

Tipo de artículo: Artículo original

# Evaluación del seguimiento ocular usando un eye-tracking para responder preguntas de usabilidad

## *Eye tracking evaluation using a device to answering usability questions*

Pinargote-Suárez Cristhian Eduardo<sup>1\*</sup> , <https://orcid.org/0000-0003-3576-9920>

Vaca-Cárdenas Leticia Azucena<sup>1</sup> , <https://orcid.org/0000-0002-5297-6676>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Informáticas. Universidad Técnica de Manabí. Ecuador. [cpinargote6861@utm.edu.ec](mailto:cpinargote6861@utm.edu.ec)

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Informáticas. Universidad Técnica de Manabí. Ecuador. [leticia.vaca@utm.edu.ec](mailto:leticia.vaca@utm.edu.ec)

\* Autor para correspondencia: [cpinargote6861@utm.edu.ec](mailto:cpinargote6861@utm.edu.ec)

### Resumen

El seguimiento ocular es una técnica de evaluación de la usabilidad que permite conocer la forma en que los usuarios interactúan con una interfaz gráfica de usuario. En este artículo, se presenta una investigación empírica que evalúa la efectividad de esta técnica mediante un eye-tracking para responder preguntas de usabilidad en el diseño de sitios web. Se plantearon cuatro preguntas relacionadas con la usabilidad de un sitio web, las cuales fueron respondidas a través de la técnica mencionada. Los resultados muestran que la técnica usada es efectiva para evaluar la usabilidad y detectar problemas que afectan negativamente la experiencia del usuario. Además, se presentan recomendaciones específicas para mejorar la usabilidad y se discuten las limitaciones y las posibilidades futuras del seguimiento ocular en la evaluación de la usabilidad de interfaces gráficas de usuario.

**Palabras clave:** usabilidad; seguidor ocular; UX; HCI; métricas

### Abstract

*Eye tracking is a usability evaluation technique that allows to understand how users interact with a graphical user interface. This article presents an empirical research that evaluates the effectiveness of this technique using an eye-tracking device to answer usability questions in web design. Four questions related to the usability of a website were posed and answered using the mentioned technique. The results show that the used technique is effective in evaluating usability and identifying problems that negatively impact the user experience. Additionally, specific recommendations are provided to improve usability, and the limitations and future possibilities of eye tracking in evaluating graphical user interface usability are discussed.*

**Keywords:** usability; eye tracker; UX; HCI; metrics

**Recibido:** 21/02/2023

**Aceptado:** 24/05/2023

**En línea:** 01/06/2023



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional**  
(CC BY 4.0)

## Introducción

La tecnología avanza y se utiliza en múltiples campos del conocimiento, lo que impulsa investigaciones interdisciplinarias. La Ciencia de la Información ya ha investigado la medición de la usabilidad de entornos digitales desde diferentes perspectivas, utilizando métodos y técnicas diversas. Sin embargo, en la evaluación de usabilidad mediante tecnología de seguimiento ocular hay aspectos que aún no están bien definidos, como la elección entre evaluación inductiva o deductiva, y si el análisis de datos debe ser cualitativo o cuantitativo (Roa-Martínez y Vidotti 2020).

Según (Roa-Martínez y Vidotti 2020), (Worcester Polytechnic Institute y Djamshidi 2014) y (Aguilar 2017), la experiencia del usuario es importante para la usabilidad y la evaluación de la usabilidad contribuye a la validación de la experiencia del usuario (UX). Además, la medición de la usabilidad mediante tecnología de seguimiento ocular proporciona medidas objetivas basadas en los datos obtenidos.

Las interfaces suelen ser inflexibles, pero una interfaz centrada en el usuario ofrece una mejor experiencia de usuario y mayor usabilidad (Holmqvist et al. 2011), lo que puede ayudar a alcanzar los objetivos de la interfaz, como encontrar información, comunicarse con otros y realizar actividades dentro de la plataforma (Briones-Villafuerte et al. 2022), (Estévez Ivanova, 2022). Uno de los métodos de evaluación de usabilidad que está ganando popularidad en el campo de la Interacción Humano-Computadora es el seguimiento ocular, aunque este ha sido utilizado en diversas áreas desde hace más de un siglo (Aguilar, 2017).

Para tener una comprensión más clara de esta investigación, es necesario profundizar en el uso de algunos términos relacionados con el estudio como, Interacción Humano Computador (HCI) busca mejorar la interacción entre usuarios y computadoras a través de una interfaz interactiva que satisfaga sus necesidades, considerando aspectos físicos, cognitivos y afectivos del comportamiento humano (Vaishnavi, 2016). Interfaz de Usuario (UI) se refiere a cómo los usuarios interactúan con un sistema a través de una computadora o dispositivo móvil, y es importante que el diseño de la interfaz satisfaga las necesidades del usuario durante la fase de diseño para evitar que el usuario tenga que hacer cambios significativos para adaptarse al sistema (Briones-Villafuerte et al. 2022).

Experiencia del usuario (UX) se refiere a la satisfacción del usuario antes y después de usar un producto y se evalúa adaptando la interfaz según el contexto del usuario. Según (Briones-Villafuerte et al. 2022), implica diseñar productos satisfactorios, atractivos, útiles, interesantes y agradables desde el inicio del desarrollo del producto. Además, (Bojko 2013) y (Goldberg y Wichansky 2003) indican que la tecnología de seguimiento ocular se vuelve cada vez más popular entre los profesionales de la usabilidad debido a su precisión, accesibilidad y discreción.



En esta investigación se realizó la evaluación de la usabilidad de una plataforma educativa (mooclinguas, <https://mooclinguas.utm.edu.ec>) las pruebas fueron realizadas con participantes voluntarios mediante un seguidor ocular (eye-tracking Tobii pro nano) aplicando métricas para el efecto. Se plantearon las siguientes preguntas de usabilidad:

- Q1. ¿Los usuarios encuentran fácilmente la información que están buscando?
- Q2. ¿Los usuarios se sienten atraídos por elementos específicos del diseño?
- Q3. ¿Los usuarios están experimentando dificultades al interactuar con el diseño?
- Q4. ¿Hay alguna parte del diseño que esté causando confusión o distracción?

## Materiales y métodos

### Participantes

Las pruebas de usuarios se realizaron con 40 estudiantes pertenecientes a la Facultad de Ciencia Informáticas (FCI) de la Universidad Técnica de Manabí (UTM) en Ecuador, con una media de edad de 21 años, el grupo de voluntarios estuvo constituido por 13 mujeres y 27 hombres.

### Herramientas

Se utilizó un eye-tracking (Tobii pro nano v1.207) que es un dispositivo de seguimiento ocular portátil que va conectado a la laptop permitiendo medir la atención y el comportamiento visual de los participantes durante la realización de tareas en un entorno natural, la interfaz analizada fue de la plataforma educativa (mooclinguas, <https://mooclinguas.utm.edu.ec>).

Esta herramienta portátil es un agente externo al aula virtual, se instala en una computadora local es un software independiente y se utiliza para configurar y realizar experimentos de seguimiento ocular. No está directamente vinculado a ningún sitio web específico, generalmente es posible utilizar diferentes monitores o dispositivos de visualización con el software, siempre que sean compatibles y estén correctamente configurados. Sin embargo, la compatibilidad específica puede depender del dispositivo de seguimiento ocular y de las capacidades del software Tobii Pro Lab en la versión que estés utilizando.

Para el manejo de la evaluación con el eye-tracking (Tobii pro nano) se usó el software (Tobii Pro Lab) el cual sirvió para controlar y registrar los datos del seguidor ocular, implementando métricas de usabilidad.

### Métricas

Las métricas son técnicas usadas como unidades de medida para el análisis de datos generados por el software de eye tracking.



Con el fin de mejorar los diseños para satisfacer las diversas necesidades emocionales de los usuarios, es necesario seleccionar métricas críticas de seguimiento ocular, que no solo reflejen significativamente la experiencia del usuario, sino que también sirvan como una herramienta novedosa para el diseñador de aplicaciones, para evaluar la experiencia de uso (Qu et al. 2017).

Las métricas utilizadas en el experimento incluyeron la duración total de las fijaciones, que mide el tiempo que un usuario pasa fijando su mirada en elementos específicos de una interfaz, proporcionando información sobre la efectividad de la disposición de los elementos, el interés del usuario y la complejidad percibida de la tarea. Otra métrica utilizada fue el número de fijaciones, que mide la cantidad de veces que un usuario fija su mirada en elementos específicos durante una tarea de eye tracking. Además, se utilizó el "número de sacadas en AOI", que se refiere al número de movimientos rápidos del ojo entre dos puntos de fijación dentro de un área de interés específica en la pantalla, expresada en unidades (Pro Lab User Manual, 2022).

### Estándares formales de usabilidad

Estas normas deben basarse en la ciencia, la tecnología y la experiencia, y tienen como objetivo promover beneficios óptimos (ISO - International Organization for Standardization, 2023).

**Tabla 1.** Estándares de usabilidad.

Estándar	Factores de calidad considerados	Referencia
ISO 9241-11	Brindan información sobre la usabilidad de los productos de oficina con pantalla visual	(Montoto 2012)
ISO 9241-210	Usabilidad, UX y DCU (Diseño centrado en usuarios).	(Castro et al. 2019)
ISO/IEC9126-1	Funcionalidad, eficiencia, fiabilidad, usabilidad, portabilidad y mantenimiento. Reemplazado por ISO/IEC25010	(Castro et al. 2019)
ISO/IEC 25010	La garantía de calidad del software es crucial para cumplir con los estándares necesarios y satisfacer las necesidades del usuario.	(Castro et al. 2019)

### Procedimiento

1. Se configuró el eye-tracking tobii pro nano
2. Se determinaron 3 interfaces a ser evaluadas por cada usuario Figura 1, Figura 2 y Figura 3.
3. Se estableció Áreas de interés (AOI), son áreas específicas de la interfaz que muestran los elementos más



importantes del sitio web.

4. El intervalo de tiempo de prueba es de 0 a 8 segundos por cada interfaz evaluada y por cada participante.
5. Se invitó de manera voluntaria a estudiantes del FCI a que participen con el experimento de prueba.
6. A los participantes se les dio información de cómo iba a ser la evaluación, indicándoles que el seguimiento ocular iba hacer un test de calibración para asegurar la precisión y consistencia de los datos de seguimiento ocular.
7. Se calibró la vista de los participantes y se les indicó que se presentarían interfaces de una plataforma educativa antes mencionada, para que las observen libremente. Luego se realizaron pruebas individuales a cada participante.

En la Figura 1 se definieron dos AOI.

1. AOI 1: Login, este es el apartado donde los usuarios colocan su usuario y contraseña.
2. AOI 2: Login\_Img, esta es la imagen que se muestra en dicha interfaz indicando información.

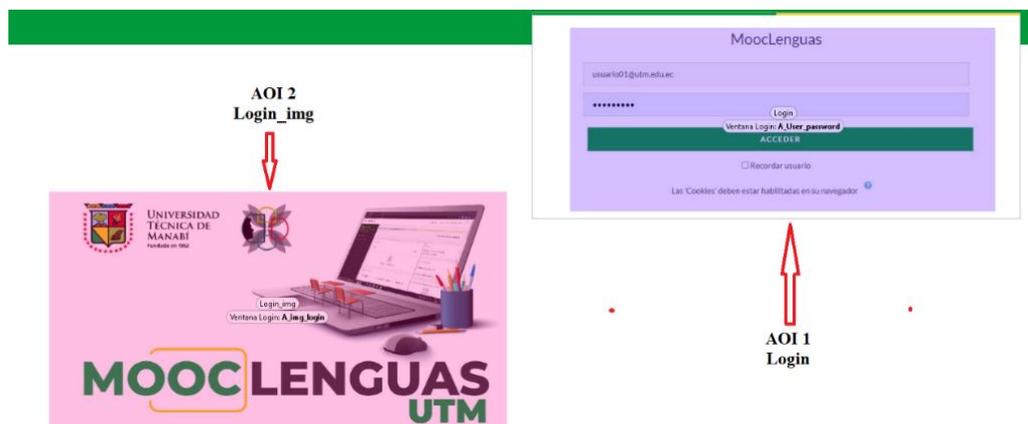


Figura 1. Interfaz login con sus AOI 1

La Figura 2 está representada por cuatro AOI.

1. AOI 1: Mis\_Cursos, es un botón al acceder a ella muestra los cursos de la estudiante, situada en la parte superior izquierda.
2. AOI 2: Notificaciones, es una barra de notificación en que el usuario puede ver si tiene algún mensaje de otro usuario, situada en la parte superior derecha.



3. AOI 3: Mis\_cursos\_cod, en esta área están los cursos a los que pertenece el usuario, pero no aparece el nombre del curso si no que está identificado cada curso por un código, la misma que está situada en la parte izquierda de en medio.
4. AOI 4: Cursos\_resientes, está representa a los cursos en que el usuario ha accedido recientemente, la misma está situada en la parte de en medio.



Figura 2. Interfaz del área personal con sus AOI

La Figura 3 está representada por tres AOI.

1. AOI 1: Area\_personal, es un botón que direcciona al área personal de la Figura 2, la misma que situada en la parte superior izquierda.
2. AOI 2: Mis\_cursos\_cod, esta área es la misma que se encuentra en la Figura 2, AOI 3.
3. AOI 3: Calificaciones, representa las calificaciones de todas las materias del usuario, la misma que está situada en la parte de en medio.





Figura 3. Interfaz de calificaciones con su AOI

## Resultados

### Interfaz 1: Login

En la Figura 4 se muestra el tiempo que cada usuario fijó su mirada en las AOI de la interfaz de login de la Figura 1. En un intervalo de tiempo es de 0 a 8 segundos por participante, indicando que más tiempo se fijaron en el AOI 1-Login con un porcentaje de 70,93%, mientras que en el AOI 2-Login\_img con un 29,07%.

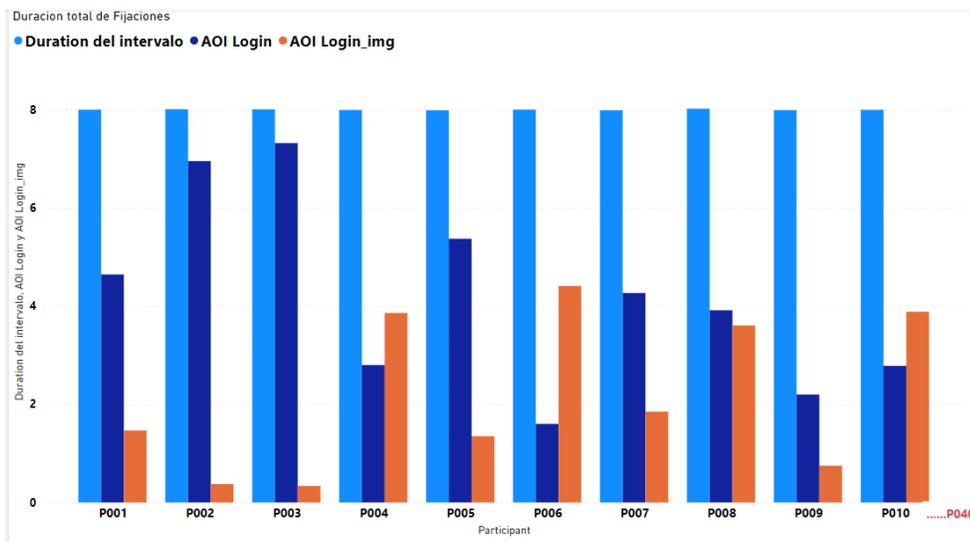
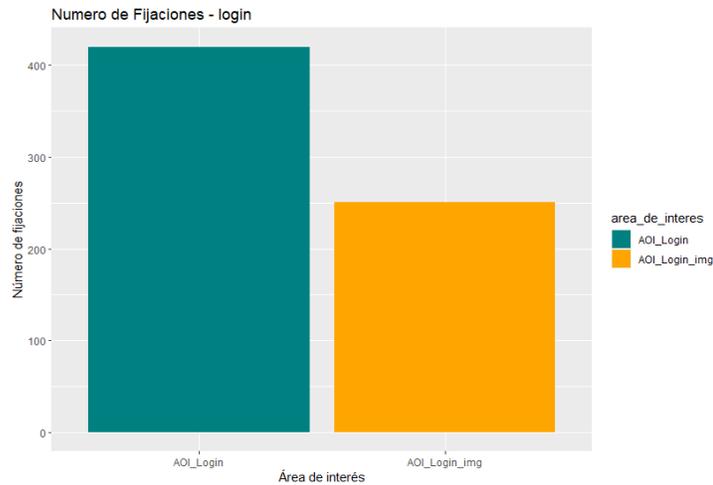


Figura 4. Total, de duración de las fijaciones en las AOI en la interfaz del Login.

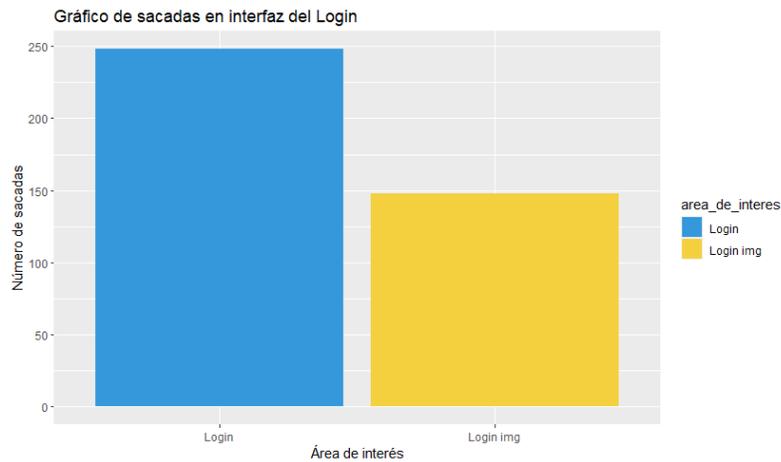


En la figura 5 se muestra el número total de fijaciones de todos los usuarios en la Interfaz del login de la Figura 1, determinando que los participantes tuvieron un mayor número de fijación en el AOI 1-Login con numero de 420 fijaciones en dicha área que corresponde al 62,59% de fijaciones, mientras que en el AOI 2-Login\_img tuvo un total de 251 fijaciones que equivale al 37.41% de fijaciones.



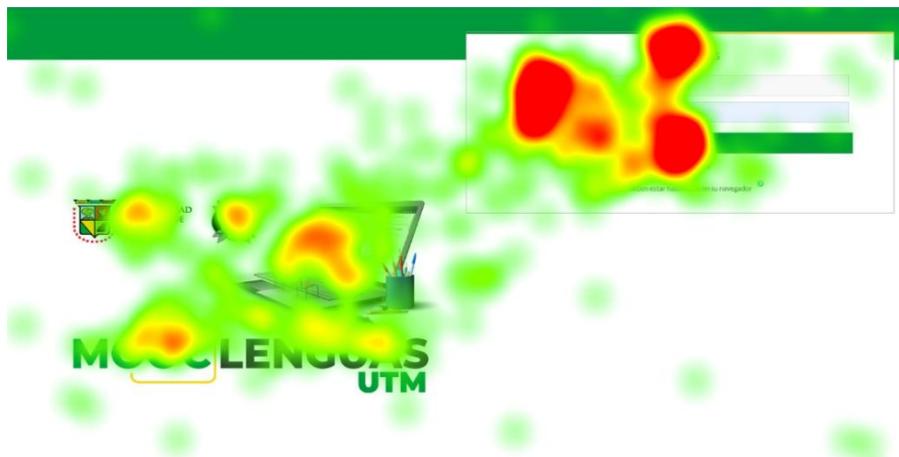
**Figura 5.** Numero de fijaciones de las AOI en el interfaz del Login.

En la Figura 6 muestra el número de movimientos sacádicos en la Interfaz del login de la Figura 1, determinando que en el AOI 1-Login hubo 248 movimientos sacádicos hacia esa área que equivale al 61,62%, mientras que en el AOI 2-Login\_img tuvo un total 148 de movimientos sacádicos equivalente al 37,37%.



**Figura 6.** Número de movimientos sacádicos de las AOI en el interfaz del Login.

En el análisis anterior de la Figura 4, Figura 5 y Figura 6, se determinó que los usuarios encuentran la Interfaz login de la Figura 1, intuitiva y fácil de usar ya que mostraron interés en los AOI. Observando la Figura 7 se muestra el registro de visualización de los usuarios mediante el mapa de calor de la Figura 1.



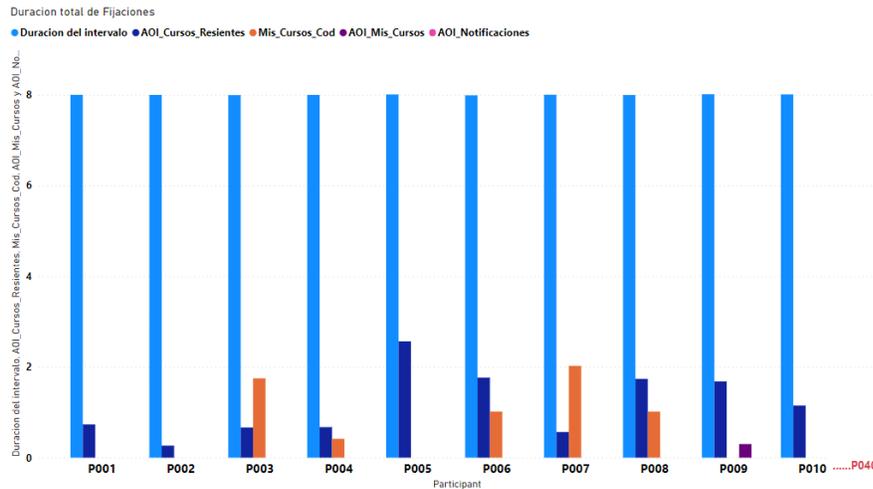
**Figura 7.** Mapa de calor del interfaz del Login (Figura 1)

## Interfaz 2: Área personal

En la figura 8 se muestra el tiempo que cada usuario fijó su mirada en las AOI de la interfaz de Área personal Figura 2, indicando que en el AOI 1-Mis\_Cursos con un porcentaje de 1,3%, en el AOI 2-Notificaciones con un 0%, en el

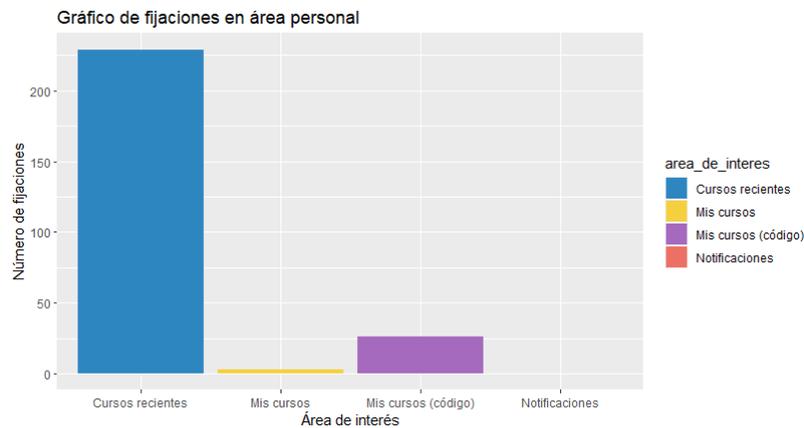


AOI 3-Mis\_cursos\_cod con un 12,38%, mientras que con un mayor tiempo de fijación lo tuvo el AOI 4-Cursos\_recientes con un porcentaje de 86,25% de tiempo de fijación.



**Figura 8.** Total, de duración de las fijaciones de las AOI en el interfaz del Área personal

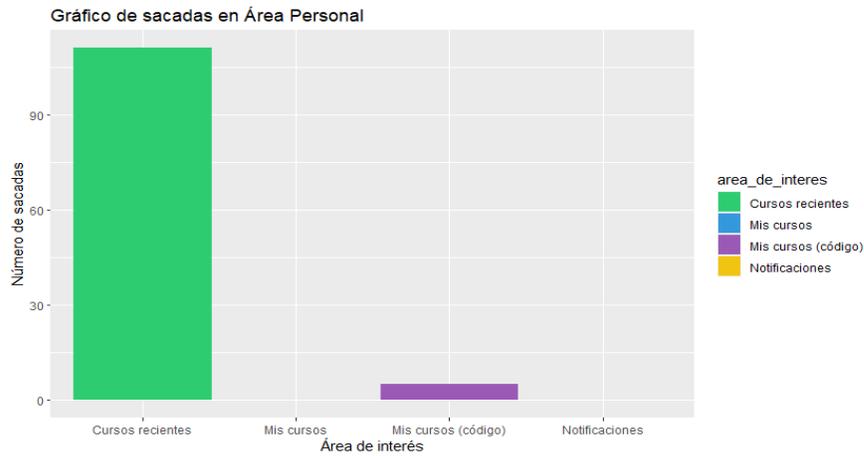
En la figura 9 se muestra el número total de las fijaciones en el AOI de la interfaz de Área personal de la Figura 2, indicando que en el AOI 1-Mis\_Cursos tuvo un total de 3 fijaciones, en el AOI 2-Notificaciones no hubo ninguna fijación en esa área, en el AOI 3-Mis\_cursos\_cod tuvo 26 fijaciones, mientras que con un mayor número de fijación lo tuvo el AOI 4-Cursos\_recientes con un total 229.



**Figura 9.** Numero de fijaciones de las AOI en el interfaz del Área Personal



En la figura 10 se muestra el número de movimientos sacádicos en el AOI, de la interfaz de Área personal de la Figura 2, indicando que en el AOI 1-Mis\_Cursos tuvo un total de 0 movimientos sacádicos y en el AOI 2-Notificaciones también tuvo un total de 0, en el AOI 3-Mis\_cursos\_cod tuvo 5, mientras que con un mayor número lo tuvo el AOI 4-Cursos\_recientes con un total 111.



**Figura 10.** Número de movimientos sacádicos de las AOI en el interfaz del Área personal.

El análisis de la interfaz de Área personal de la figura 2 con las estadísticas de la Figura 8, Figura 9 y Figura 10, los participantes no demostraron interés en el área de “mis cursos” y “notificaciones” esto podría ser una indicación de que ese elemento no es efectivo para llamar la atención del usuario y puede necesitar ser revisado o cambiado. En la Figura 11 se puede observar el mapa de calor de dicha interfaz.



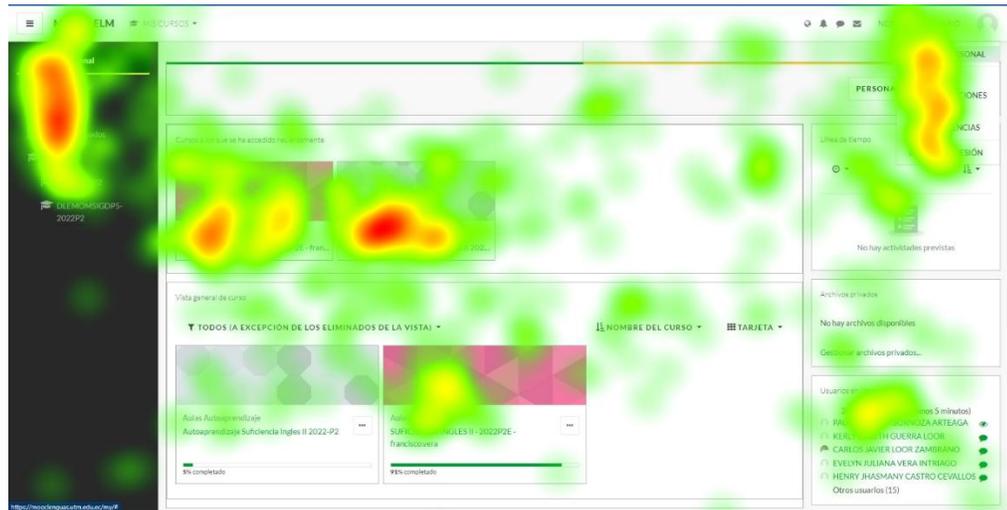


Figura 11. Mapa de calor del interfaz del Área Personal (Figura 2)

### Interfaz 3: Calificaciones

En la figura 12 se muestra el total de la duración en que cada participante se fijó en las AOI de la interfaz de Calificaciones Figura 3. Nos indica que AOI 1: Area\_personal tuvo un total de 6,73% del total de duración, en el AOI 2: Mis\_cursos\_cod con un porcentaje de 15,22, mientras que en el AOI 3: Calificaciones con el mayor tiempo de fijación de 78,05%.

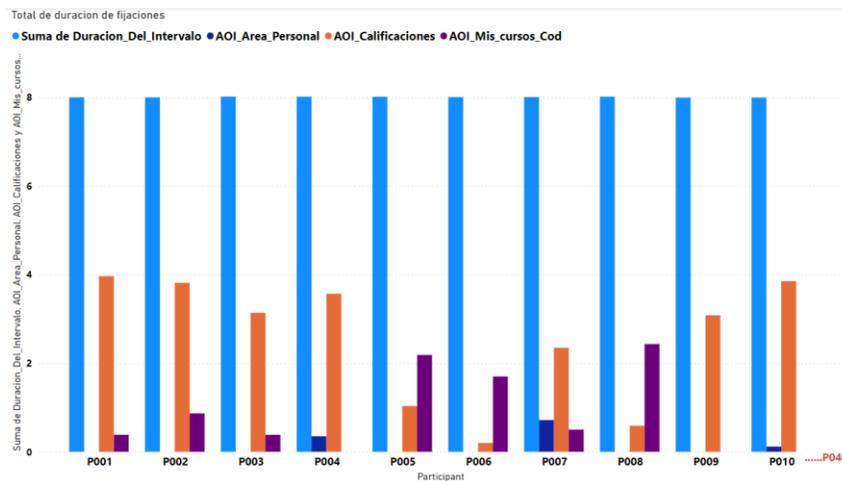
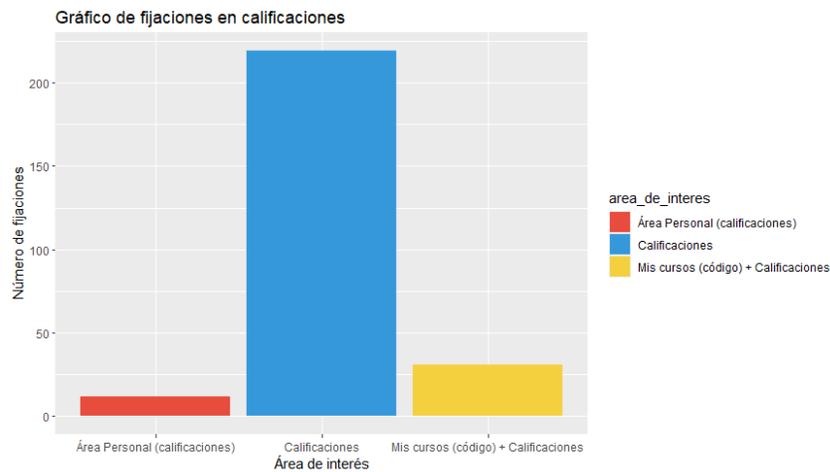


Figura 12. Total, de duración de las fijaciones de las AOI en el interfaz de Calificaciones

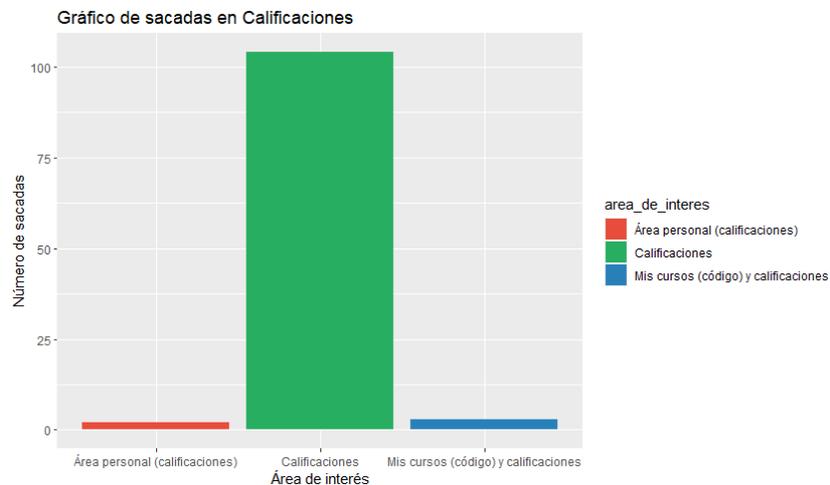


En la figura 13 se muestra el total del número de fijaciones de todos los participantes en los AOI de la interfaz de Calificaciones Figura 3. Indicando que en el AOI 1: Area\_personal con un número total de fijaciones de 12, en el AOI 2: Mis\_cursos\_cod con 33 fijaciones, mientras que en el AOI 3: Calificaciones con el mayor número de fijación de 219.



**Figura 13.** Número de fijaciones de las AOI en el interfaz del Calificaciones

En la figura 14 se muestra el número de movimientos sacádicos en el AOI, de la interfaz de Calificaciones Figura 3. Indicando que en el AOI 1: Area\_personal con un número 2 movimientos sacádicos, en el AOI 2: Mis\_cursos\_cod con 3, mientras que en el AOI 3: Calificaciones con el mayor número de movimientos de 104.



**Figura 14.** Número de movimientos sacádicos de las AOI en el interfaz de calificaciones.



El análisis de la Interfaz de calificaciones de la Figura 3 indica que los usuarios mostraron interés en los AOI establecidos durante las pruebas de usabilidad del sitio web, esto podría indicar que esas áreas son importantes para ellos y que probablemente están relacionadas con sus objetivos al usar el sitio. En la figura 15 se muestra el mapa de calor de la interfaz de Calificaciones, si se observa que un usuario mira todas las AOI, esto puede indicar que el contenido o la tarea está generando una alta participación y compromiso por parte del usuario, lo que puede ser un indicador de éxito (Alvarado, Hernández y Dr. Lara Álvarez 2016).



**Figura 15.** Mapa de calor del interfaz de las calificaciones (Figura 3).

### **Resultados para las preguntas de usabilidad planteadas**

El seguimiento ocular puede ayudar a responder preguntas específicas sobre la usabilidad, como las preguntas antes planteadas.

#### **Q1. ¿Los usuarios encuentran fácilmente la información que están buscando?**

Para esta pregunta se hace referencia a la tabla 1, ISO 9241-11: Esta norma se centra en la usabilidad de los sistemas de información. En particular, se enfoca en la efectividad, eficiencia y satisfacción del usuario al utilizar un sistema. En el caso de la Q1 sobre la facilidad de encontrar información, esta norma sería relevante ya que según la Figura 7,11 y 15 aborda la eficacia en la tarea del usuario, es decir las AOI planteadas en las interfaces si fueron fácilmente de encontrar por los usuarios con una excepción en la figura 11 que en los usuarios no hubo efectividad ni satisfacción es las AOI de “Mis cursos” y “notificación” según lo indica la Figura 9.



## **Q2. ¿Los usuarios se sienten atraídos por elementos específicos del diseño?**

Se hace referencia a la Tabla 1, ISO/IEC9126-1: Esta norma se enfoca en la calidad del software y define un modelo de calidad basado en características de calidad. Una de estas características es la "calidad de uso" que se refiere a la capacidad de un sistema para ser atractivo para el usuario y proporcionar una experiencia de usuario satisfactoria. Por lo tanto, esta norma podría ser relevante para la pregunta sobre la atracción de elementos específicos del diseño, así como se muestra en la Figura 7 en la interfaz del login, se muestra un elemento específico (imagen) que a los usuarios le llamo mucho la atención, así como se puede observar en la Figura 5 la misma que representa un buen número de fijaciones en "login img".

## **Q3. ¿Los usuarios están experimentando dificultades al interactuar con el diseño?**

Haciendo referencia a la Tabla 1, ISO/IEC 25010: Esta norma define un modelo de calidad de software y se centra en la evaluación de características no funcionales, como la usabilidad y la portabilidad. Por lo tanto, esta norma es relevante sobre las dificultades en la interacción con el diseño, en este caso los participantes no presentaron dificultades al interactuar con el diseño por lo que los participantes ya tenían experiencia usando el sitio, así como se lo muestra en la Figura 7, 11 y 15 representa el mapa de calor de cada una de las interfaz el cual observando la figura 1, 2 y 3 donde se le asigno los AOI pudiendo llegar a cabo que los participantes si interactuaron con las AOI establecidas.

## **Q4. ¿Hay alguna parte del diseño que esté causando confusión o distracción?**

Con base en la Tabla 1 y la ISO 9241-11: esta norma es relevante para la pregunta sobre la confusión o distracción causada por partes del diseño, pudiendo llegar a cabo que por los participantes de este experimento no llegaron a tener confusión o distracción en la parte del diseño.

## **Discusión**

En el ámbito de la investigación de la usabilidad, el seguimiento ocular mediante el uso de eye-tracking es una técnica muy utilizada para evaluar la eficacia y eficiencia de las interfaces de usuario (Poole & Ball, 2004). En este sentido, algunos autores para obtener información precisa y detallada sobre la actividad visual de los usuarios al interactuar con diferentes tipos de contenido.

Un estudio de (Dumas y Redish 1999), estableció la importancia del seguimiento ocular en la evaluación de la usabilidad. Desde entonces, se han realizado numerosos estudios que demuestran la eficacia del eye-tracking en la evaluación de la usabilidad.



Según (Bergstrom y Schall 2014), (Salinas 2023) destacan que el seguimiento ocular puede proporcionar información valiosa sobre los patrones de atención, los movimientos oculares y los tiempos de fijación de los usuarios, lo que permite identificar los elementos de la interfaz de usuario que más llaman la atención y cómo los usuarios procesan la información visual.

Así mismo, otros autores como (Nielsen 2009), (Salinas 2023) en su libro "Eyetracking Web Usability", han destacado la importancia del seguimiento ocular para la evaluación de la usabilidad de los sitios web, ya que permite identificar los problemas de diseño y de navegación que afectan negativamente la experiencia del usuario.

Por otro lado, algunos estudios han utilizado el seguimiento ocular para evaluar la eficacia de la publicidad en línea. Por ejemplo, en un estudio realizado por (Universidad de Granada et al., 2016) se utilizó el seguimiento ocular para medir la atención visual y la respuesta emocional de los usuarios a diferentes anuncios en línea, lo que permitió identificar los elementos de diseño que más influyen en la atención y la respuesta emocional de los usuarios.

Los 40 participantes que formaron parte del estudio experimental se pudieron comprobar que si existe usabilidad mediante la técnica del seguimiento ocular y aplicación de métricas. La afirmación es similar a lo expresado por (Jakob Nielsen 2009) en el sentido de que cualquier método de evaluación empleado contribuirá a identificar los problemas fundamentales de usabilidad presentes en la interfaz.

Los participantes ya tenían experiencia usando la plataforma lo cual se les hizo fácil de comprender y detectar las AOI, aunque en la (Figura 10) se puede observar que los participantes no le prestaron atención al área de mis cursos y el área de notificaciones, lo cual se sugiere en esa interfaz hacer un rediseño.

## Conclusiones

La investigación empírica realizada en este artículo demuestra que el seguimiento ocular mediante un eye-tracking es una técnica efectiva para evaluar la usabilidad. Los resultados muestran que los usuarios pueden experimentar dificultades al interactuar con el diseño, lo que indica que hay áreas que deben mejorarse. Al utilizar el seguimiento ocular para identificar estas áreas, es posible diseñar soluciones específicas que mejoren la experiencia del usuario y aumenten la eficacia del sitio web en general.

El uso de métricas es una técnica muy útil en las pruebas de usabilidad para evaluar la efectividad y eficiencia del producto software o servicio en términos de la experiencia de usuario. Además, las métricas pueden incluir medidas cuantitativas y cualitativas, y es importante elegir las métricas adecuadas para cada prueba de usabilidad, dependiendo de las características del producto o servicio, pueden requerir diferentes enfoques y métricas para medir su éxito en términos de experiencia de usuario.



Las pruebas de usabilidad pueden ser muy útiles para responder preguntas específicas sobre la usabilidad de un producto o servicio, como las preguntas planteadas en esta investigación, Q1, Q2, Q3, Q4. La respuesta a estas preguntas puede ayudar a los diseñadores y desarrolladores a identificar y solucionar problemas de usabilidad antes de que el producto o servicio sea lanzado al mercado, lo que puede mejorar significativamente la experiencia del usuario y la adopción del producto.

Se identificaron varios desafíos en el uso del eye-tracking, incluyendo la necesidad de una calibración precisa, las limitaciones técnicas y la interpretación adecuada de los datos. A pesar de estos desafíos, el eye-tracking demostró ser una herramienta valiosa para comprender el flujo visual de los usuarios y detectar posibles problemas de usabilidad. Cabe destacar las buenas prácticas en el uso del eye-tracking como herramienta de evaluación de la usabilidad en productos software es esencial para obtener resultados más precisos y significativos. Estas prácticas pueden ayudar a los investigadores y diseñadores a comprender mejor el comportamiento visual de los usuarios y a tomar decisiones informadas para mejorar la usabilidad y la experiencia del usuario en futuros desarrollos de software.

## Conflictos de intereses

No existen conflictos de intereses.

## Contribución de los autores

1. Conceptualización: Cristhian Eduardo Pinargote Suárez
2. Curación de datos: Cristhian Eduardo Pinargote Suárez y Leticia Azucena Vaca Cárdenas
3. Análisis formal: Cristhian Eduardo Pinargote Suárez y Leticia Azucena Vaca Cárdenas
4. Adquisición de fondos: No aplica
5. Investigación: Cristhian Eduardo Pinargote Suárez y Leticia Azucena Vaca Cárdenas
6. Metodología: Cristhian Eduardo Pinargote Suárez y Leticia Azucena Vaca Cárdenas
7. Administración del proyecto: Leticia Azucena Vaca Cárdenas
8. Recursos: Equipos de la Universidad Técnica de Manabí
9. Software: Cristhian Eduardo Pinargote Suárez y Leticia Azucena Vaca Cárdenas
10. Supervisión: Cristhian Eduardo Pinargote Suárez y Leticia Azucena Vaca Cárdenas
11. Validación: Cristhian Eduardo Pinargote Suárez y Leticia Azucena Vaca Cárdenas
12. Visualización: Cristhian Eduardo Pinargote Suárez y Leticia Azucena Vaca Cárdenas



13. Redacción – borrador original: Cristhian Eduardo Pinargote Suárez y Leticia Azucena Vaca Cárdenas
14. Redacción – revisión y edición: Cristhian Eduardo Pinargote Suárez y Leticia Azucena Vaca Cárdenas

## Financiamiento

No requirió fuente de financiamiento externa.

## Referencias

- Aguilar, M.I.H., 2017. Evaluación de usabilidad a través del seguidor ocular, EUS y CSUQ en plataforma educativa / Evaluation of usability with eye tracking, SUS and CSUQ in educational platform. RECI Revista Iberoamericana de las Ciencias Computacionales e Informática, vol. 6, no. 12, ISSN 2007-9915. DOI 10.23913/reci.v6i12.71.
- Bergstrom, J.R. y Schall, A.J., 2014. Eye tracking in user experience design. Amsterdam ; Boston: Elsevier. ISBN 978-0-12-408138-3. QA76.9.H85 E974 2014
- Bojko, A., 2013. Eye Tracking the User Experience: A Practical Guide to Research. S.l.: Rosenfeld Media. ISBN 978-1-933820-91-0.
- Briones-Villafuerte, G. I, Naula-Bone, A., Vaca-Cardenas, M. y Vaca-Cardenas, L.U.T. de M., 2022. User Interfaces Promoting Appropriate HCI: Systematic Literature Review. , ISSN 16469895.
- Castro, M., Rivero, V.S., Farfán, J., Vargas, L., Reinoso, E., Aparicio, M., Aragón, F., Zapana, J. y Cándido, A., 2019. Calidad de Uso en un Sitio de Gobierno Electrónico: Evaluación con ISO 25062. ,
- Dumas, J.S., Dumas, J.S. y Redish, J., 1999. A Practical Guide to Usability Testing. S.l.: Intellect Books. ISBN 978-1-84150-020-1.
- Estévez Ivanova, E., 2022. Análisis comparativo de sistemas de tracking óptico para el análisis de patrones de lectura de la web por sus usuarios. [en línea]. [consulta: 7 mayo 2023]. Disponible en: <https://oa.upm.es/71428/>.
- Goldberg, J.H. y Wichansky, A.M., 2003. Eye Tracking in Usability Evaluation. The Mind's Eye [en línea]. S.l.: Elsevier, pp. 493-516. [consulta: 6 abril 2023]. ISBN 978-0-444-51020-4. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B978044451020450027X>.



- Holmqvist, K., Nyström, M., Andersson, R., Dewhurst, R., Jarodzka, H. y Van De Weijer, J., 2011. *Eye Tracking: A Comprehensive Guide To Methods And Measures.* ,
- ISO - International Organization for Standardization. ISO [en línea], 2023. [consulta: 3 marzo 2023]. Disponible en: <https://www.iso.org/home.html>.
- Jakob Nielsen, K.P., 2009. *Eyetracking Web Usability.* Nielsen Norman Group [en línea]. [consulta: 15 marzo 2023]. Disponible en: <https://www.nngroup.com/books/eyetracking-web-usability/>.
- María Guadalupe Alvarado, Hernández y DR. Carlos Alberto Lara Álvarez, Z.A., 2016. *Evaluación de Objetos de Aprendizaje a través de Seguimiento Ocular.* ,
- Montoto, O.C., 2012. Estándares formales de usabilidad y su aplicación práctica en una evaluación heurística. [en línea]. [consulta: 3 marzo 2023]. Disponible en: <https://olgacarreras.blogspot.com/2012/03/estandares-formales-de-usabilidad-y-su.html>.
- Pro Lab User Manual. , 2022. vol. 1,
- Qu, Q.-X., Zhang, L., Chao, W.-Y. y Duffy, V., 2017. User Experience Design Based on Eye-Tracking Technology: A Case Study on Smartphone APPs. En: V.G. DUFFY (ed.), *Advances in Applied Digital Human Modeling and Simulation* [en línea]. Cham: Springer International Publishing, pp. 303-315. [consulta: 6 abril 2023]. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 481. ISBN 978-3-319-41626-7. Disponible en: [http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-41627-4\\_27](http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-41627-4_27).
- Roa-Martínez, S.M. y Vidotti, S.A.B.G., 2020. Eye tracking y usabilidad en ambientes informacionales digitales: revisión teórica y propuesta de procedimiento de evaluación. *Transinformação* [en línea], vol. 32, [consulta: 28 febrero 2023]. ISSN 0103-3786, 2318-0889. DOI 10.1590/1678-9865202032e190067. Disponible en: <http://www.scielo.br/j/tinf/a/bMKTg5NzQpZqcskXJQZWb5c/?lang=es>.
- Salinas, M.G., 2023. The Eye tracking, una herramienta complementaria para la evaluación del diseño. *Zincografía* [en línea], [consulta: 7 mayo 2023]. ISSN 2448-8437. DOI 10.32870/zcr.v7i13.203. Disponible en: <http://zincografia.cuaad.udg.mx/index.php/ZC/article/view/203>.
- Vaishnavi, S., 2016. *Human-Computer interaction: overview on state of the art technology.* ,
- Worcester Polytechnic Institute y Djamasbi, S., 2014. Eye Tracking and Web Experience. *AIS Transactions on Human-Computer Interaction*, vol. 6, no. 2, ISSN 19443900. DOI 10.17705/1thci.00060.

