

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
VALPARAÍSO - CHILE



**“MÉTODO DE *EYE TRACKING* PARA EL LABORATORIO
DE EXPERIENCIA USUARIA EN INVESTIGACIONES DE
USABILIDAD”**

GERARDO ANTONIO NEUMANN ÁLVAREZ

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL EN INFORMÁTICA**

Profesora Guía: Claudia López Moncada
Profesora Correferente: Cecilia Reyes Covarrubias

Enero - 2025

DEDICATORIA

A Eevee, quien me acompañó durante la pandemia, y a mis demás mascotas, las que siguen aquí y las que me acompañan desde lejos.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer en primer lugar a mi familia, por apoyarme, aguantarme y motivarme a seguir adelante durante todo este proceso y me entregaron siempre su amor incondicional.

Agradezco a mi pareja, quien me acompañó, evidenció todo el esfuerzo que hubo para llegar a este momento y me ayudó a levantarme cuando lo necesitaba.

Agradezco también a toda la gente y amigos que conocí en mi trayecto por la universidad. Destaco a todo el equipo del Lab UX, su ayuda y compañerismo fue fundamental para lograr esto.

Y en especial, agradezco a las profesoras Claudia López y Cecilia Reyes, quienes me tendieron una mano cuando más lo necesitaba y continuaron confiando plenamente en mí.

RESUMEN

Resumen— El Laboratorio de Experiencia Usaria de la Universidad Técnica Federico Santa María (Lab UX) es un espacio para que estudiantes, memoristas y profesores realicen investigaciones de experiencia usuaria para productos de todo tipo. Una de las herramientas con la cuenta el laboratorio es un lente de *eye tracking*, el cual ve poco uso principalmente porque no hay una guía de cómo usarlo. Para solucionar esto, se propone un método de uso de *eye tracking* ajustado a las necesidades del Lab UX, seguido de un proceso de validación con actividades involucrando a los propios ayudantes del laboratorio.

Palabras Clave— Experiencia Usaria, *Eye Tracking*, Investigación UX, Usabilidad

ABSTRACT

Abstract— The Laboratorio de Experiencia Usaria of the Universidad Técnica Federico Santa María (Lab UX) is a space for students, thesis students and teachers to conduct user experience research for products of all kinds. One of the tools that the laboratory has is an eye tracking lens, which sees little use because there is no guide on how to use it. To remedy this, an eye tracking method has been proposed, tailored to the needs of the Lab UX, followed by a validation process with activities involving the lab's assistants.

Keywords— User Experience, Eye Tracking, UX Research, Usability

GLOSARIO

ADI: Área de interés.

HCI: Interacción Persona-Computadora, del inglés *Human-Computer Interaction*.

Lab UX: Laboratorio de Experiencia Usuaría.

UTFSM: Universidad Técnica Federico Santa María.

UX: Experiencia Usuaría, del inglés *User Experience*.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	5
ABSTRACT	5
ÍNDICE DE CONTENIDOS	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	10
ÍNDICE DE TABLAS.....	15
INTRODUCCIÓN	16
CAPÍTULO 1: DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	17
1.1 CONTEXTO	17
1.2 SITUACIÓN ACTUAL.....	18
1.3 PROBLEMAS DETECTADOS	18
1.4 OBJETIVOS	19
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	19
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
1.5 IMPACTO Y ALCANCE	20
CAPÍTULO 2: MARCO CONCEPTUAL	21
2.1 EXPERIENCIA USUARIA (UX)	21
2.1.1 MÉTODO UX.....	23
2.2 USABILIDAD	24
2.2.1 PRUEBA DE USABILIDAD	25
2.3 <i>EYE TRACKING</i>	26
2.3.1 EYE TRACKING COMO MÉTODO UX.....	27
2.3.2 PUPIL CORE	29
CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE SOLUCIÓN	33

3.1 ELABORACIÓN DEL MÉTODO	34
3.2 DOCUMENTO PRINCIPAL: MÉTODO DE <i>EYE TRACKING</i>	35
3.2.1 PARTE 1: CÓMO USAR EL <i>EYE TRACKER</i>	35
3.2.2 PARTE 2: PREPARACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	44
3.2.3 PARTE 3: DESARROLLO Y ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS	49
CAPÍTULO 4: VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN	55
4.1 DISEÑO DE VALIDACIONES	55
4.1.1 ACTIVIDAD 1: OPORTUNIDADES DE APLICACIÓN	55
4.1.2 ACTIVIDAD 2: SESIÓN CON USUARIO	56
4.1.3 ACTIVIDAD 3: GENERACIÓN DE VISUALIZACIONES.....	58
4.2 PRUEBAS PILOTO Y MEJORAS	58
4.3 USUARIOS	59
4.4 METODOLOGÍA.....	60
4.5 RESULTADOS ACTIVIDAD 1 “OPORTUNIDADES DE APLICACIÓN”	60
4.6 RESULTADOS ACTIVIDAD 2 “SESIÓN CON USUARIO”	64
4.7 RESULTADOS ACTIVIDAD 3 “GENERACIÓN DE VISUALIZACIONES”	68
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES	73
5.1 CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS	73
5.2 TRABAJO A FUTURO	74
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
ANEXOS.....	80
Anexo 1: <i>Plugins de Pupil Core</i>	80
Anexo 2: Preguntas de la investigación en la literatura.....	81
Anexo 3: Métricas	81

Anexo 4: Guión para calibración	84
Anexo 5: Actividades de validación	85
Anexo 6: Resultados cuestionario actividad 1	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Número de artículos publicados relacionados con experiencia usuaria, por año. Fuente: (Zuo, 2023).	17
Figura 2: Árbol del problema. Fuente: elaboración propia.	19
Figura 3: Facetas de UX. Fuente: (Hassenzahl & Tractinsky, 2006), traducción propia.	22
Figura 4: Las facetas de UX en <i>Honeycomb UX</i> . Fuente: (Reyes Gómez, 2022).....	22
Figura 5: Mapa de categorización de métodos UX de evaluación. El eje vertical corresponde a la dimensión <i>actitud vs. comportamiento</i> y el eje horizontal a la dimensión <i>cualitativo vs. cuantitativo</i> . Los íconos en la parte inferior indican el tipo de <i>contexto de uso</i> en que se utiliza cada método. Fuente: (Rohrer, 2022).	24
Figura 6: Elementos y flujo de información en una prueba de usabilidad. Fuente: (Moran, 2019), traducción propia.	26
Figura 7: Representación de la visión foveal. Fuente: (Bojko, 2013).	26
Figura 8: Ejemplo de recorrido de una mirada. Los círculos rojos representan fijaciones, mientras que las flechas amarillas representan los movimientos sacádicos y la dirección de estos. Fuente: (Carter & Luke, 2020).	27
Figura 9: <i>Eye tracker Pupil Core</i> . Sus componentes son una cámara de mundo (1), dos cámaras de ojos (2) y el marco con forma de lente (3). Fuente: elaboración propia en base a imágenes oficiales de <i>Pupil Labs</i>	30
Figura 10: Pantalla de <i>software Pupil Player</i> , donde se aprecia lo grabado por la cámara de mundo como imagen principal y las grabaciones de ambos ojos en la esquina superior izquierda. En un círculo amarillo se identifica una fijación. Fuente: elaboración propia.	30
Figura 11: Representación de ángulo visual. Fuente: (Bojko, 2013)	32
Figura 12: Proceso de propuesta de solución. Fuente: elaboración propia.	33
Figura 13: Confección de la solución. Fuente: elaboración propia.	34
Figura 14: Componentes de la propuesta de solución. Fuente: elaboración propia.	34
Figura 15: Estructura del documento principal. Fuente: elaboración propia.	35

Figura 16: Contenido de la Parte 1 del documento principal del método. Fuente: elaboración propia.....	36
Figura 17: Extracto del capítulo <i>Implementos y materiales</i> . Fuente: elaboración propia. ...	36
Figura 18: Extracto del capítulo <i>Instrucciones básicas para usar Pupil Core</i> . Fuente: elaboración propia, adaptado de (Pupil Labs, s.f.-c).....	37
Figura 19: Prueba y elaboración de la disposición recomendada para pruebas con computador. Fuente: elaboración propia.	38
Figura 20: Disposición recomendada para pruebas con computador. Los implementos son: computador portátil (1), <i>eye tracker</i> (2) conectado vía USB, micrófono inalámbrico (3), monitor (4) conectado vía HDMI, etiquetas para superficies (5) y teclado y mouse (6) conectados vía USB. Fuente: elaboración propia.....	38
Figura 21: Disposición recomendada para pruebas con teléfono celular. Los implementos son: computador portátil (1), <i>eye tracker</i> (2) conectado vía USB, micrófono inalámbrico (3), teléfono celular (4), etiquetas para superficies (5) y soporte para celular y caja (6). Fuente: elaboración propia.	39
Figura 22: Demostración de los movimientos para ajustar las cámaras ojo y mundo de <i>Pupil Core</i> . Fuente: adaptado de (Pupil Labs, s.f.-a).....	39
Figura 23: Ejemplos de una buena y una mala <i>detección de pupilas</i> . Fuente: elaboración propia.....	40
Figura 24: Ejemplos de una buena y una mala calibración para computador. Fuente: elaboración propia.....	40
Figura 25: Demostración de funcionamiento de <i>heatmap.ipynb</i> con página web del diario El Mercurio. Fuente: elaboración propia.	41
Figura 26: Demostración de funcionamiento de <i>fixations_plot.ipynb</i> con página web del diario El Mercurio. Fuente: elaboración propia.	42
Figura 27: Sección con código interactivo de <i>heatmap.ipynb</i> para cargar archivos. Fuente: elaboración propia.....	43
Figura 28: Sección con código interactivo de <i>fixations_plot.ipynb</i> para realizar ajustes a la visualización final. Fuente: elaboración propia.	43

Figura 29: Contenido de la Parte 2 del documento principal del método. Fuente: elaboración propia.....	44
Figura 30: Metodología Lab UX para estudiantes y memoristas. Fuente: elaboración propia, adaptado de (Reyes Gómez, 2022)	45
Figura 31: Extracto del subcapítulo <i>Guión</i> , donde se muestra el formato que deben seguir las tareas. Fuente: elaboración propia.	49
Figura 32: Contenido de la Parte 3 del documento principal del método. Fuente: elaboración propia.....	50
Figura 33: Una tabla de una tarea con anotaciones de ejemplo. Fuente: elaboración propia.....	51
Figura 34: Segunda sección de <i>Proceso</i> de la plantilla de reporte. En color azul se encuentran instrucciones de que debe ir en la sección y en color normal texto prellenado recomendado. Fuente: elaboración propia.....	52
Figura 35: Diagrama del proceso de análisis cualitativo. Fuente: elaboración propia, adaptado de (Bojko, 2013).	53
Figura 36: Plantilla de métricas, hoja de ejemplo. Fuente: elaboración propia.	53
Figura 37: Ejemplo de cómo presentar hallazgos apoyado con una visualización. Fuente: elaboración propia.....	54
Figura 38: Preguntas de la Actividad 1. Con un tic (✓) y en negrita se marca la respuesta correcta. Fuente: elaboración propia.....	56
Figura 39: Prototipo diseñado en Figma para la actividad 2. Fuente: elaboración propia. .	57
Figura 40: Distribución de la experiencia de los usuarios de prueba utilizando las tecnologías del Laboratorio. Fuente: elaboración propia.	60
Figura 41: Diagrama de afinidad reducido de la Actividad 1, donde se muestran 5 categorías: “visual”, “métricas y tareas”, “formativo sumativo”, “condiciones” y “términos”. Las notas de un mismo color corresponden a un mismo ayudante. Fuente: elaboración propia.....	61
Figura 42: Condiciones para utilizar <i>eye tracking</i> . Fuente: elaboración propia.....	62
Figura 43: Íconos diseñados para las métricas. Fuente: elaboración propia.	63

Figura 44: Diagrama diseñado para ejemplificar la diferencia entre estudio formativo y sumativo. Fuente: elaboración propia.	63
Figura 45: Una de las ayudantes actuando de facilitadora durante la actividad 2. Fuente: elaboración propia.....	64
Figura 46: Advertencia para recordar que el <i>eye tracker</i> debe quedar en su estuche cuando no se utiliza. Fuente: elaboración propia.	65
Figura 47: Imagen demostrativa de como se ve <i>Pupil Capture</i> cuando se inicia la grabación (R en rojo) y la calibración (C en azul). Fuente: Elaboración propia.	66
Figura 48: Ícono mejorado con Figma del <i>plugin</i> Visualización de Exactitud (<i>Accuracy Visualizer</i>). Fuente: elaboración propia.....	66
Figura 49: Nueva imagen de los implementos del <i>eye tracker</i> . Se agregaron bordes coloridos a cada uno para hacer más fácil su identificación. Fuente: elaboración propia. .	67
Figura 50: Código QR encontrado en el nuevo subcapítulo de problemas conocidos , el cual redirige al <i>Discord</i> de <i>Pupil Lab</i> . Fuente: elaboración propia.	68
Figura 51: Toma de una de las sesiones para la actividad 3. Fuente: elaboración propia...	69
Figura 52: Comparación entre dos valores de suavidad del mapa de calor. Fuente: elaboración propia.....	70
Figura 53: Demostración de cómo cargar una grabación en <i>Pupil Player</i> . Fuente: elaboración propia.....	71
Figura 54: Demostración de cómo usar los controles para cortar una grabación en <i>Pupil Player</i> . Fuente: elaboración propia.	71
Figura 55: Íconos mejorados con Figma de los <i>plugins</i> <i>Surface Tracker</i> y <i>Fixation Detector</i> . Fuente: elaboración propia.	71
Figura 56: <i>Plugin</i> de Seguimiento de Superficies, donde se puede apreciar un mapa de calor sobre la pantalla. Se destacan en la parte inferior los controles de reproducción. Fuente: elaboración propia	80
Figura 57: <i>Plugin</i> de Detección de Fijaciones, donde se puede apreciar una fijación como un círculo amarillo alrededor de uno verde. Al costado derecho, el menú para ajustar los parámetros asociados. Fuente: elaboración propia.....	80
Figura 58: Preguntas identificadas en la literatura. Fuente: elaboración propia.	81

Figura 59: Extracto de la sección de calibración del guión de la plantilla. En negrita y entre corchetes se encuentran las instrucciones para el facilitador, entre comillas las instrucciones que se deben narrar al usuario y en naranja aquellas partes que debe completar el investigador. Fuente: elaboración propia.	85
Figura 60: Primera actividad, para evaluar las “oportunidades para usar <i>eye tracker</i> ”. Fuente: elaboración propia.	87
Figura 61: Segunda actividad, para evaluar las instrucciones para realizar “sesiones con usuarios”. Fuente: elaboración propia.	90
Figura 62: Tercera actividad, para evaluar los “códigos para generar visualizaciones”. Fuente: elaboración propia.	92
Figura 63: Resultados de las preguntas 1 y 4 sobre “cuándo aplicar <i>eye tracking</i> ”. Fuente: elaboración propia.....	93
Figura 64: Resultados de las preguntas 2 y 5 sobre métricas. Fuente: elaboración propia.	94
Figura 65: Resultados de la pregunta 3 sobre tareas. Fuente: elaboración propia.	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Parámetros del algoritmo de dispersión. Fuente: elaboración propia a partir del trabajo de (Blignaut, 2009).....	31
Tabla 2: Objetivos y preguntas de la investigación recopiladas. Fuente: elaboración propia.	46
Tabla 3: Estructura de una tarea con definiciones y ejemplos. Fuente: elaboración propia.	48
Tabla 4: Métricas de atracción. Fuente: elaboración propia, adaptado de (Bojko, 2013), (Bojko, 2005) y (Jacob & Karn, 2003).	81
Tabla 5: Métricas de desempeño. Fuente: elaboración propia, adaptado de (Bojko, 2013), (Bojko, 2005) y (Jacob & Karn, 2003).	83

INTRODUCCIÓN

La experiencia usuaria (UX, del inglés *User Experience*) es el campo de estudio de la interacción entre un usuario y un producto o sistema en un contexto y momento determinado, y las percepciones y respuestas del usuario que resultan de esta interacción (ISO, 2019).

En la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM) se inauguró en el año 2022 un laboratorio para impulsar esta disciplina en la universidad, llamado Laboratorio de Experiencia Usaria (Lab UX). El Lab UX es un laboratorio moderno, con tecnologías e infraestructura idónea para realizar investigaciones en UX.

Una de esas tecnologías es un lente de seguimiento ocular o de *eye tracking* (*eye tracker*, de ahora en adelante), el cual permite identificar dónde mira o fija su mirada una persona. A pesar de ser una herramienta novedosa, los ayudantes del laboratorio no la utilizan para sus actividades e investigaciones debido a su dificultad de uso y poco conocimiento que tienen de ella.

Para revertir esta situación, se propone en este trabajo un método de uso de *eye tracking* adecuado a la realidad del Lab UX, consistente en un documento con instrucciones de cómo utilizar y cómo realizar investigaciones con la herramienta (además de plantillas y códigos complementarios), que sirva y motive a los ayudantes.

La estructura de este documento es la siguiente:

- Capítulo 1: se entrega el contexto del problema y se plantean los objetivos generales y específicos de este trabajo.
- Capítulo 2: se realiza una discusión exhaustiva de la literatura hasta la fecha de los temas relacionados con el problema, lo cual orientará la construcción de la propuesta.
- Capítulo 3: se explica la estructura y contenido de la propuesta de solución y cómo se llegó a ella, explicando cada uno de los componentes que la conforman.
- Capítulo 4: se detalla la confección de las actividades que se realizarán para evaluar el método propuesto con los ayudantes del laboratorio, la metodología usada para llevar a cabo las actividades y realizar el análisis de ellas, y se listan y explican cada uno de los hallazgos encontrados. De esta manera, se validó la propuesta.
- Capítulo 5: se demuestra el cumplimiento de los objetivos planteados en este trabajo y se proponen oportunidades de trabajo a futuro.

CAPÍTULO 1: DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1 CONTEXTO

La experiencia usuario o UX es una disciplina que estudia los factores que repercuten en la interacción entre un usuario y un producto o servicio. Se ha mostrado un sostenido aumento en el interés por esta disciplina, tanto en la academia e investigación (ver Figura 1), como en su aplicación en productos y servicios para mejorar la satisfacción y retención de clientes (Maia, 2016) (Luther, 2020) (Zuo, 2023).

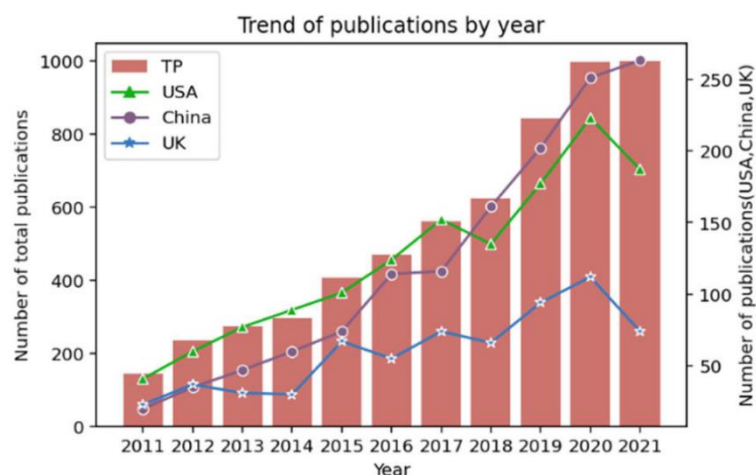


Figura 1: Número de artículos publicados relacionados con experiencia usuaria, por año. Fuente: (Zuo, 2023).

En consideración con esta creciente tendencia, en el año 2022 se inauguró el Lab UX de la UTFSM, sede Casa Central, en la región de Valparaíso. Este es el más nuevo de los laboratorios del Departamento de Informática de la universidad y cuenta con diversos espacios e innovadoras tecnologías disponibles para toda la comunidad educativa, con la misión de *“fortalecer la formación e investigación multidisciplinaria en el desarrollo y evaluación de tecnologías centradas en las necesidades de las personas”* (Lab UX USM, 2022b).

El funcionamiento del Lab UX lo llevan a cabo su equipo de ayudantes de diversas carreras, liderados por un ayudante coordinador, con el apoyo y soporte de sus profesoras codirectoras. Las funciones que realizan los ayudantes van dirigidas a usuarios clasificados en tres áreas: **docencia**, ayudando a memoristas en sus investigaciones y a alumnos y profesores con sus actividades académicas; **industria**, realizando investigaciones y análisis de usabilidad y experiencia usuaria (UX) a emprendedores de proyectos informáticos; y **comunidad**, aportando a la sociedad civil e instituciones públicas.

1.2 SITUACIÓN ACTUAL

Los servicios que realizan los ayudantes en las tres áreas mencionadas anteriormente utilizan como base las metodologías que han diseñado y propuesto memoristas del propio Lab UX para tratar con proyectos de investigación (Reyes Gómez, 2022) y para trabajar con empresas externas (Correa Vergara, 2022); adaptándolas a las necesidades y alcances de cada proyecto.

Para realizar estos servicios, los ayudantes tienen a su disposición los espacios del propio laboratorio para planificar y organizar su trabajo, realizar pruebas con usuarios, y ver y analizar dichas pruebas. Junto con esto, cuentan también con distintas tecnologías de apoyo como una pantalla digital interactiva con control táctil¹, un lente de realidad virtual² y un lente de seguimiento de movimiento ocular³ (*eye tracker*, de ahora en adelante).

Esta última herramienta, el *eye tracker*, no ha podido ser aprovechada en todo su potencial debido a la complejidad de su uso y la cantidad de conocimientos necesarios para su adecuada utilización. Debido a esto, en ninguno de los proyectos del Lab UX se ha utilizado este implemento, siendo utilizado tan solo por un memorista (Reyes Carvallo, 2021), a quién se le entregaron directrices generales de cómo utilizar el *eye tracker*, pero sin una protocolo o método definido de por medio.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, se demuestra la necesidad de generar un método de uso de *eye tracking* para el Lab UX que puedan utilizar tanto ayudantes del laboratorio en sus proyectos futuros, como estudiantes y memoristas de la universidad apoyados por los previamente mencionados ayudantes (que tendrán más experiencia en su uso). El método que se diseñará debe adaptarse al contexto del laboratorio y a la herramienta de *eye tracking* que se posee en él para que sea factible su adopción.

1.3 PROBLEMAS DETECTADOS

Considerando la situación actual del uso de *eye tracking* en Lab UX, el principal problema detectado es que simplemente no existe un método para su uso en el laboratorio, debido a que es una tecnología difícil de usar y de la cual se tiene poco conocimiento. A la vez, al ser un laboratorio tan nuevo, se ha priorizado el aprendizaje de otros métodos UX más fáciles de utilizar. Este problema se acotará a tan solo el área de análisis de usabilidad (ver sección 1.5 IMPACTO Y ALCANCE).

De no resolver el problema de no tener un método para el uso de *eye tracking*, la herramienta que se tiene en el laboratorio terminaría siendo subutilizada, malgastando recursos y no siendo aprovechada para investigaciones que lo requieran. Además, quienes

¹ Pantalla Samsung Flip 2 WM55R.

² Meta Quest 2.

³ Pupil Core.

quieran utilizarla tendrán una mayor dificultad al no tener instrucciones claras de uso y el propio Lab UX no podrá ofrecer servicios de eye tracking a sus clientes.

El problema central descrito, junto con sus causas y efectos, quedan graficados en el árbol del problema que se muestra a continuación (ver Figura 2). Este árbol muestra los distintos elementos del problema y cómo se relacionan entre sí, lo que permite identificar adecuadamente los objetivos que se buscan con esta memoria, que se abordan en la siguiente sección.

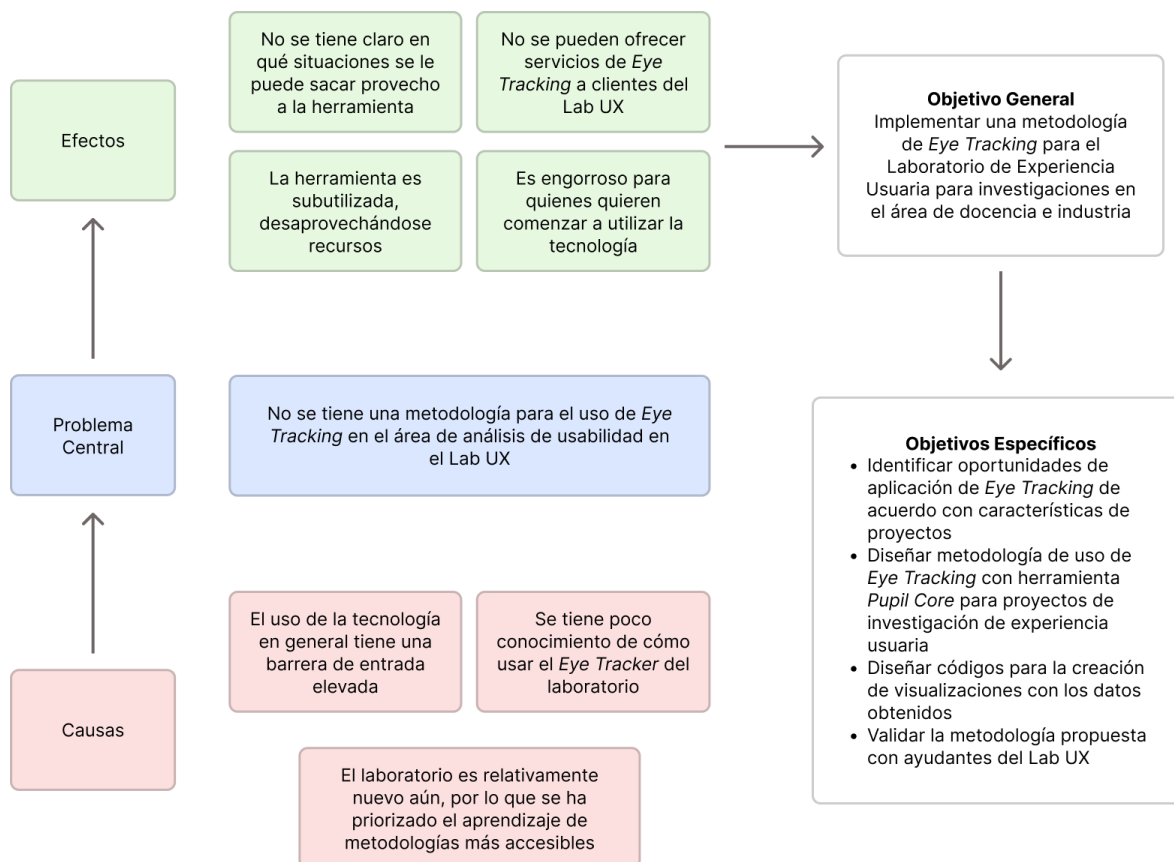


Figura 2: Árbol del problema. Fuente: elaboración propia.

1.4 OBJETIVOS

Se plantea a continuación el objetivo general de esta memoria y los objetivos específicos para cumplirlo.

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de la propuesta consiste en implementar un método de uso de *Eye Tracking* para el Laboratorio de Experiencia Usuaría para investigaciones en el área de docencia e industria.

Para llevar a cabo este objetivo, se plantean cuatro objetivos específicos a cumplir.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar oportunidades de aplicación de *Eye Tracking* de acuerdo con las características de posibles proyectos.
2. Diseñar método de uso de *Eye Tracking* con herramienta *Pupil Core* para proyectos de investigación de experiencia usuaria en áreas de docencia e industria.
3. Diseñar códigos para la creación de visualizaciones con los datos obtenidos.
4. Validar el método propuesto con ayudantes del Lab UX.

1.5 IMPACTO Y ALCANCE

De cumplirse con los objetivos anteriormente planteados, se tendrá un método de uso de *eye tracking* adaptada al contexto del Lab UX, por lo que su eventual adopción debiera ser simple y rápida para los ayudantes del laboratorio. Esto a su vez permitirá un mayor uso de la herramienta, que potencialmente podría enriquecer las investigaciones que realicen estudiantes y profesores. El estudio de los efectos de la adopción de este método queda fuera del alcance de esta memoria.

El método que se diseñará se inserta sólo en el contexto de análisis de usabilidad, acoplándose a los trabajos de Correa Vergara (2022) y Reyes Gómez (2022).

CAPÍTULO 2: MARCO CONCEPTUAL

Para el diseño del método que se propone crear e implementar, es necesario comprender los conceptos de UX, usabilidad y *eye tracking*. Para que esta sea *ad hoc* al contexto ya planteado, también es importante conocer el funcionamiento del Lab UX y ciertos conceptos técnicos de la herramienta que se tiene en este laboratorio. En este capítulo se discute y analiza el estado del arte de estos temas y su interrelación.

2.1 EXPERIENCIA USUARIA (UX)

La experiencia usuaria (UX) es una subárea de la disciplina que estudia la interacción persona-computadora (HCI, del inglés *Human-Computer Interaction*). Como indica su nombre, UX se refiere a todo lo que experimenta un usuario al interactuar con algún producto, sistema o servicio. La experiencia que éste tenga está determinada por las características del propio usuario, del producto y el contexto en el que ocurre su interacción (Hassenzahl & Tractinsky, 2006).

Formalmente, la ISO 9241 (ISO, 2019) define UX como *“las percepciones y respuestas de un usuario que resultan del uso o la anticipación del uso de un sistema, producto o servicio”*, las cuales pueden ser emociones, preferencias y logros que ocurren durante (y antes y después de) dicho uso. Esta definición se ajusta a la visión sobre UX que tienen varios investigadores en la academia e industria, en cuanto considera la subjetividad de la interacción (Law, 2009).

Con el fin de definir más concretamente los alcances de la investigación UX, Hassenzahl & Tractinsky (2006) realizan un estudio de la literatura hasta la fecha, donde identifican tres facetas o perspectivas de HCI que pueden ser analizadas con el estudio de UX:

1. **Necesidades más allá del mero uso:** alude a conceptos como la belleza del sistema, la sorpresa o interés que pueda causar en el usuario, o cualquier otra cualidad que no tenga que ver con la utilidad del sistema en sí. Para lograr una mejor experiencia usuaria, se debe tener una interacción más completa u holística que considere aspectos estéticos y hedonistas, es decir, que causen placer o gusto en el usuario.
2. **Emociones y sentimientos:** se refiere a las emociones positivas o negativas que puede tener un usuario al interactuar con un sistema y cómo esto afecta su uso. Esta interacción es subjetiva, pues depende de las características y habilidades del usuario, además de su predisposición y estado de ánimo antes de utilizar el sistema.
3. **Contexto de la experiencia:** analiza la situación y momento de uso, y como ambos elementos afectan la experiencia del usuario. Al existir prácticamente infinitos contextos de uso, cada interacción es única, compleja y dinámica.

Estas tres facetas se interrelacionan, propiciando incontables experiencias de usuario posibles; es su intersección entonces el punto de interés de la investigación UX (ver Figura 3).

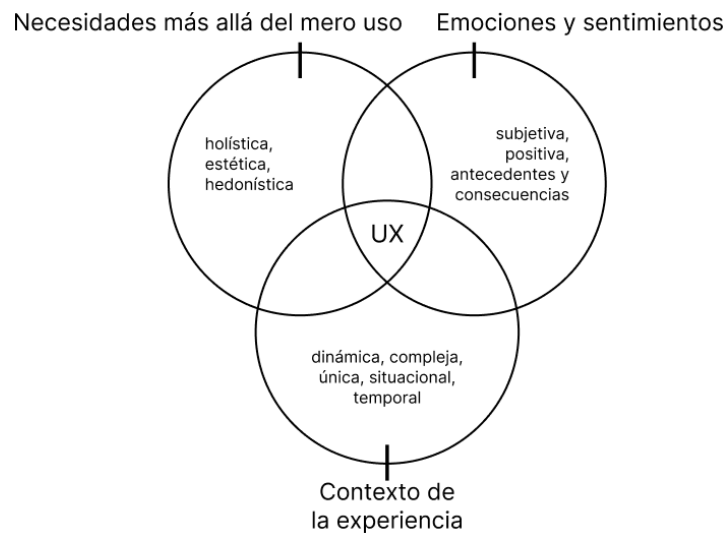


Figura 3: Facetas de UX. Fuente: (Hassenzahl & Tractinsky, 2006), traducción propia.

En el trabajo de Reyes Gómez (2022), se precisan las facetas de UX utilizando el modelo *Honeycomb UX* (ver Figura 4), donde se establecen siete elementos para definir la calidad UX de un sistema: la utilidad, la facilidad de uso (utilizable), la deseabilidad, el valor que entrega, la facilidad de encontrar lo que se necesita, la accesibilidad y la credibilidad.

Como UX comprende diferentes dimensiones (y las relaciones entre ellas) que pueden ser investigadas y analizadas, es necesario contar con diferentes herramientas para su estudio. Por lo anterior, a través de los años se han diseñado múltiples métodos UX para aquello.



Figura 4: Las facetas de UX en *Honeycomb UX*. Fuente: (Reyes Gómez, 2022).

2.1.1 MÉTODO UX

Un método es un procedimiento compuesto de una serie de pasos y reglas que se realizan para obtener o generar conocimiento en algún área de estudio. En un método UX, el área de estudio en cuestión es la calidad UX de un sistema.

En el trabajo de Vermeeren (2010) los autores hacen una distinción entre métodos UX de evaluación, cuyo objetivo es evaluar ideas o diseños y ayudar a elegir la mejor alternativa; y métodos UX de diseño, que se utilizan para generar o inspirar ideas de diseño.

Los métodos UX de evaluación se pueden utilizar tanto para encontrar oportunidades de mejoras en un proceso iterativo de desarrollo, como para evaluar el desempeño de un diseño; o incluso ambos objetivos al mismo tiempo (Joyce, 2019) (Bojko, 2013). Estos tipos de evaluación se denominan:

1. **Evaluación formativa:** la cual se utiliza para identificar posibles problemas de diseño de un prototipo, con el fin de ajustar y mejorar el producto.
2. **Evaluación sumativa:** la cual se usa para comparar el desempeño de un producto en comparación con competidores u otras versiones.

En el trabajo de Rohrer (2014) se categorizan los diferentes métodos UX de evaluación en tres dimensiones, con el fin de orientar a investigadores en un adecuado uso de ellos. Las opciones de cada dimensión no son excluyentes. Estas dimensiones son:

1. **Actitud vs. comportamiento:** donde se diferencian aquellos métodos que estudian lo “que dicen” los usuarios (actitud) de las que estudian lo que los usuarios “hacen” (comportamiento).
2. **Cualitativo vs. cuantitativo:** al igual que en el trabajo anteriormente citado, se diferencian aquellos métodos de los cuales se obtienen datos cualitativos o cuantitativos.
3. **Contexto de uso:** se refiere a cómo interactúan los usuarios con el producto que se investiga. Se definen cuatro contextos posibles: uso natural, uso guiado, uso limitado (se estudia una parte específica del producto), además de la posibilidad de no usar el producto durante el estudio.

Un mapa actualizado donde se clasifican algunos de los métodos UX más usados según estas dimensiones se puede apreciar en la Figura 5. A modo de ejemplo, *eye tracking* se encuentra en el extremo superior, por lo que permite evaluar el comportamiento de los usuarios; al encontrarse en la mitad del eje horizontal, sirve para obtener datos cualitativos y cuantitativos; y finalmente el estar marcado con un círculo verde y un cuadrado rojo, se puede utilizar en un contexto de uso natural y también guiado, respectivamente.

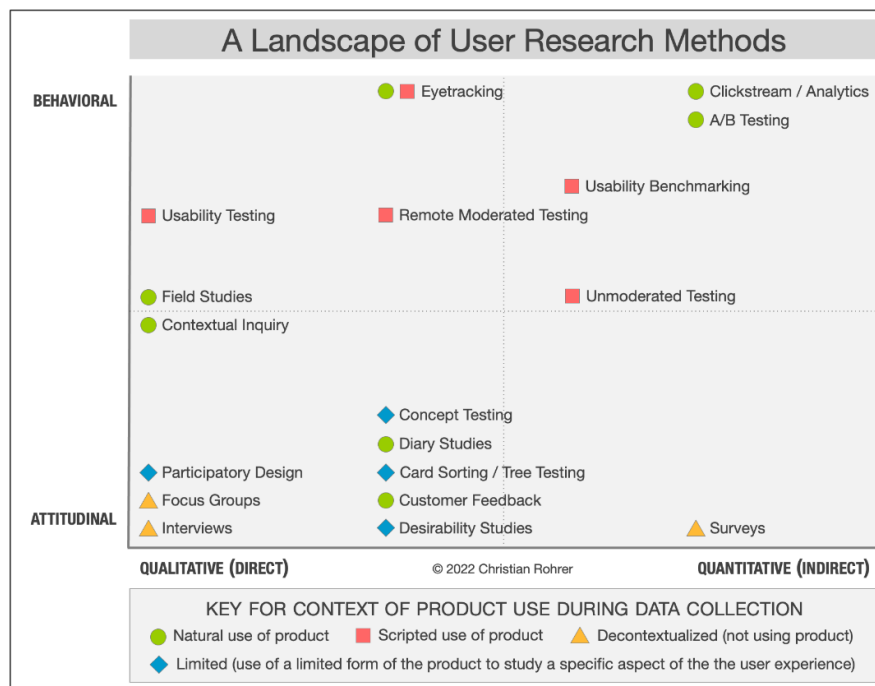


Figura 5: Mapa de categorización de métodos UX de evaluación. El eje vertical corresponde a la dimensión *actitud vs. comportamiento* y el eje horizontal a la dimensión *cualitativo vs. cuantitativo*. Los íconos en la parte inferior indican el tipo de *contexto de uso* en que se utiliza cada método. Fuente: (Rohrer, 2022).

Rohrer también identifica la fase de desarrollo en la cual se encuentra el producto como una característica importante de considerar para la aplicación de los métodos, reconociendo tres fases:

1. Fase de **planificación**, cuando el producto aún está en proceso de ser diseñado.
2. Fase de **diseño**, cuando el producto aún se encuentra en desarrollo y se busca mejorar su usabilidad; se recomienda utilizar principalmente métodos de evaluación formativa.
3. Fase de **evaluación**, cuando el producto está finalizado, para el cual se deben utilizar principalmente métodos sumativos.

2.2 USABILIDAD

El concepto de usabilidad se define formalmente en la ISO 9241 (ISO, 2019) como “*grado en que un sistema, producto o servicio puede ser utilizado por usuarios determinados para lograr objetivos determinados, con efectividad, eficiencia y satisfacción, en un contexto de uso determinado*”.

En el trabajo de Rusu, Rusu, Roncagliolo, & González (2015) concluyen que la mayoría de las definiciones de usabilidad incluyen los conceptos de efectividad, eficiencia y satisfacción.

Concluyen también que, en la práctica, la usabilidad se ha establecido como un componente de UX, y que el primero considera principalmente el desempeño e interacción de un usuario con un sistema, mientras que el segundo también considera interpretaciones y sentimientos. La usabilidad es fundamental para la calidad UX de cualquier producto.

Por su parte, Nielsen (2012) describe la usabilidad como un conjunto de atributos de la calidad del diseño de una interfaz, el cual impacta directamente la experiencia que tenga un usuario con ella. Los cinco atributos de usabilidad de un diseño son:

1. **Facilidad de aprendizaje:** qué tan fácil de utilizar es cuando se ve por primera vez.
2. **Eficiencia:** qué tan rápido se pueden hacer tareas una vez que se aprende a usar.
3. **Facilidad de memorización:** qué tan fácil es recordar cómo utilizar después de un tiempo.
4. **Errores:** cuántos errores cometen los usuarios al utilizarlo, que tan graves son y cuánto cuesta recuperarse de ellos.
5. **Satisfacción:** agrado y placer al utilizarlo.

2.2.1 PRUEBA DE USABILIDAD

Para mejorar la usabilidad de un producto, el método UX más usado y efectivo (Lewis, 2012) es la prueba de usabilidad o prueba con usuarios. Una prueba de usabilidad es una sesión donde un investigador o facilitador le da a un usuario tareas para realizar con una interfaz, y a medida que el usuario completa dichas tareas, el facilitador observa y anota su comportamiento y los comentarios y *feedback* que entregue (Moran, 2019).

El objetivo de una prueba de usabilidad es identificar problemas de diseño, descubrir oportunidades para mejorar el diseño y sirve también para conocer mejor al usuario objetivo en el contexto de uso del producto. Este método tiene tres elementos principales, como se muestra en la Figura 6, los que se detallan a continuación:

1. **Facilitador:** investigador que guía la prueba, intentando influenciar lo menos posible al participante. Debe observar cómo el participante se comporta, hacerle preguntas cuando estime conveniente y dirigir las tareas que se realizan.
2. **Participante:** usuario objetivo del producto a probar, quien entrega retroalimentación y comentarios de acuerdo con las tareas que realiza.
3. **Tareas:** conjunto de actividades planificadas para que el participante realice durante la sesión. Estas deben ser específicas, claras y diseñadas con el objetivo de la investigación en mente.



Figura 6: Elementos y flujo de información en una prueba de usabilidad. Fuente: (Moran, 2019), traducción propia.

2.3 EYE TRACKING

Eye tracking es un método de medición y seguimiento del movimiento de los ojos para identificar donde está mirando o fijando su mirada una persona, para lo cual se emplea una herramienta llamada *eye tracker* y estímulos visuales para que el usuario interactúe. Como explican Carter & Luke (2020), la importancia de donde uno mira radica en que se relaciona directamente con donde uno concentra su atención, lo que se conoce como la “*relación ojo-mente*”. Esto significa que mediante *eye tracking*, se puede analizar el curso de la atención de una persona dada alguna tarea, e incluso hacer suposiciones de sus procesos cognitivos.

La estructura del ojo permite una visión nítida sólo en una pequeña parte del campo visual llamada fovea, localizada al centro de la retina (Bojko, 2013) (Carter & Luke, 2020). Todo aquello que quede fuera de esta área es más borroso y menos claro (ver Figura 7), por lo que se vuelve necesario mover el ojo para poder enfocar y mirar con detalle cosas que se encuentran distanciadas entre sí.



Figura 7: Representación de la visión foveal. Fuente: (Bojko, 2013).

Dentro de los movimientos oculares que puede detectar un *eye tracker*, el más común es el llamado **movimiento sacádico**, el cual es un movimiento rápido del ojo entre dos puntos de atención; durante este movimiento, la visión queda completamente suprimida, lo que es casi imperceptible debido a su corta duración (entre 30 a 50 milisegundos). Cuando el ojo se mantiene fijo en un punto por un periodo de tiempo (entre 180 a 330 milisegundos) se le conoce como **fijación**; es en este periodo donde los ojos reciben información visual (Carter & Luke, 2020). El **recorrido** de la mirada se construye entonces como una secuencia de fijaciones y movimientos sacádicos (ver Figura 8).



Figura 8: Ejemplo de recorrido de una mirada. Los círculos rojos representan fijaciones, mientras que las flechas amarillas representan los movimientos sacádicos y la dirección de estos. Fuente: (Carter & Luke, 2020).

Otros conceptos relevantes (Jacob & Karn, 2003) para el ámbito de *eye tracking* son:

- **Mirada**: un conjunto de fijaciones consecutivas en un área de interés.
- **Área de interés (ADI)**: zona definida previamente por diseñadores o investigadores que es de interés para la investigación.

2.3.1 EYE TRACKING COMO MÉTODO UX

La aplicación de *Eye tracking* en el contexto de UX es similar al de una prueba de usabilidad (ver Figura 6): un **facilitador** le entrega a un **participante** un producto, prototipo o estímulo visual, se le indica una o varias **tareas** a realizar y el facilitador toma nota del comportamiento del usuario. La diferencia radica en el uso de un *eye tracker* por parte del participante durante la sesión, con el cual se puede obtener información de la mirada del usuario y así realizar hallazgos que no se podrían obtener de otra forma, o conseguir datos con los cuales complementar hallazgos ya encontrados (Bojko, 2005).

A pesar de parecer simple en su uso, el método de *eye tracking* requiere de varias consideraciones (tanto técnicas como de procedimiento) y conocimientos para poder aplicarlo de manera correcta y efectiva.

En el trabajo de Jacob & Karn (2003) se hace un exhaustivo estudio de la historia y evolución del *eye tracking*, la cual comienza a finales del siglo XIX. El primer trabajo de investigación en el área de HCI con *eye tracking* se realiza en el año 1950, siendo más común su uso recién a fines del siglo XX e inicios del siglo XXI. A partir de estas investigaciones recopiladas y analizadas, Jacob y Karn identifican y discuten las métricas más utilizadas en estudios de usabilidad con *eye tracking*, las que se explican a continuación:

1. **Número total de fijaciones:** mide la eficiencia de la búsqueda de información y la efectividad de la disposición del diseño. Entre más fijaciones, menos eficiente y efectivo es el diseño para encontrar lo que se busca.
2. **Duración de fijación, en promedio:** como la métrica anterior, permite evaluar qué tan difícil es extraer información de un diseño o que tan clara es la información que presenta; fijaciones más largas implican mayor dificultad y menor claridad.
3. **Fijaciones por segundo:** corresponde al inverso de la duración de la fijación; más fijaciones por segundo implican un diseño más claro y fácil de navegar.
4. **Porcentaje de duración de la mirada en cada ADI:** se utiliza para medir la proporción de tiempo que el participante fija su mirada en algún ADI. A mayor proporción, más importancia percibida tiene un ADI para el participante.
5. **Número de fijaciones en cada ADI:** también permite medir el interés que genera un elemento; mientras más fijaciones tenga, más importante es para el participante.
6. **Duración de la mirada en cada ADI:** similar a la duración de la fijación, mide la dificultad de extraer información, pero de un elemento en particular. A mayor duración, mayor dificultad.

Los autores Goldberg & Wichansky (2003) revelan cuatro problemas comunes que pueden surgir durante evaluaciones de usabilidad de *software* al utilizar *eye tracking*, para los cuales proponen recomendaciones y reglas simples a seguir para guiar a quienes realicen este tipo de estudios, los que se detallan a continuación:

1. Para asegurarse de que la mirada sea un buen reflejo del proceso cognitivo del participante, se deben diseñar tareas con objetivos claros y definidos y no solicitarle que simplemente se “mire” el producto que se está probando.
2. Capturar el movimiento del ojo puede ser difícil si no se tiene una iluminación adecuada; se debe evitar tener fuentes de luz muy luminosas que puedan reflejarse en el ojo y alterar la medición.

3. Es usual que los datos recolectados de un porcentaje alto (20 a 35%) de los participantes tengan que ser descartados por diferentes problemas. Para mitigar aquello, se recomienda sobre reclutar participantes y evitar aquellos usuarios que utilicen lentes.
4. También es común que el *eye tracker* se descalibre durante una sesión, por lo que se debe y recomienda recalibrar constantemente de ser posible, por ejemplo, entre tareas.

Bojko (2005) presenta una serie de “*lecciones aprendidas*” a partir de su propia experiencia utilizando el método de *eye tracking* en evaluaciones de UX, recopiladas en una guía que comprende pasos y consideraciones antes, durante y después del estudio. Los pasos consisten en una planificación adecuada, como entregar instrucciones a los usuarios y recomendaciones para presentar los datos obtenidos. Discute también en su trabajo nuevas métricas para utilizar en investigaciones, que complementan las anteriormente mencionadas:

1. **Porcentaje de participantes fijándose en un ADI:** permite medir la importancia del área en cuestión. Si el área es relevante para la tarea, un porcentaje elevado es bueno y viceversa.
2. **Número de visitas a un ADI:** se entiende como una visita cada vez que el usuario mira o vuelve a mirar cierta zona; también mide la importancia percibida del área.
3. **Lugar en la serie de áreas visitadas:** última métrica que mide la importancia percibida de un ADI. Al visitar un área primero que otras, más importante será para el participante que las siguientes áreas visitadas.
4. **Transcurso de tiempo para la primera fijación en un ADI:** mide la efectividad del diseño y es útil cuando se tiene un elemento específico que se desea estudiar. Mientras más tiempo tome el usuario en fijarse en dicho elemento, menos efectivo es el diseño.
5. **Complejidad del recorrido de la mirada:** al igual que la métrica anterior, mide la efectividad del diseño. Recorridos largos indican un diseño poco efectivo.

2.3.2 PUPIL CORE

Pupil Core es el *eye tracker* que se encuentra en el Lab UX (ver Figura 9), el cual es una tecnología ponible de la compañía *Pupil Labs*. Tiene forma de un lente común, cuyo marco tiene montado tres cámaras: una **cámara de mundo** que apunta en la dirección donde mira el usuario y dos **cámaras de ojo** que siguen el movimiento ocular, utilizando la técnica de

iluminación de pupila oscura⁴. Todas las cámaras son ajustables de manera manual. Las cámaras de ojo tienen una frecuencia de muestreo de 200 hertz (Pupil Labs, 2023).

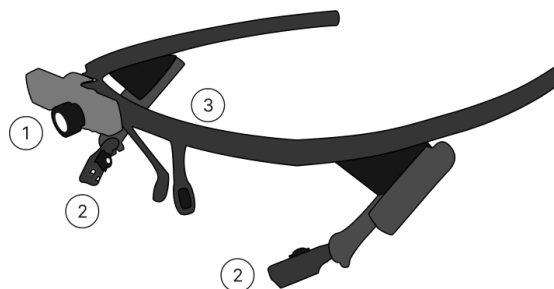


Figura 9: *Eye tracker Pupil Core*. Sus componentes son una cámara de mundo (1), dos cámaras de ojos (2) y el marco con forma de lente (3). Fuente: elaboración propia en base a imágenes oficiales de *Pupil Labs* ⁵.

Para usar este *eye tracker*, *Pupil Labs* provee tres programas de *software* de manera gratuita que se pueden utilizar en cualquier computador. Dos de estos programas son esenciales: ***Pupil Capture***, con el cual se pueden visualizar las cámaras, grabar y calibrar el aparato; y ***Pupil Player***, que permite revisar las grabaciones (ver Figura 10), junto con otras funcionalidades agregadas (llamadas *plugins*). *Pupil Core* se conecta mediante un cable USB al computador.

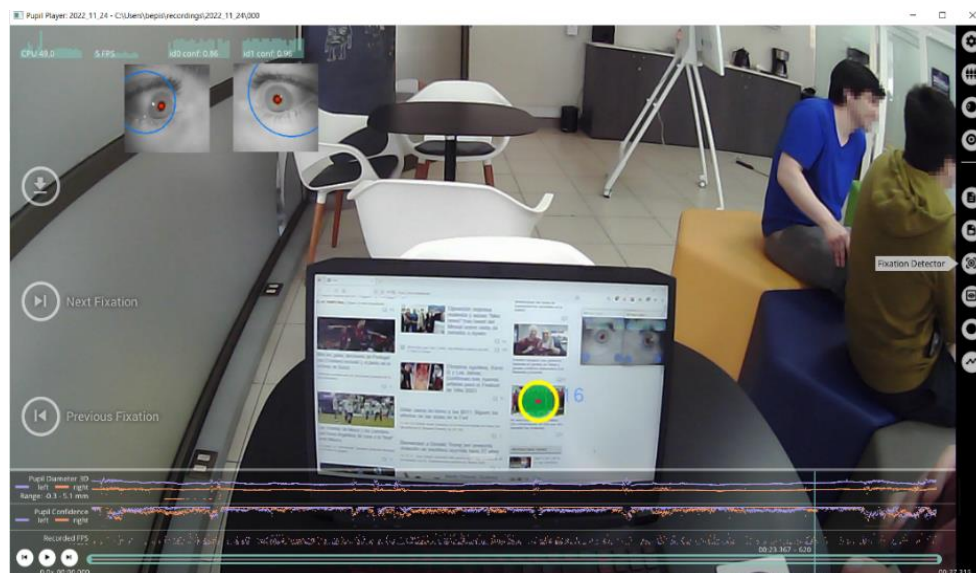


Figura 10: Pantalla de *software Pupil Player*, donde se aprecia lo grabado por la cámara de mundo como imagen principal y las grabaciones de ambos ojos en la esquina superior izquierda. En un círculo amarillo se identifica una fijación. Fuente: elaboración propia.

⁴ Técnica que consiste en usar la iluminación de las cámaras para hacer ver más oscura la pupila, de modo que el algoritmo de *eye tracking* encuentre la posición de la pupila buscando una elipse oscura en la imagen de la cámara.

⁵ *Pupil Labs* en <https://pupil-labs.com/products/core/>.

Pupil Core utiliza un **algoritmo de dispersión** para identificar las fijaciones. Con cada imagen que capturan las cámaras, el algoritmo identifica la posición de la mirada, y cuando cierta cantidad de puntos (que representan estas posiciones) están relativamente cercanos temporal y espacialmente, se registra una fijación (Blignaut, 2009).

La documentación oficial recomienda el trabajo de Blignaut para ajustar correctamente los parámetros de este algoritmo, los cuales son **ángulo de dispersión** y **duración mínima de la fijación**. En la Tabla 1 se describen estos parámetros y se presentan las recomendaciones para su ajuste. Es importante que los parámetros que se utilicen sean parte del reporte de cualquier investigación para poder comparar y replicar resultados.

Tabla 1: Parámetros del algoritmo de dispersión. Fuente: elaboración propia a partir del trabajo de (Blignaut, 2009).

Parámetro	Descripción	Recomendaciones
Ángulo de dispersión	La máxima separación en grados (ver Figura 11) que pueden tener dos puntos muestreados para que se consideren dentro de una misma fijación. A mayor ángulo, se identifican más fijaciones.	Utilizar valores entre 0,5° y 1°.
Duración mínima de la fijación	La mínima cantidad de segundos que se necesitan para que un conjunto de puntos muestreados se considere una fijación. Con una duración muy alta, es posible que algunas fijaciones sean excluidas, y con una duración muy baja puede que se consideren fijaciones que son falsos positivos.	Utilizar una duración entre 100 a 200 [ms] para tareas comunes. Para tareas que requieran un mayor trabajo cognitivo (por ejemplo, lectura) se pueden utilizar valores hasta 400 [ms].

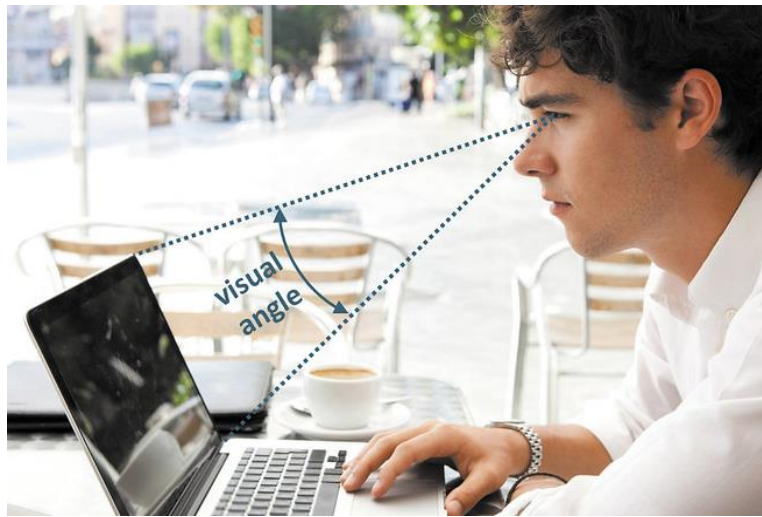


Figura 11: Representación de ángulo visual. Fuente: (Bojko, 2013)

CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

La propuesta de solución consiste en diseñar y validar un método de uso de *eye tracking* acorde al Lab UX. Para esto, se realizó en un proceso de cuatro etapas (ver Figura 12), las cuales se explican a continuación:

1. **Elaboración del método.** Se diseñó el método de uso de *eye tracking*, el cual es un documento principal con instrucciones y recomendaciones. Como complemento, se diseñaron plantillas y programas para utilizar en conjunto al documento principal.
2. **Diseño de validaciones.** Para validar la propuesta, se diseñaron tres actividades de validación para realizar con los ayudantes del Lab UX, para evaluar: la sección de oportunidades de aplicación de *eye tracking*, las secciones y plantillas para realizar sesiones con usuarios y las secciones y programas para generar visualizaciones. Estas tres actividades fueron evaluadas con pruebas piloto y mejoradas con la retroalimentación de ellas.
3. **Realización de validaciones.** Se realizaron las tres actividades de validación diseñadas en la etapa anterior con cinco ayudantes del Lab UX, para un total de 15 actividades.
4. **Análisis y mejoras.** Las actividades fueron analizadas durante y posterior a su realización, utilizando una modificación del método de “diagrama de afinidad”. De este análisis se encontraron hallazgos, los cuales se utilizaron para mejorar el método en su totalidad.



Figura 12: Proceso de propuesta de solución. Fuente: elaboración propia.

La etapa de *Elaboración del método* y los componentes de la solución se describen en más detalle a continuación. Las etapas de *Diseño de validaciones*, *Realización de validaciones* y *Análisis y mejoras* se describen en el CAPÍTULO 4: VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN.

3.1 ELABORACIÓN DEL MÉTODO

El método de uso de *eye tracking* diseñado para el Lab UX se basa en gran parte en la literatura discutida en el CAPÍTULO 2: MARCO CONCEPTUAL, con énfasis en el libro “*Eye tracking the user Experience: A guide to practical research*” (Bojko, 2013) que se encuentra en el Lab UX. También se utilizaron la documentación oficial del *eye tracker Pupil Core* (Pupil Labs, s.f.-b), el conocimiento y experiencia propia del Lab UX y mi experiencia utilizando *Pupil Core* para confeccionar la solución (ver Figura 13).



Figura 13: Confección de la solución. Fuente: elaboración propia.

La solución propuesta consiste en los siguientes componentes: el **documento principal del método**, donde se detalla el método de uso de *eye tracking* para el Lab UX; un conjunto de **plantillas** para realizar la investigación y reporte; y **códigos en Python** para utilizar con *JupyterLab*⁶, para generar visualizaciones a partir de datos obtenidos con *Pupil Core* (ver Figura 14).



Figura 14: Componentes de la propuesta de solución. Fuente: elaboración propia.

⁶ <https://jupyter.org/>

Para permitir el libre acceso a los ayudantes del Lab UX y demás estudiantes de la universidad a estos documentos, estos se almacenaron en una carpeta de Google Drive que utiliza el Lab UX⁷. Se optó por usar Google Drive por su facilidad para organizar y compartir documentos y ser una herramienta que utilizan los ayudantes del laboratorio, que ya ha resultado exitosa para compartir conocimientos y material desde el Lab UX hacia la comunidad estudiantil.

3.2 DOCUMENTO PRINCIPAL: MÉTODO DE EYE TRACKING

El documento principal de la solución detalla el método propuesto para el Lab UX, donde se explican los pasos para realizar investigaciones con *eye tracking*, con instrucciones y recomendaciones para el lector. El método tiene una estructura de tres partes (ver Figura 15), las cuales se describen en mayor detalle en las secciones a continuación.

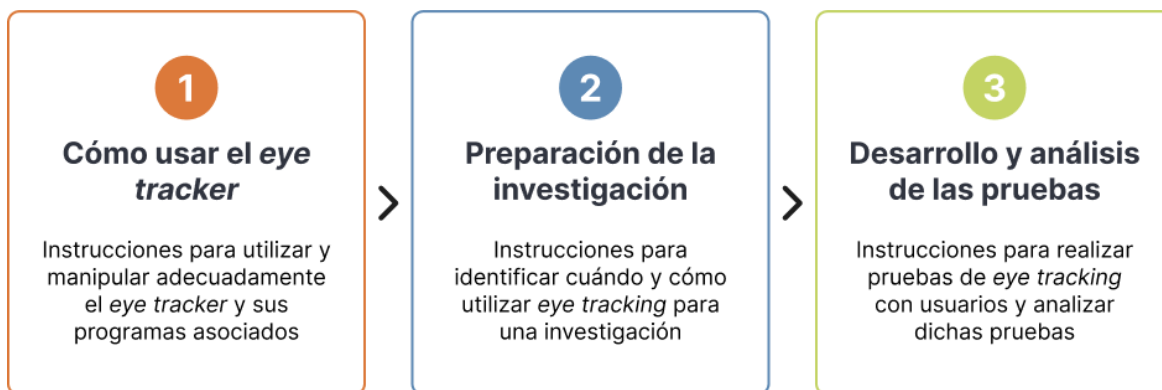


Figura 15: Estructura del documento principal. Fuente: elaboración propia.

Los demás componentes de la solución, las plantillas y códigos, se explican y presentan en los capítulos relevantes del documento principal.

3.2.1 PARTE 1: CÓMO USAR EL EYE TRACKER

En la primera parte del documento principal (ver Figura 16) se entregan instrucciones para utilizar el *eye tracker Pupil Core* y consta de cuatro capítulos. Se utilizó principalmente para su elaboración parte de la documentación oficial y el conocimiento adquirido utilizando el *eye tracker*. Se plantea que al terminar esta parte, el lector debería estar capacitado para **utilizar y manipular el *eye tracker* y sus programas asociados**.

⁷ https://drive.google.com/drive/folders/199bQob2bbY8uZ8j6ENf4Vvyb_mkb12Ha

Parte 1: Cómo usar el eye tracker	5
1 Terminología	5
2 Implementos y materiales.....	5
3 Instrucciones básicas para usar <i>Pupil Core</i>	6
4 Instrucciones avanzadas y programas para visualizaciones.....	8
4.1 Disposiciones recomendadas	9
4.2 Calibración.....	11
4.3 Superficies y mapas de calor (<i>heat maps</i>).....	15
4.4 Fijaciones y recorrido de la mirada	18

Figura 16: Contenido de la Parte 1 del documento principal del método. Fuente: elaboración propia.

En el segundo capítulo, **Implementos y materiales**, se listan los implementos y materiales que se guardan junto al *eye tracker* (ver Figura 17) y se explica su uso. Dos de los materiales no vienen incluidos con *Pupil Core*: los colets, que se incluyeron luego de identificar que es muy fácil que a las personas con pelo largo se les enganche su pelo al utilizarlo; y las etiquetas para superficies, que se utilizan para mejorar la recolección de datos. Estas últimas fueron plastificadas para facilitar su uso y mejorar su durabilidad.



Figura 17: Extracto del capítulo *Implementos y materiales*. Fuente: elaboración propia.

En el tercer capítulo, **Instrucciones básicas para usar Pupil Core**, se presentan instrucciones para comenzar a utilizar el *eye tracker Pupil Core*, con el objetivo de permitir al lector del método familiarizarse rápidamente con la herramienta y sus programas relacionados, *Pupil Capture* y *Pupil Player*, paso por paso. Las instrucciones se complementan con imágenes para guiar al lector (ver Figura 18).

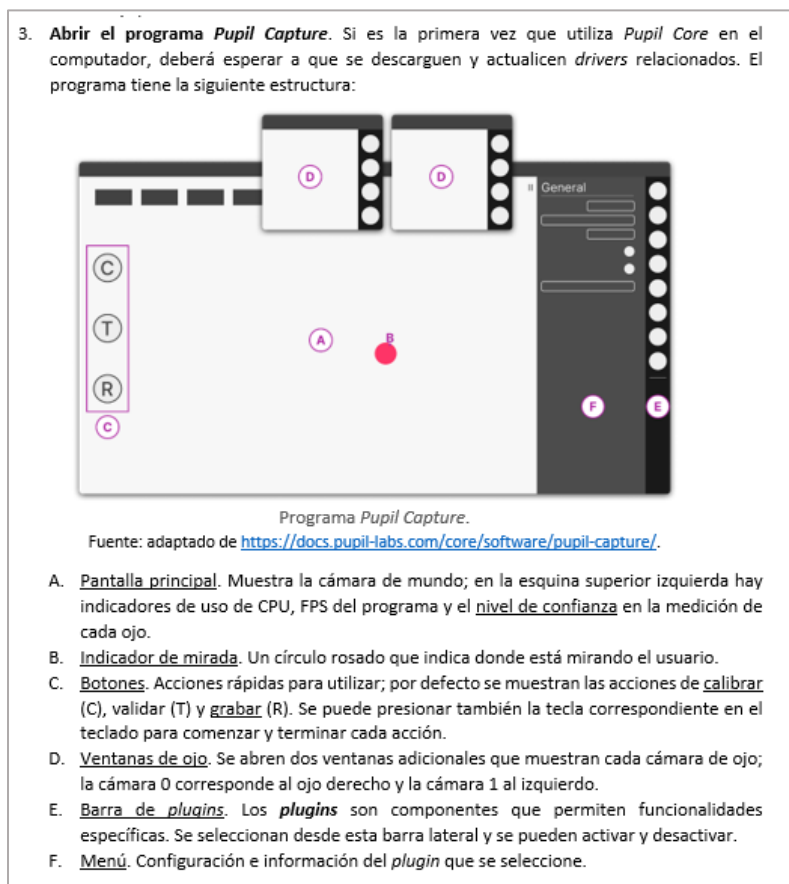


Figura 18: Extracto del capítulo *Instrucciones básicas para usar Pupil Core*. Fuente: elaboración propia, adaptado de (Pupil Labs, s.f.-c).

El cuarto, ***Instrucciones básicas para usar Pupil Core***, se divide en cuatro subcapítulos: *Disposiciones recomendadas*, en el cual se explica cómo disponer los implementos del Lab UX para pruebas con usuarios; *Calibración*, donde se explica en detalle cómo se calibra el *eye tracker*; y los subcapítulos para generar visualizaciones gráficas, *Superficies y mapas de calor (heat maps)* y *Fijaciones y recorrido de la mirada*.

Las **disposiciones recomendadas** fueron elaboradas con el objetivo de asegurar una buena obtención de datos de *eye tracking*, siguiendo ciertos principios: se tiene una pantalla estable y en altura, puesto que *Pupil Core* recolecta datos de mejor manera cuando el usuario no mira hacia abajo, donde los párpados y pestañas pueden tapar la pupila; el programa *Pupil Capture* queda fuera del campo visual del usuario, lo que ayuda a que esté menos consciente de que su mirada está siendo grabada; y el facilitador tiene fácil control y visión de toda la sesión. Estas disposiciones fueron probadas y elaboradas en la Sala de Testing del Lab UX (ver Figura 19).

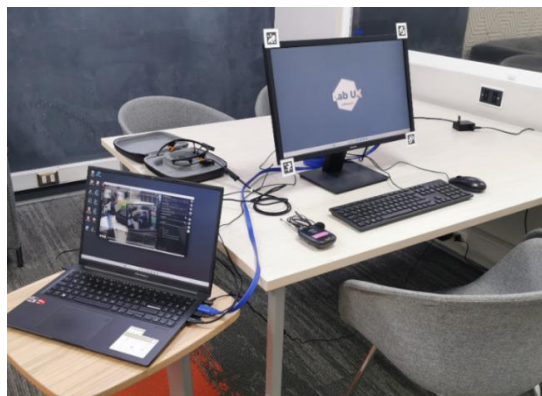


Figura 19: Prueba y elaboración de la disposición recomendada para pruebas con computador. Fuente: elaboración propia.

Con el fin de facilitar el proceso de ordenar los implementos para los lectores, se confeccionaron **diagramas etiquetados** para las dos disposiciones que se elaboraron. En la Figura 20 se encuentra el diagrama para pruebas con computador, que consiste en una disposición con dos pantallas: una para que el facilitador pueda controlar el programa *Pupil Capture* y las interfaces que necesite mostrar; y otra donde el participante vea e interactúe con las interfaces que se le presenten.

Para pruebas con teléfono celular, se probó inicialmente una disposición con la pantalla interactiva Samsung Flip, conectando el teléfono a la pantalla para utilizarla como un “teléfono gigante”, con resultados insatisfactorios: debido a que el participante debe estar muy cerca de ella para manipularla, la cámara de mundo de *Pupil Core* no logra capturar toda la pantalla a dicha distancia, al ser esta muy grande.

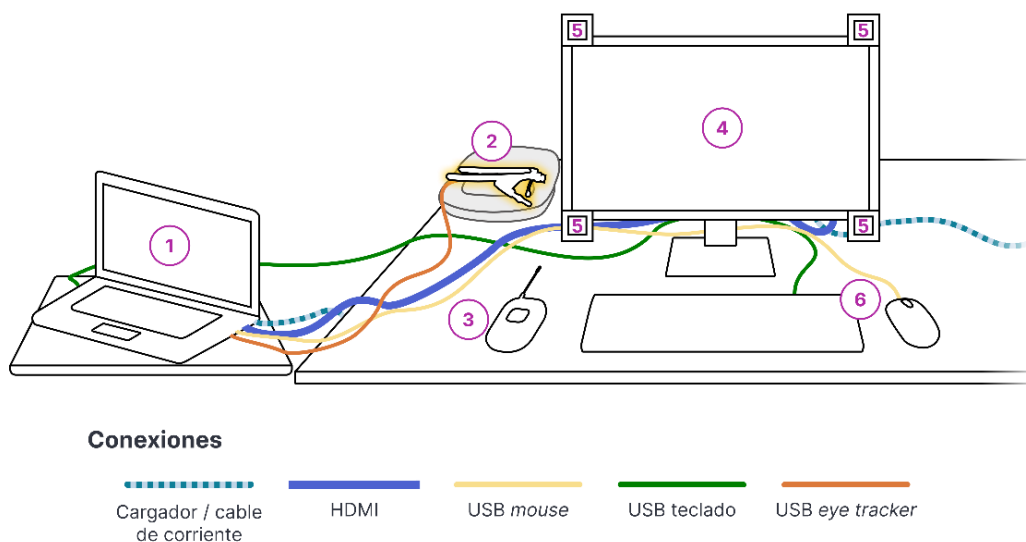


Figura 20: Disposición recomendada para pruebas con computador. Los implementos son: computador portátil (1), *eye tracker* (2) conectado vía USB, micrófono inalámbrico (3), monitor (4) conectado vía HDMI, etiquetas para superficies (5) y teclado y mouse (6) conectados vía USB. Fuente: elaboración propia.

Se optó por una disposición más común (ver Figura 21), utilizando dos simples materiales del Lab UX: un soporte de celular, para mantenerlo estable; y bajo de este soporte una caja, para tenerlo en mayor altura. Se confeccionaron también etiquetas para superficies con espacio suficiente para poder pegarlas por detrás del teléfono y evitar tapar la pantalla.

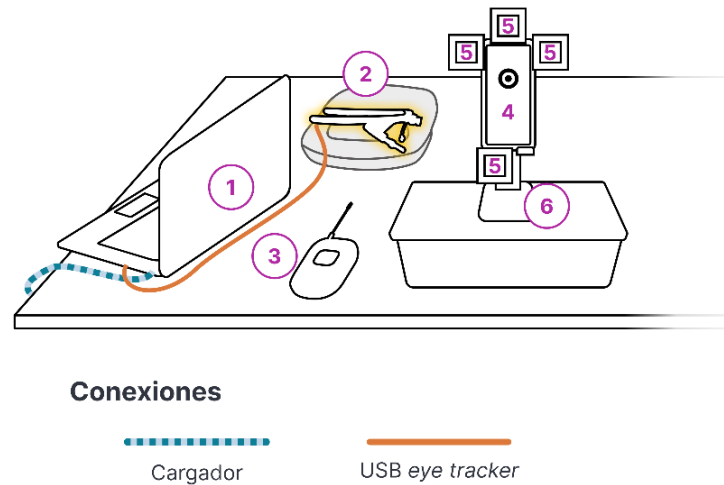


Figura 21: Disposición recomendada para pruebas con teléfono celular. Los implementos son: computador portátil (1), *eye tracker* (2) conectado vía USB, micrófono inalámbrico (3), teléfono celular (4), etiquetas para superficies (5) y soporte para celular y caja (6). Fuente: elaboración propia.

El subcapítulo de **Calibración** se confeccionó apoyándose en las instrucciones de la documentación oficial, sintetizando en un solo lugar pasos a seguir y recomendaciones. Para cada paso, se compusieron imágenes explicativas con ejemplos concretos para guiar al lector sobre los resultados esperados.

El primer paso de la calibración consiste en ajustar las cámaras del lente, para que los ojos y pupilas puedan ser capturados correctamente por las cámaras. Las imágenes utilizadas son para mostrar cómo realizar el movimiento de las cámaras (ver Figura 22) y algunos resultados esperados.

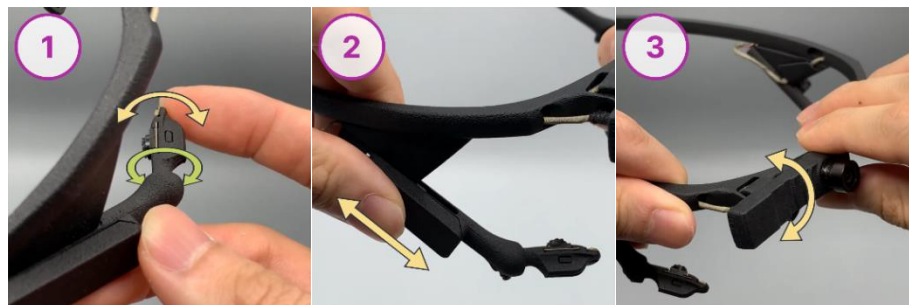


Figura 22: Demostración de los movimientos para ajustar las cámaras ojo y mundo de *Pupil Core*. Fuente: adaptado de (Pupil Labs, s.f.-a).

Para el segundo paso de detección de pupilas, se entrega la recomendación de mirar en cuatro direcciones repetidamente (arriba, abajo, derecha e izquierda) para que el programa *Pupil Capture* realice la detección automática. Se disponen imágenes para mostrar ejemplos de buenas y malas detecciones (ver Figura 23).

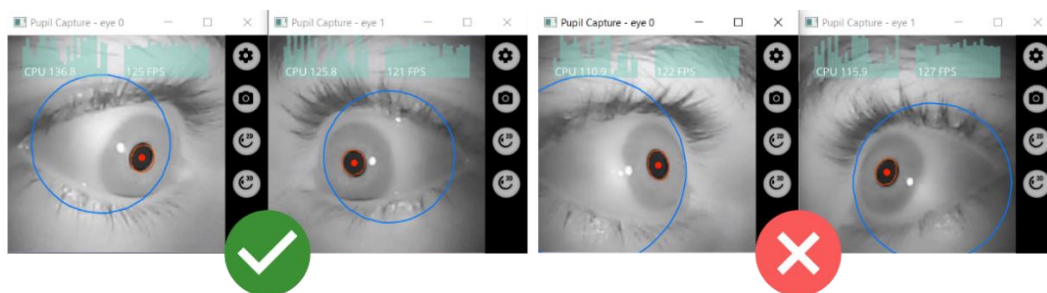


Figura 23: Ejemplos de una buena y una mala *detección de pupilas*. Fuente: elaboración propia.

El tercer paso consiste en la calibración como tal donde el usuario debe mirar uno o más marcadores. Para pruebas con computador, se utiliza la calibración en pantalla; para pruebas con teléfono celular, se utiliza una tarjeta para calibrar que viene con el *eye tracker*. Nuevamente se acompañan las explicaciones con imágenes, para mostrar cómo acceder a los distintos tipos de calibración y ejemplos concretos de buenas y malas calibraciones (ver Figura 24).

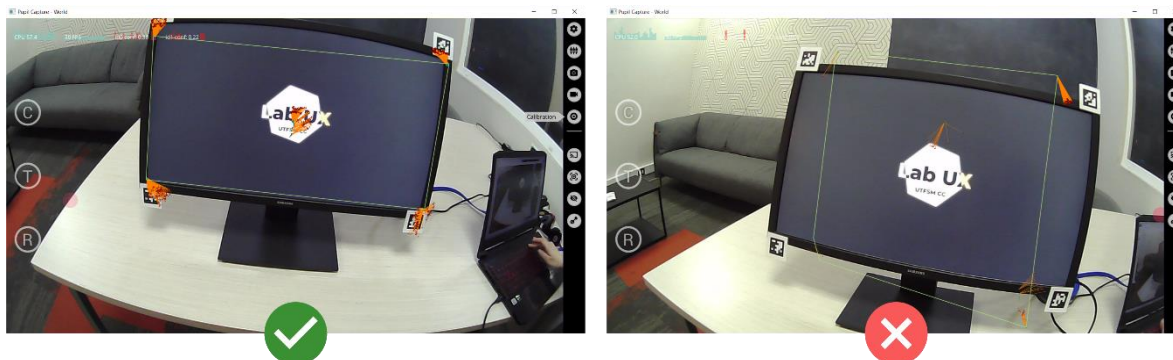


Figura 24: Ejemplos de una buena y una mala calibración para computador. Fuente: elaboración propia.

Se explica en el último paso que se debe validar la calibración. Siguiendo las recomendaciones de la documentación oficial y la literatura, se indican las dos condiciones para una buena calibración: la exactitud angular (*angular accuracy*) que se registre en el programa debe ser menor a 2.5°; y al usuario debe mirar en puntos específicos que se le pidan y verificar que en el programa la mirada se registra en dichos puntos.

En los últimos dos subcapítulos, se explican los códigos para **generar visualizaciones** y cómo utilizar los *plugins* necesarios de *Pupil Player* (ver Anexo 1: *Plugins de Pupil Core*) para aquello. Se eligió *Python* para estos códigos por su simplicidad y familiaridad; y se optó por

usar *JupyterLab* como herramienta para poder crear código interactivo y también por su familiaridad, al ser comúnmente utilizado durante la carrera de informática.

En el subcapítulo ***Superficies y mapas de calor (heat maps)*** se entregan instrucciones para generar mapas de calor de una grabación desde *Pupil Player* y utilizar los datos exportados para superponer este mapa en imágenes. Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Definir una superficie utilizando el *plugin* de Seguimiento de Superficies (*Surface Tracker*) que se encuentra en *Pupil Player*.
2. Ajustar parámetros para la generación del mapa de calor, los cuales son **Suavidad del mapa (*heatmap smoothness*)** y el **tiempo de inicio y fin** de la porción de la grabación a usar.
3. Exportar el mapa generado, presionando la tecla E, el cual es una imagen pixelada en formato PNG.
4. Utilizar el código de *Python heatmap.ipynb* con el mapa generado para superponer el mapa sobre la interfaz utilizada (ver Figura 25).

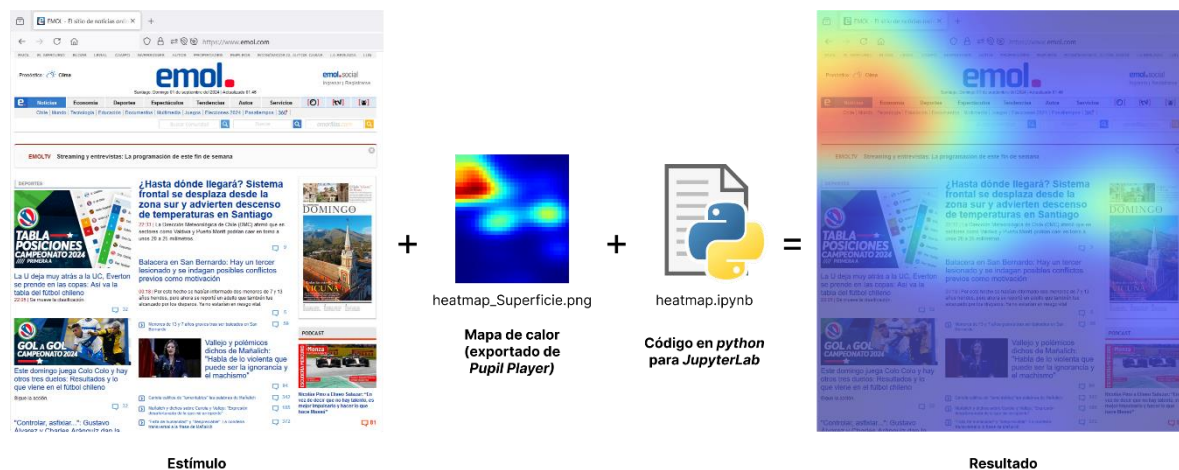


Figura 25: Demostración de funcionamiento de *heatmap.ipynb* con página web del diario El Mercurio⁸.

Fuente: elaboración propia.

En el subcapítulo ***Fijaciones y recorrido de la mirada*** se entregan instrucciones para generar y superponer un diagrama del recorrido de la mirada sobre una interfaz y también se explica qué son las fijaciones y su importancia. Los pasos a seguir, similares al subcapítulo anterior, son los siguientes:

1. Definir una superficie en *Pupil Player*.

⁸ <https://www.emol.com/>

2. Ajustar los parámetros de las fijaciones, **ángulo de dispersión** y **duración mínima de la fijación**, de acuerdo a las recomendaciones de Blignaut (2009). Se debe definir también el **tiempo de inicio y fin** de la porción de la grabación a usar.
3. Exportar los datos de fijaciones, siendo de interés un archivo en formato CSV que posee la ubicación y tiempo de cada fijación en la superficie definida en el primer paso.
4. Utilizar el código de *Python fixations_plot.ipynb* con el archivo exportado para superponer el diagrama del recorrido de la mirada sobre la interfaz utilizada (ver Figura 25).

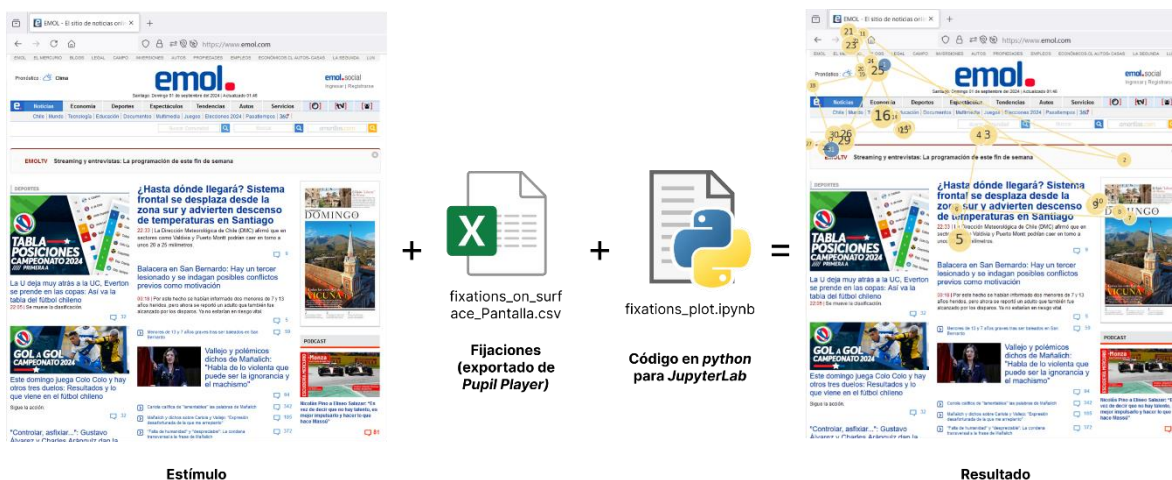


Figura 26: Demostración de funcionamiento de *fixations_plot.ipynb* con página web del diario El Mercurio.
Fuente: elaboración propia.

El documento principal no cuenta con instrucciones para utilizar los códigos en sí, considerando que se utilizan como cualquier código de *JupyterLab*, ejecutando cada celda en orden. Algunas celdas generan código interactivo para cargar los archivos necesarios (Figura 27) y para ajustar las visualizaciones generadas y guardarlas (ver Figura 28).

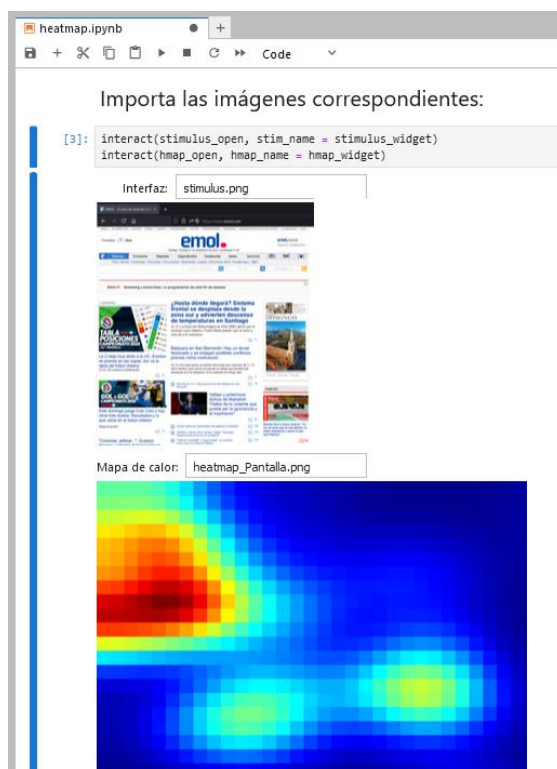


Figura 27: Sección con código interactivo de *heatmap.ipynb* para cargar archivos. Fuente: elaboración propia.

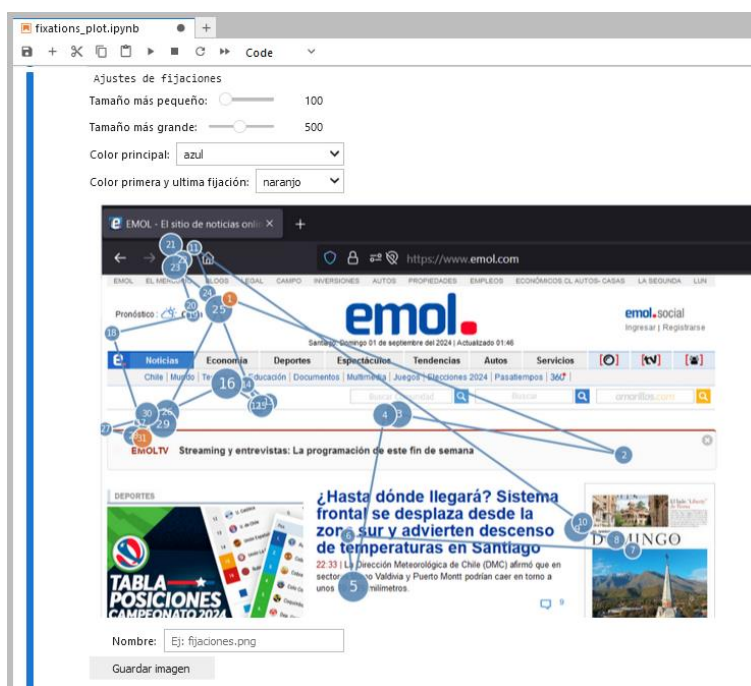


Figura 28: Sección con código interactivo de *fixations_plot.ipynb* para realizar ajustes a la visualización final. Fuente: elaboración propia.

3.2.2 PARTE 2: PREPARACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En la segunda parte del documento principal (ver Figura 29) se explican las oportunidades de aplicación de *eye tracking* en investigaciones de usabilidad y cómo se debe preparar dicha investigación. Se plantea que al terminar esta parte, el lector debería estar capacitado para **identificar cuándo es conveniente utilizar *eye tracking*** para una investigación. Esta parte se divide en dos capítulos.

Parte 2: Preparación de la investigación	20
5 Cuándo usar <i>eye tracking</i> y definición de objetivos de la investigación.....	20
6 Diseño de la investigación	23
6.1 Métricas.....	23
6.2 Tareas	26
6.3 Preparación de estímulos.....	27
6.4 Guión	27
6.5 Pruebas piloto	30
7.6 Reclutamiento de participantes	30

Figura 29: Contenido de la Parte 2 del documento principal del método. Fuente: elaboración propia.

El capítulo cinco se titula ***Cuándo usar *eye tracking* y definición de objetivos de la investigación***. Para establecer cuándo usar *eye tracking*, se utilizaron como principales referencias los trabajos de Reyes Gómez (2022) y Bojko (2013), donde se identificaron tres condiciones que se deben cumplir:

1. El producto o prototipo a probar se encuentra en la fase de ***Probar y Ajustar*** de acuerdo a la metodología del Lab UX (ver Figura 30).
 - En esta fase se deben definir los objetivos y preguntas de la investigación, y los usuarios objetivos.
2. El uso de *eye tracking* ayuda a responder una o más **preguntas de la investigación**.
3. *Eye tracking* es el **método más fácil** (o el único) para resolver las preguntas de la investigación; o bien que el uso de *eye tracking* es necesario para **convencer a las partes interesadas** de la investigación.

Se definen las **preguntas de la investigación** como aquellas interrogantes que se esperan responder durante la investigación para lograr los objetivos planteados. Las respuestas a estas preguntas deben generar **conocimiento accionable**, que son resultados que ayudan en la toma de decisiones.

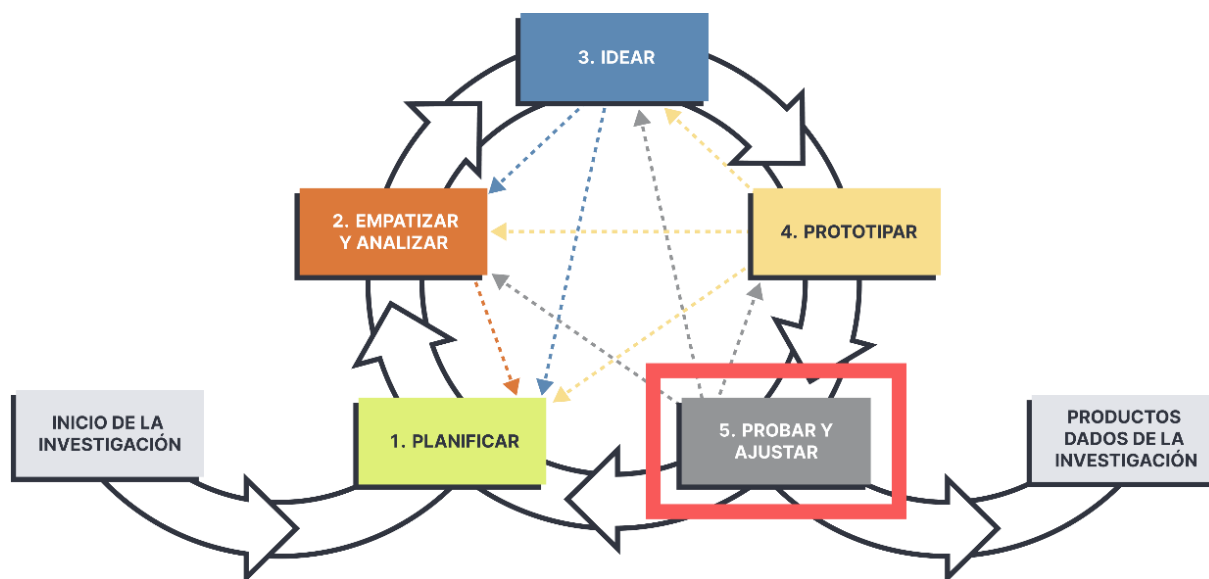


Figura 30: Metodología Lab UX para estudiantes y memoristas. Fuente: elaboración propia, adaptado de (Reyes Gómez, 2022)

Siendo las preguntas de la investigación un factor clave en la decisión de usar o no *eye tracking*, con el fin de asistir a ayudantes y estudiantes a identificar oportunidades de uso de *eye tracking*, se analizaron los trabajos (Bojko, 2006), (Liu & Zhu, 2012), (Bojko, 2013), (Wong, Bartels, & Chrobot, 2014), (Mussnug, Waldern, & Meboldt, 2015), (Qu, Zhang, Chao, & Duffy, 2017), (Țichindelean, Țichindelean, Cetină, & Orzan, 2021) y (Szekely, Vert, Rotaru, & Andone, 2023), de los cuales se identificaron y recopilamos distintas preguntas de la investigación (ver Anexo 2: Preguntas de la investigación en la literatura).

Las preguntas recopiladas fueron resumidas, agrupadas y organizadas según su parecido, identificando ocho categorías para ellas. Para cada categoría, se identificó un objetivo común. Se incluyó en el documento principal la Tabla 2, donde se listan las preguntas de la investigación identificadas y su objetivo asociado.

Es importante notar que esta tabla no planea ser exhaustiva ni definitiva, si no un apoyo y guía para los ayudantes y estudiantes; que los objetivos son generales y no específicos para una investigación únicamente con *eye tracking*; que las preguntas sirven para indagar más profundamente o complementar hallazgos que se pueden encontrar con respuestas y retroalimentación de los participantes de una investigación; y que no necesariamente *eye tracking* es el único método que puede responder estas preguntas.

Tabla 2: Objetivos y preguntas de la investigación recopiladas. Fuente: elaboración propia.

Objetivos	Preguntas de la investigación
A. Se quiere determinar qué impresiones tienen los usuarios del prototipo.	A1. ¿Qué elementos de la interfaz forman o configuran la impresión que tienen los usuarios? A2. ¿En qué lugares o componentes el usuario centra más su atención? ¿Por qué? A3. ¿Pueden los usuarios entender el objetivo de la interfaz al mirarla? Si no, ¿por qué?
B. Se quiere entender cómo los usuarios interactúan con el prototipo.	B1. ¿Dónde concentran la atención los usuarios al hacer [tarea]? ¿Por qué? B2. ¿Cuáles son los primeros componentes en que el usuario fija su atención al hacer [tarea]? B3. ¿Los usuarios son capaces de encontrar los componentes claves para realizar [tarea]? B4. ¿Cuáles componentes o información tienden a ser ignorados al realizar [tarea]?
C. Se quiere evaluar la disposición de los componentes de una interfaz del prototipo.	C1. ¿Los usuarios notan [componente] de la interfaz? Si no, ¿por qué? C2. ¿Cuánto demoran los usuarios en encontrar [componente o información]? C3. ¿Dónde esperan los usuarios encontrar [componente o información]? ¿Por qué? C4. ¿Existen componentes que distraigan al usuario al utilizar la interfaz? C5. ¿Es [componente] suficientemente llamativo o atractivo para los usuarios?
D. Se quiere evaluar si la información presentada en el prototipo es fácil de entender.	D1. ¿El usuario es capaz de memorizar la información más relevante? Si no, ¿por qué? D2. ¿Los usuarios pueden entender la función de [componente] al mirarlo?
E. Se quieren comparar dos o más alternativas en cuanto a la atracción o interés que generan.	E1. ¿Cuánto tiempo capturó la atención de los usuarios cada prototipo? E2. ¿Qué componentes aportan a causar atracción o interés?

F. Se quieren comparar dos o más alternativas en cuanto a su facilidad de uso y de entendimiento.	F1. ¿En cuál de las interfaces es más fácil encontrar [información]? ¿Por qué? F2. Comparando entre interfaces, ¿cuánto tiempo le toma al usuario comprender [información] una vez que la ha visto?
G. Se quiere evaluar la mejor manera de diseñar [componente].	G1. ¿Qué diseño de [componente] es más atractivo para los usuarios? G2. ¿En qué lugar [componente] genera más atención? ¿Por qué? G3. ¿En qué lugar [componente] es más fácil de encontrar? ¿Por qué?
H. Se quiere obtener más información para solucionar problemas de usabilidad ya detectados previamente.	H1. ¿Por qué los usuarios no logran comprender [información]? ¿Vieron la información? Si la vieron, ¿la entendieron? H2. ¿Cuáles son las posibles causas por las cuales los usuarios se demoran en realizar [tarea]? H3. ¿Qué posibles razones hay para que los usuarios se equivoquen al hacer [tarea]? H4. ¿Por qué los usuarios no pueden o tienen problemas para encontrar [componente]?

Aquellas palabras que aparecen entre corchetes se refieren a un elemento en específico y deben ser sustituidas de manera adecuada. Por ejemplo, la pregunta B1 podría ser “¿*Dónde concentran la atención los usuarios al reservar una habitación*? ¿Por qué?” si se tratase de un sitio web de un hotel.

En el capítulo seis, ***Diseño de la investigación***, se entregan directrices para diseñar la investigación con *eye tracking*, para lo cual se creó la **plantilla de investigación**, que cuenta con secciones para los objetivos y preguntas de la investigación, métricas, tareas y el guión de la sesión, además de una sexta sección con recomendaciones para una prueba piloto.

Para diseñar la investigación, se deben realizar los siguientes pasos, a medida que se completa la plantilla:

1. **Definir métricas:** para investigaciones sumativas, se deben definir cuáles métricas de *eye tracking* se utilizarán; este paso se puede obviar para investigaciones formativas. Las métricas se organizan en dos tipos: atracción y desempeño, las cuales se encuentran en el Anexo 3: Métricas.
2. **Definir tareas:** se deben definir las tareas que el participante deberá realizar. Se sugiere diseñar tareas cerradas, las cuales tienen un flujo y fin claro, lo que facilita

su posterior análisis. Para orientar en la construcción de este tipo de tareas, se presenta la Tabla 3, donde se explica y se dan ejemplos de su estructura.

Tabla 3: Estructura de una tarea con definiciones y ejemplos. Fuente: elaboración propia.

	Contexto	Instrucción	Elemento objetivo	Acción de término
Definición	Situación hipotética, realista y <u>simple</u> que se le presenta al participante para contextualizar la tarea que tiene que realizar.	Especificación de lo que el participante debe realizar .	El elemento o componente que el participante debe encontrar y realizar una acción sobre él.	Acción que el participante debe realizar sobre el elemento objetivo para terminar la tarea.
Ejemplo	<i>En su casa se averió su microondas y necesita reemplazarlo.</i>	<i>Busque la alternativa más barata.</i>	Microondas marca ABC.	<i>Cuando la haya encontrado, haga clic en ella.</i>

Para complementar, se entregan además buenas prácticas para diseñar tareas, tales como: ser claras, tener un alcance limitado, tener un único elemento objetivo y tener datos e instrucciones escritas para el participante cuando lo requieran.

3. **Preparar estímulos:** por cada tarea, se debe establecer qué parte (o partes) del prototipo o producto se le mostrará al participante de la sesión. Se entregan también buenas prácticas a seguir: los estímulos deben ser de alta calidad, pueden tener limitaciones en cuanto a funcionalidad y se deben definir las áreas de interés del estímulo con *Pupil Capture* previo a las pruebas.
4. **Preparar guión:** para una prueba de *eye tracking* exitosa, es importante que las instrucciones sean lo más claras posibles para el participante de la sesión. El guión debe seguir una estructura recomendada de: introducción, preguntas iniciales, paso de calibración, administración de tareas y preguntas finales. La plantilla de investigación cuenta con algunos de estos pasos previamente completados para ayudar al investigador, como es el paso de calibración (ver Anexo 4: Guión para calibración) y recomendaciones para completar los demás.

Se tiene también un formato recomendado para escribir las tareas en el guión, adaptado de la plantilla para pruebas de usabilidad del Lab UX y de (Bojko, 2013) (ver Figura 31).

Para la **sección de tareas** en el guión, debe completar una tabla con el **formato** que se muestra a continuación por cada tarea. Las **celdas en amarillo** se deben rellenar durante las pruebas por cada participante (ver **7.4 Administración de tareas**).

ID	Nombre de la tarea
Instrucciones	
Flujo esperado y otras consideraciones	
Resultado	X
Pregunta de evaluación	#
Notas de la sesión	

1. **ID**: identificador de la tarea, en general una letra acompañada de un número (ej. T1).
2. **Nombre de la tarea**: nombre que describa en pocas palabras de qué trata la tarea.
3. **Instrucciones**: corresponde tanto a las instrucciones que se le administrarán al participante, como instrucciones para que el facilitador sepa qué debe hacer.
4. **Flujo esperado y otras consideraciones**: se describe el flujo que el participante *debiera* seguir al realizar la tarea y consideraciones que el facilitador deba tener en cuenta.
5. **Resultado**: se listan los posibles resultados a los que pueda llegar el participante.
6. **Pregunta de evaluación**: pregunta que se le realiza al participante luego de terminar la tarea.
7. **Notas de la sesión**: espacio para observaciones del facilitador durante la tarea.

Figura 31: Extracto del subcapítulo *Guión*, donde se muestra el formato que deben seguir las tareas en la plantilla de investigación. Fuente: elaboración propia.

5. **Realizar pruebas piloto**: se instruye que el paso previo a reclutar a los participantes y realizar la investigación de *eye tracking*, es hacer una o más pruebas piloto, con el objetivo de evaluar, validar y mejorar la prueba en sí.
6. **Reclutar participantes**: el último paso consiste en reclutar participantes que serán parte de la investigación, para lo cual se entregan algunas recomendaciones: definir correctamente a los usuarios objetivos, sobre reclutar participantes debido a la falibilidad de la tecnología y asignar bloques horarios definidos a cada participante.

3.2.3 PARTE 3: DESARROLLO Y ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS

En la parte 3 del documento principal (ver Figura 32) se entregan recomendaciones para llevar a cabo la investigación de *eye tracking* mediante pruebas con usuarios y recomendaciones para su posterior análisis. Al terminar esta parte, se espera que el lector esté capacitado para **realizar pruebas de *eye tracking* con usuarios reales**. Los dos últimos capítulos que comprenden esta parte se construyeron principalmente siguiendo las recomendaciones en (Bojko, 2013), aplicándolas a la realidad del Lab UX y a la herramienta específica de *Pupil Core*.

Parte 3: Desarrollo y análisis de las pruebas	32
7 Ejecución de pruebas con <i>eye tracking</i>	32
7.1 Preparación	32
7.2 Introducción y preguntas iniciales	33
7.3 Calibración.....	33
7.4 Administración de tareas	34
7.5 Pasos finales	35
8 Análisis y reporte de la investigación	36
8.1 Preparación de datos: definición de fijaciones y superficies	36
8.2 Análisis cualitativo.....	38
8.3 Análisis cuantitativos.....	40
8.4 Uso de las visualizaciones.....	41

Figura 32: Contenido de la Parte 3 del documento principal del método. Fuente: elaboración propia.

En el séptimo capítulo, ***Ejecución de pruebas con eye tracking***, se detallan los pasos específicos para realizar las pruebas de *eye tracking* con los participantes. El primer paso consiste en la preparación de la sesión, donde principalmente se debe tener preparados el *eye tracker* y demás dispositivos con antelación; y tener la plantilla de investigación y otros documentos previamente impresos. También se debe entregar un **consentimiento informado**⁹ al usuario antes de comenzar; se construyó un documento *ad hoc* para pruebas de *eye tracking* como material complementario.

Los siguientes pasos consisten en ejecutar el guión preparado anteriormente, para lo cual se entregan recomendaciones para cada uno de estos pasos. Como ejemplo, se explica cómo se debe rellenar durante la sesión la tabla de tareas que se encuentra en el guión (ver Figura 33).

⁹ Documento donde un participante expresa su intención de participar en una investigación de forma voluntaria.

ID: T1	Encontrar el microondas más barato
<u>Instrucciones:</u> [Sitúe la aplicación en la página de productos de cocina] "En su casa se averió su microondas y necesita reemplazarlo. Busque la alternativa que sea más barata." "Cuando la haya encontrado, haga clic en ella." [Inicie el cronómetro]	
<u>Flujo esperado y otras consideraciones para el facilitador:</u> - El usuario puede utilizar el buscador o bien encontrar la sección de microondas. - El usuario puede filtrar por precio o bien analizar cada producto uno a uno. - El producto esperado es de la marca XYZ.	
<u>Resultado:</u> A. Hace clic en el producto de la marca XYZ. B. Hace clic en otro producto. C. Indica verbalmente que no puede encontrar el producto. D. Han pasado más de 5 minutos.	B
En una escala de 1 a 7, donde 1 es "muy fácil" y 7 es "muy difícil", ¿cómo calificaría, en general, esta tarea?	4
<u>Notas de la sesión:</u> El participante se movió mucho previo a comenzar la tarea, por lo tanto se debe revisar posteriormente si quedó bien calibrada o no la grabación.	

Figura 33: Una tabla de una tarea con anotaciones de ejemplo. Fuente: elaboración propia.

El octavo y último capítulo, **Análisis y reporte de la investigación**, se divide en cuatro subcapítulos en los que se explica cómo utilizar los datos recolectados. Al inicio del capítulo se tiene un enlace a la **plantilla de reporte**, la cual se utiliza para reportar los hallazgos. Esta plantilla se divide en cinco secciones recomendadas: resumen ejecutivo, proceso (de la investigación), tareas, usuarios y resultados. Cada sección contiene instrucciones, ejemplos y texto "prellenado" (ver Figura 34).

En el subcapítulo **Preparación de datos: definición de fijaciones y superficies** se entregan instrucciones de cómo preparar los datos en *Pupil Player* previo a exportarlos y analizarlos. Paso por paso se explica cómo utilizar los *plugins* que tiene el programa, acompañado de imágenes del mismo programa.

2 Proceso

Debe explicar el objetivo de la investigación y el proceso que se realizó para llevarla a cabo. A continuación se tiene una base editable del proceso:

El objetivo general de esta investigación es evaluar la usabilidad de **nombre producto/aplicación/etc.** Para aquello, se reclutaron 5/10/X usuarios, a quienes un facilitador les entregó tareas para que interactuaran con el **producto/aplicación/etc** en una sesión guiada. Durante esta sesión se utilizó un **eye tracker** para analizar dónde miraban los usuarios.

Eye tracking es un método de medición y seguimiento del movimiento de los ojos para identificar dónde está mirando o fijando su mirada una persona. Dentro de lo que puede medir un *eye tracker*, son de interés para esta investigación las **fijaciones**, que son el periodo cuando los ojos se mantienen fijos en un punto por un periodo de tiempo y reciben información visual.

La herramienta de *eye tracking* utilizada fue **Pupil Core**, de la empresa *Pupil Labs*. Este *eye tracker* tiene forma de lente para que los usuarios lleven puesto durante las pruebas. Las características de esta herramienta son:

1. Posee 2 cámaras para la detección del movimiento de los ojos.
2. La frecuencia de muestreo de las cámaras es de 200 [Hz].
3. Utiliza un algoritmo de dispersión para detectar las fijaciones. Los parámetros utilizados son:
 - a. Ángulo de dispersión: **escriba aquí el valor utilizado**
 - b. Duración mínima de la fijación: **escriba aquí el valor utilizado**

A continuación puede listar los objetivos, preguntas y/o métricas que se definieron para la investigación.

Figura 34: Segunda sección de *Proceso* de la plantilla de reporte. En color azul se encuentran instrucciones de que debe ir en la sección y en color normal texto prellenado recomendado. Fuente: elaboración propia.

En el siguiente subcapítulo, se explica cómo realizar un **análisis cualitativo** de las grabaciones de *eye tracking* para tareas cerradas, donde se debe encontrar y reconocer un elemento objetivo. Para aquello, se utilizó un diagrama de (Bojko, 2013), el cual se tradujo, modificó y adaptó (ver Figura 35). Por cada tarea que realizó un usuario, se debe identificar si logró completarla exitosamente o no y realizar los pasos adecuados:

1. Si logró completarla, de todas maneras se debe analizar si surgieron **problemas de percepción o de comprensión** durante la sesión. Para esto, se analiza el patrón de su mirada y se complementa con comentarios que haya entregado.
2. Si no logró completar la tarea, hay dos opciones: el usuario miró el elemento objetivo pero no supo que debía elegirlo, lo cual implica un **error de comprensión**; o bien simplemente no miró el elemento, lo que implica un **error de percepción**. En cualquier caso, se debe analizar las posibles causas del error analizando el patrón de la mirada.

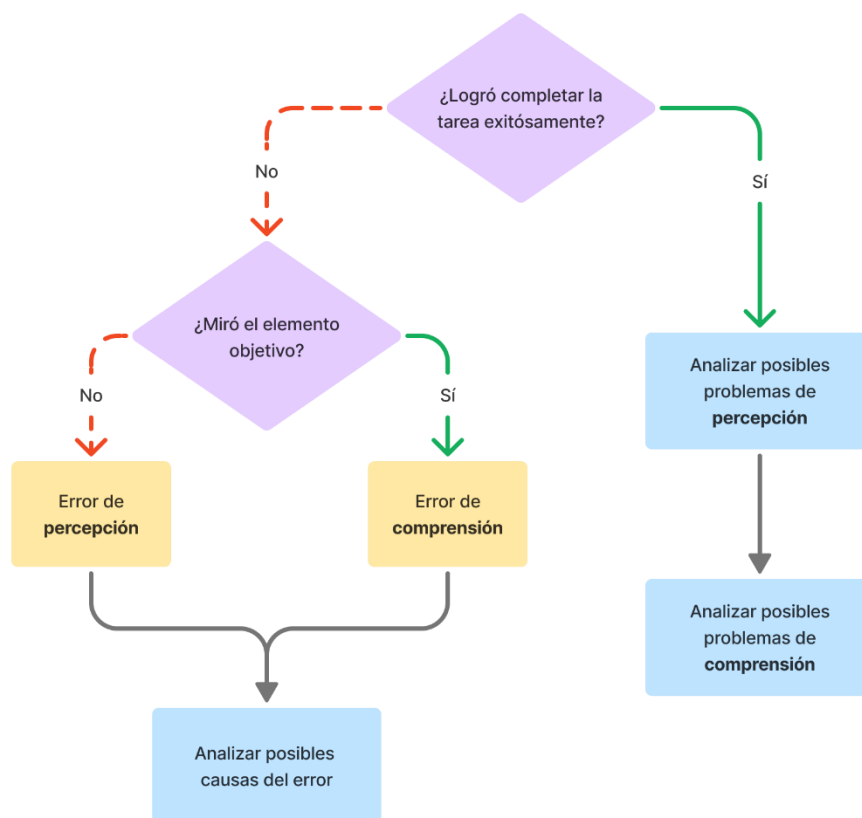


Figura 35: Diagrama del proceso de análisis cualitativo. Fuente: elaboración propia, adaptado de (Bojko, 2013).

El subcapítulo de **análisis cuantitativo** que le sigue es más breve, donde se explica cómo utilizar la **plantilla de métricas** para organizar los datos obtenidos. Esta plantilla es una hoja de cálculo para anotar las métricas que se obtengan de las sesiones. En la primera hoja se anotan los participantes, junto a un identificador; en la segunda se anotan las tareas que se realizaron y los diseños comparados; y en las hojas subsiguientes, se anotan las métricas obtenidas en cada tarea. Contiene también una hoja de ejemplo (ver Figura 36) para mostrar cómo se deben rellenar las hojas de métrica.

Tareas	T1		T2	
Diseños	Diseño original	Rediseño	Diseño original	Rediseño
P01	10	8	22	12
P02	No se pudo calibrar bien durante la sesión			
P03	15	7	32	21
P04	Se descartaron los datos de esta tarea; se detectó una mala calibración durante el análisis	6	18	14

Figura 36: Plantilla de métricas, hoja de ejemplo. Fuente: elaboración propia.

En el subcapítulo final se explica **cómo utilizar las visualizaciones**, mapas de calor y recorridos de la mirada, tanto para encontrar y analizar patrones, como para presentar los hallazgos de la investigación. En la Figura 37 se muestra un ejemplo de cómo mostrar los hallazgos utilizando un recorrido de la mirada, el cual se encuentra en este subcapítulo.



Figura 37: Ejemplo de cómo presentar hallazgos apoyado con una visualización. Fuente: elaboración propia.

CAPÍTULO 4: VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN

En este capítulo se explica el proceso de ***Diseño de validaciones***, detallando las actividades que se confeccionaron, y luego se presentan hallazgos resultantes de las etapas de ***Realización de validaciones*** y ***Análisis y mejoras*** del proceso de propuesta de solución.

4.1 DISEÑO DE VALIDACIONES

Para evaluar el método diseñado, se confeccionaron tres actividades enfocadas en distintas secciones del documento principal y tomando en consideración los objetivos planteados en el CAPÍTULO 1: DEFINICIÓN DEL PROBLEMA. El método debe adaptarse a la realidad del Lab UX y sus ayudantes, por lo tanto los usuarios con quienes se probó el método fueron actuales ayudantes del laboratorio, tanto en las pruebas piloto como en las actividades finales.

Las actividades fueron diseñadas en orden secuencial. La estructura de ellas consta de una lectura inicial de partes del documento principal, tareas administradas al ayudante y un conjunto de preguntas para concluir la actividad.

4.1.1 ACTIVIDAD 1: OPORTUNIDADES DE APLICACIÓN

Esta primera actividad se diseñó para evaluar las oportunidades de aplicación de *eye tracking*. Esta consiste en una lectura de dos capítulos: “*Cuándo usar eye tracking y definición de objetivos de la investigación*” completo y parte del capítulo 6 “*Diseño de la investigación*”, en específico los subcapítulos de métricas y tareas. Se le pide al ayudante que lea al ritmo que le acomode y se le indica que puede realizar preguntas y consultas.

Para evaluar su facilidad de entender, se les administra una única tarea de responder un cuestionario (ver Figura 38) el cual pueden responder utilizando el documento como guía, ya que no es de interés evaluar la capacidad de memorizar de los ayudantes. Las preguntas 1 y 4 son sobre “cuándo aplicar *eye tracking*”, las preguntas 2 y 5 son sobre métricas y la pregunta 3 sobre tareas.

1. ¿Para cuál de estos casos se recomendaría utilizar eye tracking? *

[] "Un memorista necesita encontrar problemas de usabilidad en un prototipo de papel que ha diseñado"

[] "Un memorista necesita realizar una investigación para conocer mejor a los futuros usuarios de su proyecto"

[✓] "Un memorista necesita investigar si el rediseño de una interfaz es más atractivo que el diseño original"

2. ¿Cuál de estas métricas se debería utilizar para comparar qué tan fácil es de encontrar el "botón de ingreso" de dos prototipos?
- ☒ Tiempo hasta la primera fijación en el botón de ingreso
 - ☐ Duración de la mirada hasta seleccionar el botón de ingreso
 - ☐ Número de fijaciones en el botón de ingreso
3. ¿Cuál de estas tareas sería más adecuada para una sesión de eye tracking?
- ☐ "A continuación le presentaré una página web y quiero que la mire"
 - ☒ **"Necesito que elija un pasaje; una vez que lo hayas encontrado, avísame"**
 - ☐ "Te encuentras en la página principal de EMOL, quiero que eches un vistazo a las noticias"
4. ¿Para cuál de estos casos se recomendaría utilizar eye tracking?
- ☐ "Un cliente quiere ver cómo mejorar ciertas funcionalidades en una aplicación"
 - ☒ **"Un cliente quiere saber porque los usuarios tienen problemas para encontrar el botón de compra"**
 - ☐ "Un cliente quiere transformar un prototipo que han estado trabajando a una aplicación real"
5. ¿Cuál de estas métricas se debería utilizar para comparar el interés que genera la "sección de ofertas" de dos prototipos?
- ☐ Porcentaje de participantes que se fijan en la sección de ofertas
 - ☒ **Duración de la mirada en la sección de ofertas**
 - ☐ Número total de fijaciones

Figura 38: Preguntas de la Actividad 1. Con un tic (✓) y en negrita se marca la respuesta correcta. Fuente: elaboración propia

Cómo preguntas finales, se le administran preguntas abiertas sobre qué le pareció la lectura, si algo de lo leído le pareció confuso, difícil de entender o incorrecto, y se termina consultando si tiene algún último comentario o sugerencia que quiera agregar.

4.1.2 ACTIVIDAD 2: SESIÓN CON USUARIO

La segunda actividad se diseñó para evaluar las instrucciones y recomendaciones para realizar sesiones con usuarios reales. Se buscó evaluar tanto el documento principal como la plantilla de investigación. Inspirado en uno de los ejemplos de investigaciones con *eye tracking* mostrados en (Wong, Bartels, & Chrobot, 2014), se diseñó un caso ficticio para el cual los ayudantes debían realizar una sesión de *eye tracking*.

La lectura para esta actividad comprende los capítulos 1, 2, 3, parte del capítulo 4 y el capítulo 7 “*Ejecución de pruebas con eye tracking*” del documento principal. Junto con estos capítulos, se entrega también el documento del caso diseñado para llevar a cabo la sesión.

Se administran dos tareas para esta actividad: la primera de prepararse y preparar la sala para la sesión (utilizando una de las disposiciones recomendadas del documento). Y una vez que el ayudante se encuentra preparado, la de realizar una sesión de *eye tracking* con un usuario real, donde el ayudante debe actuar como facilitador.

Para la sesión con el usuario, este debe interactuar con la página web de Turbus¹⁰ y un prototipo diseñado en Figma¹¹ (ver Figura 39) siguiendo tareas previamente preparadas que se encuentran en el documento del caso. Previo a la sesión, se le entrega un consentimiento informado al usuario para que firme, en el cual accede a participar.

The screenshot shows the Turbus website interface. At the top, there's a dark blue header with the 'turbus' logo and a language selector set to 'Español'. Below the header, there are three input fields: 'Origen' (Valparaíso), 'Destino' (Santiago), and 'Fecha' (30-11-2024). The main content area displays a list of eight flight options, each in a white box with a light blue border. Each box contains the following information: departure and arrival times, duration, amenities (Semi cama, Enchufes, Wi-Fi), and the price. A green 'Comprar' button with a right arrow is located at the bottom right of each flight box. At the bottom of the page, there is a small footer that reads '2024 turbus - Todos los derechos reservados'.

Origen	Destino	Fecha
Valparaíso	Santiago	30-11-2024

Horario	Duración	Amenidades	Precio	Acción
07:45 Valparaíso 2:00 horas 09:45 Santiago	2:00 horas	Semi cama Enchufes Wi-Fi	\$3500	Comprar >
08:15 Valparaíso 2:15 horas 10:30 Santiago	2:15 horas	Semi cama Enchufes Wi-Fi	\$4500	Comprar >
08:15 Valparaíso 1:55 horas 10:10 Santiago	1:55 horas	Semi cama Enchufes	\$3500	Comprar >
08:55 Valparaíso 1:50 horas 10:45 Santiago	1:50 horas	Semi cama Enchufes Wi-Fi	\$4000	Comprar >
09:05 Valparaíso 2:05 horas 11:10 Santiago	2:05 horas	Semi cama	\$3500	Comprar >
09:25 Valparaíso 1:50 horas 11:15 Santiago	1:50 horas	Semi cama Enchufes Wi-Fi	\$4000	Comprar >
09:45 Valparaíso 2:15 horas 12:00 Santiago	2:15 horas	Semi cama Wi-Fi	\$4500	Comprar >

2024 turbus - Todos los derechos reservados

Figura 39: Prototipo diseñado en Figma para la actividad 2. Fuente: elaboración propia.

¹⁰ <https://www.turbus.cl/>

¹¹ <https://www.figma.com/design/>

Tras la sesión, se le realizan un conjunto de preguntas al ayudante para evaluar cómo se siente tras la actividad, evaluar los capítulos leídos del documento principal y evaluar también el documento del caso.

4.1.3 ACTIVIDAD 3: GENERACIÓN DE VISUALIZACIONES

La última actividad se diseñó para evaluar los códigos para generar visualizaciones y las secciones del documento principal asociadas. En esta actividad se continúa con el caso visto en la anterior, debiendo generar visualizaciones gráficas de las tareas que tuvo que realizar el usuario. Para aquello, se confeccionaron con antelación dos grabaciones utilizando *Pupil Capture*, para las cuales se aseguró que los datos fueron recogidos correctamente.

La lectura de esta actividad comprende los subcapítulos 4.3 y 4.4 del documento principal, en donde hay instrucciones de cómo manipular el programa *Pupil Player* para realizar las tareas.

Se administran dos tareas para esta actividad: en la primera, el ayudante debe generar un mapa de calor sobre la interfaz de Turbus; en la segunda, debe generar un recorrido de la mirada sobre el prototipo diseñado en Figma. Para ambas tareas, debe utilizar *Pupil Player* y el código de *Python* correspondiente. Al igual que en las actividades anteriores, el ayudante cuenta con el documento principal de apoyo.

Las preguntas administradas al final de esta actividad están enfocadas en evaluar cómo se sintió el usuario utilizando las herramientas y analizar cómo se podrían mejorar los códigos interactivos y los capítulos correspondientes.

4.2 PRUEBAS PILOTO Y MEJORAS

Para evaluar las actividades previo a validar la propuesta de memoria en sí, se realizaron 3 pruebas piloto, una para cada actividad, con el fin de encontrar problemas y oportunidades de mejora en ellas.

Como prueba piloto, se realizaron las actividades tal como estaban diseñadas con dos ayudantes del Lab UX: uno realizó las primeras dos actividades y el otro solamente la tercera. Durante el pilotaje, los hallazgos encontrados se utilizaron para mejorar las actividades en sí mismas y no para mejorar el método propuesto. Las mejoras realizadas fueron:

1. Para la **actividad 1**, al ser el primer acercamiento al documento principal del método, se decidió entregar una copia del capítulo 1 de *“Terminología”* aparte, para que los ayudantes pudieran consultarlo rápidamente para dudas puntuales. Se agregaron tres preguntas en la entrevista final, para evaluar si quedan claras las condiciones para usar *eye tracking*, si queda claro cuándo usar métricas y si personalmente se sienten seguros para decidir cuándo usar o no *eye tracking*.

2. La **actividad 2** presentó la mayor dificultad entre las tres actividades al tener una lectura mucho más extensa, generando agotamiento y confusión en el ayudante. Debido a esto, se dividió la actividad y las lecturas en 3 tareas. La primera se mantiene como la preparación de la sala, con una lectura de solo los primeros tres capítulos y parte del cuarto. La segunda tarea consta de realizar una calibración de prueba previa a la sesión. Y la tercera tarea consta de prepararse para y realizar la sesión con el usuario, teniendo que leer el capítulo 7 y el documento del caso.

Durante la sesión, entendiblemente el ayudante tenía poca claridad de cómo el usuario debía realizar y completar las tareas diseñadas, lo que causó confusión. Para aliviar esto, en el caso se agregaron imágenes de las interfaces y los elementos objetivos que el usuario debe clicar. Se le cambió el nombre a una de las tareas según recomendación del ayudante.

3. Finalmente, en la **actividad 3** hubo solo dos problemas significativos: el ayudante no sabía exactamente qué programa de Pupil Labs debía utilizar, por lo que se agregó el capítulo 3 a la lectura, donde hay instrucciones de aquello; y le generó confusión el iniciar los códigos en JupyterLab, por lo que se agregó un documento a la carpeta de los códigos con instrucciones para hacer esto y se agregó una tarea de inicializar JupyterLab previo a la generación de las visualizaciones, para un total de tres tareas.

Las tres actividades con las mejoras aplicadas se encuentran en el Anexo 5: Actividades de validación.

4.3 USUARIOS

Las actividades diseñadas se realizaron con cinco usuarios, según lo recomendado por Nielsen (2000), todos **ayudantes del Lab UX**. Se buscó que los usuarios elegidos representaran la diversidad de los ayudantes. La edad promedio fue de 22.6 años, con una desviación estándar de 1.8 años. Tres de las ayudantes fueron mujeres y dos hombres.

Cada uno de los ayudantes ingresó en un año distinto a la universidad, desde el 2018 hasta el 2022. Tres de los ayudantes pertenecen a la carrera de Ingeniería Civil Informática, uno a la de Ingeniería en Diseño de Productos y uno a la de Ingeniería Civil Electrónica. El ayudante más antiguo había ingresado hace cuatro semestres al Lab UX, dos ayudantes habían ingresado hace dos semestres y los dos ayudantes más nuevos habían ingresado hace un semestre.

Se les consultó sobre su experiencia utilizando las distintas tecnologías del Laboratorio, con una autoevaluación con una escala de 1 (poco experimentado/a) a 5 (muy experimentado/a). Dos de los ayudantes se autoevaluaron justo en la mitad de la escala (3) y los tres restantes con un nivel 4 de experiencia (ver Figura 40).

De los cinco ayudantes, cuatro respondieron que no habían utilizado previamente el *eye tracker* del laboratorio. Entre las razones de aquello, se menciona que no han surgido oportunidades para usarlo, ya sea en proyectos o actividades. El ayudante que respondió

que sí lo ha usado, mencionó que lo había hecho solo como usuario (no como facilitador) y ayudando a “armarlo”.

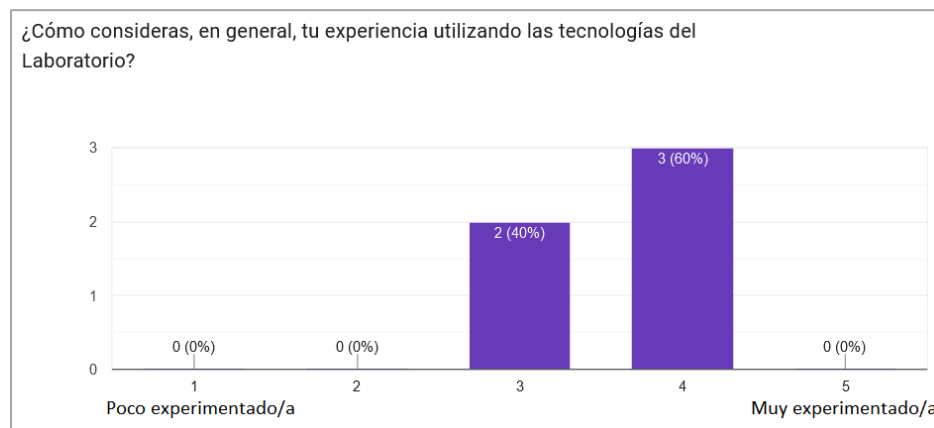


Figura 40: Distribución de la experiencia de los usuarios de prueba utilizando las tecnologías del Laboratorio.

Fuente: elaboración propia.

4.4 METODOLOGÍA

Las actividades se realizaron individualmente con cada ayudante, siguiendo el orden secuencial de ellas. Previo a iniciar, se les entregó un consentimiento informado que debían firmar para participar en las tres actividades. Cada una de las sesiones fue grabada: la actividad 1 solo con audio y las actividades 2 y 3 con audio y video. Las sesiones duraron entre 30 a 80 minutos y se realizaron a lo largo de dos semanas.

Durante cada actividad, se anotaron observaciones, respuestas y comentarios (de ahora en adelante **notas**). Posterior a la actividad, se analizaron las grabaciones para recabar nuevas notas y también citas textuales de los ayudantes. Estas notas fueron organizadas y agrupadas según su similitud y luego categorizadas en un diagrama de afinidad¹² (ver Figura 41). Se hizo un análisis por cada categoría, encontrándose hallazgos relevantes para mejorar los capítulos del documento principal, las plantillas y los códigos vistos en cada actividad.

Se presentan en las siguientes secciones los hallazgos de cada actividad con algunos comentarios anonimizados de los ayudantes, utilizando identificadores (A1 a A5) para diferenciarlos. Al momento de este escrito, algunos de estos hallazgos se han aplicado mediante mejoras al método y otros han quedado como trabajo futuro.

4.5 RESULTADOS ACTIVIDAD 1 “OPORTUNIDADES DE APLICACIÓN”

En la primera actividad se tuvo una buena recepción del documento y los capítulos leídos, con algunos ayudantes considerando la lectura “*entretenida*” (A1) e “*interesante*” (A2). Se

¹² Diagrama de afinidad: <https://www.nngroup.com/articles/affinity-diagram/> (en inglés).

comentó que el documento *“inspira confianza”* (A3), utiliza un *“lenguaje súper adecuado”* (A4) y *“que para alguien que no sabe nada de eye tracking es muy informativo”* (A5).

Los ayudantes destacaron el uso de imágenes, colores y tablas, con comentarios como *“que tenga recursos [visuales] lo hace más amigable”* (A3), *“me gustaron los colores, son fáciles de asociar”* (A1) y *“creo que hace buen uso de las tablas”* (A5).

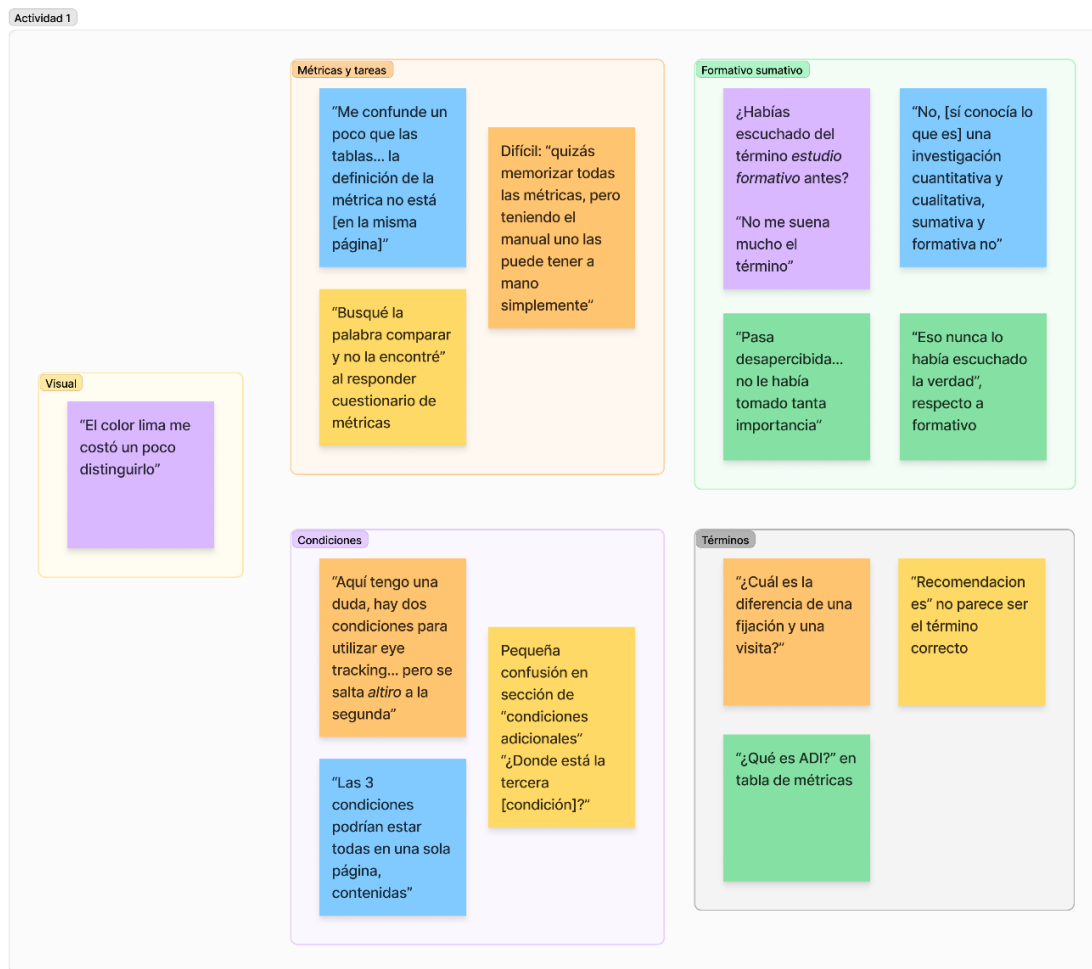


Figura 41: Diagrama de afinidad reducido de la Actividad 1, donde se muestran 5 categorías: "visual", "métricas y tareas", "formativo sumativo", "condiciones" y "términos". Las notas de un mismo color corresponden a un mismo ayudante. Fuente: elaboración propia.

Respecto al contenido, los ayudantes mencionaron que la tabla con **objetivos y preguntas de la investigación** les fue de ayuda para responder el cuestionario, además de que la consideran útil para el trabajo que se realiza en el Laboratorio. Algunos comentarios destacados fueron:

1. *“Queda super claro qué preguntas son acertadas para poder hacer el proceso”* (A4).

2. “Me gustó igual esa parte de cómo definir los objetivos de la investigación, porque a veces una persona viene al laboratorio y tampoco sabe qué es lo que quiere” (A3).
3. “Me gustan las preguntas que están [en la tabla]” (A1).

Del cuestionario que respondieron tras la lectura, se obtuvieron los siguientes resultados (ver Anexo 6: Resultados cuestionario actividad 1):

1. Solo hubo una respuesta incorrecta en las dos preguntas de “cuándo aplicar *eye tracking*”, lo que indica que hubo un buen entendimiento de esta sección y complementa los comentarios de los ayudantes sobre la tabla de objetivos y preguntas de la investigación.
2. De las dos preguntas sobre métricas, hubo una respuesta incorrecta en la primera y dos en la segunda. Las confusiones se dieron con métricas dentro de la misma categoría o tabla, lo que indica que se debe buscar una manera de diferenciarlas más entre sí.
3. De la única pregunta sobre tareas, solo un ayudante la contestó correctamente; otro ayudante comentó que las tres respuestas “*están muy ambiguas*” (A1). Se considera que este nivel de error fue a causa de una pregunta mal formulada que no se advirtió durante el pilotaje y no un error en el documento.

Junto con estos resultados, se observaron otros problemas y oportunidades de mejoras durante la actividad, los cuales se organizaron en seis categorías: condiciones, métricas y tareas, formativo y sumativo, términos, visual e idea.

En “**condiciones**” se agruparon problemas que se presentaron en el capítulo 5 “*Cuándo usar eye tracking y definición de objetivos de la investigación*”. Tres de los cinco ayudantes comentaron que les generó confusión que las tres condiciones para ocupar *eye tracking* no se encontraran agrupadas en un párrafo o sección, teniendo que revisar varias páginas para recordar cuales son. Se mejoró esto diseñando un diagrama (ver Figura 42) al inicio del capítulo, además de codificar con colores cada condición para hacerlas más reconocibles.

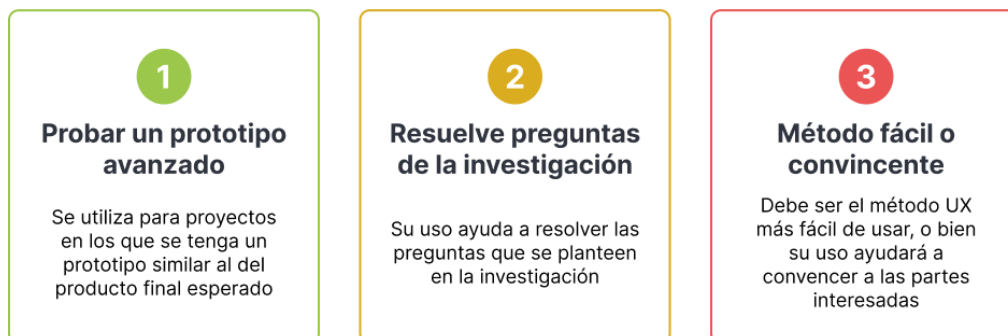


Figura 42: Condiciones para utilizar *eye tracking*. Fuente: elaboración propia.

Respecto a las “**métricas y tareas**”, generó confusión que las tablas de las métricas no se encontraran en la misma página que sus definiciones, por lo que se hicieron ajustes en la disposición y contenido del documento para lograr esto. Para ayudar a distinguir mejor cada tipo de métrica dentro de las categorías, se diseñaron íconos correspondientes para cada tipo para acompañar las tablas (ver Figura 43).

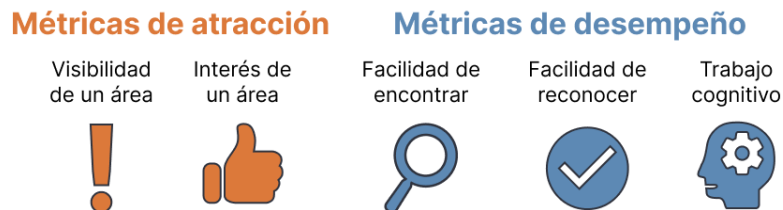


Figura 43: Íconos diseñados para las métricas. Fuente: elaboración propia.

Cuando se les preguntó si conocían los términos “**formativo y sumativo**”, ninguno de los ayudantes respondió afirmativamente; de la misma manera, ninguno de los ayudantes recordó que las métricas solo se utilizan en estudios sumativos. Dos de los ayudantes comentaron además que la sección donde se explicaba esto en el documento principal era poco llamativa. Se diseñó un diagrama para explicar de mejor manera la diferencia entre los dos tipos de investigación (ver Figura 44) y cómo se aplican estos términos a *eye tracking*.

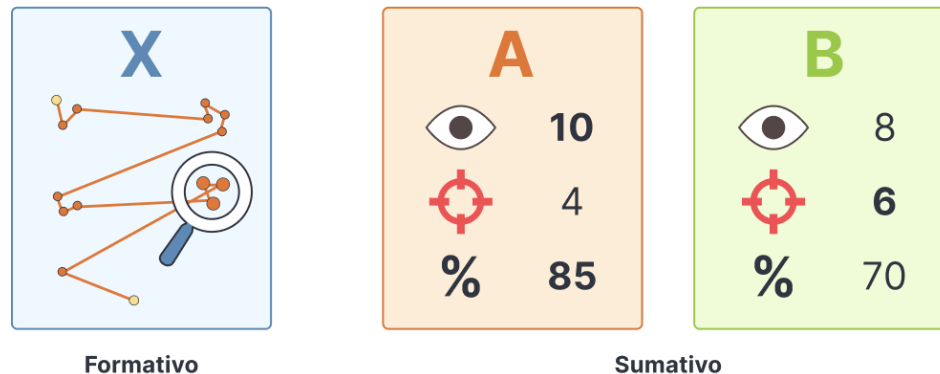


Figura 44: Diagrama diseñado para ejemplificar la diferencia entre estudio formativo y sumativo. Fuente: elaboración propia.

Hubo tres “**términos**” que generaron confusión en los ayudantes: visita de la mirada y su diferencia con una fijación, ADI como sigla de área de interés y la columna de “recomendaciones” en las tablas de métricas. Se mejoró el contenido del documento para aclarar estas confusiones y en específico, “recomendaciones” se cambió por “uso”.

Para las categorías “**visual**” y “**idea**” se recabó solo una nota. En lo visual, un ayudante (A2) comentó que el color verde lima era difícil de ver, por lo que se cambió en todo el documento por un verde con mayor contraste. Un ayudante comentó que le gustaría tener

“una sección de ejemplos donde se puede aplicar eye tracking” (A4), lo cual se consideró como una idea a futuro.

4.6 RESULTADOS ACTIVIDAD 2 “SESIÓN CON USUARIO”

La segunda actividad, donde debían realizar una sesión un usuario real (ver Figura 45), fue más complicada que la anterior para todos los ayudantes. Respecto al documento y los capítulos que tuvieron que leer, comentaron que *“me ayudó a entender cómo funcionaba todo” (A2)*, *“fue la guía completa de cómo usarlo” (A1)* y que *“enseñaba paso a paso y de forma entendible” (A3)*.

Nuevamente destacaron el uso de imágenes y diagramas en el documento, especialmente para saber cómo disponer los implementos para la sesión, comentando que *“fue santo remedio tenerlo así, los colores” (A5)*; y para saber cómo calibrar y mover las cámaras, con un ayudante diciendo que *“las imágenes me fueron muy útiles para el tema del ojo” (A1)*.

Respecto al documento construido a partir de la plantilla de investigación, se comentó que *“las indicaciones estaban bastante claras” (A4)* y que *“me sirvió muchísimo para alinearme bien con lo que tenía que conseguir” (A2)*. En específico se destacó el uso de imágenes para entender mejor las tareas y la estructura del guión, con comentarios como *“sirve mucho que pongan imágenes de cómo debe ser [y] muy rápidamente ver lo que busca el usuario” (A5)* y *“me gustó que estuviera en negrita las acciones a realizar” (A1)*, respectivamente.



Figura 45: Una de las ayudantes actuando de facilitadora durante la actividad 2. Fuente: elaboración propia.

A pesar de que ninguno de los ayudantes había utilizado anteriormente el *eye tracker* en una sesión, todos pudieron completar la actividad, con diferentes niveles de éxito. Se detectaron problemas y errores que cometieron y que ayudaron a informar cómo mejorar el método. Estos se agruparon en diez categorías: disposición, calibrar y cámaras, durante la sesión, *plugins* y grabar, lentes ópticos, documento principal, plantilla, problemas, otros e idea.

De los cinco ayudantes, solo uno realizó la **disposición** de los implementos de forma completamente correcta, utilizando la mesa auxiliar para poner el computador portátil. Uno de los ayudantes comentó que “[l]e hubiera gustado que estuvieran las [fotos de los implementos dispuestos] primero” (A1) antes de los diagramas y que eso le hubiera ayudado, por lo que se realizó dicho cambio siguiendo su recomendación.

Cuatro de los cinco ayudantes olvidaron poner el *eye tracker* sobre su estuche cuando no lo estaban operando y a dos de ellos se les **cayó el eye tracker** debido a este descuido. Se diseñó una imagen de advertencia (Figura 46) para recordar esta consideración, la cual se incluyó tanto en el documento principal como en varias partes de la plantilla de investigación.

Otros hallazgos que se tuvieron respecto a **disposición** fueron: se debe recomendar la utilización de sillas livianas para el facilitador, al ser más fáciles de mover; se debe advertir de no realizar las sesiones cerca del espejo de la sala ya que genera problemas en la calibración; se deben conseguir implementos inalámbricos, ya que la cantidad de cables hace que ordenar todo sea “*confuso*” (A4); y se debe dejar más claro en el texto que el facilitador utilizará el computador y el participante el monitor.



Figura 46: Advertencia para recordar que el *eye tracker* debe quedar en su estuche cuando no se utiliza.

Fuente: elaboración propia.

Todos los ayudantes comentaron que **calibrar** fue lo más difícil de la actividad y tuvieron dudas al mover las cámaras del *eye tracker*, evidenciándose esto en algunos de sus comentarios: “*me da miedo romperlo*” (A1 y A3), “*nunca entendí muy bien cómo se ajustaban las cámaras*” (A5), “*¿dónde hay que moverlo para no romperlo?*” (A2). En el subcapítulo de calibración, se dio más énfasis al enlace con videos demostrativos de cómo mover las cámaras, para que los lectores se puedan apoyar en dichos videos.

Los hallazgos en la categoría “**durante la sesión**” fueron los siguientes: ningún ayudante ajustó la cámara de mundo, por lo que se agregaron imágenes de ejemplo para recalcar la importancia de este paso; tres de los ayudantes comentaron que “*hubiera[n] preferido que la persona se hubiera puesto el [eye tracker]*” (A5), por lo que se modificó el guión de la plantilla de investigación acorde a esto; y todos tuvieron al menos un problema o confusión al entregar las instrucciones de calibración al usuario.

En “**plugins y grabar la sesión**” se identificó uno de los problemas más graves: tres de los cinco ayudantes olvidaron iniciar la grabación durante la sesión con el usuario; uno de los que no grabó pensó que se iniciaba la grabación presionando uno de los *plugins* del costado derecho. Esta confusión se debe a que no hay imágenes en ningún documento de cómo se ve el programa cuando la grabación está en curso. Se agregó la imagen de la Figura 47 tanto al documento principal como al guión de la plantilla de investigación para evitar este problema a futuro.



Figura 47: Imagen demostrativa de como se ve *Pupil Capture* cuando se inicia la grabación (R en rojo) y la calibración (C en azul). Fuente: Elaboración propia.

Otros hallazgos en la categoría “**plugins y grabar la sesión**” fueron: tres de los ayudantes encontraron confusas las imágenes de *plugins* en el subcapítulo de calibración, dos ayudantes tuvieron problemas para encontrar el *plugin Accuracy Visualizer* para validar la calibración y uno de los ayudantes antes de empezar la sesión anotó en su guión las teclas que debía apretar para grabar y calibrar. Se mejoraron las imágenes donde se muestran los *plugins*, se incluyó una imagen del *plugin* mencionado (ver Figura 48) para hacerlo más fácil de encontrar y se incluyeron en el guión las teclas necesarias.



Figura 48: Ícono mejorado con Figma del *plugin* Visualización de Exactitud (*Accuracy Visualizer*). Fuente: elaboración propia

Tres de los cinco ayudantes utilizan **lentes ópticos**, quienes mencionaron que les fue difícil probar el *eye tracker* antes de la sesión con el usuario. Se agrega en el subcapítulo de *reclutamiento de participantes* que se debe evitar, dentro de lo posible, reclutar personas que utilicen lentes.

Respecto al **documento principal**, se modificó la imagen de los implementos (ver Figura 49), ya que a uno de los ayudantes “[l]e costó entenderla” (A2) debido al poco contraste de la original. Se modificó el diagrama de *Pupil Capture* en el capítulo 3, ya que como dos

ayudantes notaron, *“falta el botón A”* (A3) para crear superficies. Nuevamente los ayudantes recalcaron como positivo la gran cantidad de imágenes, siendo estas *“de mucha ayuda”* (A1) y *“gran apoyo”* (A4), lo cual motiva que la mayoría de los cambios mencionados incluyan nuevas imágenes o mejoras de las ya existentes.



Figura 49: Nueva imagen de los implementos del eye tracker. Se agregaron bordes coloridos a cada uno para hacer más fácil su identificación. Fuente: elaboración propia.

Si bien la **plantilla**, y en específico el guión, *“ayudó harto”* (A2) y fue *“fácil de leer”* (A4), de todas maneras se encontraron oportunidades para mejorarla. Dos ayudantes comentaron que se confundieron con los pasos de calibración y que utilizar colores les ayudaría, dando un ejemplo de cómo utilizar los colores, *“verde todo bien, rojo un problema”* (A1). Dos ayudantes les hubiera sido *“útil”* (A4 y A5) complementar las instrucciones con las mismas imágenes del documento principal y dos recomendaron enumerar los pasos de la calibración. De los ayudantes que recordaron grabar la sesión, uno olvidó detener la grabación ya que no estaba esta instrucción en la plantilla.

Dos de los ayudantes recalcaron positivamente el uso de negritas y corchetes para las instrucciones del facilitador y cuatro de los cinco ayudantes encontraron muy útil poner imágenes de la interfaz en las tareas. En consecuencia, se agregó a la plantilla la recomendación de poner dichas imágenes para guiar al facilitador.

Ocurrieron tres **problemas** con el programa *Pupil Capture* durante la sesión. A uno de los ayudantes no le apareció la opción de elegir el segundo monitor y otro ayudante abrió el programa dos veces por accidente, causando que las cámaras no funcionaran; ambos problemas fueron solucionados cerrando y abriendo el programa. El tercer problema ocurrió en todas las sesiones: la calibración no funcionó en el computador portátil. Se encontró la solución en el canal de *Discord* oficial de *Pupil Labs*, la cual consistió en actualizar el *driver* gráfico del computador.

Estas situaciones alentaron la creación de un nuevo subcapítulo: “**Problemas conocidos**”, donde se explica cómo resolver estos y otros problemas. Se agregó también un enlace rápido al *Discord* de *Pupil Labs* (ver Figura 50) en este subcapítulo, para que los investigadores puedan buscar rápidamente problemas que no salgan aquí listados.



<https://pupil-labs.com/chat>

Figura 50: Código QR encontrado en el nuevo subcapítulo de **problemas conocidos**, el cual redirige al *Discord* de *Pupil Lab*. Fuente: elaboración propia.

Los hallazgos catalogados como “**otros**” fueron los siguientes:

1. Un ayudante comentó que el lente “*está calentándose*” (A5). Se averiguó en el *Discord* de *Pupil Labs* que esto es normal y se agregó esta información al nuevo subcapítulo mencionado.
2. Dos ayudantes consultaron si debían “*calibrar de nuevo*” (A4) con el usuario tras hacer la calibración de prueba. Se explicó mejor en el documento que la **calibración es por usuario** y que funciona en el área demarcada en *Pupil Capture*.
3. Un ayudante consultó si era normal que el párpado y pestañas a veces tapen el ojo. La explicación de que esto sí es normal se agregó al subcapítulo de calibración.
4. Un ayudante preguntó “*cómo calibrar con un objeto [físico]*” (A5), lo cual no se explica en el documento. Se agregó en la disposición recomendada para teléfono móvil que un arreglo similar funciona para aquello.

Finalmente, dos ayudantes comentaron como **idea** que sería útil para los ayudantes que se realicen capacitaciones similares a esta actividad para aprender a utilizar *eye tracking*.

4.7 RESULTADOS ACTIVIDAD 3 “GENERACIÓN DE VISUALIZACIONES”

La actividad 3 (ver Figura 51) fue catalogada como la más difícil por todos los ayudantes. El principal problema que todos detectaron fue que el **documento principal no contaba con instrucciones paso a paso** de cómo utilizar las herramientas necesarias, *Pupil Player* y los códigos para *JupyterLab*, para lograr los objetivos de las tareas.

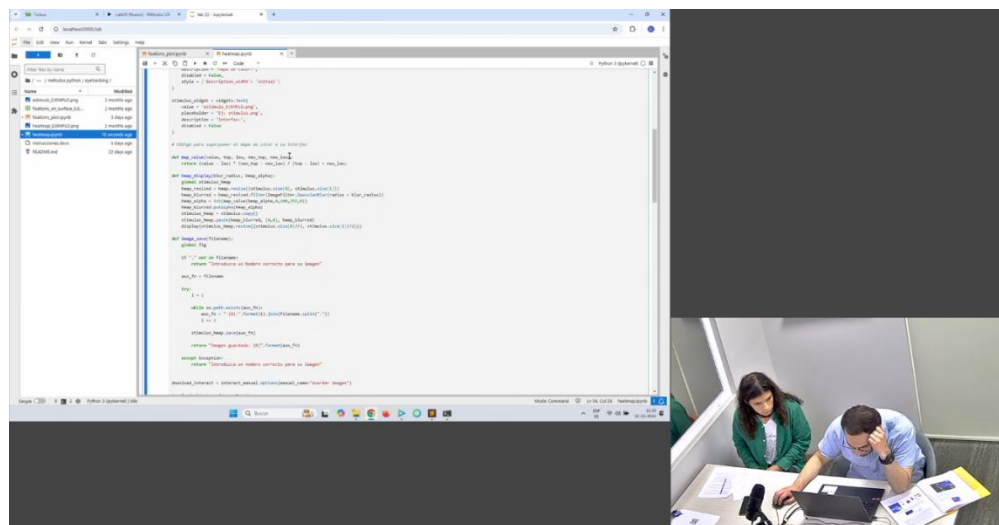


Figura 51: Toma de una de las sesiones para la actividad 3. Fuente: elaboración propia.

De los cinco ayudantes, solo uno de ellos comentó que aún se sentía “*inseguro*” (A4) tras completar la actividad, especialmente porque nunca había utilizado ninguna de las dos herramientas. Los otros cuatro ayudantes, que sí habían utilizado *JupyterLab* con anterioridad, se mostraron con más confianza de poder utilizar estas herramientas nuevamente, siempre y cuando sea “*teniendo el manual a mano*” (A3).

Todos los ayudantes lograron completar las tareas, aunque se les tuvo que resolver dudas particulares en algunos pasos. Respecto al manual, algunos comentarios fueron: “*[fue] fundamental, sin el documento no podría haber terminado*” (A3), “*sin él no sabría hacer nada*” (A1) y “*Me sirvió harto, me dio la pauta de que es lo que tenía que seguir*” (A2), por lo que a pesar de no contar con el “paso a paso” que deseaban los ayudantes, de todas formas fue esencial para que pudieran realizar las tareas.

Respecto a los códigos, los ayudantes encontraron más fácil manejarlos en la tercera tarea, luego del aprendizaje con la tarea anterior, evidenciado en los siguientes comentarios: “*[fue] más fácil porque ya entendí cómo funcionaba*” (A4) y “*no la sentí tan difícil, porque se siente relacionada a la anterior*” (A3). Uno de los ayudantes destacó que utilizarlos “*fue interesante, me gusta cuando tenemos que trabajar con programas*” (A5) y otro ayudante los consideró “*muy útil[s] para la parte de UI (Interfaz de Usuario)*” (A1).

Surgieron varios problemas durante esta actividad, debido a su complejidad. Los problemas fueron organizados en seis categorías: instrucciones, conceptos, suavidad del mapa de calor, *Pupil Player*, *JupyterLab* y problemas de herramientas.

El principal problema fue la **falta de instrucciones paso a paso**, ejemplificado en el comentario siguiente: “*Yo esperé que el [documento] fuera como un manual de instrucciones, paso 1, paso 2, paso 3...*” (A1). Esta opinión fue repetida por cada uno de los

cinco ayudantes y explica en gran parte la dificultad que tuvieron para completar la actividad.

Se decidió crear un nuevo subcapítulo previo al de ambas visualizaciones, llamado **“Creación de visualizaciones”**, con los pasos detallados y explicados necesarios para utilizar *Pupil Player* y *JupyterLab*, los cuales son:

1. Cargar una grabación en *Pupil Player*.
2. Recortar la grabación.
3. Definir o modificar superficies.
4. Realizar la configuración del *plugin*. El *plugin* que se utilice dependerá del tipo de visualización que se quiera generar (mapa de calor o recorrido de la mirada) y se explica con más detalle en los subcapítulos respectivos de cada una.
5. Localizar el archivo exportado y capturar estímulo.
6. Abrir código de *JupyterLab* (el correspondiente a cada visualización).
7. Incluir los archivos necesarios a la carpeta de los códigos.
8. Ejecutar el programa línea a línea y manipular los códigos interactivos.
9. Guardar la imagen final.

Hubo algunos **conceptos** que causaron confusión: un ayudante no comprendió lo que era un *“estímulo estático”* (A5), otro ayudante no entendió qué significa que los mapas de calor no se pudieran hacer con *“datos agregados”* (A1) y un tercer ayudante comentó que *“sigo sin entender bien para qué [sirven las visualizaciones]”* (A4).

Un cuarto concepto generó dudas en cuatro de los cinco ayudantes, la **“suavidad” del mapa de calor**. Se mejoró la definición de este y los demás conceptos mencionados, y se incluyó una imagen comparando distintos niveles de suavidad (ver Figura 52) para hacer más clara su definición.

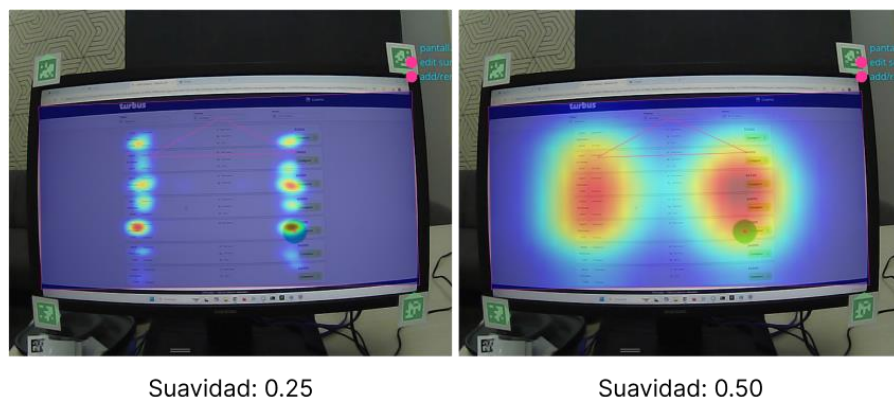


Figura 52: Comparación entre dos valores de suavidad del mapa de calor. Fuente: elaboración propia.

Para el nuevo subcapítulo con instrucciones paso a paso, se confeccionaron imágenes para complementar en los pasos en que los ayudantes tuvieron más problemas con **Pupil Player**: tres de los cinco ayudantes se confundieron al cargar la grabación en **Pupil Player** (ver Figura 53), dos de los ayudantes no supieron cómo recortar la grabación y otros dos tuvieron problemas para encontrar los controles para esto (ver Figura 54). Finalmente, dos ayudantes tuvieron dificultades para encontrar los *plugins* para la tareas al verse muy pequeños en las imágenes originales del documento (ver Figura 55).

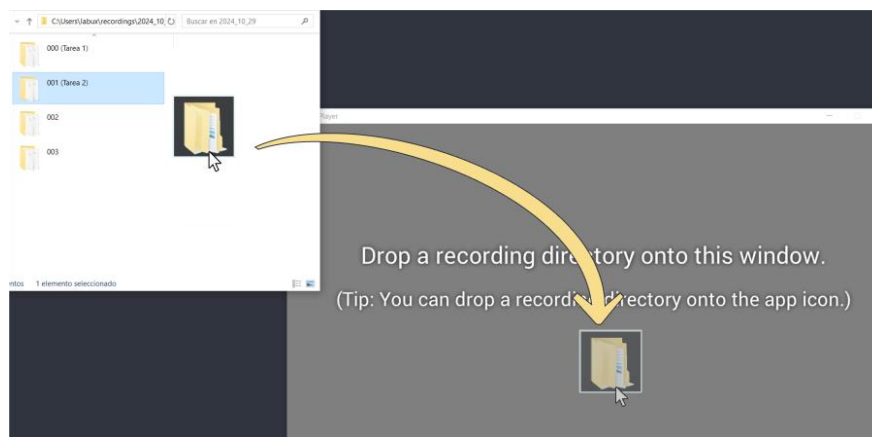


Figura 53: Demostración de cómo cargar una grabación en **Pupil Player**. Fuente: elaboración propia.

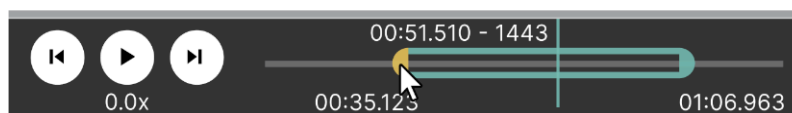


Figura 54: Demostración de cómo usar los controles para cortar una grabación en **Pupil Player**. Fuente: elaboración propia.



Figura 55: Íconos mejorados con Figma de los *plugins* **Surface Tracker** y **Fixation Detector**. Fuente: elaboración propia.

A todos los ayudantes les dificultó también localizar los archivos exportados de **Pupil Player** y tres de ellos confundieron uno de los archivos debido a que la explicación de cómo encontrarlo les fue confusa.

Cuatro de los cinco ayudantes habían trabajado con **JupyterLab** anteriormente y por lo tanto supieron manejarse con su interfaz. Sin embargo, estaban acostumbrados a utilizarlo

en el editor VS Code¹³, por lo que tuvieron algunas complicaciones para inicializar el programa y dos de ellos para ejecutar las celdas de código. Al ayudante que nunca había utilizado *JupyterLab* se le tuvo que indicar cómo usar la interfaz, pudiendo manejarla sin problemas luego de esto.

Para la creación de la primera visualización, el mapa de calor, dos de los ayudantes tuvieron complicaciones para cargar la imagen del mapa de calor exportado por *Pupil Player* en el código de *JupyterLab* y se les tuvo que explicar que simplemente podían arrastrar el archivo a la carpeta correspondiente. Los tres ayudantes restantes arrastraron la imagen pero se mostraron dubitativos antes de hacerlo. A todos les generó duda cómo debían conseguir la imagen de la interfaz de Turbus, eventualmente concluyendo que “*supongo que tengo que sacarle un pantallazo*” (A2).

Finalmente, se detectaron tres **problemas con las herramientas** en sí durante la actividad:

1. En *Pupil Player* al exportar datos hacía una carpeta que tenga tildes (o caracteres similares) no genera la imagen del mapa de calor.
2. En el código interactivo para cargar el CSV con datos de fijaciones sale etiquetado como “interfaz” en vez de “fijaciones”, lo que generó confusión en uno de los ayudantes.
3. Al guardar la imagen al final de ambos códigos, 3 ayudantes no pusieron la extensión “.png” en el nombre de la imagen, pero el mensaje de error no explica que esto es necesario.

Los resultados de las tres actividades permitieron encontrar problemas en cada uno de los componentes de la solución, siendo los comentarios y apreciaciones de los ayudantes un punto clave para que, tras realizar mejoras, el método de *eye tracking* pueda ser correctamente adoptado por ellos.

¹³ <https://code.visualstudio.com/>

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES

El **objetivo general** planteado en este trabajo fue: “Implementar un método de uso de *Eye Tracking* para el Laboratorio de Experiencia Usuaría para investigaciones en el área de docencia e industria”.

Para lograr este objetivo general, se plantearon **objetivos específicos** a cumplir mediante la confección de la solución propuesta: un documento principal del método de *eye tracking*, complementado de plantillas y códigos para generar visualizaciones. Para evaluar la solución, se realizaron actividades con ayudantes del Lab UX.

5.1 CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS

El primer objetivo específico planteado fue “Identificar **oportunidades de aplicación** de Eye Tracking de acuerdo con las características de posibles proyectos”. Para lograr este objetivo, se estudiaron diferentes trabajos de uso de *eye tracking* en el área de UX, en los cuales se encontraron y recopilamos diferentes “preguntas y objetivos de la investigación” que pudieran orientar a los ayudantes y otros investigadores a determinar cuándo utilizar *eye tracking*. Una de las condiciones para utilizar *eye tracking* es que ayude a responder estas preguntas

Se complementó esta condición con otras dos condiciones: que el proyecto a estudiar se encuentre en la etapa de “*Probar y ajustar*” de la Metodología del Lab UX y que el método de *eye tracking* sea el más fácil o bien ayude a convencer a las partes interesadas de la investigación (del libro guía que se encuentra en el Lab UX).

Para validar que estas condiciones fueran entendibles y de utilidad para los ayudantes del Lab UX, se diseñó una actividad donde debían leerlas y luego aplicar lo leído en un cuestionario.

En dos de las preguntas del cuestionario debían responder la interrogante “¿Para cuál de estos casos se recomendaría utilizar *eye tracking*?”: en la primera, las alternativas presentaban casos hipotéticos de memoristas; y en la segunda, casos con clientes externos. Para la primera pregunta, hubo solo una respuesta incorrecta y todos respondieron correctamente la segunda, indicando una buena comprensión y utilidad del material.

Asimismo, tras la lectura y el cuestionario, todos los ayudantes comentaron que comprendían bien cuáles eran las condiciones y consideraron muy útil la recopilación de preguntas. Tomando todo esto en consideración, se puede establecer que el primer objetivo fue logrado.

El segundo objetivo específico fue el de “Diseñar **método de uso de Eye Tracking con herramienta Pupil Core** para proyectos de investigación de experiencia usuaria en áreas de docencia e industria”. Para lograr esto, se confeccionó un documento con todas las fases del método, además de plantillas y códigos complementarios.

Se evaluó el método con una actividad donde los ayudantes debían actuar como facilitadores de una sesión de *eye tracking*. Todos los ayudantes lograron llevar a cabo la sesión y supieron cómo manipular el *eye tracker Pupil Core* gracias a las instrucciones del documento confeccionado, a pesar de su poca experiencia utilizando la herramienta. Se concluye entonces que el método diseñado puede ser utilizado para los proyectos del Lab UX y se ajusta a sus necesidades, cumpliéndose este objetivo.

El tercer objetivo fue “Diseñar códigos para la **creación de visualizaciones** con los datos obtenidos”. Se diseñaron dos códigos en *Python* para utilizar con *JupyterLab* para lograr este objetivo, los cuales permiten generar mapas de calor y recorridos de la mirada sobre la imagen de una interfaz o estímulo.

Se evaluaron estos códigos y las instrucciones para utilizarlos con una tercera actividad con los ayudantes del Lab UX. Si bien los ayudantes tuvieron complicaciones para realizar las tareas de esta actividad, lograron completarlas de todas formas. Se concluyó que si bien hay que mejorar las instrucciones para saber cómo utilizar los códigos, estos son útiles para las investigaciones que se realicen en el laboratorio, lográndose cumplir el objetivo.

El último objetivo que se planteó fue el de “Validar el método propuesto con **ayudantes del Lab UX**”. Cada una de las actividades de validación de la propuesta de solución se realizó con ayudantes del laboratorio para poder cumplir este objetivo.

Cada uno de los componentes de la solución fue utilizado y probado por los ayudantes, quienes tuvieron buenas apreciaciones de ellos y pudieron utilizarlos para completar las 3 actividades diseñadas. También se recopilaron sus sugerencias, observaciones y comentarios para mejorar la solución propuesta y que esta se adecue de mejor manera a sus necesidades. Considerando todo lo anterior, se logró cumplir este objetivo.

Al cumplirse cada uno de los objetivos específicos, se puede concluir que se logró implementar un método de uso de *eye tracking* para el Lab UX, el cual se adecua a la realidad del Lab UX y que puede ser utilizado por sus ayudantes y otros estudiantes para investigaciones en docencia e industria, cumpliéndose entonces el objetivo general.

5.2 TRABAJO A FUTURO

Queda como trabajo a futuro continuar implementando cada uno los hallazgos y sugerencias obtenidos de las actividades de validación. Algunos ejemplos son:

1. Como resultado de la actividad 1 “Oportunidades de aplicación”, se diseñaron elementos gráficos para las “condiciones para utilizar *eye tracking*”, para las métricas y para diferenciar los estudios formativos y sumativos. Se deben incluir estos elementos en el documento principal cuidando la disposición de la información de este.

2. Como resultado de la actividad 2 “Sesión con usuario”, se identificaron varias recomendaciones para facilitar la disposición de los dispositivos, las cuales deben ser incluidas en el documento principal.
3. Como resultado de la actividad 3 “Generación de visualizaciones”, el principal problema fue la falta de instrucciones de cómo utilizar *Pupil Player* y los códigos con *JupyterLab* paso a paso. Los pasos necesarios fueron identificados y listados, pero su confección final se encuentra en proceso.

Aplicadas estas mejoras, se puede volver a evaluar el método con las mismas actividades para mejorar continuamente los componentes de la solución.

Debido a los alcances de la memoria y los objetivos planteados, hubo porciones del método que no fueron evaluadas (en específico lo que respecta a la etapa de reporte), por lo que es de interés generar instancias o actividades para evaluarlas y mejorarlas.

Durante las actividades, se presentaron dos ideas particulares que serían útiles pero que involucrarían un trabajo fuera de los alcances de esta memoria. La primera, generar una sección o capítulo en el documento principal de la solución que contenga ejemplos reales para utilizar *eye tracking*, lo cual requeriría una profunda investigación de la literatura. La segunda, generar capacitaciones para los ayudantes del Lab UX para que aprendan a utilizar el método, lo cual implicaría modificar una o más de las actividades diseñadas para lograr este fin.

Finalmente, es necesario que el método se ponga a prueba con algún proyecto, ya sea para la etapa de validación de alguna memoria o en algún proyecto externo del Laboratorio, donde se podrán encontrar hallazgos valiosos para seguir mejorando el método.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blignaut, P. (2009). Fixation identification: The optimum threshold for a dispersion algorithm. *Attention, Perception & Psychophysics*, 71(2009), 881-895.
- Bojko, A. (2005). Eye tracking in user experience testing: How to make the most of it. En *Proceedings of the UPA 2005 Conference*.
- Bojko, A. (2006). Using eye tracking to compare web page designs: A case study. *Journal of Usability Studies*, 1(3), 112-120.
- Bojko, A. (2013). *Eye tracking the user experience: A practical guide to research*. Rosenfeld Media.
- Carter, B. T., & Luke, S. G. (2020). Best practices in eye tracking research. *International Journal of Psychophysiology*, 155, 49-62.
- Correa Vergara, G. O. (2022). *Metodología de trabajo del LAB UX USM para empresas de software*. Tesis de pregrado, Universidad Técnica Federico Santa María, Departamento de Informática, Valparaíso.
- Goldberg, J. H., & Wichansky, A. M. (2003). Eye tracking in usability evaluation: A practitioner's guide. En *The mind's eye* (págs. 493-516). Elsevier.
- Hassenzahl, M., & Tractinsky, N. (2006). *User experience-a research agenda*. Behaviour & information technology 25, no. 2 .
- ISO. (2019). *Ergonomics of human-system interaction - Part 210: Human-centered design for interactive systems. ISO 9241-210:2019*.
- Jacob, R. J., & Karn, K. S. (2003). Eye tracking in human-computer interaction and usability research: Ready to deliver the promises. En *The mind's eye* (págs. 573-605). Elsevier.
- Joyce, A. (18 de Julio de 2019). *Nielsen Norman Group*. Recuperado el 23 de Noviembre de 2023, de <https://www.nngroup.com/articles/formative-vs-summative-evaluations/?lm=between-within-subjects&pt=article>
- Lab UX USM. (2022a). *Sobre Nosotros > HISTORIA*. Recuperado el 1 de Abril de 2024, de LAB UX USM: <https://labux.inf.utfsm.cl/historia>
- Lab UX USM. (2022b). *Sobre Nosotros > LAB UX USM*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2023, de LAB UX USM: <https://labux.inf.utfsm.cl/laboratorio>

Law, E. L.-C. (2009). Understanding, scoping and defining user experience: a survey approach. *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems*, (págs. 719-728).

Lewis, J. R. (2012). Usability testing. *Handbook of human factors and ergonomics*, 1267-1312.

Liu, M., & Zhu, Z. (2012). A case study of using eye tracking techniques to evaluate the usability of e-learning courses. *International Journal of Learning Technology*, 7(2), 154-171.

Luther, L. a. (2020). User Experience (UX) in business, management, and psychology: A bibliometric mapping of the current state of research. *Multimodal Technologies and Interaction*, 18.

Maia, C. L. (2016). A systematic review about user experience evaluation. *Design, User Experience, and Usability: Design Thinking and Methods: 5th International Conference, DUXU 2016, Held as Part of HCI International 2016, Toronto, Canada, July 17--22, 2016, Proceedings, Part I 5* (págs. 445--455). Toronto: Springer.

Moran, K. (2019). Usability testing 101. *Nielsen Norman Group*, 12.

Mussnug, M., Waldern, M. F., & Meboldt, M. (2015). Mobile eye tracking in usability testing: designers analysing the user-product interaction. *20th International Conference on Engineering Design (ICED15)*. Milán, Italia.

Nielsen, J. (18 de Marzo de 2000). *Why You Only Need to Test with 5 Users*. Recuperado el 9 de Diciembre de 2024, de Nielsen Norman Group: <https://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/>

Nielsen, J. (2012). Usability 101: Introduction to usability. *Nielsen Norman Group*.

Pupil Labs. (2023). *Pupil Core - Eye tracking platform technical specifications - Pupil Labs*. Recuperado el 9 de Octubre de 2023, de <https://pupil-labs.com/products/core/tech-specs/>

Pupil Labs. (s.f.-a). *Videos [Canal de Youtube]*. Recuperado el 1 de Octubre de 2024, de Youtube: <https://www.youtube.com/@PupilLabs/videos>

Pupil Labs. (s.f.-b). *Core - Getting Started*. Recuperado el 1 de Octubre de 2024, de Pupil Labs Docs: <https://docs.pupil-labs.com/core/getting-started/>

Pupil Labs. (s.f.-c). *Core - Pupil Capture*. Recuperado el 2 de Octubre de 2024, de Pupil Labs Docs: <https://docs.pupil-labs.com/core/software/pupil-capture/>

Qu, Q.-X., Zhang, L., Chao, W.-Y., & Duffy, V. (2017). User experience design based on eye-tracking technology: a case study on smartphone APPs. *Advances in Applied Digital Human Modeling and Simulation: Proceedings of the AHFE 2016 International Conference on Digital Human Modeling and Simulation, July 27-31, 2016, Walt Disney World®, Florida, USA*, 303-315.

Reyes Carvallo, B. R. (2021). *Diseño de etiquetado de reciclabilidad y trazabilidad para envases y embalajes alimenticios a partir de estudios de impacto visual realizados con rastreador de visión*. Tesis de pregrado, Universidad Técnica Federico Santa María, Departamento de Ingeniería en Diseño, Valparaíso.

Reyes Gómez, F. J. (2022). *Metodología del Lab Ux USM para guiar a estudiantes y memoristas en el diseño y evaluación centrada en personas*. Tesis de pregrado, Universidad Técnica Federico Santa María, Departamento de Informática, Valparaíso.

Rohrer, C. (2014). When to use which user-experience research methods. *Nielsen Norman Group*, 12, 21.

Rohrer, C. (17 de Julio de 2022). *When to Use Which User-Experience Research Methods*. Recuperado el 23 de Noviembre de 2023, de Nielsen Norman Group: <https://www.nngroup.com/articles/which-ux-research-methods/>

Rusu, C., Rusu, V., Roncagliolo, S., & González, C. (2015). Usability and user experience: What should we care about? *International Journal of Information Technologies and Systems Approach (IJITSA)*, 8(2), 1-12.

Szekely, D., Vert, S., Rotaru, O., & Andone, D. (2023). Usability Evaluation with Eye Tracking: The Case of a Mobile Augmented Reality Application with Historical Images for Urban Cultural Heritage. *Heritage*, 6(3), 3256-3270.

Țichindelean, M., Țichindelean, M. T., Cetină, I., & Orzan, G. (2021). A comparative eye tracking study of usability—towards sustainable web design. *Sustainability*, 13(18), 10451.

UMN_MCH. (15 de Julio de 2019). *Focus Group Interview Methods*. Recuperado el 30 de 09 de 2024, de Youtube: <https://www.youtube.com/playlist?list=PLC0p0gB0GhHlmfSeNPW-mpyxOsjrj0HBY>

Vermeeren, A. P. (2010). User experience evaluation methods: current state and development needs. *Proceedings of the 6th Nordic conference on human-computer interaction: Extending boundaries*, (págs. 521-530).

Wong, W., Bartels, M., & Chrobot, N. (2014). Practical eye tracking of the ecommerce website user experience. *Universal Access in Human-Computer Interaction. Design for All and Accessibility Practice: 8th International Conference, UAHCI 2014, Held as Part of HCI International 2014, Heraklion, Crete, Greece, June 22-27, 2014, Proceedings, Part IV 8* (págs. 109-118). Springer International Publishing.

Zuo, W. M. (2023). User Experience: A Bibliometric Review of the Literature. *IEEE Access*.

ANEXOS

Anexo 1: Plugins de Pupil Core

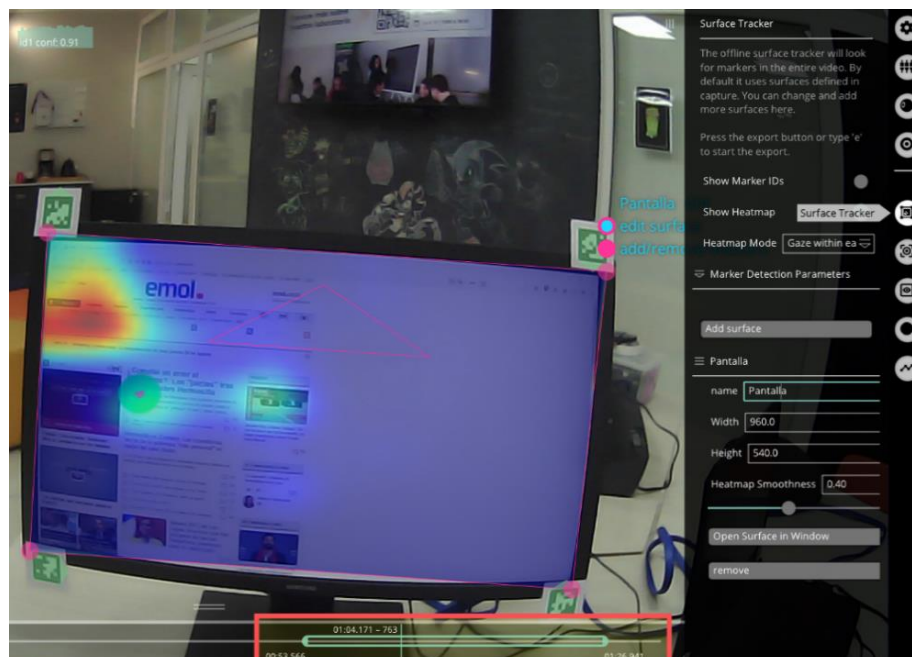


Figura 56: *Plugin de Seguimiento de Superficies*, donde se puede apreciar un mapa de calor sobre la pantalla. Se destacan en la parte inferior los controles de reproducción. Fuente: elaboración propia

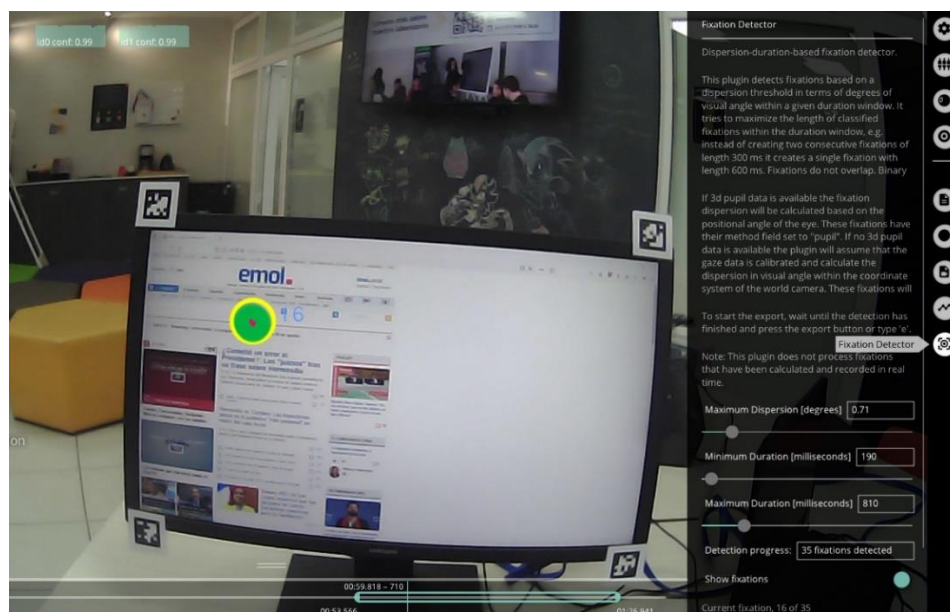


Figura 57: *Plugin de Detección de Fijaciones*, donde se puede apreciar una fijación como un círculo amarillo alrededor de uno verde. Al costado derecho, el menú para ajustar los parámetros asociados. Fuente: elaboración propia.

Anexo 2: Preguntas de la investigación en la literatura

(Bojko A. , 2013)			(Wong, Bartels, & Chrobot, 2014)	(Liu & Zhu, 2012)	(Bojko A. , 2006)	(Mussnug, Waldern, & Meboldt, 2015)	(Tichindelean, Tichindelean, Cetinã, & Orzan, 2021)
¿En qué lugar los usuarios esperan encontrar X elemento?	¿Por qué los usuarios no logran comprender X información? ¿No la vieron o no la entendieron?	¿Es más fácil encontrar X información o elemento en el diseño A o diseño B?	¿Es x elemento visualmente atractivo para los participantes?	¿Pueden los participantes encontrar fácilmente X elemento?	¿Cuál interfaz es más eficiente en cuanto a búsqueda de información? ¿por qué?	¿Cómo el usuario interactúa con X objeto? (atención y acción)	¿El usuario memoriza X información al hacer Y tarea? ¿por qué o por qué no?
¿En qué lugar de la página X elemento es más fácil de ver?	¿El nuevo diseño hace más fácil encontrar X información?	¿Pueden los usuarios entender el objetivo de X interfaz al mirarla? ¿Por qué o por qué no?	¿Es x información fácilmente entendible para los participantes?	¿Los usuarios pueden encontrar los elementos claves para realizar X tarea?	[Se sabe que un error existe] ¿Por qué los usuarios no pudieron encontrar X elemento/información?	¿Cuáles son las posibles razones de porqué el usuario se equivocó al hacer X tarea?	¿En qué lugares el usuario centra más su atención? ¿Por qué?
¿Que forma de X es más atractiva/deseable?	¿La información es más fácil de comprender en el diseño A o B?	¿Qué impresiones tienen los usuarios con X interfaz? ¿Qué elementos forman dicha impresión?	¿Cuáles elementos o información tienden a ser ignorados al realizar X tarea?	¿Los usuarios pueden entender fácilmente X elemento o información?	[Se sabe que un error existe] ¿Por qué los usuarios no pudieron completar X tarea?		
¿Qué forma de X retiene interés por más tiempo?	¿Cuál diseño genera más atracción? ¿Qué elementos aportan a esto?	¿Los usuarios pueden notar X elemento de la interfaz?	¿Dónde concentran la atención los usuarios al hacer X tarea? ¿Por qué?	¿Existen elementos que distraigan al usuario para realizar sus tareas?	¿Donde el usuario espera encontrar X información? ¿por qué?	(Qu, Zhang, Chao, & Duffy, 2017)	(Szekely, Vert, Rotaru, & Andone, 2023)
¿Es más fácil entender la información en diseño A o B?	¿Cuál diseño genera más interés y por qué? ¿Cuanto tiempo se analizó el producto?	¿Los usuarios pueden encontrar elementos claves para realizar X tarea?	¿Cuales elementos o información son más importantes al momento de realizar X tarea?	¿Es X elemento distractivo para que el usuario haga sus tareas?			
¿Es el nuevo diseño más fácil de encontrar información?	¿En qué lugar X elemento genera más atención y por qué?	¿Por qué los usuarios se demoran en realizar X tarea?	¿Cuales son los primeros elementos en que se fija un usuario al hacer X tarea?				

Figura 58: Preguntas identificadas en la literatura. Fuente: elaboración propia.

Anexo 3: Métricas

Tabla 4: Métricas de atracción. Fuente: elaboración propia, adaptado de (Bojko, 2013), (Bojko, 2005) y (Jacob & Karn, 2003).

Qué miden	Métrica	Cómo medir	Recomendaciones
Visibilidad o notoriedad de un <u>área</u>	Porcentaje de participantes que se fijan en un ADI	Es el cálculo de cuántos participantes del total se <u>fijaron en un área</u> determinada.	Métrica usada muy comúnmente por su fácil entendimiento. Necesaria para las dos métricas siguientes.

<u>de interés</u> (ADI)	Número de fijaciones antes de la primera fijación en un ADI	La cantidad de fijaciones, <u>en promedio</u> , que hubo antes de que los participantes se fijaran en un área. Se calcula con los <u>participantes que miraron</u> el área.	Se analiza y reporta para áreas que tengan <u>un alto porcentaje de participantes que se fijen</u> en ella.
	Transcurso de tiempo para la primera fijación en un ADI	Similar a la anterior, se calcula el <u>tiempo promedio</u> que tomaron los participantes antes de fijarse en un área.	Igual a la métrica previa. Es más <u>fácil de entender</u> al utilizar tiempo en vez de fijaciones.
	Lugar en la serie de áreas visitadas que ocupa un ADI	De las áreas que se definan, en qué lugar, <u>en promedio</u> , se visitó cierta ADI.	Permite comprar fácilmente varias áreas; mientras antes visitada, más notoria.
Interés que produce un área	Número de fijaciones en un ADI	El total de fijaciones que ocurrieron en un área.	Métrica usada muy comúnmente por la facilidad de su cálculo.
	Duración de la mirada en un ADI	El tiempo total que tomaron los participantes fijándose en un área, considerando cada visita a ella.	Es más <u>fácil de entender</u> que la métrica previa. Se debe considerar la cantidad de fijaciones y su duración para calcularla.
	Porcentaje de duración de la mirada en un ADI	Se calcula como la duración de la mirada en un ADI dividido el tiempo total que tomaron los participantes.	Se prefiere su uso sobre la métrica previa en el caso de que el <u>tiempo</u> que cada participante tome <u>sea muy dispar</u> .

	Número de visitas a un ADI	Una visita ocurre cada vez que el participante mira o vuelve a mirar cierta área.	Se utiliza también para evaluar la importancia percibida del área.
--	----------------------------	---	--

Tabla 5: Métricas de desempeño. Fuente: elaboración propia, adaptado de (Bojko, 2013), (Bojko, 2005) y (Jacob & Karn, 2003).

Qué miden	Métrica	Cómo medir	Recomendaciones
Facilidad de encontrar el elemento	Porcentaje de participantes que miraron el elemento objetivo	Es el cálculo de cuántos participantes del total se <u>fijaron en el elemento</u> .	Se analiza y reporta para elementos que tengan <u>una baja facilidad de reconocimiento</u> , es decir, que pocos participantes lo seleccionaron.
	Número de fijaciones antes de la primera fijación en el elemento objetivo	La cantidad de fijaciones, <u>en promedio</u> , que hubo antes de que los participantes se fijaran en el elemento. Se calcula con los <u>participantes que miraron</u> el elemento.	Se utiliza para medir la <u>eficiencia</u> para buscar y encontrar el elemento. Se debe reportar considerando solo aquellos participantes que miraron el elemento.
	Tiempo hasta la primera fijación en el elemento objetivo	Similar a la anterior, se calcula el <u>tiempo promedio</u> que tomaron los participantes antes de fijarse en el elemento.	Igual a la métrica previa. Es más <u>fácil de entender</u> al utilizar tiempo en vez de fijaciones.
Facilidad de reconocer el elemento	Número de visitas de la mirada antes de seleccionar el	Una <u>visita</u> ocurre cada vez que el participante mira o vuelve a mirar el elemento.	Se utiliza para determinar qué tan fácil es para el participante entender que el elemento que mira es el que debe seleccionar.

	elemento objetivo		
	Duración de la mirada hasta seleccionar el elemento objetivo	El <u>tiempo promedio</u> que tomaron los participantes desde que primero miraron el elemento hasta que lo seleccionan.	Igual a la métrica previa. Es más <u>fácil de entender</u> al utilizar tiempo en vez de número de visitas.
Trabajo cognitivo	Duración de una fijación, en promedio	Se calcula cuánto tiempo tomaron las fijaciones en promedio.	Se utiliza para evaluar qué tan difícil es extraer información de un diseño. <u>A mayor duración, más difícil.</u>

Anexo 4: Guión para calibración

Guión para la Calibración

[Si el participante tiene pelo largo, se le debe entregar primero un colet para el pelo para evitar que se le atasque en el lente.]

“Para comenzar, primero permítame colocarle el lente.”

[Se le coloca el *eye tracker* a la persona.]

“¿Lo siente cómodo? Puede moverlo con cuidado hasta que lo sienta cómodo.”

[Se espera una respuesta positiva del participante. Si lo requiere, ayudarle acomodando el lente]

“Muy bien, ahora necesito ajustar las cámaras del lente para poder capturar bien el movimiento de sus ojos.”

[Ayudándose de *Pupil Capture*, mueva las cámaras de ojo del *eye tracker* hasta que ambos ojos se vean por completo en el programa. Luego ajuste la cámara de mundo de modo que se asemeje al campo visual del participante.]

“Como siguiente paso, necesito que mire fijamente hacia arriba, luego hacia la izquierda, luego hacia abajo y luego hacia la derecha varias veces. Yo le indicaré cuando deba detenerse”

[Revise en *Pupil Capture* que la pupila ha sido detectada correctamente.

El participante debe continuar hasta que la detección sea exitosa.

Si no se logra una buena detección después de un tiempo, reajuste las cámaras y vuelva a intentarlo.]

“Se pudieron detectar bien sus ojos, así que puede detenerse. Ahora pasaremos a la calibración del lente. Es importante que se siente y ponga cómodo/a en la silla y adopte una posición que pueda mantener por los siguientes 20 minutos sin moverse mucho.”

“En el monitor aparecerán 5 marcadores, uno al centro de la pantalla y los otros en cada una de las esquinas. Debe fijar la mirada en cada uno de ellos pero sin mover la cabeza, solo moviendo sus ojos.”

[Comience a grabar en *Pupil Capture*]

[Inicie la calibración en *Pupil Capture* e indíquele esto al participante.

Si no se obtiene un buen resultado, se debe repetir la calibración o revisar si hay que repetir los pasos anteriores.

Si después de varios intentos aún no se logra una buena calibración, se continúa de todas formas con la sesión pero los datos de eye tracking del participante deben ser descartados.]

“Hemos finalizado la calibración, solo falta verificar que esta resultó bien.”

“Necesito que mire en (*punto en específico*)” Se recomienda repetir esta indicación con al menos 3 puntos.

[Si la calibración fue exitosa, puede continuar con la siguiente sección]

[De lo contrario, analice cuales son los posibles errores y repita el paso previo correspondiente.

Si debe realizar la calibración nuevamente, termine y reinicie la grabación.

En algunos casos, basta con ajustar la cámara de mundo.]

Figura 59: Extracto de la sección de calibración del guión de la plantilla. En negrita y entre corchetes se encuentran las instrucciones para el facilitador, entre comillas las instrucciones que se deben narrar al usuario y en naranja aquellas partes que debe completar el investigador. Fuente: elaboración propia.

Anexo 5: Actividades de validación

Actividad 1

Objetivo: validar si los ayudantes logran identificar cuándo y cómo usar *eye tracking* dado casos hipotéticos. Encontrar oportunidades de mejora.

Tiempo de lectura estimado: 15 minutos

Tiempo para preguntas y cuestionario: 10 minutos

Tiempo total: 25 minutos

Introducción

Buenas tardes, mi nombre es Gerardo Neumann y vengo como memorista de la carrera de informática. Como tema de memoria, desarrollé un método de uso de *Eye tracking* para el Laboratorio, el cual pondremos a prueba en una actividad el día de hoy.

En específico, el objetivo de esta actividad es evaluar la sección del método que corresponde a **identificar cuándo y de qué manera utilizar *eye tracking***. Como facilitador de esta actividad, te entregaré un documento que tendrás que leer y necesitarás tu teléfono para responder unas preguntas. ¿Lo tienes contigo?

Esta actividad será grabada para poder analizar posteriormente las respuestas; comenzaré a grabar ahora **[se comienza a grabar con el celular]**.

¿Tienes alguna duda antes de comenzar?

Actividad

Muy bien. Te entregaré el documento, el cual corresponde al método de *eye tracking* que he estado diseñando.

[Se le entrega el documento del método de *eye tracking* marcado]

Para esta actividad, tendrás que leer ciertas secciones del documento. Tendrás que leer todo el capítulo 5 (*Cuándo usar eye tracking...*) y parte del capítulo 6, en específico hasta tareas, inclusive. Encontrarás una marca para saber dónde terminar.

Una vez que termines de leer, tendrás que responder un cuestionario, para el cual puedes utilizar el documento como apoyo, por lo que no es necesario que memorices cosas, como por ejemplo, las tablas que vas a encontrar. Luego del cuestionario, te haré unas preguntas.

Si tienes cualquier duda o comentario durante la lectura, me la puedes realizar, esto me servirá para evaluar el documento, si hay algo confuso, algo que no entiendes, etc.

[Lectura]

¿Qué tal te pareció?

Muy bien, ahora necesito que respondas el cuestionario que te mencioné. Escanea este código QR con tu teléfono. Recuerda que puedes utilizar el documento para responder; la idea es evaluar el método, no a ti.

Preguntas finales:

1. ¿Qué te pareció lo que leíste?
2. ¿Quedaron claras las condiciones para utilizar *eye tracking*?
3. ¿Queda claro para qué proyectos utilizar métricas?
4. ¿Consideras que alguna parte de lo leído es confusa?
5. ¿Consideras que alguna parte de lo leído es difícil de entender?
6. ¿Consideras que alguna parte de lo leído es incorrecta?
7. ¿Sabrías cuándo sería recomendable utilizar *eye tracking*?
8. ¿Tienes alguna sugerencia o comentario respecto a la sección leída?

Cuestionario



Figura 60: Primera actividad, para evaluar las “oportunidades para usar *eye tracker*”. Fuente: elaboración propia.

Actividad 2

Objetivo: evaluar si las instrucciones y recomendaciones del método orientan correctamente a los lectores para realizar sesiones. Encontrar oportunidades de mejora.

Tiempo de preparación total: 40 minutos

Tiempo para actividad con usuario: 15 minutos

Tiempo total: 55 minutos

Introducción

Buenas tardes, soy Gerardo Neumann y como te comenté en nuestra primera sesión, como tema de memoria estoy desarrollando un método de uso de *Eye tracking* para el Laboratorio, el cual pondremos nuevamente a prueba en una actividad el día de hoy.

El objetivo en específico de esta actividad es evaluar la sección de **cómo usar el eye tracker y de realizar una sesión con usuarios** del método diseñado. Tendrás que actuar como facilitador/a de una sesión de *eye tracking* previamente preparada. Una vez finalizada esta sesión, te realizaré una pequeña encuesta con el fin de encontrar oportunidades para mejorar el método. Toda esta actividad será grabada.

¿Tienes alguna duda antes de comenzar?

Actividad

Muy bien. Esta actividad estará dividida en 3 tareas. Recuerda que las tareas están diseñadas para evaluar el método y no a ti ni tu desempeño.

Tarea 1

Como primera tarea, debes preparar la sala y prepararte para la sesión. Todos los implementos que vas a necesitar están en la sala.

- Computador ya prendido con *turbus.htm* y prototipo abiertos, conectado con alargador.
- Monitor conectado.
- Mesa individual.
- Caja con HDMI en caso de que alguno no funcione.
- Mouse y teclado.
- Micrófono inalámbrico.
- Guión, portapapeles y lápiz.
- Eye tracker.

Para ayudarte a preparar todo, tendrás el documento del método de *eye tracking* que he estado diseñando. La información que necesitas está en la Parte 1; no tendrás que revisar grabaciones y las secciones 4.3 y 4.4 no debes leerlas.

[Se le entrega el documento del método de *eye tracking*]

A medida que vas leyendo puedes ir tomando y moviendo el *eye tracker* y demás implementos. Si tienes cualquier duda o comentario durante la tarea, me la puedes

realizar, esto me servirá para evaluar el documento, si hay algo confuso, algo que no entiendes, etc.

Tarea 2

Muy bien. Ahora que está todo preparado, tienes que realizar una calibración previo a iniciar la sesión; calibra el *eye tracker* contigo mismo/a. Esto servirá tanto para seguir preparándote como para asegurarte que todo está funcionando correctamente.

Tarea 3

Como última tarea, realizarás una sesión con un usuario. Esta debería tomar alrededor de 10 minutos. Te entregaré ahora el guión correspondiente a la actividad; en el **Capítulo 7** del documento también encontrarás algunas recomendaciones para llevar a cabo la sesión.

[Se le entrega el documento Turbus - Investigación con Eye Tracking impreso]

Tomate el tiempo que necesites para leer todo y comenzamos cuando estés listo/a. Tendrás ambos documentos a tu disposición durante toda la sesión, así que no es necesario que los memorices.

[Lectura]

Le pediré al participante que pase. Si llegas a necesitar ayuda, me avisas. Yo también intervendré en caso de que ocurra alguna situación inusual.

Entrevista final

Hemos finalizado con la actividad; desde ya quiero agradecerte por tu tiempo. Quisiera realizarte unas últimas preguntas para concluir esta sesión:

1. ¿Cómo te sentiste durante la actividad?
2. ¿Cuál ha sido tu experiencia realizando pruebas con usuarios previamente?
3. ¿Cuál ha sido tu experiencia utilizando el eye tracker previamente?
4. Cuéntame de alguna complicación o dificultad que hayas tenido durante la actividad.
5. ¿Cómo influyó el documento del método para realizar la actividad?
6. ¿Consideras que alguna parte del documento es confusa?

7. ¿Consideras que alguna parte del documento es incorrecta?
8. ¿Tienes alguna sugerencia o comentario al respecto del documento?
9. Sobre la estructura del guión, ¿qué me puedes decir al respecto?
10. ¿Tienes alguna sugerencia o comentario del guión?

Nuevamente muchas gracias, eso ha sido todo.

Figura 61: Segunda actividad, para evaluar las instrucciones para realizar “sesiones con usuarios”. Fuente: elaboración propia.

Actividad 3

Objetivo: evaluar la facilidad de uso de los códigos de Python y la “entendibilidad” de las instrucciones para utilizarlos. Encontrar oportunidades de mejora.

Lectura de preparación: 10 minutos

Actividad: 25 minutos

Tiempo total: 35 minutos

Introducción

Buenas tardes, soy Gerardo Neumann y como te comenté en las sesiones anteriores, como tema de memoria estoy desarrollando un método de uso de *Eye tracking* para el Laboratorio, el cual pondremos nuevamente a prueba en una actividad el día de hoy.

El objetivo en específico de esta actividad es evaluar la sección de **generación de visualizaciones** del método diseñado. Tendrás que leer unas secciones del método, luego te entregaré algunas tareas para realizar y al final te haré unas preguntas, todo con el fin de encontrar oportunidades para mejorar el método. Esta actividad será grabada.

Quiero recordarte que el objetivo de esta actividad es evaluar el método diseñado y no a ti ni tu desempeño. Puedes dejar participar de esta sesión en cualquier momento si así lo deseas.

¿Tienes alguna duda antes de comenzar?

Actividad

Muy bien. Para esta actividad tendrás que utilizar el computador del Laboratorio. En él contarás con 2 grabaciones previamente realizadas con el *Eye Tracker* del Laboratorio, con las cuales tendrás que crear visualizaciones gráficas.

[Se le entrega el computador, con todo lo que necesiten previamente abierto]

- Carpeta con grabaciones.
- Carpeta con códigos de Python.
- Páginas web abiertas.

Para apoyar tu trabajo tendrás el documento que corresponde al **método diseñado**, el cual tiene instrucciones de cómo realizar esto. Te servirá el capítulo 3 y **tienes que leer** las secciones 4.3 y 4.4.

[Se le entrega el documento impreso]

Una vez que termines de leer, tendrás que realizar unas tareas. Si tienes cualquier duda o comentario durante la lectura, me la puedes realizar, esto me servirá para evaluar el documento, si hay algo confuso, algo que no entiendes, etc. Tendrás el documento para realizar las tareas, así que no tienes que memorizar nada.

[Lectura]

Comenzaremos entonces con las tareas. Quiero recordarte nuevamente que están diseñadas para evaluar el método y no a ti ni tu desempeño.

Tarea 1

Como primera tarea, necesito que inicialices *Jupyter Lab* para utilizar los códigos diseñados.

[Si se encuentra muy perdido/a, comentar que hay instrucciones en la carpeta]

Tarea 2

Para la primera grabación, se le pidió a un usuario **empezar una búsqueda de pasajes** desde Valparaíso a Santiago en Turbus.

Esta tarea comienza una vez que ingresa a la **página de Turbus** y finaliza al hacer click en el botón de **Buscar**. [Se le muestra la página de Turbus]

Para esta primera grabación, tendrás que hacer un **mapa de calor**.

Tarea 3

Para la segunda grabación, se le pidió a un usuario **elegir el pasaje** más barato y de menor duración.

Esta tarea comienza una vez que ingresa al **prototipo** y finaliza al hacer click en el botón de **Comprar**. [Se le muestra el prototipo de Turbus]

Para esta segunda grabación, tendrás que hacer un **recorrido de la mirada**.

Entrevista final

Hemos finalizado con la actividad; desde ya quiero agradecerte por tu tiempo. Quisiera realizarte unas últimas preguntas para concluir esta sesión:

1. ¿Cómo te sentiste durante la actividad?
2. ¿Cuál ha sido tu experiencia previa utilizando herramientas de este tipo?
3. Cuéntame de alguna complicación o dificultad que hayas tenido durante la actividad.
4. ¿Cómo influyó el documento del método para realizar la actividad?
5. ¿Consideras que alguna parte del documento es confusa?
6. ¿Consideras que alguna parte del documento es incorrecta?
7. ¿Qué tan seguro/a te sentirías utilizando estas herramientas en un proyecto futuro?
8. ¿Tienes alguna sugerencia o comentario al respecto del documento o la actividad?

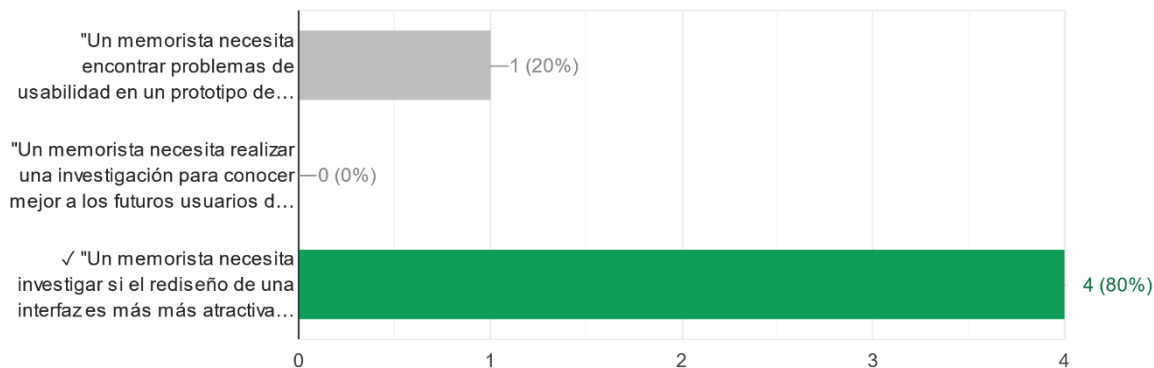
Nuevamente muchas gracias, eso ha sido todo.

Figura 62: Tercera actividad, para evaluar los “códigos para generar visualizaciones”. Fuente: elaboración propia.

Anexo 6: Resultados cuestionario actividad 1

¿Para cuál de estos casos se recomendaría utilizar eye tracking?

4 / 5 correct responses



¿Para cuál de estos casos se recomendaría utilizar eye tracking?

5 / 5 correct responses

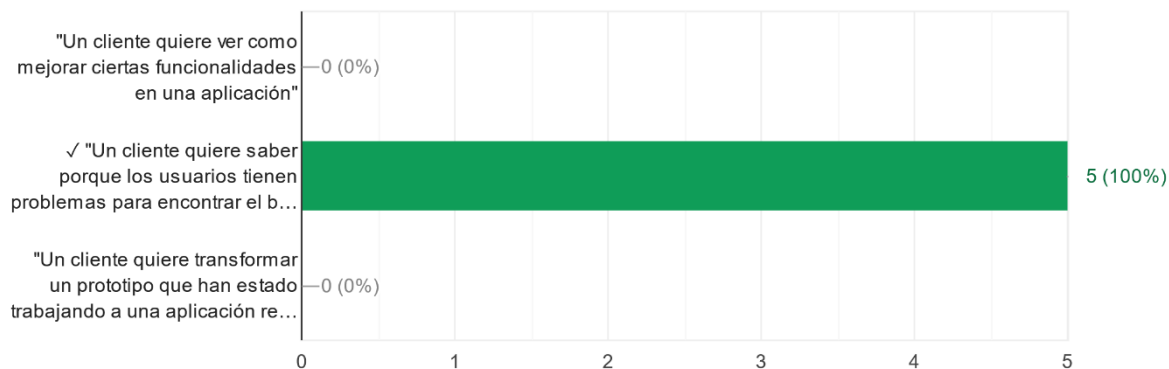
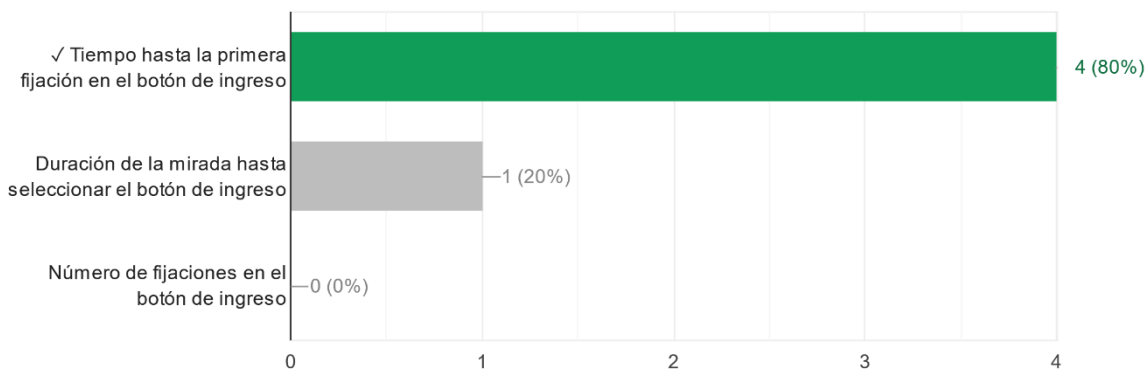


Figura 63: Resultados de las preguntas 1 y 4 sobre “cuándo aplicar *eye tracking*”. Fuente: elaboración propia.

¿Cual de estas métricas se debería utilizar para comparar que tan fácil es de encontrar el "botón de ingreso" de dos prototipos?

4 / 5 correct responses



¿Cual de estas métricas se debería utilizar para comparar el interés que genera la "sección de ofertas" de dos prototipos?

3 / 5 correct responses

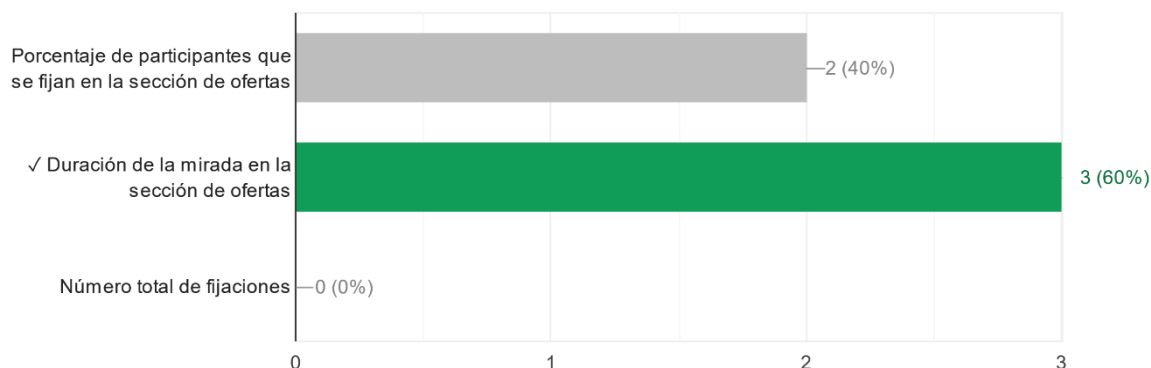


Figura 64: Resultados de las preguntas 2 y 5 sobre métricas. Fuente: elaboración propia.

¿Cuál de estas tareas sería más adecuada para una sesión de eye tracking?

1 / 5 correct responses

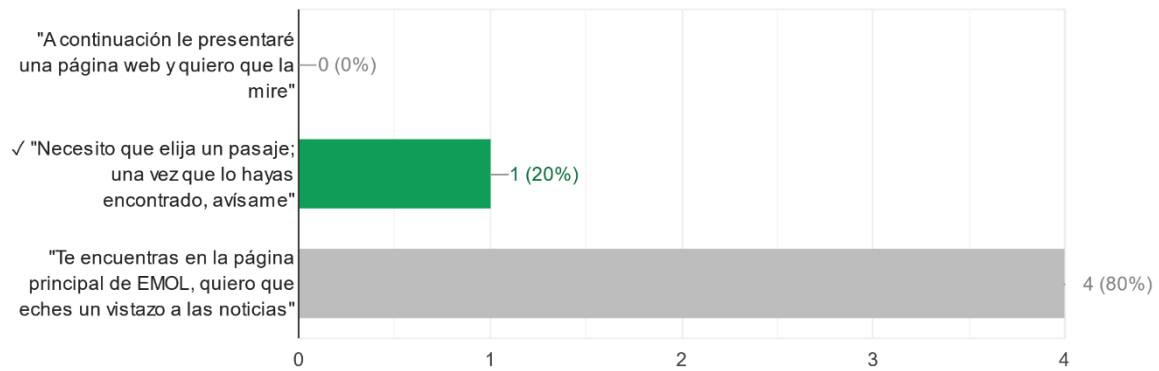


Figura 65: Resultados de las pregunta 3 sobre tareas. Fuente: elaboración propia.