

# PROYECTO FIN DE CARRERA

ESTUDIO DE LA PERCEPCIÓN DE ENVASES DE CHICLES  
MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA  
E Y E - T R A C K I N G



Universidad  
Zaragoza



Escuela  
Universitaria  
Ingeniería  
Técnica  
Industrial  
ZARAGOZA



**Autor:** Beatriz Pérez Puértolas

**Director:** Rubén Rebollar Rubio

**Especialidad:** Diseño Industrial

**Convocatoria:** Mayo 2011

<b>1. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>Pag. 3</b>
<b>2. IMPORTANCIA DEL PACKAGING.....</b>	<b>Pag. 6</b>
<b>3. TECNOLOGÍA EYE TRACKING</b>	
3.1. INTRODUCCIÓN.....	Pag. 8
3.2. FUNCIONAMIENTO.....	Pag. 8
3.3. REPRESENTACIÓN DE DATOS.....	Pag. 15
3.4. TECNOLOGÍAS.....	Pag. 17
3.5. ESTUDIOS Y CAMPOS DE APLICACIÓN.....	Pag. 19
<b>4. USO DEL MOBILEEYE</b>	
4.1. CONOCIMIENTOS DEL SISTEMA.....	Pag. 21
4.2. USO DEL SISTEMA.....	Pag. 23
4.3. PRUEBAS FINALES.....	Pag. 28
<b>5. EXPERIMENTO</b>	
5.1. DISEÑO DEL EXPERIMENTO.....	Pag. 34
5.2. REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	Pag. 38
<b>6. RESULTADOS .....</b>	<b>Pag. 41</b>
<b>7. CONCLUSIONES .....</b>	<b>Pag. 46</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>Pag. 48</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>Pag. 49</b>
<b>ANEXOS</b>	
<b>ANEXO A: Tabla Excel de los test.....</b>	<b>Pag. 50</b>
<b>ANEXO B: Imágenes de los Resultados.....</b>	<b>Pag. 55</b>

# 1. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

---

El concepto de Eye-Tracking consiste en el seguimiento y captura el movimiento ocular. Es un conjunto de tecnologías que permiten monitorizar y registrar la forma en la que una persona mira una determinada escena o imagen, en concreto en qué áreas fija su atención, durante cuánto tiempo y qué orden sigue en su exploración visual.

Las técnicas de Eye-Tracking tienen una gran aplicación en una amplia variedad de disciplinas y de estudio, desde el marketing y la publicidad hasta la investigación médica o la psicolingüística, de las cuales se extraen conclusiones muy interesantes y permiten un gran avance social.

El uso del Eye-Tracking ofrecen información exclusiva y de gran valor para comprender el comportamiento de los usuarios y así poder evaluar el diseño de interfaces, señalización, web, juegos de ordenador, envases, paneles publicitarios, etc.

Puesto que esta tecnología de seguimiento del ojo permite estimar con precisión dónde está mirando una persona, se plantea este estudio, con el objetivo de determinar la forma en la que el usuario explora visualmente un envase de chicles a través de sus atributos.

El dispositivo utilizado para este estudio es el denominado **MobileEye**, perteneciente a la empresa Applied Science Laboratories (ASL) y es propiedad del grupo de Investigación y Desarrollo en Ergonomía (ID-ERGO), correspondiente al Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A) de la Universidad de Zaragoza y está encuadrado en el Área de Bioingeniería.



**Figura 1.** Dispositivo MobileEye.

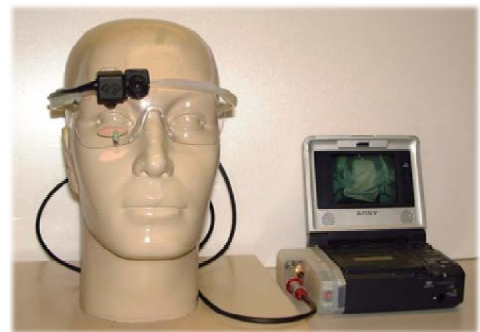
Como descripción general, el MobileEye es un sistema conformado por unas gafas (SMU) con dos cámaras, una enfoca al ojo y la otra a la escena. Un grabador de vídeo portátil (DVCR) con el que se graban las experiencias, y por último un RMU que conecta los dos anteriores. Las grabaciones y datos obtenidos se calibran y procesan en un software (EyeVision y EyeVisionConfingTool) y en un PC específicos.

El sistema acopla las señales de video del ojo captadas por la cámara interior de las gafas y la imagen de la escena captada por la cámara exterior, para producir una única señal de video.

Por las características del sistema y sus posibilidades se plantea la realización de una experiencia de la que se obtengan conclusiones relevantes y que solo sean competencia de una tecnología como la del Eye-Tracking.

Gracias al seguimiento del ojo se pueden obtener datos muy interesantes sobre como averiguar qué es lo que llama la atención del usuario en el proceso de compra, o a donde se desvía su mirada, la lectura, la comprensión, la trayectoria y cualquier parámetro relacionado con la percepción visual.

Debido a todo esto, la elección de desarrollar esta experiencia viene precedida por algunos estudios de consumo, en concreto estudios sobre de la importancia del packaging en el punto de venta.



**Figura 2.** Sistema completo Mobile Eye.



**Figura 3.** Usuario utilizando la tecnología de Eye-Tracking en el proceso de compra.



Este experimento en concreto, consiste en el análisis del **impulso que te conduce a la compra rápida de chicles**. Se investiga la repercusión del envase, su diseño, sus atributos y sobre todo la distribución y jerarquización de la información y si estos pueden influir en la elección final.



**Figura 4.** Diferentes envases de chicles.

En los lugares donde es vital la correcta colocación, percepción e interpretación de estos envases, es en sitios con muchos reclamos publicitarios, mucha variedad de producto y dura competencia, como por ejemplo centros comerciales, supermercados,, etc. Estos envases se colocan en lugares donde la compra es inmediata, como en la entrada de las cajas de los supermercados a la hora de pagar, por lo que la elección de un envase de chicle u otro debe de producirse en un breve instante de tiempo.

Con la realización de este estudio se pretende que queden contemplados detalles de percepción de los usuarios, puesto que este experimento puede llegar a marcar una innovación importante en el diseño de envases de chicles y ver qué elementos son superfluos ya que no ayudan a la comprensión inmediata.

Para que este estudio ayude a aclarar la unión y complementación de la tecnología de Eye-Tracking con la importancia del packaging en el punto de venta, se va a incidir en una serie de ideas y conceptos relacionados con estas dos aéreas, tomando como referencia otros estudios realizados anteriormente.

## 2. IMPORTANCIA DEL PACKAGING

El packaging o empaque es una envoltura que contiene productos de manera temporal principalmente para agrupar unidades de un producto pensando en su manipulación, transporte y almacenaje.

Otras funciones del packaging son proteger el contenido, informar sobre sus condiciones de manejo, requisitos legales, composición, ingredientes, etc. También conforma la identidad del producto, es el link de códigos morfológicos con su consumidor. Dentro del establecimiento comercial, el packaging puede ayudar a vender el producto y definir una compra impulsiva mediante su diseño gráfico y estructural.

La saturación del mercado de consumo impone al packaging una responsabilidad cada vez más importante para llamar la atención en el punto de venta. Poder establecer una diferencia, llamar la atención, volverse más relevante para el usuario y en definitiva ganar su preferencia son factores donde el packaging tiene un valor fundamental y donde es posible generar una ventaja competitiva importante.

Disponer de un buen diseño de packaging es de vital importancia para aumentar las ventas del mismo. Hay que lograr que refleje de forma correcta y seductora la personalidad del producto y que transmita seguridad. El usuario tiene que poder entender fácilmente lo que se le quiere transmitir.



**Figura 5.** Diseños de packaging.

La fórmula visual que se añade a un producto es la que logrará diferenciarlo del resto frente a la mirada siempre crítica del consumidor. Es aquí donde entra en juego la técnica del Eye-Tracking o seguimiento del ojo. Esta permite estimar con gran precisión dónde está mirando el usuario, y averiguar qué es lo que le llama la atención o que se la desvía.

Escasos segundos es lo que tarda un consumidor en el punto de venta en decidir si compra un producto o no. Estos pocos segundos pueden suponer que todo el esfuerzo en packaging, publicidad e investigación se pierda para siempre.



**Figura 6.** Usuario en el proceso de compra.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio, es determinar gracias a la tecnología de Eye-Tracking, **la forma en la que el usuario explora visualmente el envase de chicles**. De este modo se pueden obtener conclusiones relevantes y que solo son competencia de una tecnología como esta.

Esta experiencia nos lleva a estudiar qué elementos son superfluos y cuales son esenciales para la comprensión inmediata del usuario, por lo que puede llegar a marcar una innovación importante en el diseño de envases de chicles .

### 3.1. INTRODUCCIÓN

El concepto de Eye-Tracking hace referencia a un conjunto de tecnologías que permiten monitorizar y registrar la forma en la que una persona mira una determinada escena o imagen, en concreto en qué áreas fija su atención, durante cuánto tiempo y qué orden sigue en su exploración visual.

Las técnicas de Eye-Tracking tienen un gran potencial de aplicación en una amplia variedad de disciplinas y áreas de estudio. La tecnología de seguimiento ocular es uno de los sistemas de medición biométrica que más interés despierta ya que se acerca por primera vez al *Neuromarketing* (Aplicación de técnicas pertenecientes a las neurociencias al ámbito de la mercadotecnia, estudiando los efectos que la publicidad y otras acciones de comunicación tiene en el cerebro humano, con la intención de poder llegar a predecir la conducta del consumidor).

Aunque la tecnología de Eye-Tracking puede parecer reciente, el estudio del movimiento ocular tiene más de un siglo de historia, y su primera aplicación en el diseño ergonómico data de los años 50. La creciente atención que las técnicas de Eye-Tracking está motivada por su considerable mejora técnica y sus resultados significativos.

### 3.2. FUNCIONAMIENTO

Existe una gran variedad tecnológica de sistemas de Eye-Tracking, cada uno con sus propias ventajas e inconvenientes. La mayoría de sistemas actuales se basan en el uso de cámaras sin necesidad de contacto físico.

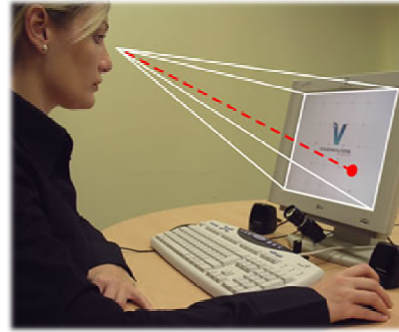
Entre los sistemas basados en el seguimiento de la mirada, existen dos grupos según el grado de inmersión del usuario:

- **Intrusivos:** Aquellos que se colocan sobre el usuario.

- **No intrusivos:** Registran el movimiento ocular desde la distancia, normalmente ubicados y camuflados en monitores.



**Figura 7.** Sistema Eye-Tracking intrusivo.



**Figura 8.** Sistema Eye-Tracking no intrusivo.

El curso que sigue el funcionamiento de esta tecnología es el siguiente:

**1º Calibración** del dispositivo.

**2º Captura de imágenes** mediante cámaras.

**3º Calibración en el Software**, que calcula en base a la localización de la pupila y los reflejos corneales, la parte de la escena que está mirando el usuario.

El mayor coste de estos sistemas radica en el desarrollo del software, es decir los algoritmos de procesamiento de imagen y seguimiento.

La función de estos software no es otra que determinar sobre la rotación ocular, hacia dónde dirige la persona su visión central, y por tanto qué zona de la escena visual estará siendo percibida en cada momento. Asocian mediante expresiones matemáticas las imágenes del seguimiento del ojo capturadas por una cámara con el punto observado por el usuario en la escena.

El ajuste de los coeficientes de estas ecuaciones matemáticas, se realiza a través de un procedimiento previo de **calibración**.

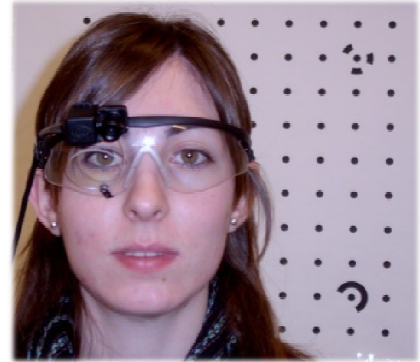
Este se basa en obligar al usuario a fijar la vista en determinados puntos de la escena antes de realizar la prueba. De esta manera y gracias a estos puntos, el dispositivo es ajustado a un usuario específico, con una escena particular y una propia configuración del sistema.

Las investigaciones desarrolladas han permitido la construcción de un modelo matemático que consiste en un usuario mirando una escena mientras una cámara captura imágenes de su ojo, utilizando para ello múltiples fuentes de iluminación.

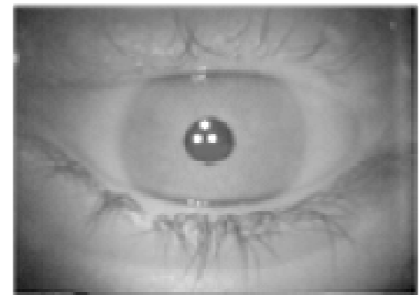
Dichas fuentes generan reflejos corneales que aparecen como grupos de píxeles brillantes. El lugar donde aparecen estos en la imagen, depende de la posición de la cornea respecto de la cámara que la graba, así como el radio de la pupila y el punto de iluminación correspondiente.

A partir de la información recogida sobre la pupila y la posición relativa de los reflejos corneales, se deduce donde está mirando el usuario. Por lo tanto se consigue el recorrido y los movimientos del ojo.

Para poder realizar correctamente los estudios teóricos y prácticos con la tecnología del Eye-Tracking, ha sido necesario un conocimiento previo del sistema ocular para desarrollar distintas técnicas de captura y análisis. En los siguientes apartados se detalla la información relativa al globo ocular y a sus movimientos y la relación de estos con los métodos de captura.



**Figura 9.** Usuario con una matriz de puntos de calibración.



**Figura 10.** Reflejos corneales.



### 3.2.1. Ojo Humano: Anatomía.

El ojo es un órgano que detecta la luz, por lo que es la base del sentido de la vista. Se compone de un sistema sensible a los cambios de luz, capaz de transformar éstos en impulsos eléctricos.

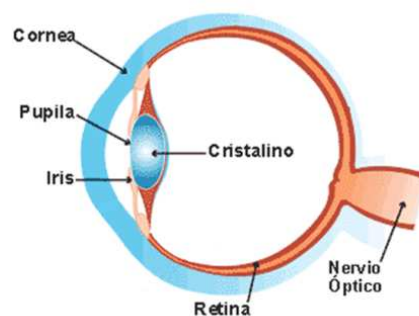
El ojo funciona como una cámara, proyectando imágenes en la retina, donde la luz se transforma, gracias a unas células llamadas fotorreceptoras, en impulsos nerviosos que son trasladados a través del nervio óptico al cerebro.

Las partes más importante del ojo respecto al estudio de la técnica del Eye-Tracking son la cornea y la pupila.

- **Cornea:** estructura hemisférica y transparente localizada al frente del ojo que permite el paso de la luz y protege al iris y al cristalino. Posee propiedades ópticas de refracción significativas, representando cerca de 2/3 de la capacidad total de enfoque del ojo.

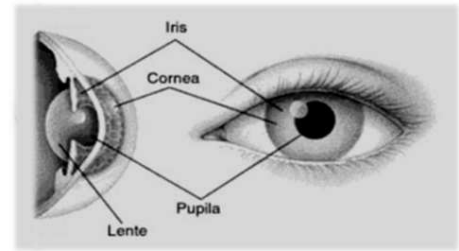
- **Iris:** membrana coloreada y circular del ojo que separa la cámara anterior de la cámara posterior. Posee una apertura central de tamaño variable que comunica las dos cámaras: la pupila, de color negro. La zona blanca que se encuentra alrededor se denomina esclerótica.

- **Pupila:** orificio situado en la parte central del iris por el cual penetra la luz al interior del globo ocular. Es una abertura dilatable y contráctil, de color negro que tiene la función de regular la cantidad de iluminación que le llega a la retina, en la parte posterior del ojo.



**Figura 11.** Anatomía del ojo humano.

- **Retina:** tejido sensible a la luz situado en la superficie interior del ojo. Es similar a una tela donde se proyectan las imágenes. La luz que incide en la retina desencadena una serie de fenómenos químicos y eléctricos que finalmente se traducen en impulsos nerviosos que son enviadas hacia el cerebro por el nervio óptico.



**Figura 12. Ojo humano.**

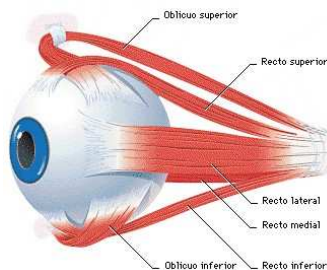
- **Nervio óptico:** nervio craneal y sensitivo, encargado de transmitir la información visual desde la retina hasta el cerebro.

### 3.2.2. Ojo Humano: Movimiento ocular.

Los seres humanos tenemos una gran cantidad de comportamientos asociados a los movimientos del ojo y a la dirección de la mirada. Su estudio ha contribuido a la comprensión del sistema visual y los mecanismos relacionados con la percepción, y también a profundizar en determinados aspectos del funcionamiento cerebral.

Nuestro sistema visual ha optado por la rapidez frente a la calidad, no vemos todo al detalle. Movemos nuestros ojos entre 3 y 5 veces por segundo y el ojo nunca se detiene, incluso cuando dormimos.

Los movimientos del globo ocular se llevan a cabo gracias a seis músculos oculomotores controlados por los nervios craneales. Estos orientan el ojo en dirección vertical, horizontal o circular.



**Figura 13. Músculos oculomotores.**

Existen diversos movimientos característicos del ojo que guardan una estrecha relación, con diversos procesos y mecanismos psicológicos.

Algunos de estos movimientos son:

- **Movimientos compensatorios:** Movimientos reflejos que implican la participación coordinada de ambos ojos y surgen como un mecanismo de fijación del campo visual ante movimientos de la cabeza o del tronco. Son rápidos y compensan un desplazamiento de la cabeza asegurando estabilidad en la imagen retiniana.

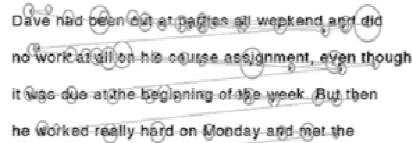
- **Sacádicos:** Los sacádicos constituyen uno de los movimientos más característicos de los ojos. Son movimientos fundamentalmente voluntarios y muy rápidos. Nos permiten visualizar diversas zonas de una escena. Los utilizamos para dirigir la mirada a diversas zonas del ambiente y facilitar así la recogida de información. Conectan una fijación con otra.

Los humanos no miran una escena de forma estática por lo general. En vez de esto, los ojos se mueven, buscando partes interesantes y construyendo un *mapa mental*. Si toda la escena fuera vista en alta resolución, el diámetro del nervio óptico sería incluso mayor que el del propio globo ocular además de un cerebro varias veces superior al actual. No implican un proceso cognitivo.

El rasgo más distintivo de un sacádico es la relación existente entre el tamaño del movimiento y la velocidad punta, a mayor amplitud del movimiento mayor velocidad. Es la denominada *main relation*.

- **Fijaciones:** Es un complejo proceso, el cual está influido por numerosos factores, pero en el que se determina qué zonas del estímulo se atienden, cómo se integra la información, a qué zonas de la periferia visual se debe prestar atención y a qué zonas de la escena se dirigirá la siguiente fijación ocular. Por ello, las fijaciones son el parámetro ocular más ampliamente utilizado para la percepción y atención. Son focos de atención que implican recogida efectiva de información.

Entre **sacádicos y fijaciones** se producen interacciones psicológicas de interés. La fijación ocular es más larga cuanto mayor ha sido el desplazamiento sacádico precedente.



Dave had been out at parties all weekend and did no work at all on his course assignment, even though it was due at the beginning of the week. But then he worked really hard on Monday and met the

**Figura 14.** Proceso de lectura con movimientos sacádicos y fijaciones.

Durante una fijación no sólo se atiende a la zona que se circunscribe a la fóvea sino también a la periferia, de tal forma que la información periférica es pre-procesada, con lo cual, al redirigir la mirada hacia ella se exige una fijación ocular de menor duración que si la zona hubiera quedado fuera del campo visual y se mirara por primera vez

- **Micromovimientos de fijación:** Durante las fijaciones oculares es posible descubrir micromovimientos de naturaleza involuntaria, con una amplitud inferior a 1º, cuya misión es ubicar la imagen lo más exactamente posible en la fóvea.

- **Movimientos de seguimiento o persecución lenta:** Son movimientos que se producen de forma coordinada con ambos ojos y cuya finalidad es la de seguir estímulos visuales que se desplazan lentamente. A priori no son movimientos voluntarios y su finalidad no es otra que la de estabilizar la imagen visual en movimiento sobre la retina.

Todos estos datos sobre los distintos tipos de movimientos, ayudan a comprender que la mayoría de ellos son involuntarios, y responden a estímulos de los que uno mismo no es consciente, pero que son capaces de provocar una reacción.

Estos estímulos son los que se pueden detectar con técnicas de seguimiento de movimiento ocular.

Al analizar esta información se entiende mejor las distintas tecnologías y dispositivos de captación de la mirada, así como los datos recogidos en experiencias realizadas.

### 3.3. REPRESENTACIÓN DE DATOS

Para posibilitar la interpretación de la gran cantidad de datos que se recogen durante una sesión de Eye-Tracking, existen software que generan una serie de representaciones con el objetivo de resumir gráficamente el comportamiento visual de un usuario o un conjunto de usuarios.

La representación de datos tiene varias posibilidades, como la de remarcar zonas de interés y atención del usuario, rutas de observación, orden y rapidez en que quedan percibidos los diferentes elementos, tiempo observado.

Cuando se procede a analizar el comportamiento visual de los usuarios de forma individualizada, se suelen emplear **representaciones animadas** de un punto sobre la interfaz, que indican dónde ha fijado en cada momento su atención, así como un pequeño rastro en forma de línea que indica los movimientos previos.

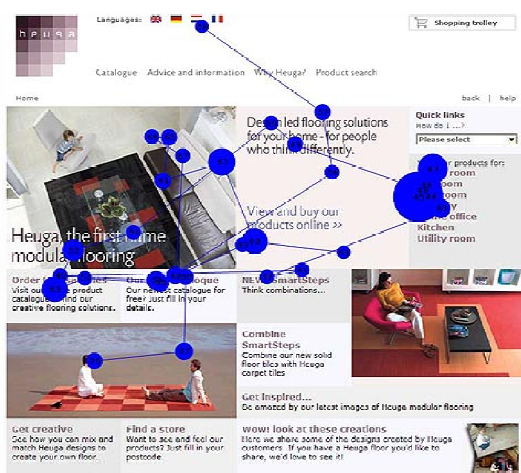


Figura 15. Representación de ruta sacádica.

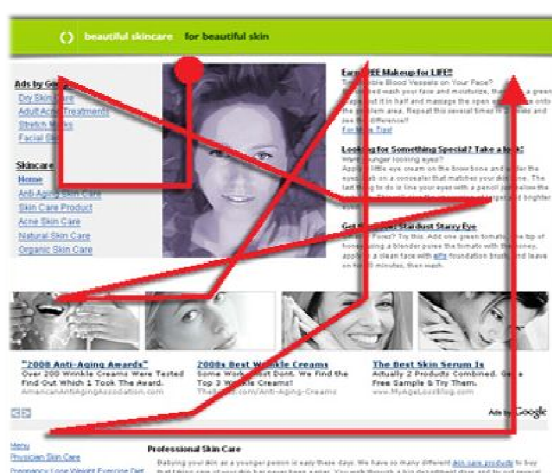
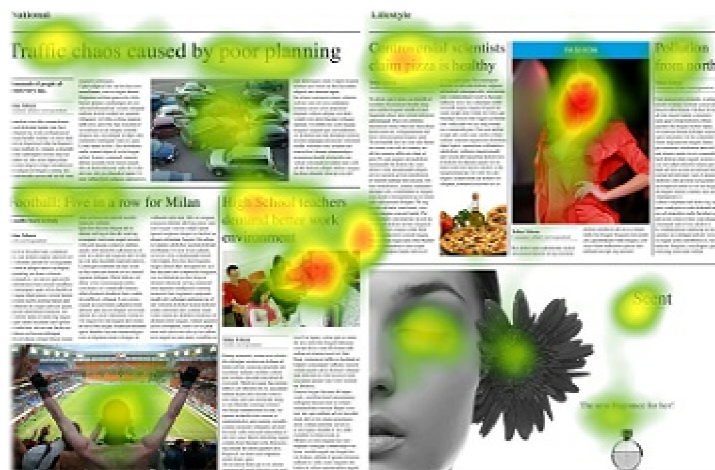


Figura 16. Representación de trayectoria.

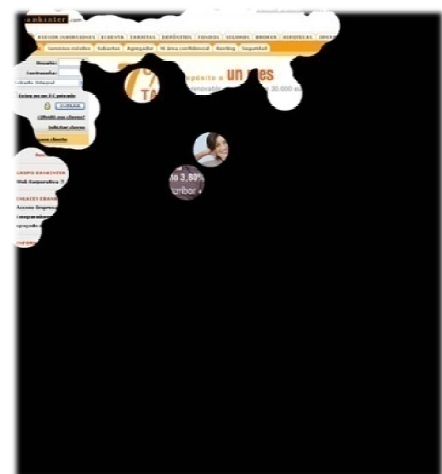
Una representación estática adecuada para el análisis aglomerado de los patrones de exploración visual de grupos de usuarios, son los **heatmaps o mapas de calor**. En estas representaciones, las zonas calientes señalan dónde han fijado los usuarios su atención con mayor frecuencia.

Todas estas representaciones gráficas resultan muy ilustrativas. De hecho, estas representaciones tienen una gran capacidad comunicativa, ya que permiten demostrar que el usuario no explora la interfaz de forma tan ordenada y previsible.



**Figura 17.** Representación de un mapa de calor.

Algunos investigadores se cuestionan si estas representaciones no podrían ser más comprensibles y eficaces. Se propone el uso de mapas de **zonas ciegas**, versión simplificada de los mapas de calor en los que la pérdida de información sobre qué zonas han sido visualmente más atendidas que otras facilita la comprensión instantánea de la información más relevante y qué zonas han sido las únicas que los usuarios han visto.



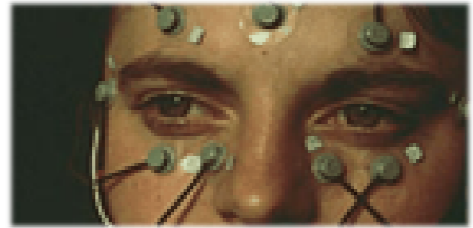
**Figura 18.** Representación de un mapa de zonas ciegas.



### 3.4. TECNOLOGÍAS

Los dispositivos se pueden dividir en **intrusivos** y **no intrusivos**, como se ha explicado anteriormente, y por la tecnología que utilice, como la grabación directa , reflexión corneal y electroculografía.

**3.4.1. La Electrooculografía** se basa en la captación de movimientos en los músculos de los ojos, que exige la aplicación directa de electrodos en partes cercanas al ojo (intrusivos) y que restringe los movimientos del usuario.



**Figura 19.** Usuario con electrodos de la tecnología de Electrooculografía

Este método es utilizado para personas que han perdido la movilidad del cuerpo y únicamente pueden mover los ojos. Mediante programas específicos estas personas pueden desde comunicarse con los demás, hasta manipular los controles de una silla de ruedas.

**3.4.2. La técnica de la reflexión corneal** consiste en sistemas basados en reflexiones sobre la cornea y la pupila. Una cámara enfoca hacia el ojo y emite un haz de luz infrarroja que provoca el reflejo corneal que la cámara vuelve a captar. Determina el movimiento ocular recurriendo a la diferencia de distancias que se produce entre el punto de reflexión de la luz infrarroja en la superficie frontal de la cornea, y el punto central de reflexión retinaria que se manifiesta a través de la apertura pupilar.

La utilización de esta tecnología exige un procedimiento previo de calibración para cada sujeto. Se pueden producir pérdidas momentáneas del registro ocular, bien por movimientos bruscos de cabeza o bien por cambios en la luz ambiental que afecten a los niveles de reflexión, refracción y al tamaño pupilar.

Aquí nos podemos encontrar los dos tipos de dispositivos. Los intrusivos, montados sobre la cabeza del usuario, que pueden ser más molestos.

Y por otro lado los no intrusivos, la cámara enfoca a la cabeza pero la movilidad es limitada.



**Figura 20.** Eye-Tracker Intrusivo.



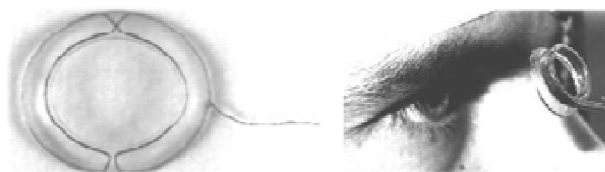
**Figura 21.** Eye-tracker no intrusivo.

**3.4.3. Purkinge** es otra tecnología que se apoya en la tecnología de reflexión y refracción, pero recurre a la diferencia de posición entre la primera imagen, la que se forma en la superficie convexa externa de la cornea, y la cuarta imagen de punkinje, la generada en la superficie cóncava interna del cristalino. Es utilizada en estudios sobre lectura, debido a que la cámara que muestrea el ojo suele ser de alta velocidad. Estos sistemas suelen superar los 1000Hz de muestreo ocular y exigen restricción en los movimientos de la cabeza mediante mentones.



**Figura 22.** Dispositivo de la tecnología Purkinge.

**3.4.4. La Tecnología basada en lentes de contacto.** Es un sistema muy preciso pero demasiado intrusivo. Es una tecnología poco utilizada.

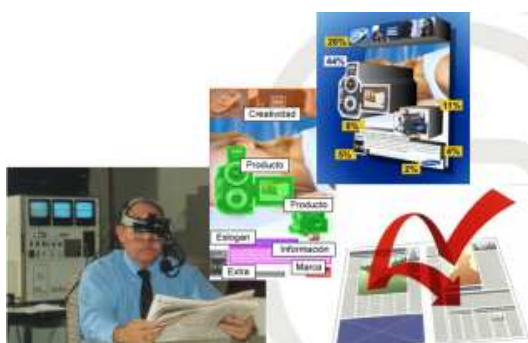


**Figura 23.** Dispositivo basado en lentes de contacto.

### 3.5. ESTUDIOS Y CAMPOS DE APLICACIÓN

**3.5.1. Marketing y Publicidad:** Área de las que más precisa esta tecnología. Realizan estudios previos de mercado en los que antes de lanzar un diseño publicitario se analizan las partes del mismo que más llaman la atención perceptivamente a los consumidores.

**3.5.2. Web:** Estudios de cómo el usuario percibe la información y como la prioriza.



**Figura 24.** Estudio de marketing y publicidad.



**Figura 25.** Estudio de paginas Web.

**3.5.3. Ejercito:** Empresas aeronáuticas realizan estudios de ergonomía para verificar la posición de los elementos en los paneles de los aviones comerciales. También en fabricantes de automóviles.

**3.5.4. Automoción y conducción vial:** Mejorar la conducta del conductor y estudiar la señalización de tráfico.



**Figura 26.** Usuario utilizando la tecnología Eye-Tracking durante la conducción.



**Figura 27.** Usuario utilizando la tecnología Eye-Tracking ante un panel de control aéreo.

**3.5.5. Estudios sobre el consumo:** Estudiar la conducta del consumidor, para poder aumentar el volumen de ventas de las empresas.



**Figura 28.** Trayectorias y puntos de fijación de los consumidores en un proceso de compra.



**Figura 29.** Usuario utilizando la tecnología Eye-Tracking en el proceso de compra.

**3.5.6. Área clínica:** Analizar y corregir defectos oculares. Diagnósticos clínicos. También en psicología, dada su fidelidad de resultados permitiendo un análisis de lo que percibe el paciente, más rigurosos que la simple observación.



**Figura 30.** Campo de aplicación clínico.

**3.5.7. Deporte:** Mejorar el rendimiento deportivo. Entrenar lanzamientos a canasta ayudando al jugador a que aprenda a fijarse en determinadas zonas del tablero con el objetivo de mejorar el tiro. Esta misma técnica la podemos encontrar en otros deportes como el tenis.



**Figura 31.** Tenista utilizando la tecnología Eye-Tracking.

Para el buen desarrollo de la experiencia, es imprescindible conocer y aprender a manejar el dispositivo correctamente, en este caso el MobileEye.

### 4.1. CONOCIMIENTO DEL SISTEMA MOBILEEYE

Para obtener el conocimiento necesario sobre este sistema, fue necesario el aprendizaje del manual de instrucciones que incorpora el MobileEye. Se disponía de dos manuales, uno el de la empresa del **MobileEye** (ASL), y otro realizado por una antigua alumna de la universidad, que ayuda a complementar el primero.

El **MobileEye** se encuentra dentro del grupo de intrusivos, de los que más portabilidad tiene, ya que permite grabar desconectado del software.

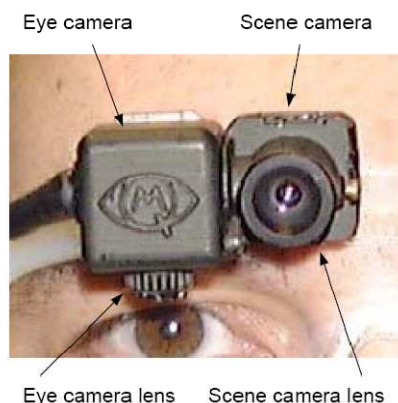
El MobileEye es un sistema conformado por unas **gafas** (SMU) con dos cámaras, una enfoca al ojo y la otra a la escena. Un **grabador de vídeo portátil** (DVCR) con el que se graban las experiencias, y por último un **RMU** que conecta los dos anteriores. Las grabaciones y datos obtenidos se calibran y procesan en un **software** (EyeVision y EyeVisionConfigTool) y en un PC específicos.

El sistema acopla las señales de video del ojo captadas por la cámara interior de las gafas y la imagen de la escena captada por la cámara exterior de las mismas para producir una única señal de video.

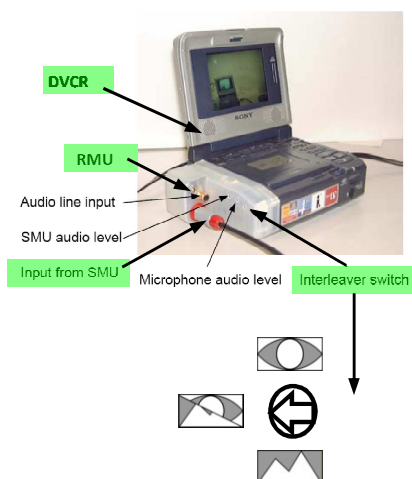


**Figura 32.** Sistema completo del Mobile Eye.

#### 4.1.1. Identificación de los componentes



**Figura 33.** Unidad SMU.



**Figura 34.** Unidad RMU y DVCR.



**Figura 35.** Iconos de los accesos directos a los software.

**SMU:** Unidad que conforman el grupo de cámaras:

**Cámara de ojo:** Recoge los movimientos del ojo a través del reflejo en el cristal circular.

**Cámara de escena:** Recoge la imagen de la escena que mira el usuario.

Encajan en la banda frontal de las gafas y se desliza para abarcar posiciones de ojo diferentes. Se pueden regular girando sus respectivas lentes.

**RMU:** Unidad intermedia entre el SMU y el aparato de grabación DVCR. Lleva el puerto de conexión con el SMU. En el RMU se encuentra el botón de interleaved, este botón tiene tres posiciones: ver en la pantalla del DVCR solo la imagen de escena, solo la imagen de ojo o ambas superpuestas (interleaved).

**DVCR:** unidad de grabación y unidad intermedia de transferencia de datos al PC.

**PC:** en el PC se encuentra el software para gestionar la calibración del SMU y para el análisis de los datos obtenidos.

La calibración se realizan en el programa **EyeVision**, y en el **EyeVisionConfigTool** se realizan todos los ajustes necesarios para el buen funcionamiento del MobileEye.



#### 4.1.2. Tipos de archivo que se generan

EyeVision genera tres tipos de archivo:

- *Archivo de usuario (.evi)*: Datos de sistema y calibración para cada usuario.
- *Archivos de datos (.csv)*: Datos de ojo y escena generados por el análisis. Los nombres de archivo de datos están basados en el nombre del fichero de usuario que se esté usando.
- *Archivo de vídeo (.avi)*: Grabación de vídeo y audio. Los nombres de archivo de vídeo están basados en el nombre del fichero de usuario que se esté usando.

### 4.2. USO DEL SISTEMA MOBILEEYE

Se trabajó con el dispositivo alrededor de 3 meses en los cuales se probaron todas las posibilidades del software y se realizaron varias pruebas de precisión. Para ello se siguieron una serie de pasos que han sido vitales para el correcto uso del MobileEye.

#### 4.2.1. Ajuste del dispositivo al usuario

Se colocan las gafas con el SMU en el usuario. Después se ajusta la tensión de la cinta para que las gafas sean estables y cómodas.

#### 4.2.2. Ajuste de la posición del ojo

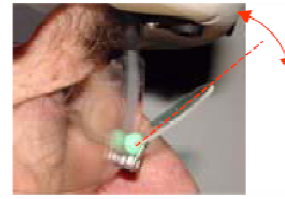
Para alinear la imagen del ojo hay que seguir los siguientes pasos:

Se desliza el SMU a lo largo del frontal hasta que la cámara de ojo esté directamente por encima del mismo.

Se mueve suavemente el círculo transparente del SMU para desplazar verticalmente la imagen hasta que el ojo se centre verticalmente. Si es necesario ajustar también la cámara del ojo.



**Figura 36.** Imagen ojo ajustándolo verticalmente.

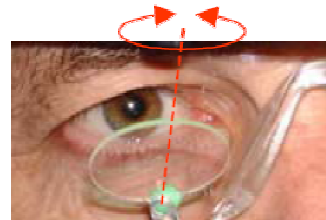


**Figura 37.** Movimiento del círculo transparente para el ajuste vertical del ojo.

Se tuerce el círculo transparente suavemente para mover la imagen del ojo horizontalmente hasta que esté centrado en la pantalla.



**Figura 38.** Imagen ojo ajustándolo horizontalmente.



**Figura 39.** Movimiento del círculo transparente para el ajuste horizontal del ojo.

Luego se mueve el círculo transparente hasta que las tres manchas reflejas sean visibles en la imagen.



**Figura 40.** Imagen ojo ajustando los tres brillos corneales.



**Figura 41.** Movimiento del círculo transparente para el ajuste de los brillos corneales.

Hay que comprobar que la imagen de ojo esté bien enfocada. Si es necesario, hacer girar la lente de cámara del ojo para conseguir un mejor enfoque de la pupila y las manchas.

#### **4.2.3. Ajuste de la imagen de escena.**

Se ajusta el campo de visión que abarca la cámara de escena para adaptarse a la tarea y se comprueba en la pantalla del DVCR que la imagen de escena esté bien enfocada.

#### **4.2.4. Grabación de la prueba**

Revisar que la pantalla del DVCR está mostrando superpuestas las imágenes de ojo y escena.

En el DVCR se aprieta las dos teclas de grabación a la vez para comenzar a grabar. Un pequeño círculo rojo aparecerá en la pantalla del DVCR.

Asegurarse de que la pupila y el grupo de manchas son visibles durante la calibración. La prueba puede comenzar.

#### **4.2.5. Análisis de las imágenes de ojo y escena superpuestas en el software**

El proceso de configurar el software de *EyeVision* para cada usuario implica las siguientes fases:

##### **- 1º Crear el nombre de archivo**

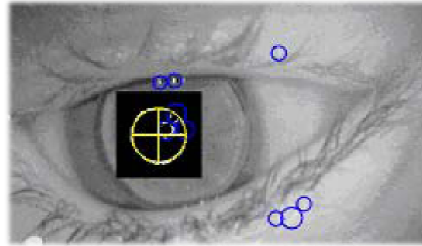
**- 2º Establecer y calibrar las manchas de los reflejos:** En la imagen de ojo es necesario ajustar los parámetros para que los tres reflejos corneales sean claramente visibles ya que sus posiciones relativas necesitan estar bien definidas.

El grupo de manchas consiste en tres reflexiones LED en la córnea. El localizador de manchas busca objetos brillantes en la imagen binaria.

La calibración de las manchas transmite al software las posiciones relativas de las manchas que debe localizar. El grupo de manchas sigue de forma fiable una serie de movimientos del ojo.

### **- 3º Establecer y calibrar la imagen de la pupila**

La imagen de la pupila necesita ser ajustada para que el límite entre la pupila y el iris esté bien definido y en el seguimiento no se pierda su posición.



**Figura 42.** Imagen de la pupila en el momento de su calibración en el software.

### **- 4º Establecer y calibrar la imagen de escena**

Calibrar el movimiento de ojo en relación con los datos de escena, relaciona posiciones de ojo con posiciones de escena conocidas.

El software necesita por lo menos tres puntos de calibración como posiciones de ojo fiables para que los resultados sean precisos. Los puntos deben estar bien separados y no deben estar en una línea recta. Utilizar más puntos mejorará precisión.

### **- 5º Salvar los datos**

Si todo ha salido satisfactoriamente, se salvan los datos del archivo .evi del usuario.

#### **4.2.6. Salida de datos**

Una vez que el sistema es creado y calibrado, EyeVision analiza la imagen de ojo y calcula la dirección de ojo correspondiente a los datos de escena. Superpuestos los datos de ojo y escena se pueden grabar en el PC creando así un video y un archivo .xls, con todos los datos de la prueba.

Los datos registrados son:

- a) *Frame*: Número de marco.
- b) *Spots x, y*: Coordenadas de la mancha principal, en píxeles para la imagen de ojo.
- c) *Pupil x, y*: Coordenadas del centro de pupila, en píxeles para la imagen de ojo.
- d) *Scene x, y*: Coordenadas de la mancha principal y del centro de pupila, con respecto a la imagen de la escena, en píxeles para la imagen de ojo.
- e) *Radio de pupila*: en píxeles de imagen de ojo
- f) *Dirección de ojo con respecto a la imagen de escena*: en píxeles para la imagen de escena.
- g) *Posición de cursor de ratón con respecto a la imagen de escena*: en píxeles para la imagen de escena.

Las imágenes de ojo y escena contienen 768 píxeles horizontalmente por 576 píxeles verticalmente. El origen es la parte superior a la izquierda de la imagen con el positivo del eje X a la derecha y el positivo de Eje Y hacia abajo.

Los datos inutilizables son mostrados por el número **-2000**.

Ejemplo los datos registrados:

Frame	Spot x	Spot y	Pupil x	Pupil y	Pupil r	Scene x	Scene y	Mouse x	Mouse y
104950	490.96	323.22	490.62	374.40	57.34	360.93	396.34	515	400
104951	499.02	322.98	498.54	374.85	57.45	361.17	397.28	503	478
104952	499	323.16	498.53	374.54	57.58	360.82	396.18	494	475
104953	499.15	323.45	493.8	375.02	57.43	361.46	394.45	477	473
104954	499.21	323.45	498.91	375.23	57.52	361.49	394.35	457	470
104955	499.28	323.51	498.92	374.84	57.53	361.87	394.43	434	466
104956	499.23	323.46	498.91	375.14	57.67	361.59	394.68	417	465
104957	499.04	323.44	499.02	375.23	57.61	360.78	394.62	403	465
104958	499.36	323.6	499.25	375.52	57.27	362.34	393.29	391	463
104959	499.54	323.32	499.27	375.43	56.98	363.13	394.59	370	462
104960	499.53	323.13	499.63	375.09	56.95	362.91	395.3	337	460

**Figura 43.** Datos registrados por el MibileEye en el Excel.

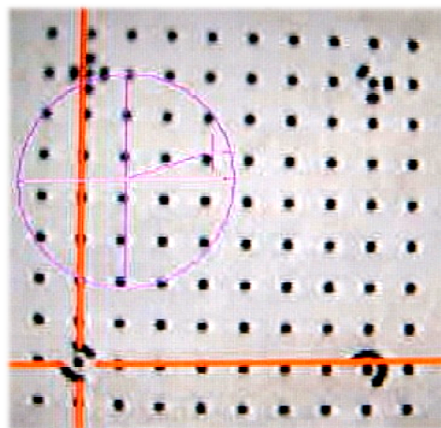
### 4.3. PRUEBAS INICIALES

Al mismo tiempo que se trabajaba con el aprendizaje del MobileEye, se avanzaba con la realización de diversas pruebas previas al experimento final. Para así detectar fallos de precisión, calidad de imagen, condiciones optimas de funcionamiento, tiempo invertido, usuarios, etc. Todas estas pruebas se realizaron con escena fija.

Las primeras fueron sobre la calibración, ya que era lo más importante para unos resultados óptimos. Se quería comprobar el alcance del dispositivo.

Se realizaron las pruebas con distintas personas para poder ir cambiando todos y cada uno de los parámetros que ofrece el software, así abarcar todas las condiciones posibles y conocer el modo más eficaz de captación.

Se comprobó que al aumentar el número de puntos de calibración de escena, se conseguía más eficacia y precisión.



**Figura 44.** Prueba de calibración sobre una matriz de puntos.

También se descubrió que aun con más de 3 puntos de calibración, la precisión podía fallar. Esto es debido a la posición de estos puntos. Si están colocados a gran distancia unos de otros, o muy en las esquinas de la imagen de escena, estos se distorsionan.

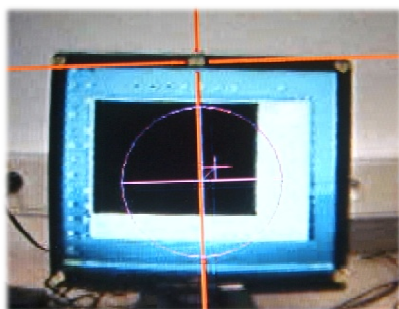


Si el usuario tiene que forzar mucho los ojos para llegar a percibirlos, o precisa del movimiento de la cabeza, el software no los reconoce.

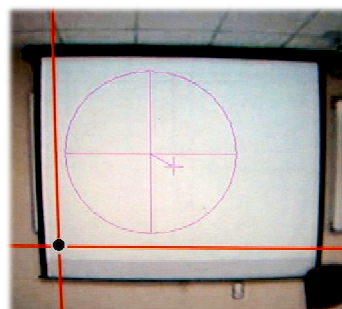
Respecto a esto también se dedujo una relación entre el ojo derecho, el izquierdo y la escena ya que la cámara que graba esta en el ojo derecho.

Las siguientes pruebas tratan otros aspectos que ni el manual recogía ni antes se habían tenido en cuenta, como por ejemplo el uso de lentes de contacto, gafas, parpadeo o incluso el color de ojos de los usuarios. Llegando a obtener un conocimiento óptimo del sistema, sus ventajas y limitaciones, su alcance real y sus posibilidades. Algunas de éstas pruebas fueron:

- Se probó hacer los ensayos sobre una pantalla de ordenador y también sobre un proyector, para ver que daba mejores resultados. Estos fueron parecidos en cuanto a precisión, pero distintos en calidad de imagen y contraste, siendo preferible el uso del proyector.



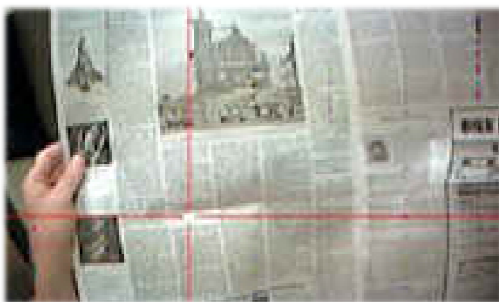
**Figura 45.** Prueba sobre pantalla de ordenador.



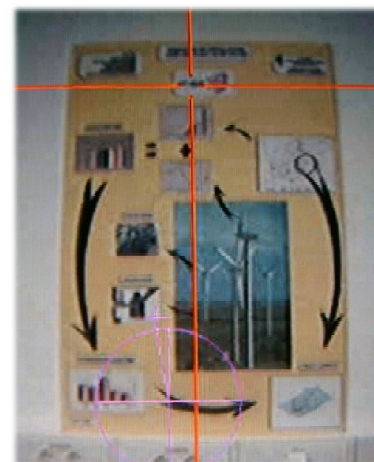
**Figura 46.** Prueba sobre proyector.

- Se investigó como mejorar el enfoque de las cámaras y mejorar su calidad. Las cámaras del SMU pueden regular el enfoque pero no resulta nada bueno. Para ello se probaron variables del software, pero la calidad de la grabación seguía siendo mala.

- Se estudió si el parpadeo influía en los resultados. Se concluyó que a una frecuencia normal de parpadeo el sistema funcionaba bien, pero si se producía un exceso se perdía la señal.
- También se investigó sobre la dilatación de la pupila. Se comprobó si el cambio de luz influía en los resultados y se mostró que no tenía relevancia.
- Si los ojos claros pueden hacer perder la señal, es decir los brillos corneales se pierden. Dependiendo del grado de claridad del ojo, salen más o menos bien aunque con poco contraste, pero si se trata de casos de iris muy claros, se llega a perder la señal.
- El uso de lentes de contacto también era un tema a probar. En este caso se puede decir con seguridad que se pierde totalmente la señal. Los brillos corneales quedan camuflados y distorsionados por más brillos que producen éstas lentes de contacto.
- Para una buena comprobación del sistema, se diseñaron pruebas de lectura y navegación gráfica. Se encontraron movimientos muy rápidos que intuían el proceso de lectura, pero esto dependía en gran medida del tamaño de la letra. La precisión era mala si la letra no era lo suficientemente grande.



**Figura 47.** Prueba de lectura en periódico.



**Figura 48.** Prueba de lectura en un panel publicitario.

-También se hicieron estas pruebas con el fin de descubrir que datos ofrecía esta tecnología y cómo interpretarlos. Se trabajó con la hoja Excel para deducir y entender los diferentes datos que presenta.

Mientras el ejercicio de las mismas, surgieron otros problemas que desembocaron en otras experiencias más específicas. Una de estas dificultades fue el ajuste que proporcionaba el dispositivo. Es decir, a la hora de colocar y adaptar las gafas al usuario, se tardaba mucho en conseguir una buena calibración. Sus componentes, como el conjunto de cámaras (SMU) se manipulaban con dificultad.

El dispositivo requería de una serie de aprietes que permitieran más precisión y que le facilitara al usuario la comodidad de las gafas.

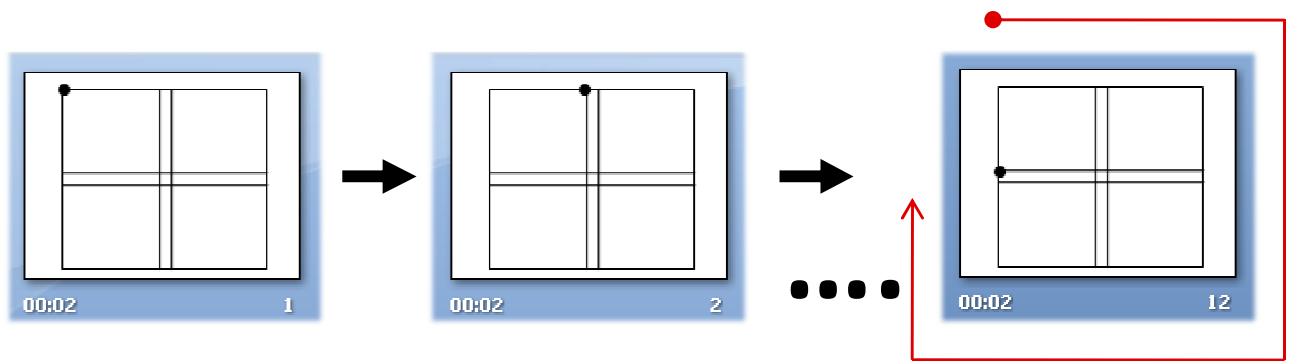
Durante unos días, se estudio con la ayuda del técnico del Área de Proyectos de Ingeniería, Jesús Gil, una serie de adaptaciones para mejorar el dispositivo. Se buscaron otros dispositivos existentes para ver y comparar elementos de ajuste.

Entonces se obtuvieron una serie de conclusiones e incluso se predijo nuevas líneas de rediseño. Al final se decanto por dejar el dispositivo tal y como estaba, ya que las mejoras requerían de una gran inversión de tiempo y dinero que no eran objeto de este proyecto.

Por último se realizo a un usuario una prueba final previa al experimento real, con la que se tuvieron en cuenta todas las conclusiones obtenidas en estas pruebas anteriores. Para ello se diseño una presentación en PowerPoint de envases de chicles, que simulaba a grandes rasgos la prueba real.

Esta presentación consistía en 17 diapositivas. Las 12 primeras eran de calibración, de un intervalo de 2 segundos cada una. Las diapositivas 13,15 y 17 eran también de calibración y a la vez separaban las diapositivas de los envases. Estas tenían un intervalo de 2 segundos. Esto ayudaba al posterior análisis de datos porque marcan el principio y el fin de las diapositivas de los envases.

Por último, las diapositivas 14 y 16 con intervalos de 1 segundo y 2 segundos respectivamente, son las dispositivas que contienen las imágenes graficas de los envases, que nos interesan para este experimento.

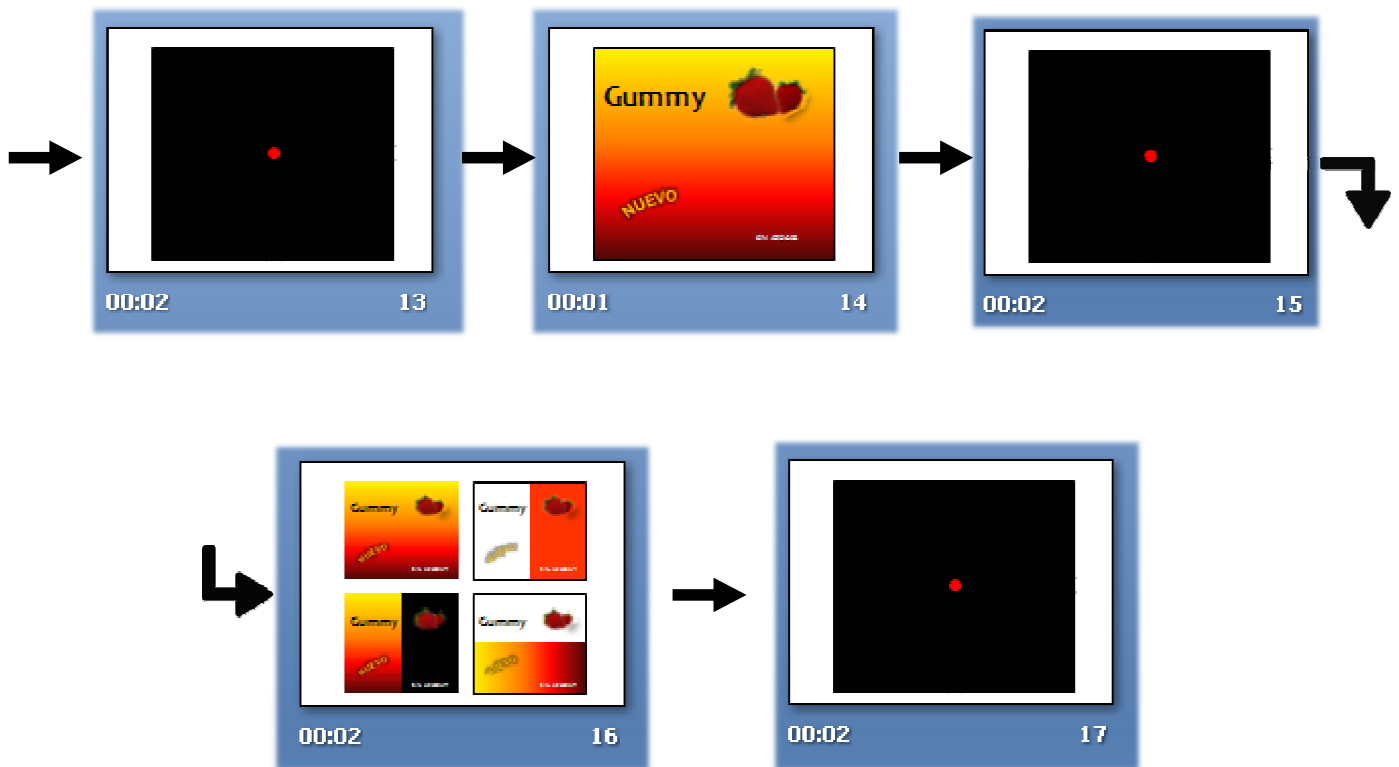


**Figura 49.** 12 primeras diapositivas de calibración.

Las 12 primeras diapositivas de calibración, consistían en un punto moviéndose en cada hoja, recorriendo así todo el perímetro del envase. Esto permite tener el área de visión controlada y calibrada. Obligando al usuario a fijar la vista en el punto.

La diapositiva 13, 15 y 17 contienen un punto rojo en el medio, donde debe de fijar de nuevo la vista. A partir de ellas, vienen las dos hojas de los envases, donde el perceptor mira lo que quiere, es decir lo que más le llama la atención.

En la diapositiva 16 aparece solo un envase ocupando todo el área calibrada. Está compuesto por 4 elementos: el título, dibujo del sabor, *NEW, sin azúcar*. Aquí lo que se quiere estudiar es la relevancia de estos elementos. Qué percibe el usuario antes y a lo que le da más importancia. En la 18 aparecen 4 envases con fondos de diferentes colores, para estudiar cuál se percibe antes o gusta más y se le da tiempo a verlos todos.



**Figura 50.** Diapositivas 13, 14, 15, 16 y 17 de la prueba.

Al finalizar la presentación se le hicieron una serie de preguntas para ver si recordaba lo que había visto. El usuario tan solo se acordaba del nombre de los chicles y el sabor.

Esto seguramente se debía al tamaño de la letra, jerárquicamente el más grande e importante y en el caso del sabor, quizás lo percibió gracias a la imagen grafica de las fresas, ya que si hubiera sido en forma de texto, igual no lo hubiera percibido como paso con los demás textos.

Como era una prueba experimental y no servía para el estudio final, no se hizo de forma muy rigurosas ni se hizo un análisis de datos. Pero si que ayudo a diseñar las presentaciones, encuestas finales y a sacar alguna que otra conclusión.

La idea principal que se obtuvo en esta prueba, fue la importancia de diseñar una posición fija donde colocar a todos los individuos por igual y colocar las diapositivas de los puntos rojos para diferenciar una hoja de envase de la otra.

### 5.1. DISEÑO DEL EXPERIMENTO

El objetivo es analizar cómo y a que partes del envase miran los consumidores, el recorrido y la fijación. Para extraer como resultado partes que se perciben mejor, más rápido. Para ello las imágenes deben de proyectarse en breve instante de tiempo para simular así el proceso de compra.

Lo primero fue diseñar un envase de chicles, el cual reuniese todas las características que se querían analizar en este experimento. Con la supervisión de la profesora Ana Serrano, del Área de Proyectos de Ingeniería, se estuvo durante unos días reflexionando como debería ser la estética y el diseño del packaging, su forma, sus elementos, jerarquía, importancia informativa, y el nombre del producto. Este debía tener un nombre fácil de identificar y recordar, con gran nivel de pregnancia a la vez que atractivo y dinámico.

Tras estas reflexiones, se concreto en primer lugar la forma. Una forma rectangular que responde a proporciones de medida aurea, y que se puede encontrar en el mercado. Segundo, se pensó en el nombre de **XTREME**, una palabra energética que inspira un sentimiento o una sensación, porque son precisamente estos conceptos los que se quieren transmitir hoy en día con los chicles, “Un mundo de sensaciones”.

Después se pensó sobre que otros componentes eran interesantes y que distribución tendrían. Se decidió utilizar una imagen gráfica, o un logo que apoyase y potenciase el título, como son las X, acompañadas de componentes informativos, como el sabor tropical, el sin azúcar y la cantidad de 14 chicles por envase. Hasta que al final se consiguió un diseño fuerte y seductor.



Figura 51. Diseño final del envase de chicles.

Una vez diseñada la composición del envase con todos sus elementos, había que darle diferentes fondos para descubrir con cuál de ellos era más clara la información. También se quería averiguar cual de los diferentes colores es más sugerente y seductor para el consumidor.

Se pensó en degradados, excepto uno en tinta plana. El color base es el naranja y de ahí salen los otros tres al mezclarlo con blanco, negro y amarillo. Los degradados son todos en vertical y van desde los extremos hasta el centro donde se produce la fusión de colores.



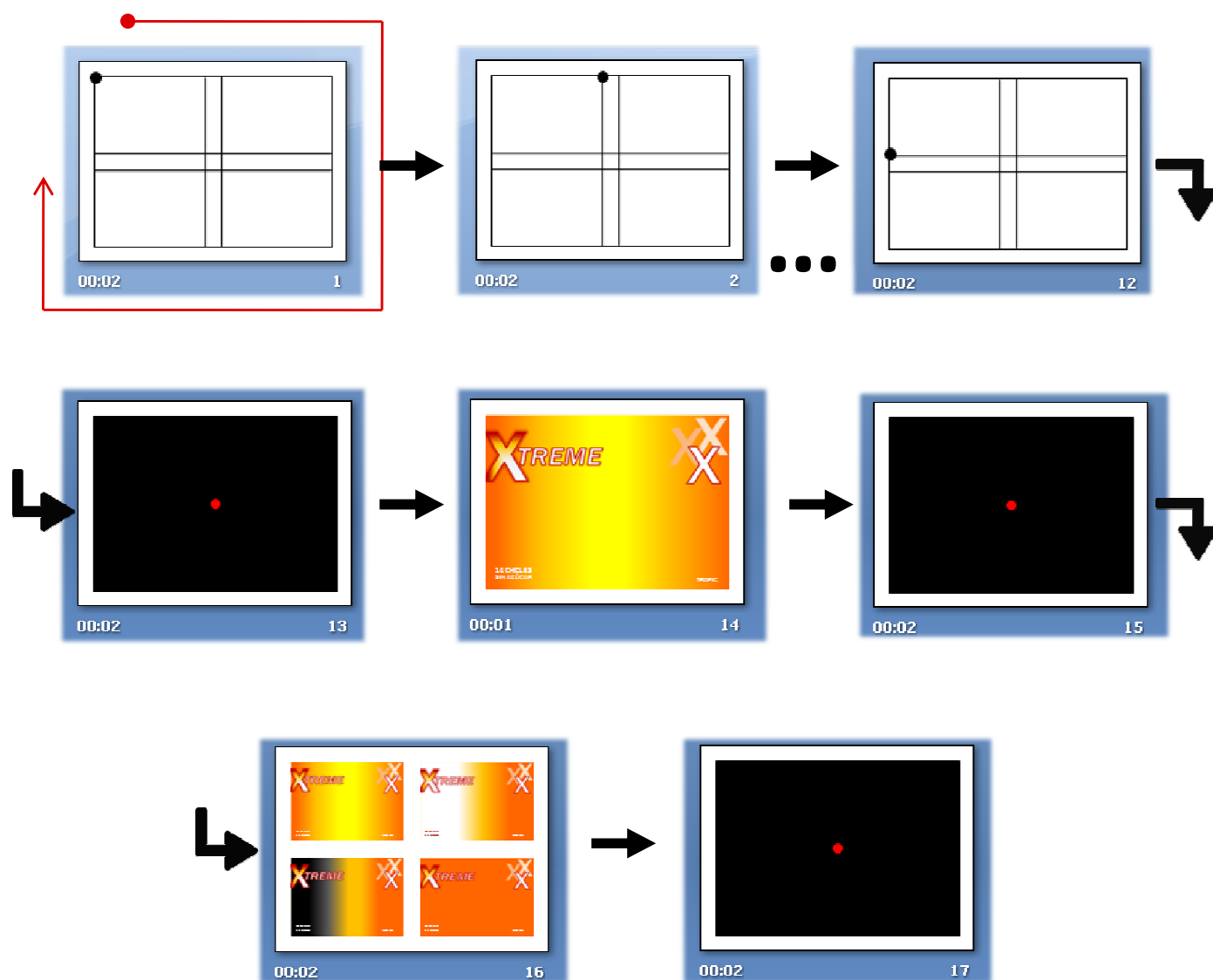
**Figura 52.** Envases con las diferentes combinaciones de colores de fondo.

A partir de aquí se plantearon cuatro presentaciones diferentes en las que variaba el orden y distribución de los elementos dentro del envase, y el orden de posición de los cuatro envases. Esto se pensó para prever posibles patrones de lectura. Es decir, por si los usuarios siempre siguen la misma trayectoria porque es su forma natural de percepción.



Las cuatro presentaciones que se diseñaron cada una 17 diapositivas. Una secuencia previa de 12 diapositivas de calibre del área a percibir, de 2 segundos cada una. Las diapositivas 13, 15 y 17, con un punto rojo en el medio que está obligado a mirar el usuario y que marcan el inicio y fin de la diapositivas de envase y de la percepción del usuario. Necesarias para la correcta obtención de los resultados. Por último las dos de los envases, 14 y 16, de 1 y 2 segundos respectivamente.

De este modo cada presentación cuenta con un total de 33 segundos. La primera de estas cuatro presentaciones es la representada a continuación:



**Figura 53.** Presentación 1 del experimento.

En las cuatro presentaciones solo cambian entre ellas las diapositivas de los envases, que como se ha explicado antes varían en orden de elementos y posición de envases. Estos van girando hacia la derecha, para ver si tiene alguna relevancia en los resultados.

### Presentación 1



**Figura 54.** Diapositivas de envases de la presentación 1.

### Presentación 2



**Figura 55.** Diapositivas de envases de la presentación 2.

### Presentación 3



**Figura 56.** Diapositivas de envases de la presentación 3.

### Presentación 4



**Figura 57.** Diapositivas de envases de la presentación 4.

Una vez realizadas las cuatro presentaciones, se creó un modelo de test de percepción que se le pasaría al usuario al finalizar la prueba con el MobeliEye. Esto es una forma de evaluar y comprobar los resultados obtenidos con el dispositivo y ver si realmente el usuario ha visto toda la información.

Se diferenció la muestra por edad, genero y frecuencia de consumo de chicles.

La primera pregunta es el **nombre** del producto para ver si realmente lo ha asimilado y comprobar así el nivel de pregnancy. A continuación la **posición** de este, ya que al tener cuatro presentaciones va cambiando de posición.

Después pregunta el **sabor**, en este caso se escogió el sabor de tropical, para que fuera difícil de adivinar por los simples colores. Asegurar así que el usuario lo ha tenido que leer para acertarlo.

Seguido pregunta la **cantidad de chicles** que contiene el paquete. Si lo adivina se intuye que también ha tenido que leerlo. Igualmente si los chicles llevan **azúcar** o no.

Y por último, se le interroga por la segunda diapositiva y segunda parte del estudio, en la que aparecen los cuatro envases con los cuatro colores distintos. Aquí se le pregunta por su preferencia, cuál de los cuatro le ha gustado más, y ver si realmente coincide con los resultados del MobileEye, en el que se vea cual le ha llamado antes la atención y en cuál ha estado más tiempo fijando la mirada.

## 5.2. REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

Se llevaron a cabo las pruebas explicadas anteriormente en un total de 50 usuarios, 27 hombres y 23 mujeres. De edades desde los 20 hasta los 54 años. De los cuales la mayoría son estudiantes y profesores de la Universidad de Zaragoza.

A partir de aquí se plantearon cuatro presentaciones diferentes en las que variaban el orden y distribución de los elementos dentro del envase, y el orden de posición de los cuatro envases. Esto se pensó para prever posibles patrones de lectura. Es decir, por si los usuarios siempre siguen la misma trayectoria porque es su forma natural de percepción.

Las pruebas se realizaron a lo largo de dos semanas, en el aula seminario de proyectos, del Área de Proyectos de Ingeniería, del departamento de Ingeniería de Diseño y Fabricación.

Todos hicieron la prueba en igual de condiciones, en el mismo aula, en la misma posición, sin información previa, etc.

La luz era totalmente artificial, se echaban las persianas del aula para que no entrara nada de luz natural y variase la iluminación de un día para otro. Así todas las pruebas podían ser exactamente iguales.

La posición del usuario era fija y predeterminada con anterioridad. Se trataba de una silla inmóvil mediante cuatro marcas en el suelo que la situaban siempre en el mismo punto.

La posición de la silla, era calculada por el triangulo que forman los ojos con la escena. No estaba totalmente centrada con la escena, o con el proyector, ya que la cámara que graba, está situada en el ojo derecho, por lo cual lo que se intento centrar fue la carama, colocando así, la silla un poco más hacia la izquierda. De esta forma las pruebas resultarían idénticas.

Lo primero que se hacía con cada participante, era colocarlo en la silla fija, que se acomodase para que permaneciese lo mas quieto posible durante la prueba.



**Figura 58.** Usuario sentado en la silla fija mientras realiza la prueba.

Después se le explicaba a grandes rasgos en qué consistía el experimento. Se le comentaba que era una prueba para un estudio de percepción de envases de chicles, la tecnología del Eye-Tracking.

Para terminar se le indicaba que tenía que fijar la mirada en los puntos que a apareciesen en las diapositivas, tanto los iniciales, como los posteriores en color rojo.

A partir de aquí era cuando empezaba el proceso de colocación de la gafas y el correcto ajuste. Dependiendo del usuario costaba más o menos. Por lo general a las mujeres por tener la cabeza más pequeña y fina, costaba más ajustar el dispositivo. La media de tiempo que se invertía era de unos 4 minutos.



**Figura 59.** Ajuste de gafas al usuario.

Una vez que el usuario sabía lo que tenía que hacer, las gafas estaban en su sitio, y todo permanecía inmóvil, se le daba a grabar y comenzaba la prueba.

No se le advertía del test posterior para que no le influyera en el modo de percepción. Así que al finalizar la grabación, se le sorprendía con este. Tardaban unos 3 o 4 minutos en había que explicar al usuario cada pregunta, porque a veces se estaban desorientados y no las comprendían correctamente.

Se puede decir que cada prueba con cada usuario costaba una media de 10 minutos, por lo que permitió hacer varias pruebas seguidas en un mismo día y no ralentizar demasiado la realización del experimento.



**Figura 60.** Usuario realizando el test.

Como elementos de análisis de resultados se disponía en primer lugar de los vídeos, que posteriormente proporcionan los datos del Mobile Eye en una hoja Excel. Y en segundo lugar, de los test realizados posteriormente por los usuarios. Así que se posee una hoja Excel y una hoja de test por cada participante, codificados ambos con el número asignado a cada usuario, del 1 al 50, y el número de presentación que percibe 1, 2, 3 o 4.

Se llevo a cabo la evaluación de un total de 50 videos, uno por cada participante, de los cuales 5 fueron descartados por ser malas grabaciones que dificultaban la calibración con el software. Los videos se computaron a lo largo de una semana y media.

Por último se empleó otra semana más para extraer y analizar los resultados que ofrecen las hojas Excel.

Los primeros resultados examinados fueron los de los test. Se hizo distinción por edad, género y frecuencia de consumo de chicles.

Para empezar se halló la edad media de los participantes, la cual es de 26,46 años, siendo la edad máxima 56 y la mínima 20 años. El total de participantes es de 50, 27 hombres y 23 mujeres, y de vez en cuando, es la frecuencia media de consumo de chicles.

A continuación los resultados de las diferentes cuestiones que se plantearon referente a la primera diapositiva y primera parte del experimento, fueron los siguientes:

- Un 54% de los usuarios acertó cual era el nombre del producto, y lo escribió correctamente.

- Un 68% acertó la posición en la que se hallaba el nombre, la cual iba variando de unos usuarios a otros.

- Acerca de la información secundaria, solo un 2% acertó el sabor, un 6% la cantidad de chicles y un 14% si contiene azúcar o no.

Posteriormente los resultados obtenidos del MobileEye junto con los del test, se centran únicamente en la primera diapositiva, para concretar el análisis de los elementos de la arquitectura de un envase de chicles. Y se dividen entre las cuatro presentaciones distintas, intentando así averiguar la base de un buen diseño.

La segunda parte del experimento o segunda diapositiva, puede servir como precedente de futuros estudios, para examinar otros aspectos complementarios a los analizados en esta investigación.

- Con relación a la segunda parte del estudio, con la segunda diapositiva, el resultado de la única cuestión sobre preferencia del usuario, fue de un 56% de predilección por el envase naranja y negro, independientemente de las diferentes posiciones.



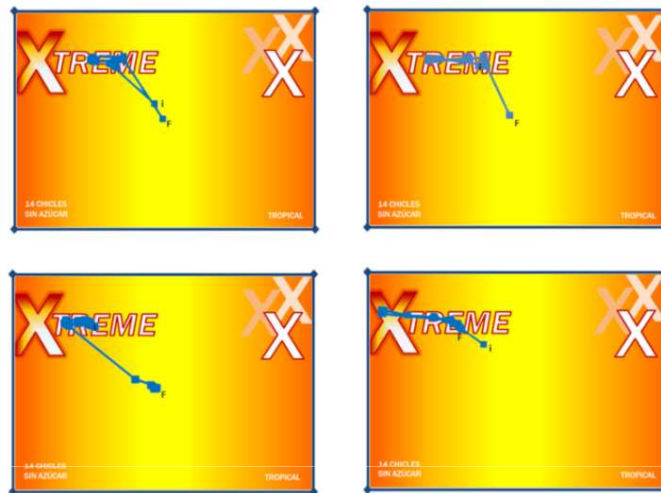
**Figura 61.** Envase de mas preferencia.

Para el correcto análisis de estos resultados hay que subrayar la importancia del formato empleado, en este caso rectangular horizontal. Es el necesario para este estudio ya que se basa en formatos de envases reales. De esta manera se obtienen deducciones que en otro tipo de formas o proporciones no serian validas.

Los resultados se dividen en las cuatro presentaciones distintas, alcanzando así varios patrones de percepción.

- **Presentación 1:** En esta primera presentación el resultado más importante que se extrae, es el de un único patrón de percepción muy destacado, seguido por un 77,5% de usuarios y al que se decide llamar patrón *nombre*. Este consiste en la fijación del usuario en el nombre del producto, situado en la esquina superior izquierda. Es lo único que percibe en un segundo.



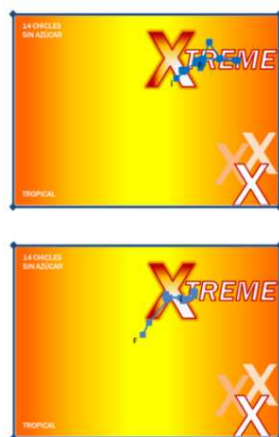


**Figura 62.** Patrón nombre en la presentación 1.

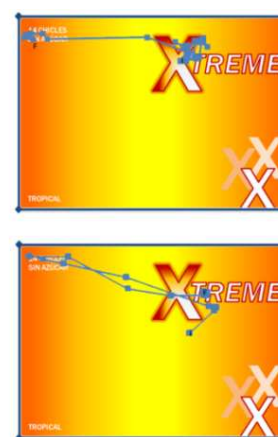
Para el 22,5% de usuarios restante, no se ha encontrado un patrón común.

Un 70% de los usuarios acierta el nombre de Xtreme en el test, y un 77% acierta la posición de este.

- **Presentación 2:** En esta muestra se encuentran dos patrones interesantes. Por un lado el mismo que en la presentación 1, el patrón *nombre*, seguido por un 36,36%. Y por otro el patrón *nombre + esquina superior izquierda* formado por una o varias rectas que unen el nombre con esta esquina. Seguido por un 63,64%.



**Figura 63.** Patrón nombre en la presentación 2.



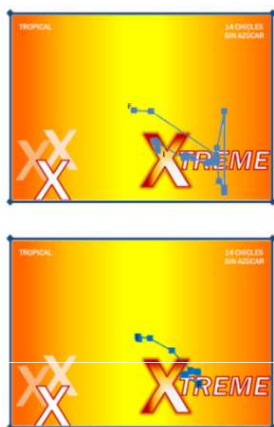
**Figura 64.** Patrón nombre + esquina superior izquierda en la presentación 2.

Un 91% de los usuarios acierta el nombre y un 45,5% de acierto de la posición.

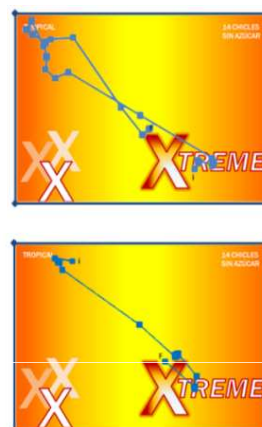
En el patrón *nombre + esquina superior izquierda*, es en el que más se ha acertado el nombre de los chicles.

- **Presentación 3:** En esta presentación aparecen los dos mismos patrones que en la presentación 2. El patrón *nombre*, seguido por un 45,45%, y el patrón *nombre + esquina superior izquierda* compuesto por una o varias diagonales que atraviesan el envase, recogiendo el punto rojo central de partida, el nombre, la esquina superior izquierda y la vuelta al punto rojo. Patrón seguido por un 36,36% de los usuarios que realizaron esta presentación. Para el 18,19% de usuarios restante, no se ha encontrado un patrón común.

Un 72,7% de acierto del nombre, y un 63,6% de acierto en la posición de este.



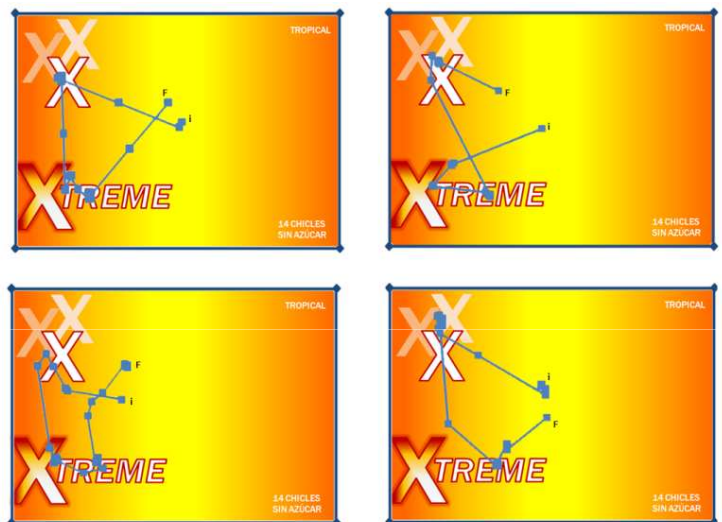
**Figura 65.** Patrón nombre en la presentación 3.



**Figura 65.** Patrón nombre + esquina superior izquierda en la presentación 3.

- **Presentación 4:** En esta presentación solo aparece el patrón *nombre + esquina superior izquierda*, con forma de triángulo. Las tres esquinas de este triángulo son: el punto rojo central de partida y regreso, el nombre y la esquina superior izquierda. Este patrón es seguido por un 60% de usuarios. Para el 40% de usuarios restante, no se ha encontrado un patrón común.

Un 80% de acierto del nombre, y un 70% de acierto en la posición de este.



**Figura 67.** Patrón nombre + esquina superior izquierda en la presentación 4.

El total de usuarios de las cuatro presentaciones que sigue el patrón *nombre* es de un 42,22%, y el total que sigue el patrón *nombre + esquina superior izquierda* es de un 37,78%. El 20% restante de los participantes, no sigue ningún patrón común.

Destacar que en las presentaciones 2, 3 y 4 los usuarios aciertan más el nombre del producto que la posición del mismo. Como excepción, en la presentación 1 ocurre lo contrario. Asimismo se detecta que lo que más mira el usuario es el nombre y que al logo y los demás textos informativos no le presta ninguna atención, solo cuando se encuentran en la esquina superior izquierda.

Antes de sacar una serie de conclusiones, es imprescindible recordar que este estudio se hace en base a un formato concreto y unas proporciones determinadas. Esta forma rectangular horizontal proporciona unos resultados propios y específicos.

De todo lo visto en los resultados obtenidos en la experiencia real, se ponen de manifiesto los siguientes puntos a destacar:

- La gran importancia de la esquina superior izquierda. Aunque el nombre del producto se encuentre en otro cuadrante, el usuario tiene a mirar también a este lugar.

En el caso de la primera presentación, se ve claramente que el único patrón claro que sigue el usuario es el de *nombre*. Esto se explica porque está situado en la esquina superior izquierda, por lo cual toda su percepción se centra en ese lugar.

Esto es muy interesante a la hora de realizar el diseño del envase y la distribución de los elementos. La información más importante, o lo que más se quiera destacar dentro del envase, debería ir situada en esta esquina.

- Por lo general lo que más llama la atención del usuario es el nombre. Esto puede deberse al diseño fuerte y grande que posee, con una lectura clara y tamaño considerable dentro de las proporciones del envase. Importante marcar una jerarquía en la información, no solo con la posición si no también con las dimensiones.

- Los usuarios ignoran el logo de las X, siendo este de un tamaño notable. Probablemente no sea una imagen grafica potente y atractiva para el consumidor.

- El resto de elementos informativos son totalmente ignorados por el usuario. Quizá sea porque tienen una estética muy pobre y un tamaño pequeño dentro de las medidas del envase.

A modo de reflexión, decir que el desarrollo de esta experiencia pone de manifiesto la importancia del packaging, además de haber permitido conocer y manejar un dispositivo como el MobileEye.

Realizar este experimento ayuda a comprender la importancia de la investigación dentro del campo del diseño, para así comprender y acercarse al consumidor mediante productos con un buen diseño.

Esta tecnología, ofrece muchas posibilidades a estudios de este tipo que aportan datos que de otro modo no se podrían conocer. Considerar este tipo de experiencias es útil para los diseñadores a la hora de realizar un diseño funcional y atractivo.

Como última puntualización destacar el hecho de que puede ser interesante proponer nuevos estudios que utilicen esta tecnología ya que es un tema interesante. Un estudio podría ser el rediseño del dispositivo MobileEye investigando nuevos elementos que faciliten la calibración y ajuste del dispositivo al usuario.

Para la elaboración de este proyecto y la documentación necesaria para trabajar con el Eye-Tracking, ha sido necesaria la siguiente documentación:

- Manual de instrucciones MobileEye de la empresa ASL.
- Manual de instrucciones realizado por una estudiante.
- Manual de instrucciones del grabador DVD-CR SONY.
- Páginas Web:

**www.wikipedia.com:** Información sobre el ojo ocular.

**www.uned.es:** Información de movimientos oculares.

**www.a-s-l.com:** Fabricante del MobileEye, información sobre tecnologías.

**www.tobii.com:** Fabricante de dispositivos Eye-Tracking fijos y móviles.

**www.alt64.com:** Empresa que realiza análisis de usabilidad mediante la tecnología Eye-Tracking.

**www.seeingmachines.com:** Diseños de interfaces basadas en la precepción del usuario mediante seguimiento de cabeza y cara, del ojo, de parpado y de mirada.

**www.sr-research.com:** Soluciones y equipos de Eye-Tracking.

**www.interactive-minds.com:** Soluciones y servicios de Eye-Tracking.

**www.nosolousabilidad.com:** Soluciones y servicios de Eye-Tracking

**www.ergoestudio.com:** Primera empresa española en desarrollar su propia tecnología de seguimiento de la mirada "VisioAnalyzer". Estudia las reacciones de los usuarios, lo que proporciona una interesante información para la toma de decisiones y estrategias de comunicación empresarial.

**www.arringtonresearch.com:** Sistemas de Eye-Tracking.

Para la realización de esta experiencia conté con muchas personas a las que agradezco enormemente su colaboración, esfuerzo y comprensión.

En primer lugar a mi familia y amigos por su apoyo.

A Rubén Rebollar e Iván Lidón, directores del proyecto, que me han guiado y asesorado todo el tiempo que ha durado este estudio, por su aportación de recursos, ideas y apoyo.

A Ana Serrano, profesora que me oriento sobre el diseño del envase y de las pruebas y ayudo al reclutamiento de participantes.

A Jesús Paz, técnico del área de Proyectos de Ingeniería por su gran participación en las diferentes fases del proyecto y por sus conocimientos técnicos.

A Isabel García, encargada del laboratorio de Biomecánica, del grupo ID-ERGO, correspondiente I3A, donde se encuentra el dispositivo utilizado para esta experiencia. Sin ella hubiera sido imposible el correcto aprendizaje y uso del MobileEye.

Por último a todos y cada uno de los usuarios que participaron en las pruebas, que gracias a ellos este estudio se ha podido llevar a cabo.

**GRACIAS A TODOS.**



## ANEXO A: Tabla Excel de los test.

CÓDIGOS:

Sexo:	
Hombre	1
Mujer	2

Frecuencia:	
Casi nunca	1
De vez en cuando	2
Casi a diario	3

Posición Preferencia:	
Arriba a la izquierda	1
Arriba a la derecha	2
Abajo a la derecha	3
Abajo a la izquierda	4

Preferencia:	
Naranja	1
Naranja/blanco	2
Naranja/negro	3
Naranja/amarillo	4

Acierto:	
No	1
Si	2

Azúcar:	
No	1
Si	2
No sabe	3









## ANEXO B: Imágenes de los resultados