Revista Innovación y Software
Vol. 7, No. 1, Mes Marzo - Agosto, 2026
ISSN: 2708-0935
Pág. 64-78
https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft

Tipo de artículo: Artículos originales
Temática: Ingeniería de software
Recibido: 13/08/2025 | Aceptado: 02/10/2025 | Publicado: 30/03/2026

Identificadores persistentes:
DOI: 10.48168/innosoft.s29.a358
ARK: ark:/42411/s29.a358

Evaluación de la usabilidad en un sistema de vuelo: un enfoque basado en las heurísticas de Nielsen

Usability evaluation in a flight system: an approach based on Nielsen's heuristics

María Soledad Martínez [1][0000-0003-2346-9859]*, **Daniel Ignacio Martínez** [2][0000-0001-6017-8132], **Ana Claudia Diz** [3] [0000-0002-0585-860x] , **Valeria Raquel Filoniuk** [4][0000-0003-0614-3814]

[1] Dirección de Análisis Operativo. Fuerza Aérea, Córdoba, Argentina. mariasolemartinez81@gmail.com
[2] Universidad Tecnológica Nacional, Córdoba, Argentina. danielignaciomartinez@gmail.com
[3] Dirección de Análisis Operativo. Fuerza Aérea, Córdoba, Argentina. anaclaudiadiz@gmail.com
[4] Dirección de Análisis Operativo. Fuerza Aérea, Córdoba, Argentina. vfiloniuk@gmail.com

* Autor para correspondencia: danielignaciomartinez@gmail.com

Resumen

Este artículo presenta la evaluación de la usabilidad del Sistema Debriefing, mediante la implementación de distintas técnicas de valoración. Cada organización y producto software presentan características particulares, por lo tanto, no existe una prueba de usabilidad única que pueda aplicarse de manera indistinta a todos los proyectos de software. En consecuencia, cada organización debe seleccionar las técnicas de evaluación más adecuadas, teniendo en cuenta las características específicas del sistema a evaluar. La usabilidad puede ser evaluada empleando técnicas que incluyan la participación de los usuarios finales, tal es el caso de la norma ISO 9241-11, o a través de métodos que no requieren su intervención directa, como la evaluación heurística. En términos generales, resulta conveniente combinar distintos enfoques, con el objetivo de optimizar los resultados obtenidos. Con este trabajo se propone realizar, en una primera instancia una evaluación heurística, y posteriormente complementar dicha valoración con un test de usabilidad aplicado a los usuarios finales, logrando mediante esta combinación de técnicas, un mayor grado de confiabilidad, completitud y objetividad en los resultados.

Palabras claves: heurísticas de Nielsen, ISO 9241-11, usabilidad.

Revista Innovación y Software
Vol. 7, No. 1, Mes Marzo - Agosto, 2026
ISSN: 2708-0935
Pág. 64-78
https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft

Abstract

This article presents the evaluation of usability in the Debriefing System, through the implementation of different assessment techniques. Each organization and software product are generally different, meaning that there is no a "unique" usability test that can be applied to all software projects. Therefore, each organization must select the usability technique that is most convenient for it, taking into account the characteristics of the software to be tested. Usability can be evaluated using techniques that include the participation of end users, as is the case with the ISO 9241-11 standard, or it can be assessed using techniques that do not include their participation, such as heuristic evaluation. In general terms, it is advisable to combine different methods in order to optimize the results. The objective of this work is to first perform a heuristic evaluation and then complement this test with a test involving end users, achieving a higher degree of reliability, completeness, and objectivity in the tests through this combination of techniques.

Keywords**:** Nielsen´s heuristics, ISO 9241-11, Usability.

Introducción

El éxito de un producto de software, consiste básicamente en satisfacer las necesidades de los usuarios de manera rápida, flexible y con un alto nivel de calidad [1]. Por lo tanto, cumplir con los requerimientos especificados y las necesidades/ expectativas de los mismos es la piedra angular a la cual se debe apuntar para lograr el producto deseado [2].

El proceso de verificación y validación (V&V) aborda todas las fases del ciclo de vida del software, siendo utilizado para establecer si determinada etapa, tarea o producto, cumple con las necesidades del usuario y los requisitos establecidos para su desarrollo [3]. Estas actividades surgen de la necesidad de garantizar la calidad de un producto, permitiendo identificar defectos potenciales en los mismos y corregirlos antes de su implementación.

Dentro del proceso de V&V, las pruebas de usabilidad cumplen un rol fundamental, dado que la usabilidad constituye un atributo clave en la calidad del software [3]. Usabilidad es un término adaptado de la palabra en inglés "Usability", para indicar que algo se puede usar [4]; la norma ISO 9241-11 indica que la usabilidad se refiere al alcance en el que el producto puede ser utilizado por usuarios específicos para alcanzar metas específicas con eficiencia, efectividad y satisfacción en un contexto especifico de uso [5] [6].

En el marco del diseño centrado en el usuario, la usabilidad debe considerarse durante todo el ciclo de vida del producto, es decir, desde la planeación del sistema, hasta la implementación; e incluso, una vez puesto en funcionamiento, se debe dar un seguimiento apropiado, para conocer si el producto cumple con las expectativas de los usuarios [4].
En este contexto, las pruebas de usabilidad, junto con las pruebas funcionales, constituyen herramientas esenciales para la mejora continua de las aplicaciones, permitiendo comprender cómo interactúan los usuarios con las mismas**.**

Sin embargo, los métodos de medición para evaluar la usabilidad no son universales. Cada empresa o productos son diferentes, motivo por el cual no hay una prueba de usabilidad "única" que pueda aplicarse de manera indistinta a todos los proyectos de software. Empresas de gran prestigio como Apple, MailChimp, Yahoo, DirecTV, Microsoft, Buffer, entre otras, utilizan diferentes técnicas de usabilidad en función de sus necesidades específicas [7].

La usabilidad puede ser evaluada empleando técnicas que incluyan la participación de los usuarios finales, tal es el caso de la norma ISO 9241-11, o a través de métodos que no requieren su intervención, como la evaluación heurística [8]. En ocasiones, la combinación de distintas técnicas de evaluación resulta una estrategia eficaz para optimizar los resultados obtenidos**.**

El sistema Debriefing es un software operativo e interactivo destinado a la visualización y análisis de ejercicios post vuelo. Este sistema permite la reproducción de vuelos registrados mediante un Sistema Generador de Vuelos, posibilitando la simulación del vuelo junto con la reproducción sincronizada de los datos asociados. Asimismo, ofrece funcionalidades para el análisis de maniobras y la evaluación técnica, a través de representaciones en dos y tres dimensiones, incluyendo la indicación de la distancia real entre aeronaves De este modo, el usuario dispone de información que facilita un análisis detallado del desempeño durante el vuelo [9].

La utilización de este sistema resulta altamente beneficiosa para los pilotos, ya que les permite identificar e interpretar errores cometidos durante la operación, favoreciendo la formulación de lecciones aprendidas, elemento fundamental para la mejora continua del desempeño.

Considerando lo expuesto, la aceptación del software por parte de los pilotos se convierte en un factor determinante para el éxito del sistema. Sin embargo, dada la complejidad que implica la evaluación de la usabilidad del sistema

Debriefing, resulta conveniente aplicar, en una primera instancia, una técnica que no requiera la participación directa del usuario final, como la evaluación heurística. Este enfoque permite obtener un primer acercamiento al sistema, identificando posibles errores y aspectos a mejorar, que servirán como base para una posterior evaluación con usuarios reales.

En este trabajo se presenta la aplicación de las heurísticas de Nielsen para la evaluación de la usabilidad del sistema Debriefing, como una medida objetiva y complementaria a la evaluación basada en la norma ISO 9241-11, la cual contempla la participación directa del usuario final.

Materiales y métodos o Metodología computacional

La usabilidad constituye un aspecto esencial en el diseño y desarrollo de aplicaciones de software, ya que se relaciona directamente con la facilidad con la que los usuarios pueden interactuar con un sistema, comprender su funcionamiento y alcanzar sus objetivos de manera eficiente y satisfactoria. En el ámbito de la ingeniería de software, este concepto comenzó a adquirir relevancia a partir de la década de 1970, cuando se destacó la necesidad de desarrollar sistemas informáticos accesibles y comprensibles para los usuarios, dando origen al enfoque conocido como user-friendly. Este enfoque impulsó el desarrollo de interfaces más intuitivas y accesibles, adoptadas posteriormente por diversas organizaciones del sector tecnológico.

En la actualidad, existen múltiples métodos para la evaluación de la usabilidad de un software, cada uno con ventajas y limitaciones particulares. La selección del método de evaluación más adecuado depende de diversos factores, tales como las características del sistema, la etapa del ciclo de vida en la que se encuentra el producto y los objetivos específicos de la evaluación. En este sentido, no existe un método único aplicable a todos los casos, sino que cada organización debe adoptar aquel que mejor se ajuste a sus necesidades.

Según el Estándar ISO 9241-11, la usabilidad es entendida como “El grado en que un producto puede ser usado por usuarios específicos para lograr un objetivo con eficacia, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso específico”. [10], [11].

La eficacia se determina a partir del porcentaje de tareas ejecutadas correctamente por los usuarios seleccionados. La eficiencia, por su parte, se evalúa considerando el tiempo requerido para la ejecución de las tareas definidas por el evaluador. En cuanto a la satisfacción, esta se vincula con el grado en que el software cumple las expectativas del

usuario dentro de un contexto de uso determinado. A diferencia de la eficacia y la eficiencia, la satisfacción presenta un componente subjetivo, lo que dificulta su parametrización cuantitativa directa [3]

A continuación, se describen las métricas utilizadas para la evaluación de la eficacia y la eficiencia, representadas mediante la tabla 1.

Tabla 1. Métricas para evaluar Efectividad y Eficiencia

Medición de la Efectividad: se evalúa que el usuario cumpla de forma correcta sus objetivos. Para esta evaluación se utiliza el siguiente indicador: $PTC = \frac{CTU*100}{CTDO} = \frac{\text{Cantidad Tareas que realizo el usuario para cumplir el objetivo de una prueba } *100}{\text{Cantidad Tareas Totales que debe realizar el usuario para cumplir el objetivo de una prueba}}$ Si PTC>= 70%: Efectividad satisfactoria Si PTC< 70%: Eficiencia no satisfactoria *Medición de la Eficiencia*: se evalúa que el usuario cumpla con los tiempos promedios estimados para la realización de los ejercicios. $TR = \frac{TpoUT*100}{TEP} = \frac{\text{Tiempo requerido por el usuario para completar las tareas en la ejecución de la prueba } *100}{\text{Tiempo estándar de ejecución de esta prueba}}$ Si TR>= 70%: Eficiencia satisfactoria Si TR< 70%: Eficiencia no satisfactoria

En complemento a las métricas de eficacia y eficiencia definidas por la norma ISO 9241-11, la evaluación de la usabilidad puede abordarse mediante técnicas que no requieren la participación directa del usuario final. Entre estas técnicas se destaca la evaluación heurística, la cual implica que un tester o grupo de testers con experiencia, examinen el software y evalúen el cumplimiento del mismo, según los principios de usabilidad definidos en dichas heurísticas [10]. Este tipo de evaluación constituye una forma eficiente y accesible de asegurar la usabilidad de una interfaz, permitiendo encontrar un número significativo de errores por medio de una serie de verificaciones, logrando obtener un primer acercamiento a la aplicación, previo a la realización de pruebas con usuarios finales.

En este contexto, el presente estudio adopta el enfoque de evaluación heurística propuesto por Jacob Nielsen, reconocido experto en usabilidad y pionero en el diseño centrado en el usuario. Nielsen desarrolló un conjunto de principios de usabilidad a partir del análisis de 249 problemas recurrentes de interacción, dando origen a un modelo de evaluación

heurística basado en diez principios universales de diseño de interfaces. Estas heurísticas proporcionan lineamientos ampliamente aceptados para la identificación de problemas comunes de usabilidad y la mejora de la experiencia del usuario.

En la tabla 2, que a continuación se detalla, se describen las heurísticas propuestas por Jacob Nielsen, las cuáles son tomadas como referencia, en una primera instancia, para evaluar la usabilidad del sistema Debriefing [13], [14], [15].

Tabla 2. Heurísticas de Nielsen

Heurísticas de Nielsen	
1- Visibilidad del estado del sistema	El sistema debe mantener siempre informado al usuario acerca de lo que está ocurriendo, proporcionando retroalimentación clara y oportuna
2- Coincidencia entre el sistema y el mundo real	La aplicación tiene que emplear el lenguaje del usuario, con expresiones y palabras que le resulten familiares. Asimismo, la información debe presentarse en un orden lógico y natural.
3- Control y libertad de usuario	Ante la selección de una opción incorrecta, el usuario debe disponer de una salida de emergencia que le permita abandonar el estado no deseado sin dificultad. El sistema debe posibilitar deshacer o repetir acciones previamente realizadas. .
4- Coherencia y estándares.	Es importante establecer y respetar convenciones lógicas y consistentes, de modo que el usuario no deba interpretar comportamientos distintos para acciones similares.
5- Prevención de errores.	El Sistema debe contar con la presencia de mecanismos de validación de datos, orientados a prevenir errores durante la interacción del usuario con el sistema.
6- Reconocimiento en lugar de recordar	El sistema debe hacer visibles acciones y opciones para que el usuario no tenga que recordar información entre distintas secciones o partes de la aplicación.
7- Flexibilidad y eficiencia de uso	El sistema debe permitir que tanto novatos como expertos, lo puedan utilizar sin inconvenientes, adaptándose al uso frecuente de cada perfil sin generar inconvenientes.
8- Diseño estético y minimalista	La interfaz no debe contener información innecesaria o irrelevante, ya que cada elemento adicional compite por la atención del usuario y reduce la visibilidad de la información relevante.

9- Ayude a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores	Los mensajes de error deben respetar un lenguaje claro y simple, indicando en forma precisa el problema y sugiriendo una solución constructiva al problema.
10- Ayuda y documentación	La ayuda debe ser fácil de localizar, especificando los pasos necesarios y no debe ser muy extensa.

La metodología seleccionada para llevar a cabo las pruebas de usabilidad del sistema Debriefing se fundamenta, en una primera instancia, en la aplicación de la evaluación heurística de Nielsen, técnica que no requiere la participación del usuario final. Este esquema de evaluación permite realizar un análisis preliminar de la aplicación, identificando posibles problemas de usabilidad que serán considerados como insumo para las posteriores pruebas de aceptación con usuarios, basadas en el estándar ISO 9241-11.

En este marco, se propone, un concepto disrruptivo para la institución, centrado en la mejora de procesos y en la interacción continua entre los testers, desarrolladores y usuarios del software. Con esta nueva visión se pretende agilizar el proceso de pruebas, como también ofrecer aumentos significativos en la calidad del producto final.

Resultados y discusión

En esta sección se presentan los resultados del proceso de investigación, obtenidos mediante la evaluación heurística, representados mediante la tabla 3, y la valoración de los pilotos, representada en la tabla 4 y 5. Finalmente, se presentan los aportes de la investigación general y la integración de los resultados, para dar paso a las conclusiones descriptas en el último apartado.

Revista Innovación y Software
Vol. 7, No. 1, Mes Marzo - Agosto, 2026
ISSN: 2708-0935
Pág. 64-78
https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft

Tabla 3. Resultados obtenidos a partir de las heurísticas de Nielsen

Heurística Evaluada	*Heurística Cumplimentada*	*Heurística Cumplimentada con Novedades*	*Severidad de la Novedad*
1-Visibilidad del estado del sistema		El sistema mantiene informado al usuario sobre el estado de ejecución en la mayoría de los casos. No obstante, en algunas acciones, como la selección de una misión o el almacenamiento de un vuelo, no se visualiza un mensaje de confirmación que indique que la operación fue realizada correctamente.	Mejora
2-Coincidencia entre el sistema y el mundo real		Existe coincidencia general entre el sistema y el mundo real, ya que el software emplea un lenguaje familiar para el usuario. Sin embargo, se identificaron inconsistencias en el formato de la fecha y la hora, así como en la representación de algunos elementos visuales, los cuales no resultan completamente representativos de la realidad operacional.	Medio
3-Control y libertad de usuario	El sistema brinda al usuario la posibilidad de deshacer acciones o salir de procesos no deseados, lo que favorece el control de la interacción y reduce la probabilidad de errores irreversibles. ✓		———
4-Coherencia y estándares.		El sistema mantiene coherencia en cuanto a convenciones y estándares visuales. No obstante, se detectaron inconsistencias en la nomenclatura de ciertos archivos generados por defecto, lo que puede generar confusión en el usuario.	Medio
5-Prevención de errores.	El sistema cuenta con validadores de datos que guían al usuario durante el ingreso de información, reduciendo la probabilidad de errores ✓		———

6-Reconocer en lugar de recordar.		El sistema presenta las opciones y funcionalidades de forma visible, evitando que el usuario deba recordar información entre distintas secciones del software. No obstante, en una acción puntual, para acceder a los datos o parámetros de la aeronave, es necesario desplazar el cursor hacia una zona específica de la interfaz.	Mejora
7-Flexibilidad y eficiencia de uso	El sistema ofrece opciones de interacción tanto para usuarios básicos como avanzados, permitiendo una utilización eficiente según el nivel de experiencia. 		———
8-Diseño estético y minimalista	La interfaz presenta un diseño estético y minimalista, evitando la inclusión de información innecesaria que pueda distraer al usuario durante la ejecución. 		———
9-Ayuda a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de los errores	Los mensajes de error se presentan en un lenguaje claro y comprensible, permitiendo al usuario identificar el problema y comprender la acción requerida para su resolución. 		———
10-Ayuda y documentación	El sistema dispone de ayuda en línea y de un manual de ayuda que permite asistir al usuario durante la operación de la aplicación. 		

Revista Innovación y Software
Vol. 7, No. 1, Mes Marzo - Agosto, 2026
ISSN: 2708-0935
Pág. 64-78
https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft

Finalizada la evaluación heurística, las novedades identificadas fueron comunicadas a los desarrolladores para la implementación de las correcciones correspondientes. Posteriormente, se llevaron a cabo pruebas de regresión con el objetivo de verificar que las observaciones reportadas hubieran sido adecuadamente corregidas y que el software continuara funcionando de manera correcta tras los cambios introducidos, sin generar impactos negativos en otros sectores o módulos del sistema.

A continuación, en la tabla 4, se describen los problemas de usabilidad que experimentaron los usuarios mediante la ejecución de un ejercicio de simulación, diseñada por el equipo de Testing. Finalmente, en la Tabla 5, se describen los resultados obtenidos a partir de los cuestionarios administrados a los pilotos.

Tabla 4. Resultados de las pruebas de usabilidad obtenidos durante el ejercicio de simulación

Usuario	*Caso de prueba a evaluar*		
	Generar vuelo	*Reproducir Vuelo*	*Generar Gráfico del vuelo*
USUARIO 1	El usuario ingresó al sistema Debriefing y seleccionó la opción Generar Vuelo. Activó el calendario emergente, seleccionó una fecha, eligió entre los vuelos disponibles y lo cargó. 	El usuario ingresó al sistema y abrió el formulario de carga de vuelos para iniciar sesión de Debriefing, seleccionó el archivo de vuelo generado, configuró los parámetros deseados, seleccionó el vuelo a reproducir en 2D y ejecutó la reproducción 	El usuario ingresó al sistema y ejecutó el generador de gráficos, seleccionó el archivo generado y la variable de interés a graficar. 

Revista Innovación y Software
Vol. 7, No. 1, Mes Marzo - Agosto, 2026
ISSN: 2708-0935
Pág. 64-78
https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft

USUARIO 2	El usuario ingresó al sistema Debriefing y seleccionó la opción Generar Vuelo. Activó el calendario emergente, seleccionó una fecha, eligió entre los vuelos disponibles, pero no pudo cargar el vuelo porque no encontró el botón. 	El usuario ingresó al sistema y abrió el formulario de carga de vuelos para iniciar sesión de Debriefing, seleccionó el archivo de vuelo generado, configuró los parámetros deseados, pero no pudo representar el vuelo ya que la imagen del icono a seleccionar es confusa. 	El usuario ingresó al sistema y ejecutó el generador de gráficos, seleccionó el archivo generado y la variable de interés a graficar. 

Tabla 5. Resultados obtenidos a partir del cuestionario de usabilidad aplicado a los pilotos

Matriz de feedback		
Aspectos destacados	*Novedades identificadas*	*Sugerencias de mejora*
El software es percibido como intuitivo y fácil de utilizar. La representación del vuelo resulta clara y la aplicación funciona correctamente en el entorno evaluado	La iconografía utilizada no resulta completamente representativa en algunos casos. Asimismo, se constató que el sistema permite el acceso sin requerir el inicio de sesión del usuario	Incorporar alertas visuales y mejorar el acceso a la información relevante. Optimizar la visualización de ciertos parámetros, como límites de altitud y velocidad.

En función de los resultados obtenidos mediante ambas técnicas de evaluación, se consideraron, los problemas detectados a partir de las pruebas heurísticas, los resultados derivados de la ejecución del ejercicio de simulación, y las novedades/ ***y*** recomendaciones formuladas por cada usuario, a través de los cuestionarios, con el objeto de determinar si el software cumple con las expectativas y los requerimientos definidos, o si resulta necesario realizar ajustes previos a su puesta en producción.

En relación con la evaluación heurística, se observó que el 50 % de las novedades identificadas correspondieron a severidad media, mientras que el 50 % restante se clasificó como sugerencias de mejora. No se registraron novedades de severidad alta, crítica o bloqueante. Si bien los resultados obtenidos fueron considerados aceptables, una vez finalizadas las pruebas heurísticas, las observaciones detectadas fueron reportadas al equipo de desarrollo para la implementación de las correcciones pertinentes.

Respecto de la evaluación de la usabilidad desde la perspectiva del usuario final, se analizaron los atributos de eficacia y eficiencia mediante un ejercicio de simulación, y la satisfacción a través de un cuestionario, tomando como referencia la norma ISO 9241-11. Los resultados obtenidos evidencian que el software funciona correctamente y es utilizado de manera eficiente por los usuarios. Asimismo, se constató que las novedades identificadas no afectan la seguridad en vuelo ni generan un aprendizaje negativo, constituyendo una herramienta de gran utilidad para el adiestramiento de futuros Tripulantes de Aeronaves.

No obstante, y a partir del análisis realizado, se recomienda la corrección de las incidencias detectadas y la generación de una nueva versión del software, de manera previa a su pase a producción, con el fin de optimizar la calidad del producto final.

Conclusiones

El propósito de esta investigación fue implementar las heurísticas de Nielsen para la evaluación de la usabilidad del sistema Debriefing, como una medida de carácter objetivo y complementaria a la norma ISO 9241-11.
Los resultados obtenidos demuestran que, si bien la satisfacción del usuario resulta determinante para la adopción y el uso del software, la evaluación heurística constituye una herramienta eficaz para agilizar el proceso de pruebas, dado que requiere un tiempo reducido y un presupuesto acotado, permitiendo de este modo optimizar los resultados del proceso de evaluación.

No obstante, este tipo de pruebas no sustituye a las evaluaciones de usabilidad con usuarios reales, ya que los problemas identificados mediante una evaluación heurística difieren de aquellos detectados en una prueba de aceptación de usuarios. En este sentido, para el tipo de sistema analizado, resultó beneficiosa la aplicación conjunta de ambas técnicas,

realizando en una primera instancia un análisis heurístico y, posteriormente, pruebas con usuarios finales, lo que permitió mejorar la calidad del producto a entregar.

Agradecimientos

Le quiero agradecer especialmente a mi papá, quien me sigue acompañando y guiando desde el cielo, ya que fue y será la persona que siempre me apoyó e inspiró para crecer como persona y como profesional, festejando cada uno de mis logros como propio.

Me enseño el valor del esfuerzo, y a entender que hay que seguir adelante, pese a las dificultades y desafíos de la vida, sabiendo que todo problema tiene solución, caso contrario, no es problema.

Referencias

[1] L. N. Medina Velandia and A. Gutiérrez, "Pautas para optar por una metodología ágil para proyectos de software," *Revista Educación en Ingeniería*, no.37, vol.19, 2023.

[2] C. R. A. Maldonado. "Diseño ergonómico en interfaces gráficas para mejorar la experiencia de usuario," Doctoral dissertation, Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC, 2023.

[3] M. S Martínez, D. I Martínez, V. R Filoniuk, G. G. Chiappori, A. C. Diz, and S. E. Arias, "Aplicación de Norma ISO 9241-11 para la Evaluación de la Usabilidad en Simuladores de Vuelo," *Revista Innovación y Software,* no.2, vol.3, pp.70-80, 2022.

[4] P. E. A. Delgado, V. B. Macías, A. A. C. Cedeño and W. A. P. Zambrano, "Usabilidad y accesibilidad en sitios web, situación actual en las Universidades Ecuatorianas," *Revista Científica Multidisciplinaria*, no.1, vol.9 pp.45.54, 2023.

[5] R. Alcaraz Martínez, "Integración de la optimización de la experiencia de búsqueda (SXO), la usabilidad, la arquitectura de la información y la accesibilidad web: explorando un terreno común para mejorar la visibilidad en buscadores," *Revista de sistemas de información y documentación*, no.1, vol.18, pp.37-53, 2024.
[6] S. C. C. Melo, "Evaluación de la accesibilidad y la usabilidad para personas invidentes de sitios web educativos," Universidad y Sociedad, no.1, vol.15, pp.363-372, 2023.
[7] C. Bank and J. Cao, *The guide to usability testing*. (2014) [Online]. Available: https://www.inmagic.com

[8] R. Lázaro de Lara, "Plataforma interactiva para la prevención de la automedicación," thesis maestría, Universidad de Catalunya, Catalunya, 2023.

[9] V.R Filoniuk, "Implementación de una Metodología Centrada en el Usuario en el Proceso de Verificación y Validación de Software," thesis de Posgrado, Universidad Nacional de Rosario, 2024.

[10] J. P. López. Goyez, J. M.G. Guaytarilla and L.E.S. Ponce, "Métricas de usabilidad para el desarrollo de la interfaz web: Portafolio Académico Institucional. Caso UPEC," *Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación, no.2,* vo.11, pp.83-98, 2025.

[11] R. E. T. Frutos, O. L. D. Fernández and L. F. Araujo, "Usabilidad de software, basada en técnica Prototyping on Paper y normas de calidad," *FPUNE Scientific*, no.20, 2025.

[12] J. G. Rojas Gómez, "Propuesta de recomendaciones que optimicen la estructura y usabilidad de la arquitectura de la información de los sitios web de las entidades de salud pública del área metropolitana de Bucaramanga," Thesis, Universidad de Lasalle, 2025.

[13] M. A. P. Pico, R. G. C. Berrones and E. F. L. Torres, "Mejoras para los usuarios en la usabilidad de las aplicaciones móviles a partir de la adaptación de las heurísticas de Nielsen," Bibliotecas. Anales de investigación, pp.1-10, 2025.

[14] E. O. Ibarra, I. H. Ortega-Ibarra and C. Cruz-Meléndez, "Usabilidad en el Gobierno Electrónico: Heurísticas de Jakob Nielsen y Principios Prácticos de Steve Krug *Edähi," Boletín Científico de Ciencias Sociales y Humanidades del ICSHu*, no.26, vol.13, pp.74-81, 2025.