









## Sistema software para la ejecución de pruebas de usabilidad bajo el enfoque de mouse tracking

### Usability Testing Software Implementing Mouse Tracking

David A. Albornoz <sup>1</sup>, Sebastián A. Moncayo <sup>2</sup>,  
Samir Ruano-Hoyos <sup>3</sup>,  
Gabriel E. Chanchí-Golondrino <sup>4</sup>  
y Katerine Márceles-Villalba <sup>5</sup>

Recibido: 25 de septiembre de 2019

Aceptado: 19 de noviembre de 2019

---

#### Cómo citar / How to cite

D. A. Albornoz, S. A. Moncayo, S. Ruano-Hoyos, G. E. Chanchí-Golondrino, K. Márceles-Villalba, "Sistema software para la ejecución de pruebas de usabilidad bajo el enfoque de mouse tracking", *TecnoLógicas*, vol. 22, pp. 19-31, 2019.

<https://doi.org/10.22430/22565337.1511>

<sup>1</sup> Tecnólogo en Desarrollo de Software, Facultad de Ingeniería, Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca, Popayán-Colombia, [alejo.albornoz@unimayor.edu.co](mailto:alejo.albornoz@unimayor.edu.co)

<sup>2</sup> Tecnólogo en Desarrollo de Software, Facultad de Ingeniería, Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca, Popayán-Colombia, [sebastian.moncayo@unimayor.edu.co](mailto:sebastian.moncayo@unimayor.edu.co)

<sup>3</sup> Tecnólogo en Desarrollo de Software, Facultad de Ingeniería, Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca, Popayán-Colombia, [samir.ruano@unimayor.edu.co](mailto:samir.ruano@unimayor.edu.co)

<sup>4</sup> PhD. en Ingeniería Telemática, Facultad de Ingeniería, Universidad de Cartagena, Cartagena-Colombia, [gchanchig@unicartagena.edu.co](mailto:gchanchig@unicartagena.edu.co)

<sup>5</sup> MSc. en Seguridad informática y Gerencia de Mantenimiento, Facultad de Ingeniería, Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca, Popayán-Colombia, [kmrceles@unimayor.edu.co](mailto:kmrceles@unimayor.edu.co)

## Resumen

La usabilidad se ha convertido en un atributo fundamental que define la calidad del software. De acuerdo con ISO 9241-11:2018, el software es utilizable si permite al usuario lograr objetivos en un contexto específico de uso con eficiencia, efectividad y satisfacción. Uno de los factores que afecta el atributo de eficiencia es la disposición de los elementos en la pantalla, por lo que las pruebas de usabilidad bajo el enfoque de seguimiento del mouse pueden proporcionar información relevante para optimizar al usuario interacción con el sistema. En el presente artículo, se propone un sistema de software para admitir pruebas de usabilidad bajo el enfoque de seguimiento del mouse, específicamente *mouse tracking*, cuya principal contribución es el análisis por zonas de pantalla y por tareas de una prueba de usuario. Además, el sistema de software permite grabar un video de la sesión del usuario, de tal manera que se pueda hacer un análisis detallado de las diferentes acciones durante la prueba, establecer estadísticas parciales y generales y obtener su representación gráfica. De esta manera, finalmente, es posible conseguir un análisis detallado de la interacción del usuario con las actividades propuestas en el test, mediante el uso de la herramienta.

## Palabras clave

Diseño centrado en el usuario, *mouse tracking*, sistema de software, test de usabilidad.

## Abstract

Usability has become a fundamental attribute that defines software quality. According to ISO 9241-11: 2018, a piece of software is usable if it allows users to efficiently, effectively, and satisfactorily achieve objectives in a specific context. The layout of the elements on the screen is one of the factors that affect efficiency the most; therefore, usability tests implementing mouse tracking approach can provide relevant information to optimize user interaction with the system. This article proposes a software system to support usability tests implementing mouse tracking, which analyzes screen areas and tasks in a user test. In addition, the software system can record video clips of users' sessions for multiple purposes: conduct a detailed analysis of user actions during the test, calculate partial and general statistics, and produce graphic representations. As a result, user interaction with the activities in the test can be examined in depth while using the tool.

## Keywords

User-Centered Design, Mouse Tracking, Software System, Usability Test.

## 1. INTRODUCCIÓN

El auge de la tecnología ha traído consigo propuestas novedosas en diferentes contextos, las cuales han surgido a partir de diferentes campos (visión e inteligencia artificial, robótica, internet de las cosas, análisis de datos, entre otros), en los que el desarrollo de software ha venido evidenciando avances significativos.

Lo anterior ha permitido que la demanda de tecnologías aplicadas crezca exponencialmente y con ello la exigencia en el área de calidad del software [1], [2].

De este modo, el concepto de usabilidad [3] se ha convertido en un asunto fundamental para el desarrollo de la informática, puesto que permite incrementar la competitividad de las empresas del sector software y hacer más productivo al usuario, en lo que respecta al uso de un sistema interactivo [4], [5].

De acuerdo a la norma ISO 9241-11, la usabilidad es definida como el grado en que un producto software puede ser usado por determinados usuarios para lograr sus objetivos con eficacia, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso específico [6]. Esta definición describe los tres atributos (eficiencia, eficacia y satisfacción) que se deben tener en cuenta para estimar el grado de usabilidad de un producto software [7]. En una prueba de usuario, realizada dentro del contexto técnico de un laboratorio de usabilidad, la eficacia puede ser obtenida a partir del porcentaje de tareas ejecutadas por el usuario de prueba. Por su parte, la eficiencia puede ser obtenida a través del tiempo empleado para adelantar las tareas definidas por el evaluador de la prueba [8].

La satisfacción, definida según la ISO 9241-11 como “ausencia de incomodidad y existencia de actitudes positivas hacia la utilización del producto” [6], está vinculada directamente con la emocionalidad del usuario durante una prueba de usabilidad [9], [10]; así mismo, puede entenderse como el grado en que resulta agradable y sencillo

desarrollar las diferentes tareas dentro un sistema software [11], [12].

Uno de los indicadores que también pueden ser utilizado para determinar el atributo eficiencia es el número de clics o la traza de mouse que un usuario hace durante una determinada tarea en una prueba de usabilidad [8]. En este orden de ideas, las pruebas de seguimiento de mouse, mejor conocidas como pruebas de *mouse tracking*, permiten obtener indicadores importantes a fin de disponer los diferentes elementos en pantalla de manera más adecuada. Lo anterior tiene el objetivo de hacer más eficiente la interacción del usuario con el sistema software. Entonces, a partir de la traza de mouse, se pueden detectar los sectores de la interfaz de un determinado software, susceptibles a ser rediseñados o movidos a zonas de mayor jerarquía [13], [14].

Aunque se ha evidenciado la existencia de algunas herramientas académicas para la ejecución de pruebas de seguimiento de mouse, en su mayoría, estas solo permiten la generación de la traza del mouse en pantalla, pero no posibilitan el análisis discriminado por zonas de pantalla o el análisis de la traza en una determinada tarea de un test de usuario desarrollado en un laboratorio de usabilidad. Bajo la premisa de que los test de usabilidad están enfocados en el desarrollo de un conjunto de tareas por parte del usuario final [15], en este artículo se presenta como aporte, un sistema software para la ejecución de pruebas de usabilidad bajo el enfoque de *mouse tracking*. Este, además de capturar la traza de mouse en pantalla, hace posible el análisis de diferentes zonas de interés durante las distintas tareas de una prueba de usabilidad y la grabación en formato de video de la sesión. A través del análisis por tareas y zonas, el sistema software propuesto pretende ser una herramienta de ayuda para los coordinadores de una prueba, en cuanto a la detección de opciones de frecuente uso que están ubicadas en zonas de baja jerarquía.

Así, con el uso del sistema software propuesto, se espera alcanzar recomendaciones puntuales en cuanto a la mejor disposición de los elementos en pantalla, con el fin de incrementar la eficiencia del software evaluado.

El sistema software sugerido fue desarrollado en el lenguaje Java, gracias al uso de las APIs EasyCapture, OpenCSV y JFreeChart, que permiten, respectivamente, la grabación de la sesión de video, el almacenamiento de las coordenadas y el tiempo en un archivo CSV y, finalmente, la generación de gráficos estadísticos con base en los datos capturados en la prueba de usabilidad.

El resto del artículo está organizado de la siguiente forma: en la sección 2, se presentan conceptos relevantes que se tuvieron en cuenta en esta investigación.

En la sección 3, se describe un conjunto de herramientas consideradas para el diseño del sistema software propuesto.

En la sección 4, se expone la estructura funcional del sistema software construido y las interfaces finales del mismo.

Finalmente, en la sección 5, se plantean las conclusiones y trabajos futuros derivados de esta investigación.

## 2. MARCO CONCEPTUAL

En esta sección se presentan los principales conceptos estimados para el desarrollo del presente trabajo, entre los cuales están el laboratorio de usabilidad, la prueba de usabilidad y el atributo eficiencia.

### 2.1 Laboratorio de usabilidad

Un laboratorio de usabilidad es un espacio físico compuesto generalmente de dos zonas, una para el usuario de prueba y otra para los evaluadores. En este espacio físico, se hacen evaluaciones de usabilidad y de accesibilidad a productos, sistemas y dispositivos, por medio de software y

equipos hardware especializados en el monitoreo y registro de las acciones del usuario con el producto a evaluar. Este set de herramientas hardware y software, con las que cuenta el laboratorio de usabilidad, debe facilitar la obtención de indicadores de los atributos de eficiencia, eficacia y satisfacción [9], [16].

### 2.2 Prueba de usabilidad

Es una técnica relacionada con el diseño y desarrollo de aplicaciones o productos software, por medio de la cual, se evalúa su grado de uso, mediante la inspección *in situ* de la interacción del usuario de prueba con estos aplicativos.

Algunas de las características principales son: el hecho de que los resultados de esta prueba se evidencien de manera inmediata, el uso de espacios físicos aislados y el monitoreo constante de las acciones del usuario a través de equipos técnicos especializados [17]. En las pruebas de usabilidad, destaca el enfoque de seguimiento de mouse o *mouse tracking*, gracias al cual se puede determinar elementos de la interfaz que no están distribuidos de manera adecuada y cuya reubicación podría contribuir a mejorar la eficiencia con la que un usuario desarrolla una determinada tarea dentro del software.

Cabe mencionar que, en esta investigación, el sistema software propuesto fue empleado para dar soporte a las pruebas de usabilidad bajo el enfoque de test de usuario. Dichas pruebas están centradas en el desarrollo de un conjunto de tareas por parte del usuario final, las cuales han sido definidas previamente por el coordinador de la prueba [18].

### 2.3 Atributo de eficiencia

La norma ISO 9241-11 [6] define el atributo eficiencia como la relación entre los recursos empleados y la precisión y el grado de consecución de los usuarios para

lograr objetivos específicos. Algunas de las métricas empleadas para determinar el atributo satisfacción son: tiempo empleado en completar una tarea, número de teclas presionadas por tarea, tiempo transcurrido en cada pantalla y eficiencia relativa en comparación con un usuario experto [8].

Por otra parte, una prueba de seguimiento de mouse o *mouse tracking* tiene como fin mejorar los indicadores del atributo satisfacción, en el sentido de que, a partir de la traza de mouse capturada de la interacción del usuario con un software determinado, se puedan identificar posibles componentes que no están distribuidos en pantalla de manera adecuada y que hacen que el usuario tarde más tiempo en ejecutar una tarea determinada.

### 3. HERRAMIENTAS EXPLORADAS

En esta sección se presenta un conjunto de herramientas que permiten dar soporte a una prueba de usabilidad bajo el enfoque de *mouse tracking*, entre las cuales sobresalen: Mouseflow, UserTrack, IoGraph.

#### 3.1 Mouseflow

Es una herramienta para el análisis de la traza de mouse en aplicaciones web, la cual actúa en segundo plano y faculta la generación de grabaciones de pantalla, grabaciones del movimiento del mouse y estadísticas sobre los puntos en los que el usuario centra su atención al navegar por un portal web. Lo anterior se hace con el fin de redistribuir o cambiar diferentes elementos de un portal web como el color, el texto, los componentes multimedia y la ubicación de las diferentes opciones, en aras de mejorar la experiencia de un usuario en el sitio y hacer más eficiente la interacción. La herramienta incluye cinco componentes principales: repetición de sesión (grabaciones), mapas de calor (clic,

movimiento, desplazamiento, atención y geografía), embudos, análisis de forma y comentarios de los usuarios. Aunque Mouseflow consiente hacer seguimiento sobre los puntos de interés en los que centra el usuario la atención durante la interacción, la herramienta no incluye el análisis de zonas de interés en pantalla, ni la discriminación de la traza del mouse por tareas [19].

#### 3.2 UserTrack

Es una herramienta analítica, que se encuentra actualmente en desarrollo activo, la cual está diseñada para mejorar el diseño de portales web, al definir, desde la traza del ratón, posibles componentes de la interfaz que deben ser reubicados.

Esta herramienta, además de posibilitar el control de los visitantes a un sitio web, permite el registro mediante mapas de calor, desde la traza del mouse de un usuario durante la interacción con un sitio web. De igual modo, se encarga de generar videos sobre la interacción de un usuario con la aplicación web. Para los mapas de calor se usan tres colores: verde, amarillo y rojo, según la traza y el tiempo que el mouse permanece en una determinada ubicación de la pantalla.

Cuando el mouse permanece poco tiempo en una posición, se usa el color verde; cuando el tiempo es mayor, el color rojo y el color amarillo corresponde a un tiempo intermedio.

Aunque UserTrack arroja datos de interés sobre la traza del mouse y los lugares donde el usuario centra su atención, no admite aún un análisis de la traza del mouse por tareas o zonas de interés [20].

#### 3.3 IoGraph

IOGraph es una herramienta gratuita de escritorio desarrollada en Java, la cual se ejecuta en segundo plano y permite la captura y representación gráfica de la

traza del mouse durante una prueba de usabilidad. Adicionalmente, esta herramienta da lugar a la captura de una imagen del fondo y a la sobre-posición de la traza de mouse capturada, para recoger, posteriormente, los resultados de la prueba en formatos de imagen. Asimismo, incluye la funcionalidad de dibujar puntos de interés, en los cuales el mouse queda suspendido. Aunque esta herramienta es intuitiva y fácil de manejar, no consiente el análisis de la traza del mouse por zonas de interés ni tampoco el análisis por tareas de un test de usuario [21].

### 3.4. ClickTale

Esta es una herramienta propietaria, que permite registrar las diferentes interacciones de un usuario con una aplicación web, mediante la captura de la traza de mouse. Con este objetivo, faculta la generación de mapas de calor y el registro de la interacción del usuario a través de videos. Adicionalmente, tiene asociadas funciones de análisis que establecen un informe acerca de los posibles componentes que pueden originar que la interacción del usuario con el portal web no sea adecuada. A pesar de creación de los videos mencionados, no posibilita el estudio automático de la traza de mouse durante las diferentes tareas de una prueba de usabilidad [22].

Como se puede observar, aunque estas herramientas admiten el registro de las interacciones del usuario, no permiten el análisis de la traza del mouse por zonas de interés en pantalla y por tareas de la prueba. Esos elementos son importantes de cara al diseño e implementación del sistema software para el seguimiento de mouse propuesto.

## 4. SISTEMA SOFTWARE PROPUESTO

En esta sección se describen el diagrama de flujo del sistema, el diagrama

de bloques del sistema y las interfaces finales del mismo.

### 4.1. Diagrama de flujo del sistema

A partir de las diferentes características de un test de usuario desarrollado en un laboratorio de usabilidad, en la Fig. 1, se presenta el diagrama de flujo del sistema software construido para el seguimiento de mouse.

En primera instancia, una vez ejecutado el sistema software, el coordinador de la prueba debe tomar la decisión de registrar una nueva sesión o analizar datos que previamente han sido almacenados en sesiones anteriores.

En caso de que escoja la primera opción, debe ingresar los datos de la prueba: el nombre de la sesión, la fecha y el nombre de los usuarios, entre otros datos básicos.

A continuación, una vez registrados los datos de la sesión y de manera paralela al inicio de la prueba de usabilidad, el sistema software procede a almacenar de manera continua las coordenadas X y Y del puntero del mouse, así como el tiempo transcurrido desde el inicio de la prueba.

Para este fin, debe usar estructuras de datos temporales como aquellos provistos por la clase Vector de Java. El tiempo que generan las coordenadas del puntero y el tiempo transcurrido van siendo registrados temporalmente.

Así mismo, el sistema software se encarga de iniciar la grabación del video que captura las diferentes interacciones del usuario con el software evaluado, para lo cual usa la librería EasyCapture. Una vez terminado el test de usuario, el sistema se encarga de volcar los datos almacenados temporalmente en un archivo de texto plano tipo CSV, formato escogido con el fin de que el coordinador de la prueba pueda revisar los datos en una hoja de cálculo.

Cuando los datos estén almacenados en el archivo de texto plano tipo CSV, se puede proceder a la grabación de una nueva

sesión de usuario (repetición de la fase anterior) o dar continuidad a la fase de análisis de los datos capturados y almacenados en dicho archivo.

Del mismo modo el coordinador de la prueba se puede desarrollar con la reproducción del video generado en la sesión con cada uno de los usuarios participantes. Para el análisis de las zonas

de interés en las diferentes tareas de una prueba, es importante que el coordinador haya llevado el registro de la duración, en segundos, de cada una de las tareas adelantadas por los usuarios durante la prueba. De este modo, una vez otorgados los tiempos de las tareas, se puede hacer un análisis por zona de interés de cada una de estas y de la prueba en general.

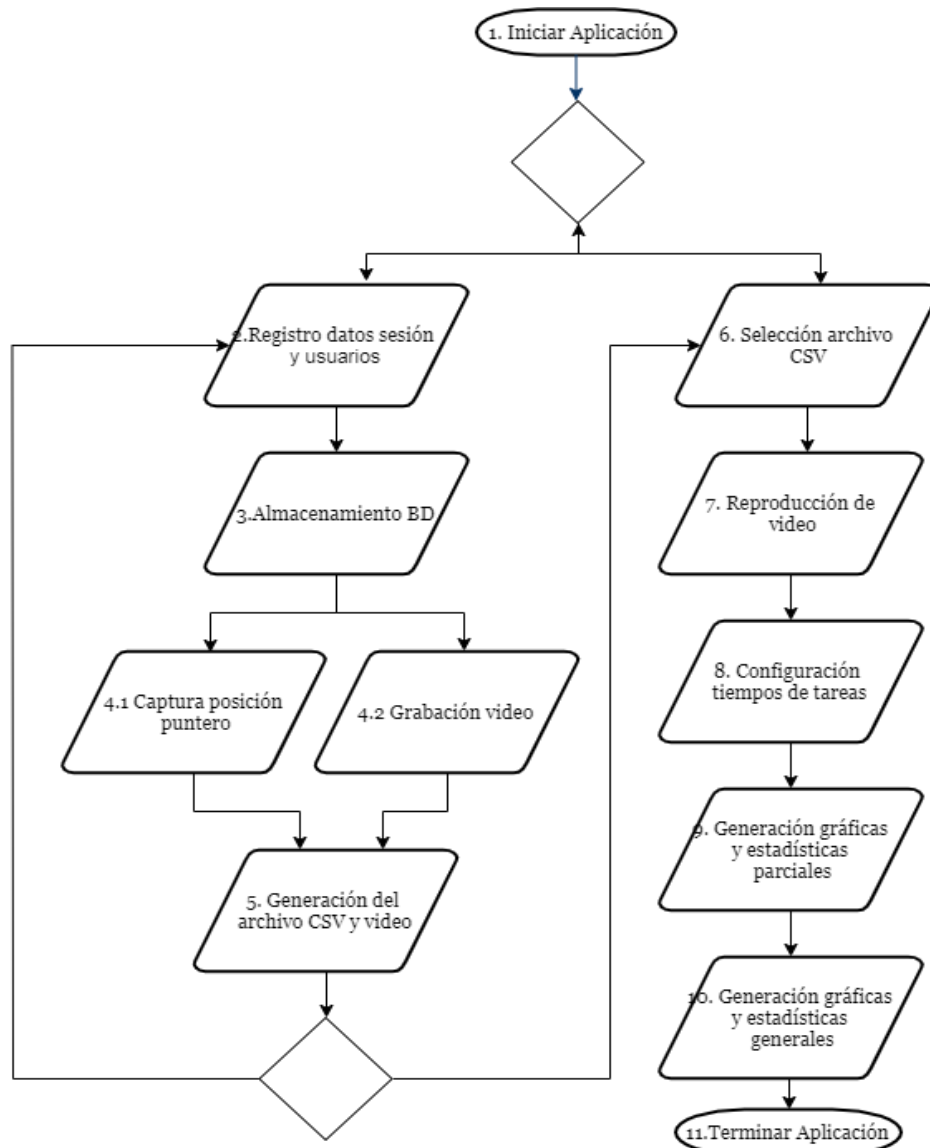


Fig. 1. Diagrama de flujo del sistema software  
Fuente: elaboración propia.

#### 4.2. Diagrama funcional del sistema software

En la Fig. 2 se presenta el diagrama funcional del sistema software propuesto, en el que se diferencian las funciones a partir de los datos capturados del usuario de prueba y de las tareas que adelanta el coordinador de la prueba de usabilidad.

Lo anterior obedece a que el sistema software está pensado para ser ejecutado en el contexto de los test de usuarios desarrollados en un laboratorio de usabilidad, en los cuales, mientras un usuario de prueba hace un conjunto de tareas sobre un software determinado, el coordinador de la prueba se encarga de observar el comportamiento del usuario y verificar el cumplimiento de las diferentes tareas. A continuación, en la Fig. 2, se especifican las acciones del usuario resaltadas en color verde y las acciones del evaluador de la prueba en amarillo.

En ese orden de ideas, en primera instancia, en el sistema se pueden registrar los datos de la prueba y almacenarlos en una base de datos.

Seguidamente, con base en las tareas del usuario en el laboratorio de usabilidad, el sistema software se encarga de capturar

en tiempo real las posiciones del puntero y el tiempo asociado a dichas capturas.

Así mismo, mientras el usuario está realizando la interacción, el sistema software captura un video de la sesión, el cual va a permitirle al coordinador de la prueba hacer un análisis detallado del comportamiento del usuario en una determinada tarea o nivel general. Una vez terminadas las diferentes tareas de la prueba de usabilidad, el sistema genera un archivo .CSV que contiene información de la traza del ratón y el tiempo en el cual cada pareja de coordenadas fue capturada.

Cuando la prueba de usabilidad termina, el coordinador de la misma es el encargado de analizar los resultados, para lo cual debe cargar, en primer lugar, el archivo .CSV generado en la prueba.

Posteriormente, el coordinador de la prueba puede acceder a los diferentes videos generados, con el fin de verificar el tiempo de duración de cada una de las tareas desarrolladas por un determinado usuario. A partir del diligenciamiento de los tiempos de las diferentes tareas en el sistema software, es posible visualizar el análisis por zonas en cada tarea y de manera general.

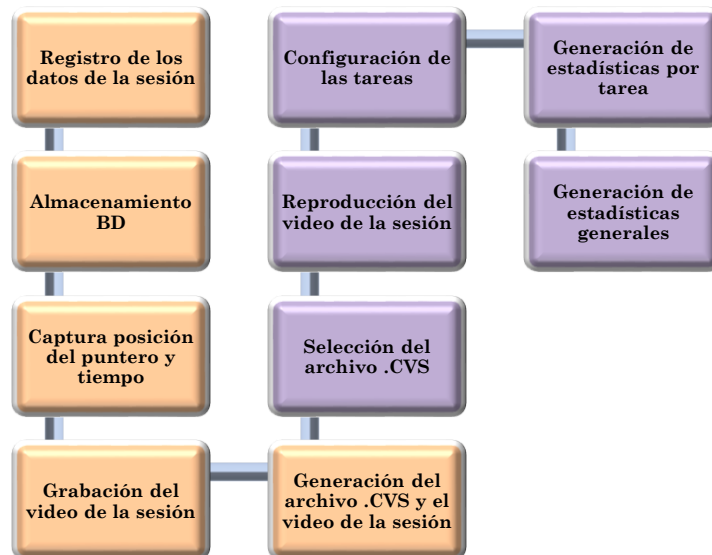


Fig. 2. Diagrama funcional del sistema software  
Fuente: elaboración propia.



Con base en estos resultados, se pueden tomar decisiones relacionadas con el reajuste en la ubicación de los componentes de la interfaz hacia zonas de mayor jerarquía en pantalla, a fin de que el software evaluado permita una mayor eficiencia en la ejecución de las tareas.

#### 4.3. Interfaz final del sistema software

Dadas las funcionalidades descritas en la sección 4.1 y 4.2, en la Fig. 3, se presenta la interfaz gráfica principal del sistema software para el seguimiento de la traza de mouse en pruebas de usabilidad.

En la parte izquierda de la interfaz, se muestran las diferentes opciones del sistema software, las cuales permiten la captura de la traza de mouse, la configuración de las sesiones y las tareas y el análisis gráfico de la traza de mouse por tareas y de manera general. En el lado derecho, por defecto, se expone la interfaz que admite cargar un archivo .CSV de una sesión previa, así como el video asociado a dicha sesión. Del mismo modo, es posible

digitar la duración de las diferentes tareas de la prueba, asociadas a la sesión cargada, mediante las cuales se puede hacer el análisis de la traza de mouse por zonas de interés en pantalla.

Después, se presiona el botón “Iniciar Análisis”, tras lo cual se puede visualizar en la opción “Gráficas Parciales” el análisis de la traza de mouse en las diferentes tareas de la prueba de usabilidad, tal como se muestra en la Fig. 4. Con esto, el coordinador de la prueba puede identificar si la disposición de ciertos elementos de la interfaz involucrados en cada una de las tareas es la adecuada.

Finalmente, según se muestra en la Fig. 5, es posible hacer un análisis por zonas de interés en pantalla, de acuerdo a las diferentes tareas de una prueba de usabilidad. Así, se pueden visualizar las zonas más utilizadas en una tarea de la prueba, para posteriormente identificar si ciertos elementos de la pantalla están dispuestos de manera correcta en una tarea específica de la prueba.



Fig. 3. Diagrama funcional del sistema software. Fuente: elaboración propia.

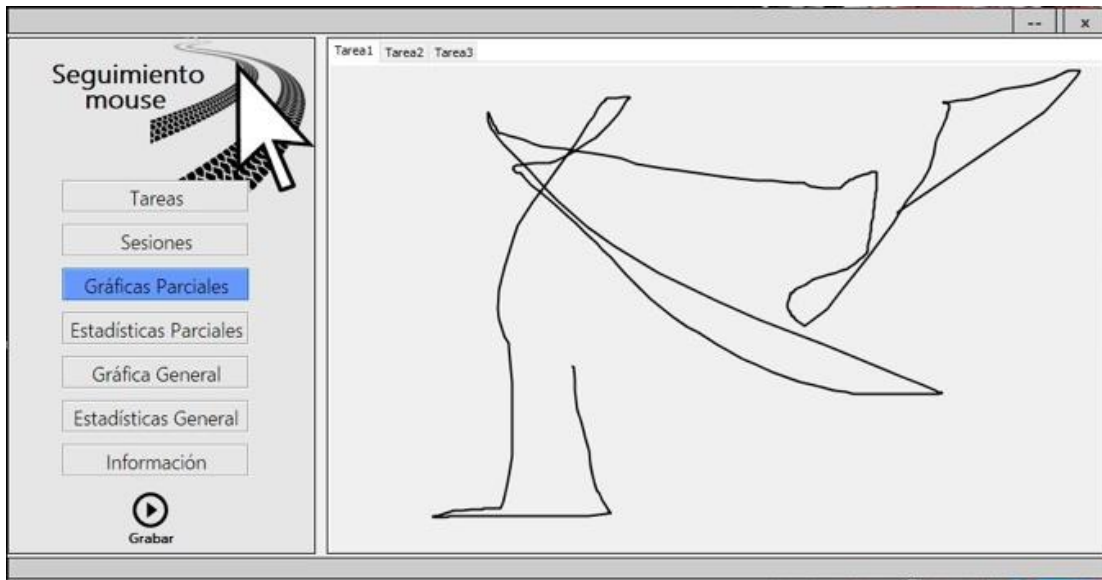


Fig. 4. Diagrama funcional del sistema software. Fuente: elaboración propia.

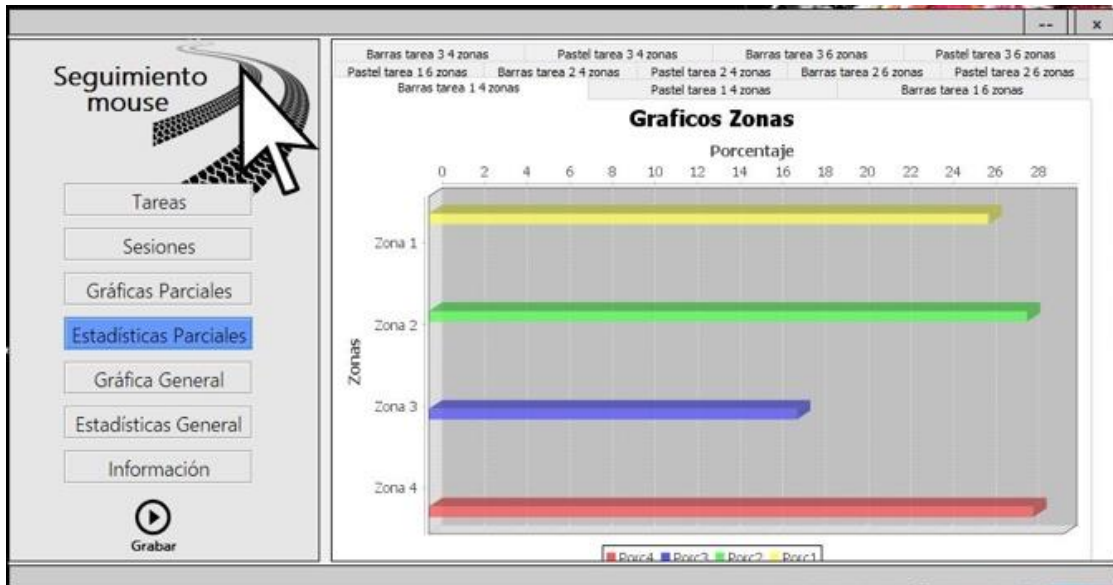


Fig. 5. Gráfico de zonas de interés. Fuente: elaboración propia.

## 5. CASO DE ESTUDIO

A modo de validación de la herramienta propuesta en este artículo, se aplicó un test de usuario en el laboratorio de usabilidad, con el objetivo de evaluar las zonas de interés en las diferentes tareas adelantadas con la herramienta Pinta V1.6, que es un editor de imágenes libre y multiplataforma, mediante el cual se puede crear y modificar imágenes con funcionalidades básicas de edición.

La prueba de usabilidad se desarrolló con cinco estudiantes del programa de Ingeniería Informática de la Facultad de Ingeniería de la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca, con edades entre 21 y 26 años (cuatro hombres y una mujer), a los cuales se les asignaron las tres tareas con la herramienta Pinta, a saber: cargar una imagen y dibujar sobre ella, crear capas y vinculación/desvinculación de efectos sobre la imagen y cortar y girar la imagen.

La herramienta propuesta fue utilizada para obtener datos de la traza de mouse de los cinco usuarios al adelantar las tres tareas en las cuatro zonas de interés de la pantalla (ver Fig. 6). De esta manera, gracias a la herramienta se puede cuantificar la traza de mouse asociada a cuatro y seis zonas de interés. Asimismo, en la Fig. 7 se presentan los resultados generales de la prueba y, de manera específica, el porcentaje de uso de cada una de las zonas de interés por parte de los usuarios. Se puede observar que, en promedio, la zona más utilizada por el usuario es la zona 1, con un porcentaje de 45,4 %, mientras que, la segunda zona más utilizada es la zona 4, con un porcentaje de uso del 31,73 %.

En cuanto al porcentaje de uso de la zona 4, por usuario, oscila entre el 21,66 % y el 44,66 %. Estos porcentajes encuentran explicación en el hecho de que, en esta zona se ubica la paleta para rehacer y deshacer acciones, opciones muy utilizadas en los procesos de edición de imágenes.

En consecuencia, la ubicación de estas opciones agrega una carga adicional en las tareas ejecutadas por los usuarios, de tal modo que su reubicación podría mejorar la eficiencia del usuario en la interacción.

Lo anterior se pudo evidenciar de manera más clara en la tarea 2 de cada uno de los usuarios, en cuyas zonas, la traza del mouse cobra relevancia.

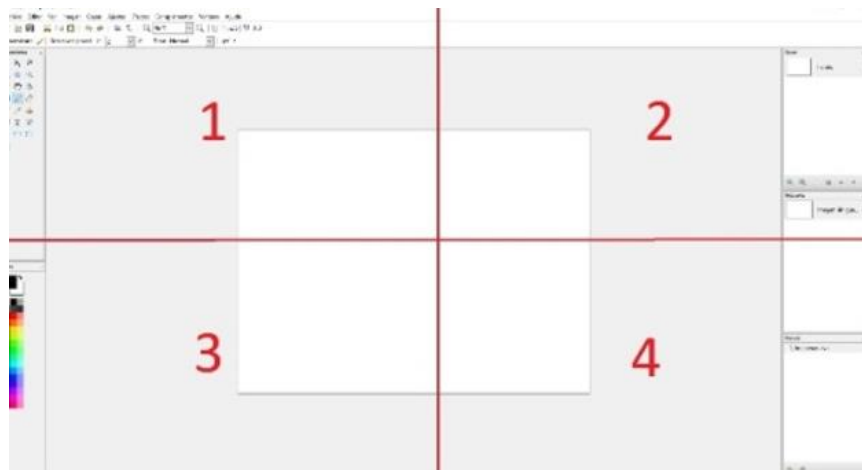


Fig. 6. Herramienta Pinta. Fuente: elaboración propia.

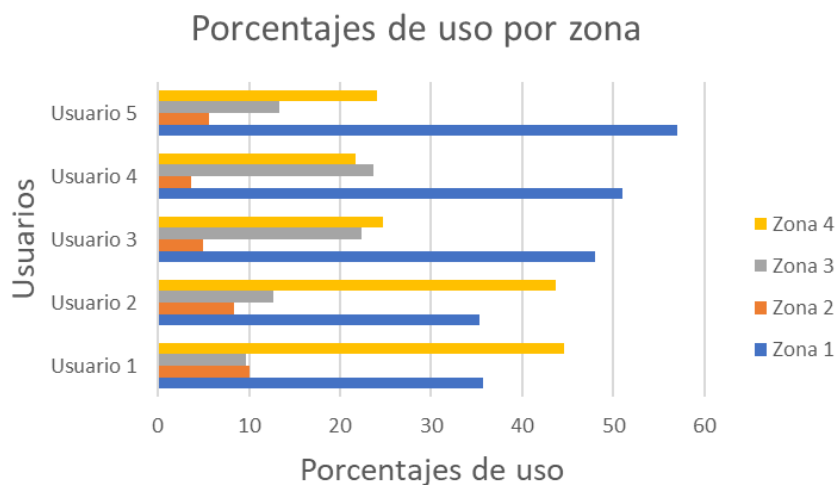


Fig. 7. Porcentaje de uso por zona. Fuente: elaboración propia.

## 6. CONCLUSIONES

El sistema software presentado en esta investigación fue construido de acuerdo a las características de un test de usuario convencional desarrollado en un laboratorio de usabilidad, de tal modo que permitiera hacer el análisis de las trazas de mouse por tarea de la prueba.

El sistema software tiene como aporte el uso de diferentes zonas de interés, lo cual puede ayudar a tomar decisiones sobre las posibles áreas de la pantalla que no se están usando de manera adecuada.

Finalmente, el sistema software propuesto también aporta al generar un video con la interacción realizada por el usuario durante la prueba, gracias al cual, el coordinador de la prueba puede llevar un control sobre el tiempo de las tareas adelantadas por el usuario.

El sistema software propuesto almacena los datos de la interacción del usuario con el software a evaluar (coordenadas del mouse y traza de tiempo) en un archivo plano tipo .CSV y se encarga de procesar dichos datos, de acuerdo a la duración de las tareas de la prueba de usabilidad. Todo esto hace posible que se presente y filtre de manera gráfica la traza de mouse en las diferentes tareas, lo cual se configura como una ayuda en la toma de decisiones del coordinador de la prueba sobre los elementos de la interfaz, que pueden ser reacomodados para lograr que el software evaluado sea más eficiente ante las diferentes tareas.

Mediante este artículo se espera que el sistema software propuesto sea de apoyo frente a la ejecución de pruebas de usabilidad, en la medida en que se puedan obtener datos complementarios que generen recomendaciones acerca de la adecuada disposición de los elementos de la interfaz. Esto es posible, gracias a las ventajas que provee el sistema software respecto al análisis por zonas y por tareas de una prueba de usabilidad.

A nivel de las tecnologías usadas para la construcción del sistema software propuesto, es importante resaltar que el lenguaje Java tiene como ventaja el hecho de contar con un conjunto de APIs que posibilitan la captura de la traza de mouse, la grabación de videos de la interacción y el almacenamiento en archivos .CSV. En este sentido, a diferencia de otros lenguajes, Java ofrece facilidad en la integración de dichas librerías al proyecto, sin requerir instalaciones adicionales.

De este modo, se busca que las tecnologías empleadas sirvan de referencia en la construcción de proyectos para el estudio de la traza de mouse en diferentes contextos de aplicación.

La importancia de las pruebas de usabilidad bajo el enfoque de seguimiento de mouse o *mouse tracking* es que, mediante la mejor distribución de los elementos en pantalla, se espera mejorar los indicadores del atributo eficiencia, en el sentido de que un usuario pueda tardar menos tiempo en ejecutar una tarea determinada en el software evaluado.

Como un trabajo futuro derivado de la presente investigación, la aspiración es complementar el sistema software para que permita discriminar de manera gráfica el tiempo que el puntero del ratón permanece suspendido en la interfaz.

Así mismo, se la idea es conducir estudios de computación afectiva a partir de la traza del mouse capturada durante una prueba de usabilidad, con el fin de contribuir a la estimación del atributo satisfacción.

## 7. REFERENCIAS

- [1] L. R. Baquero Hernández, O. Rodríguez Valdés y F. Á. Ciudad Ricardo, "Lógica Difusa Basada en la Experiencia del Usuario para Medir la Usabilidad", *Rev. Latinoam. Ing. Softw.*, vol. 4, no. 1, pp. 48-54, abr. 2016. <https://doi.org/10.18294/relais.2016.48-54>
- [2] E. L. Díaz Gutiérrez y C. F. Valderrama García, "Evaluación de la usabilidad de los EVA (entornos virtuales de aprendizaje) a

- partir de la experiencia de usuarios aplicando lógica difusa”, *Rev. vínculos*, vol. 15, no. 2, pp. 150-159, oct. 2018. <https://doi.org/10.14483/2322939X.14006>
- [3] W. Sánchez, “La usabilidad en ingeniería de software: definición y características”, *Rep. Investig.*, no. 2, pp. 7-21, ago. 2011. Disponible en: [URL](#)
- [4] R. Baeza Yates y C. Rivera Loaiza, “Ubicuidad y usabilidad en la web”, *Revista Gerencia Tecnológica Informática.*, vol. 2 no. 2, pp. 42-43, oct. 2003. Disponible en: [URL](#)
- [5] C. A. Yaquén y J. E. Otálora Luna, “Medición de la usabilidad en el desarrollo de aplicaciones educativas móviles”, *Rev. Virtual Univ. Católica del Norte*, no. 47, pp. 128-140, feb. 2016. Disponible en: [URL](#)
- [6] *ISO 9241-11:2018 Ergonomics of human-system interaction-Part 11: Usability: Definitions and concepts*. 2018. Disponible en: [URL](#)
- [7] M. Mascheroni, C. L. Greiner, R. H. Petris, G. N. Dapozo y M. G. Estayno, “Calidad de software e ingeniería de usabilidad”, en *XIV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*. La Plata, 2012, pp. 1-4. Disponible en: [URL](#)
- [8] J. G. Enriquez y S. I. Casas, “Usabilidad en aplicaciones móviles”, en *Inf. Científico Técnico UNPA*, vol. 5, no. 2, pp. 25-47, 2013. Disponible en: [URL](#)
- [9] D. M. Delgado Agudelo, D. F. Girón Timaná, G. E. Chanchí Golondrino y K. Márceles Villalba, “Propuesta de una herramienta para la estimación de la satisfacción en pruebas de usuario, a partir del análisis de expresión facial”, *Rev. Colomb. Comput.*, vol. 19, no. 2, pp. 6-15, dic. 2018. <https://doi.org/10.29375/25392115.3438>
- [10] G. Chanchí Golondrín, M. Sanchez-Barragán y W. Campo- Muñoz, “Sistema software para el análisis del estrés mental en test de usuarios”, *Campus Virtuales*, vol. 7, no. 2, pp. 105-114, oct. 2018. Disponible en: [URL](#)
- [11] Y. H. Montero y S. O. Santamaría, “Informe APEI de Usabilidad”, en *Asociación Profesional de Especialistas en Información, España*, no. 3, 2009. Disponible en: [URL](#)
- [12] D. P. Oliveros, G. E. Chanchi y M. I. Vidal, “Propuesta de un test heurístico de accesibilidad para sitios web basados en la norma NTC 5854”, *Rev. Ibérica Sist. e Tecnol. Informação*, no. E-17, pp. 170-182, ene. 2019. Disponible en: [URL](#)
- [13] E. Hehman, R. M. Stolier y J. B. Freeman, “Advanced mouse-tracking analytic techniques for enhancing psychological science”, *Gr. Process. Intergr. Relations*, vol. 18, no. 3, pp. 384-401, ene. 2014. <https://doi.org/10.1177/1368430214538325>
- [14] J. B. Freeman y N. Ambady, “MouseTracker: Software for studying real-time mental processing using a computer mouse-tracking method”, *Behav. Res. Methods*, vol. 42, no. 1, pp. 226-241, feb. 2010. <https://doi.org/10.3758/BRM.42.1.226>
- [15] M. Pérez, M. García y J. Hernández, “Consideraciones especiales para realizar pruebas de usabilidad con niños: caso de estudio”, *Rev. Electrónica Comput. Informática Biomédica y Electrónica*, no. 1, pp. 1-19, feb. 2015. Disponible en: [URL](#)
- [16] L. Perurena y M. Moráguez, “Usabilidad de los sitios web, los métodos y las técnicas para la evaluación”, *Rev. Cuba. Inf. en Ciencias la Salud*, vol. 24, no. 2, pp. 176-194, abr. 2013. Disponible en: [URL](#)
- [17] A. Calvo Fernández, S. Ortega Santamaría y A. Valls. Saez, *Métodos de evaluación con usuarios*. España: Universidad de Cataluña no. CC-BY-SA PID\_00176614, 2004. Disponible en: [URL](#)
- [18] F. Lirola y A. Pérez, “La usabilidad percibida y el grado de satisfacción en la plataforma moodle de la UIB a partir del cuestionario SUS”, en *XVIII Congreso Internacional EDUTEC “Educación y Tecnología desde una visión Transformadora”*. Riobamba, Ecuador, 2015, pp. 2-11. Disponible en: [URL](#)
- [19] Mouseflow (2019), “Mouseflow-Heatmaps,” 2019. Disponible en: [URL](#)
- [20] UserTrack (2019), “Self-hosted analytics platform” . Disponible en: [URL](#)
- [21] IoGraph (2010-2019), “Mousepath-IOGraph”. Disponible en: [URL](#)
- [22] ClickTale, “Human and machine intelligence, extensive analytics ecosystem”, ClickTale. Disponible en: [URL](#)