja. Nada extraño ni grave en nosotros, últimamente siempre discutíamos. Si alguien nos hubiese visto pensaría que estábamos al borde de la ruptura, pero tan sólo era nuestro día a día. Eran las siete y media de la mañana. Pensé que pronto amanecería y que aún necesitábamos dos horas más de conversación y quizá hasta unos buenos veinte minutos de sexo posterior para hacer las paces. Todo aquel tiempo que faltaba me producía una sensación extraña de *déjà-vu*. Las parejas y sus ritos. Las parejas y sus códigos. Toda pareja tiene su código de discutir, de hacer el amor, de perdonarse y hasta de reprochar las cosas al otro. (3)

Pero aquel día el código se rompió, no hubo dos horas más de conversación ni veinte minutos de sexo posterior... Lo supe cuando noté su mirada en mí... Era una mirada que desconocía, no iba acompañada de ninguna palabra. Ella siempre que me miraba me hablaba, era una de sus muchas virtudes que me alucinaban. Quizá porque no la poseía... Quitar el sonido a su mirada me heló completamente. Parecía que estaba a punto de decirme algo del estilo: «Esto no funciona...», «Estoy harta de discutir...» o «Por qué somos así si nos queremos tanto...». Pero tan sólo me miraba... Y justo en ese instante, mientras seguía observándome de aquella manera tan extraña e intensa, (4)

pensé en una frase que había escuchado hacía meses en un espectáculo de danza. La función era un homenaje a Freddy Mercury y a otros artistas que habían muerto jóvenes... O quizá iba sobre algo diferente, no lo recuerdo. A mí no me gusta la danza, pero me encanta ver cuerpos en movimiento y músicas desconocidas puestas al ritmo de una coreografía. Salgo totalmente estimulado en el sentido emocional de la palabra. Y a veces, como aquel día, escucho en esos espectáculos frases que son dardos directos al corazón. Aquella noche, el danzarín principal declamó entre movimiento increíble y estiramiento imposible: «Nos dijisteis que hiciéramos el amor... y no la guerra. (5)

Os hicimos caso, ¿por qué entonces el amor nos hace la guerra?». Sonreí al recordar aquella frase, ella seguía mirándome fijamente y de repente lo soltó. -Debo dejarte, Dani.- Debo... Debo... Esa obligación me perforó. A mi cabeza llegó el verbo traducido al inglés. Ese «*must*» que siempre me ha parecido una palabra elegante. Pocos vocablos tienen un significado tan claro, y sabes que al utilizarlos te estás posicionando en un sentido o en otro. -¿Debes? - le pregunté. -Debo...- Se produjo un nuevo silencio. Decidí insistir. Y qué mejor que con nuestra forma particular de decir «Te quiero». Toda pareja tiene una manera única. La nuestra tenía que ver con la primera película que vimos juntos. (6)



Yo la había visto hacía años en un momento especial de mi vida y por ello decidí compartirla con ella, por todo lo que me marcó a mí. Era el magnífico film de Jean-Luc Godard, Al final de la escapada. Nunca Belmondo ha sido más Belmondo que en ese metraje. Nuestra secuencia siempre fue una que transcurría en un coche; en ella se decían muchas frases, pero nosotros nos quedamos con tan sólo tres y siempre las decíamos seguidas, sin pausa, tal como las habíamos escuchado y nos habían impactado... Ésa era nuestra forma de decirnos «Te quiero». Jamás había fallado sacar ese trío de frases en una discusión o en un momento tenso. Yo decía la primera y la tercera frase; ella la segunda. (7)

Aunque a veces era al revés. Dependía de quién necesitaba volver a traer al otro a la cordura, al amor... No las utilizábamos casi nunca. La clave de que algo tan mágico funcionase era que tan sólo se podía invocar en situaciones desesperadas. La miré fijamente, quería que supiese que era uno de esos momentos. -No puedo vivir sin ti —dije poniendo en mi rostro todos los tics de Jean-Paul Belmondo que pude generar. Ella me miró y no dijo nada. Volví a la carga: —No puedo vivir sin ti.- Ella me observó por segunda vez. Negó con los ojos, después con la cabeza y finalmente soltó el «no» más contundente que he escuchado en mi vida. Fue un «no» tan rotundo que supe que todo se había acabado. (8)

Aunque quizá no hacía falta; no haber seguido aquel juego ya era la señal indiscutible del fin de todo. Intenté el contacto físico, lo último que me quedaba. Me acerqué a ella, pero me rechazó antes de que llegase a tocarla. Sabía que podía haber casi quince buenas razones que explicarían por qué quería abandonarme, aunque una ponderaba más que todas las otras juntas. Justo cuando iba a preguntarle por qué sonó mi móvil de trabajo. Lo utilizaba únicamente para casos extremos laborales. Dudé si cogerlo, sabía a la perfección que no era el momento y sería la gota que colmaría el vaso... Pero, no sé bien por qué acabé contestando. Tan sólo pronunciar «Diga», (9)

ella se marchó hacia nuestra habitación. Justo entonces recordé el gran consejo que me había dado uno de mis maestros, un buen hombre que conocí cuando me iban a extirpar las amígdalas. Sólo coincidí con él unos pocos días en aquel hospital de mi ciudad natal, pero marcó parte de mi vida. Hacía tiempo que no pensaba en él, creo que demasiado... Pero ese «no» me había transportado a él inmediatamente... Supongo que debo hablaros de él, ya que sin conocer lo que viví a su lado hace treinta años es difícil comprender por qué soy como soy y por qué ella no quiere seguir estando conmigo. Y es que me convertí en quien soy gracias y por culpa del Sr. Martín. (10)

Sin embargo, antes de dejar que mi memoria vuelva al pasado, y escuchando como banda sonora de ese instante el extraño sonido que ella produce al llevarse todas las cosas de nuestra habitación, debo decir ese trío de frases godardnianas que una vez significaron para nosotros «Te amo» ... «No puedo vivir sin ti...» Sí que puedes...» Sí, pero no quiero». Me las susurré a mí mismo suavemente, dulcemente...Pero es difícil gozar con un «Te quiero» propio.// El día que conocí al Sr. Martín, yo ingresaba en el hospital con diez años, para perder las amígdalas, y él estaba a punto de desprenderse de un pulmón y medio. Yo tenía tanto miedo cuando entré en aquella habitación (11)

que conseguí que se sintiera cómodo con el suyo propio. - Pensaba que yo era la persona con más miedo del mundo, pero veo que tú triplicas el mío. Eso me tranquiliza - me dijo muy serio. Era muy grande, medía casi dos metros y rozaba los 150 kilos. Todo en él era inmenso, superaba los noventa años y su barba grisácea inundaba todo su rostro. Me habría dado miedo si me lo hubiera encontrado en la calle, pero allí, con aquella bata que no le cubría ni el culo, me parecía totalmente inofensivo. Mis padres habían ido a firmar mi ingreso; me alegré de que no los conociera. En aquella época aún sentía vergüenza de ellos. Mi gran aliada contra aquel gigante era aquella enfermera (12)

## ANEXO 3

Confort	Iluminancia 50				Iluminancia 1000				Iluminancia 10.000			
	P	K	A	T	P	K	A	T	P	K	A	T
1	48,1	76,9	28,8	69,2	86,5	92,3	38,5	28,8	80,8	88,5	32,7	15,4
2	94,2	94,2	94,2	94,2	94,2	94,2	94,2	1,9	3,8	94,2	94,2	1,9
3	92,3	96,2	96,2	55,8	96,2	96,2	94,2	28,8	86,5	98,1	86,5	19,2
4	76,9	51,9	76,9	50,0	80,8	78,8	53,8	57,7	55,8	53,8	53,8	40,4
5	40,4	48,1	65,4	82,7	69,2	59,6	15,4	59,6	48,1	42,3	63,5	61,5
6	90,4	90,4	90,4	69,2	90,4	84,6	84,6	59,6	94,2	94,2	82,7	53,8
7	59,6	82,7	23,1	34,6	55,8	86,5	21,2	28,8	69,2	69,2	50,0	40,4
8	69,2	40,4	21,2	71,2	75,0	76,9	55,8	78,8	69,2	38,5	25,0	46,2
9	46,2	55,8	55,8	55,8	57,7	57,7	53,8	61,5	42,3	51,9	51,9	34,6
10	76,9	69,2	61,5	73,1	71,2	63,5	55,8	34,6	65,4	75,0	53,8	53,8
11	73,1	73,1	73,1	73,1	76,9	76,9	76,9	76,9	69,2	71,2	69,2	71,2
12	71,2	80,8	34,6	65,4	82,7	63,5	80,8	34,6	57,7	40,4	40,4	23,1
13	59,6	21,2	65,4	78,8	86,5	63,5	80,8	80,8	67,3	88,5	53,8	15,4
15	67,3	75,0	63,5	48,1	94,2	96,2	82,7	75,0	88,5	88,5	69,2	53,8
16	53,8	55,8	48,1	57,7	86,5	53,8	75,0	9,6	94,2	53,8	53,8	3,8
17	25,0	26,9	92,3	94,2	90,4	90,4	90,4	90,4	82,7	80,8	80,8	46,2
18	42,3	34,6	21,2	42,3	48,1	63,5	40,4	21,2	44,2	76,9	25,0	3,8
19	65,4	67,3	78,8	71,2	73,1	78,8	76,9	30,8	84,6	84,6	73,1	17,3
20	53,8	53,8	73,1	88,5	76,9	86,5	57,7	71,2	88,5	80,8	61,5	38,5
21	71,2	65,4	86,5	90,4	100,0	100,0	76,9	69,2	100,0	98,1	78,8	71,2
22	46,2	61,5	61,5	69,2	71,2	71,2	46,2	30,8	78,8	90,4	13,5	9,6
23	59,6	75,0	50,0	75,0	48,1	51,9	48,1	50,0	61,5	84,6	59,6	61,5
24	40,4	65,4	38,5	73,1	84,6	82,7	50,0	36,5	76,9	90,4	38,5	15,4
26	63,5	90,4	25,0	5,8	65,4	96,2	26,9	1,9	32,7	92,3	75,0	3,8

M.O.	Iluminancia 50 lux				Iluminancia 1000 lux				iluminancia 10.000 lux				
Disposit.	P	K	A	T	P	K	A	T	P	K	A	T	
P1	Sac.	56	54	59	53	60	56	61	50	60	63	65	63
	Reg.	6	4	7	4	3	5	6	5	1	5	6	8
	Tie.	20,35	21,583	20,95	19,1	19,6	21,25	20,267	20,767	19,984	22,4	22,9	21,5
	Fij.	63	59	67	58	64	62	68	56	62	69	72	72
P2	Sac.	58	67	59	62	65	61	69	65	63	61	67	66
	Reg.	10	9	16	15	11	8	15	15	13	13	15	22
	Tie.	25,983	29,367	28,8	31,033	26,583	28,983	30,483	28,55	24,217	27,216	27,5	27,334
	Fij.	68	76	75	77	76	69	84	80	76	74	82	88
P3	Sac.	68	74	72	75	64	68	70	68	68	66	74	66
	Reg.	0	0	1	3	3	0	10	1	0	0	2	0
	Tie.	25,533	24	21	23,533	21,55	21,967	20,917	20,483	21,55	20	22,667	22,034
	Fij.	69	75	74	79	68	69	81	70	69	67	77	67
P4	Sac.	58	49	58	52	58	56	48	46	49	52	50	59
	Reg.	17	17	23	16	27	27	24	17	17	20	17	19
	Tie.	25,583	28,717	26,267	27,033	25,833	27,55	27,35	21,05	21,717	24,517	24,284	30,933
	Fij.	75	66	81	68	85	83	72	63	66	72	67	78
P5	Sac.	78	72	69	66	81	71	78	60	76	75	72	73
	Reg.	10	10	9	11	10	14	17	17	6	10	7	6
	Tie.	27,033	27,883	23,917	23,15	30,467	26,734	30,117	26,133	26,033	26,417	25,283	22,85
	Fij.	89	83	79	78	92	86	96	78	83	86	80	80
P6	Sac.	81	77	78	77	76	77	76	70	68	68	71	68
	Reg.	7	5	7	7	10	5	4	7	3	4	4	14
	Tie.	30,916	31,283	31,267	31,283	30,2	28,683	29,217	30,317	27,65	27,833	26,85	28
	Fij.	89	83	86	85	87	83	81	78	72	73	76	83
P7	Sac.	68	68	73	79	71	68	64	73	70	71	65	74
	Reg.	12	14	11	13	14	9	12	12	13	14	11	15
	Tie.	30,85	29,217	31,133	29,967	30,1	29,95	25,834	29,367	29,283	31,267	28,383	30,9
	Fij.	81	83	85	93	86	78	77	86	84	86	77	90
P8	Sac.	68	62	66	55	59	65	54	58	69	65	63	68
	Reg.	11	4	6	4	7	9	5	4	6	7	9	8
	Tie.	26	22,467	22,737	19,55	22,65	22,7	18,9	18,3	23,106	22,5	22,983	22,183
	Fij.	80	67	73	60	67	75	60	63	76	73	73	77
P9	Sac.	67	62	63	65	64	66	60	60	71	64	63	65
	Reg.	5	6	4	2	2	2	5	1	6	4	3	7
	Tie.	23,65	23,8	21,767	24,367	21,216	22,433	20,65	22,817	23,9	25,117	22,517	23,1
	Fij.	73	69	68	68	67	69	66	62	78	69	67	73

P10	Sac.	57	52	61	58	53	58	59	63	62	62	63	60
	Reg.	17	12	16	14	12	12	14	13	18	10	11	15
	Tie.	24,15	23,766	24,317	22,384	20,233	22,5	22,633	23,18	23,8	22,111	23,497	21,784
	Fij.	75	65	78	73	66	71	74	77	81	73	75	76
P11	Sac.	48	50	57	52	59	49	48	49	48	46	48	45
	Reg.	9	8	9	9	14	12	13	12	11	5	8	6
	Tie.	21,75	25,983	22,916	21,7	24,134	21,017	24,116	20,083	18,567	18,45	20,6	21,133
	Fij.	58	59	67	62	74	62	62	62	60	52	57	52
P12	Sac.	51	67	68	62	65	63	69	60	54	60	68	63
	Reg.	5	5	12	16	10	9	12	3	10	8	5	6
	Tie.	24,1	27,334	23,3	29,267	23,8	21,717	22,967	20,333	23,284	21,167	21,75	21,433
	Fij.	57	73	81	79	76	73	82	64	65	69	74	70
P13	Sac.	53	56	57	61	65	63	65	62	69	68	52	73
	Reg.	14	10	7	13	9	15	13	13	9	7	10	13
	Tie.	22,334	28,667	31,617	25,867	26,716	30,7	27,65	27,35	28,784	28,25	28,1	29,366
	Fij.	68	67	65	75	75	79	79	76	79	76	63	87
P14	Sac.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Reg.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tie.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fij.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
P15	Sac.	59	51	60	58	71	60	63	62	60	57	59	56
	Reg.	9	11	10	10	14	11	13	11	12	17	12	11
	Tie.	27,167	25,733	28,7	22,984	28,616	25,3	26,766	26,5	27,983	26,667	26,933	22,6
	Fij.	69	63	71	69	86	72	77	74	73	75	72	68
P16	Sac.	66	59	41	56	62	59	55	63	66	62	64	66
	Reg.	13	14	5	11	11	13	13	13	10	12	9	5
	Tie.	30,083	31,284	24,333	30,633	31,367	29,783	30,867	27,733	30,893	28,917	30,75	28,333
	Fij.	80	74	47	68	74	73	69	77	77	75	74	72
P17	Sac.	62	66	64	84	63	73	65	67	67	66	66	67
	Reg.	6	7	3	11	1	4	6	6	4	5	5	4
	Tie.	20,95	26,133	26,133	30,366	20,05	24,833	22,233	22,267	22,167	21,833	22,433	20,6
	Fij.	69	74	68	96	65	78	72	74	72	72	72	72
P18	Sac.	68	62	67	68	78	69	71	76	72	72	74	66
	Reg.	11	16	13	23	18	12	19	16	15	19	18	17
	Tie.	25,517	28,183	27,884	26,733	29,833	25,767	25,833	26,442	24,616	28,217	29,8	26,083
	Fij.	80	79	81	92	97	82	91	93	88	92	93	84
P19	Sac.	60	59	61	60	62	63	64	54	52	58	57	55
	Reg.	4	5	10	4	4	7	8	6	3	5	3	4

	Tie.	19,65	17,317	19,233	20,05	19	23,75	20,816	16,167	14,266	15,8	15,116	14,9
	Fij.	65	65	72	65	67	71	73	61	56	64	61	60
P20	Sac.	72	67	76	71	71	74	82	72	80	78	86	78
	Reg.	12	6	18	16	9	8	14	11	17	5	17	12
	Tie.	27,567	23,75	29,433	28,2	24,766	27,633	26,617	26,817	30,6	27,85	31,283	26,562
	Fij.	85	74	95	88	81	83	97	84	98	84	104	91
P21	Sac.	67	66	71	65	56	62	63	65	69	62	65	70
	Reg.	14	14	14	5	11	10	44	17	8	8	15	14
	Tie.	27,8	26,284	25,85	24,283	25,5	24,6	26,516	28,584	27,417	24,3	29,017	27,05
	Fij.	82	81	86	71	68	73	108	83	78	71	81	85
P22	Sac.	74	79	80	86	80	69	76	74	77	76	75	74
	Reg.	19	21	18	26	23	26	23	28	30	25	27	27
	Tie.	26,2	29,683	26,133	29,683	29,196	22,034	24,667	25,55	27,384	26,85	27,417	28,45
	Fij.	94	101	99	113	104	96	100	103	108	102	103	102
P23	Sac.	67	71	62	64	51	67	59	48	55	58	60	60
	Reg.	8	5	6	3	11	3	3	7	5	1	3	1
	Tie.	28,1	27,2	26,8	27	30,75	26,4	30,884	26,817	27,85	19,617	26,483	23,633
	Fij.	76	77	69	68	63	71	63	56	61	60	64	62
P24	Sac.	64	56	60	63	64	63	61	59	70	64	70	63
	Reg.	17	12	16	18	13	18	12	8	11	18	10	14
	Tie.	29,983	24	26,2	24,017	26,55	24,766	24,334	22,4	29,383	25,767	26,25	26,75
	Fij.	82	69	77	82	78	82	74	68	82	83	81	78
P25	Sac.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Reg.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tie.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fij.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
P26	Sac.	77	76	74	73	86	73	78	87	72	82	71	75
	Reg.	15	9	7	9	17	14	10	16	12	14	11	10
	Tie.	30,117	30,6	30,367	31,117	30,217	30,933	30,217	29,783	30,567	31,267	30	30,85
	Fij.	93	86	82	83	104	88	89	104	85	97	83	86

