



ORIGINAL

Proposal for a usability engineering model applicable to the requirements analysis phase of mobile applications

Propuesta de un modelo de ingeniería de usabilidad aplicable a la fase de análisis de requerimientos de aplicaciones móviles

María Angélica Pico Pico¹  , Rosa Gabriela Camero Berrones²  , Edwin Fabricio Lozada Torres¹  , Luis Rafael Freire Lescano¹  

¹Universidad Regional Autónoma de los Andes (UNIANDES), Sede Ambato. Ambato, Ecuador.

²Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Ciudad Madero, Tamaulipas, México.

Citar como: Pico Pico MA, Camero Berrones RG, Lozada Torres EF, Freire Lescano LR. Proposal for a usability engineering model applicable to the requirements analysis phase of mobile applications. Data and Metadata. 2024; 3:.229. <https://doi.org/10.56294/dm2024.229>

Enviado: 07-01-2024

Revisado: 12-07-2024

Aceptado: 11-12-2024

Publicado: 12-12-2024

Editor: Adrián Alejandro Vitón-Castillo 

Autor para la correspondencia: María Angélica Pico Pico 

ABSTRACT

Usability is frequently evaluated in the final phases of development or when the application is finished, although it is true that this evaluation provides important information to improve new versions of products, it is much more important to have elements that allow obtaining relevant information that allows incorporating usability attributes in the requirements analysis phase in order to obtain quality software products and even more so when it comes to applications intended for use on mobile devices, we must consider that usability is not only about reducing the size of a website to adapt to mobile devices, but on the contrary, considering this element means thinking about how people use mobile devices and understanding that the mobile experience is so unique, as the user, which is why to obtain quality mobile applications, adequate usability engineering must be carried out in the requirements phase. In this work, the proposal for a Usability Engineering Model applicable to the application requirements analysis phase is presented. This proposal integrates the usability models and criteria in the Software Engineering process.

Keywords: Usability Engineering; Requirements Engineering; Mobile Applications.

RESUMEN

La usabilidad de manera frecuente es evaluada en las fases finales de desarrollo o a su vez cuando ya está terminada la aplicación, si bien es cierto que esta evaluación provee de información importante para mejorar nuevas versiones de productos, es mucho más importantes poseer elementos que permitan obtener información relevante que permita incorporar atributos de usabilidad en la fase de análisis de requerimientos para lograr así obtener productos de software de calidad y más aún cuando se trata de aplicaciones destinadas a usarse en dispositivos móviles, hay que considerar que la usabilidad no solo trata de reducir el tamaño de un sitio web para adaptarse a dispositivos móviles, sino por el contrario considerar este elemento es pensar como las personas hacen uso de los dispositivos móviles y entender que la experiencia móvil es tan única como el usuario, razón por la cual para lograr obtener aplicaciones móviles de calidad se debe realizar una adecuada ingeniería de usabilidad en la fase de requerimientos. En el presente trabajo se presenta la propuesta de un Modelo de Ingeniería de usabilidad aplicable a la fase de análisis de requisitos de aplicaciones, esta propuesta integra los modelos y criterios de usabilidad en el proceso de Ingeniería de Software.

Palabras claves: Ingeniería de Usabilidad; Ingeniería de Requerimientos; Aplicaciones Móviles.

INTRODUCCIÓN

Según las estadísticas, los usuarios de teléfonos móviles fueron 4570 millones en 2018. También en el informe anual de la aplicación Annie, a nivel mundial en 2017 hubo 175 mil millones de descargas de aplicaciones móviles, este número representa un crecimiento del 60 % desde 2015. (Hussain & Elmghirbi, 2020).

Las aplicaciones móviles son aquellas que fueron desarrolladas para ejecutarse en dispositivos móviles. El término móvil se refiere a poder acceder a los datos, las aplicaciones y los dispositivos desde cualquier lugar. (Enriquez & Casas, 2013)

Cuando la aplicación es móvil debe estar diseñada considerando la interacción hombre computador (HCI) ya que esto es una parte esencial y crucial para lograr una mejor calidad de usabilidad en la aplicación (Wich & Kramer, 20015). Los métodos y métricas actualmente utilizados para medir usabilidad fueron creados para aplicaciones de escritorio, sin embargo, estos pueden no ser directamente adecuados o apropiados a entornos móviles. Uno de los desafíos consiste en identificar las variables adicionales relacionadas (Enriquez & Casas, 2013).

Ingeniería de requerimientos

La ingeniería de requerimientos es una ciencia muy joven que se agrupa dentro de la ingeniería de software y puede definirse “como aquella herramienta para definir todas las actividades involucradas en el descubrimiento, documentación, y mantenimiento de los requerimientos para un producto determinado” (Báez Wittingham & García Parra, 2019).

La ingeniería de requerimientos, como área de conocimiento, ha evolucionado en la última década originalmente desde la ingeniería de software y luego desligándose de ella hacia otras áreas, debido a las diversas aplicaciones que presenta para diferentes tipos de proyectos de implementación de productos desde la construcción de software, con el paso del tiempo, ha comenzado a identificarse como una disciplina clave para el éxito en los proyectos de software.

Usabilidad en Aplicaciones Móviles

La usabilidad es uno de los aspectos más importantes en la elaboración de cualquier producto de calidad y las aplicaciones móviles no pueden prescindir de este elemento, sino muy por el contrario hacer énfasis en el mismo, pues como lo menciona (Granollers, Lorés, & Perdrix, 2008) uno de los parámetros de calidad más determinantes con relación a los sistemas interactivos es la Usabilidad de los mismos hasta el punto que las más prestigiosas estandarizaciones (ISO 9241, 2018) vienen considerando este factor desde hace mucho tiempo.

Muchas son las ventajas que la usabilidad puede proporcionar y por ello debería ser tratada como un factor de calidad estratégico y relevante (Enriquez & Casas, 2013). La disciplina de la Interacción Persona-Ordenador (IPO) estudia todos los factores relativos a la interacción entre los humanos y los sistemas interactivos con el objetivo de desarrollar o mejorar la seguridad, utilidad eficiencia y usabilidad de los productos interactivos basados en ordenadores.

Desarrollar un producto un estándar alto de usabilidad no es fácil de lograr, razón por la cual se debe de considerar en todas las fases del desarrollo, desde su inicio hasta el momento en que el producto es puesto a disposición del público, pues el usuario final debe sentir que la aplicación le ayudará a realizar sus tareas caso contrario será reacio a su utilización.

El término de la usabilidad surgió como resultado de los estudios de los factores humanos porque, en términos simples, la usabilidad es el nivel de facilidad con el que cuenta un producto, mismo que será utilizado por un usuario que a su vez será quién califique la facilidad de uso de este. Hay que tener en cuenta que se debe aplicar este término en el desarrollo y construcción de los productos para que su uso tenga éxito. (Saltiveri, Vidal, & Cañas Delgado, 2012).

La determinación de estructuras de medidas de usabilidad depende de las diferentes percepciones de sus autores, estas estructuras permiten definir los diferentes atributos y sus métricas asociadas. Haciendo referencia a la percepción de Jakob Nielsen, se puede manifestar que define la usabilidad a través de cinco atributos: facilidad de aprendizaje, eficiencia, memorabilidad, errores y satisfacción (Nielsen, 1992).

Modelos y Métricas de usabilidad existentes para aplicaciones móviles

Los atributos de una aplicación son demasiado abstractos, razón por la cual los atributos no pueden medirse de forma directa, para poder realizar una medición de estos se asocian diferentes métricas, Por ejemplo, el atributo eficiencia puede ser evaluado mediante la métrica que calcula el tiempo empleado por un usuario en terminar una tarea específica. Una métrica (medida) es un valor numérico o nominal asignado a características o atributos de un objeto computado a partir de un conjunto de datos observables y consistentes con la intuición. (Demarco, 1986)

PACMAD (Personas en el Centro de Desarrollo de Aplicaciones Móviles) fue introducido como modelo de usabilidad para aplicaciones móviles, este modelo estaba compuesto por siete atributos de usabilidad, estos

atributos de usabilidad eran efectividad, eficiencia, satisfacción, capacidad de aprendizaje, memorizabilidad, errores y carga cognitiva; después de que encontraron que como de costumbre, la evaluación de la usabilidad utilizó tres atributos: eficacia, eficiencia y satisfacción sin atributos importantes que afecten el desarrollo de una aplicación exitosa como la carga cognitiva, por lo que este modelo tiene los atributos de la norma ISO y el modelo de Nielsen con tres factores de usabilidad como parte del modelo como se muestra en la figura 2 (Nor & Ahmed, 2018). Sin embargo, este modelo no ofrece métricas relacionadas con las dimensiones de usabilidad. (Ashraf, Roesnita, & Norasikin, 2015), por lo que es difícil de usar y no es suficiente para evaluar la aplicación móvil.

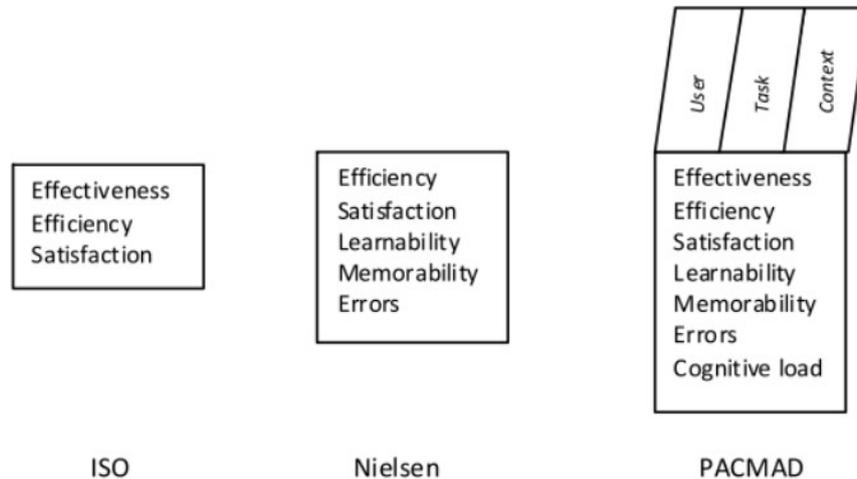


Figura 1. Comparación de Modelos de usabilidad
Fuente: (Hussain & Elmghirbi, 2020)

Al seguir el enfoque de GQM, también se brindó una evaluación de usabilidad con SLR. modelo para aplicaciones móviles (mGQM) que comenzó con tres medidas de usabilidad como nivel principal: eficacia, eficiencia y satisfacción según (ISO 9241, 2018) luego se continuó con tres niveles: meta, pregunta y métrica. Los objetivos eran la sencillez, precisión, tiempo empleado, características, seguridad y atractivo. Nivel de preguntas que fue contenido de veintidós preguntas como criterios. El último nivel era una métrica que consistía en treinta y siete métricas objetivas y subjetivas. Sin embargo, como menciona el autor, este modelo necesita agregar o eliminar algunos criterios y métricas, según la aplicación y las necesidades de los usuarios, por lo que no es útil si se descartan algunos criterios y métricas importantes, también si ignore agregar algunos criterios y métricas importantes, especialmente para los discapacitados visuales (Husaim, 2012).

Ingeniería de usabilidad

El término de Ingeniería de la Usabilidad (IU) fue acuñado por primera vez por profesionales de usabilidad de Digital Equipment Corporation (Good, Spine, Whiteside, & George, 2006). Usaron este término para referirse a los conceptos y técnicas para planificar, conseguir y verificar objetivos de la usabilidad de sistema. La idea principal es que los objetivos “medibles” de usabilidad deben ser definidos pronto en el desarrollo del software y después evaluarlos repetidamente durante el desarrollo para asegurar que se han conseguido (Granollers, Lorés, & Perdrix, 2008).

Igual que en el caso de la IS varios autores han propuesto Modelos de Proceso (MP) válidos para la IU que permitan a los desarrolladores implementar sus aplicaciones bajo los parámetros de la usabilidad. Algunas de estas propuestas están enfocadas al trabajo de la evaluación heurística [(Nielsen, 1992), otras al diseño contextual (Beyer & Holtzblatt, 1998), a los casos esenciales de uso (Constantine & Lockwood, 1999), al desarrollo de escenarios, más de propósito más general. (Granollers, Lorés, & Perdrix, 2008)

(Granollers, Lorés, & Perdrix, 2008) actualmente, la industria no suele utilizar estos modelos, sino que continúa aplicando los de la IS, los cuales no tienen en consideración la usabilidad. En el mejor de los casos una vez el producto está casi desarrollado se realizan tests enfocados a medir el grado de usabilidad de este. Creemos que esto es debido a que:

- Los modelos de IU propuestos distan demasiado de los modelos de la IS, con lo cual el desarrollador lo ve como un cambio radical en su metodología de trabajo y continua con lo “de toda la vida”.
- Los modelos de usabilidad propuestos hasta ahora son complejos (Good, Spine, Whiteside, & George, 2006) [principalmente para aquellos integrantes de los equipos de diseño que no son profesionales de la informática.
- Los ejecutivos no creen que la usabilidad está económicamente justificada (Beyer & Holtzblatt,

1998). Ven un aumento del proceso de desarrollo sin repercusión en las ventas.

Diseño centrado en el usuario

El diseño centrado en el usuario surgió a mediados de 1980 y hasta la fecha sigue vigente en el desarrollo de productos software. Este proceso inicio cuando se empezó a mejorar los servicios que prestaban los ordenadores y se procedió el desarrollo de un enfoque desde la perspectiva del usuario, el cual se basaba en las necesidades que tenían los consumidores y, partiendo de esto diseñar y desarrollar programas para cubrir dichas necesidades. (Ramos & Isabel, 2007)

Todos los productos y servicios están creados por y para usuarios con el objetivo de satisfacer una necesidad, el objetivo que cumplen estos productos es de cubrir carencia que tiene los consumidores, quienes son los que adquieren el bien. En el caso de los productos softwares, ellos son creados en base a una necesidad por parte de un cliente en específico, una necesidad del medio o de una organización y, por ende, es un producto que fue desarrollado en base a estándares de construcción y despliegue. (Cabezudo, 2011)

Aplicaciones móviles

Las tecnologías móviles y su continuo avance están propiciando una nueva generación de aplicaciones, estas son las denominadas “aplicaciones móviles”. Se considera aplicación móvil, a aquel software desarrollado para dispositivos móviles. Móvil se refiere a poder acceder desde cualquier lugar y momento a los datos, las aplicaciones y los dispositivos. Este tipo de aplicaciones se desarrollan teniendo en cuenta las limitaciones de los propios dispositivos, como por ejemplo el bajo poder de cómputo, la escasa capacidad de almacenamiento, ancho de banda limitado, etc. Los dispositivos móviles son suficientemente livianos como para ser transportados por personas y disponen de la capacidad de batería adecuada para funcionar de forma autónoma (Enriquez & Casas, 2013).

Las aplicaciones móviles son porciones de software construidos en computadoras diseñados para administrar un dispositivo móvil y proporcionar herramientas de uso diario. Las aplicaciones móviles están disponibles desde plataformas según su sistema operativo y el tipo de dispositivo móvil. Las aplicaciones móviles empezaron siendo software empotrados en dispositivos electrónicos y después evolucionaron a las aplicaciones que se utilizan en los teléfonos inteligentes de hoy en día (Nobasco Javier, 2018).

MÉTODO

En el presente trabajo investigativo tiene un alcance explicativo, propositivo.

Técnicas e instrumentos

Se llevo a cabo una revisión bibliográfica de la ingeniería de la usabilidad en el desarrollo de aplicaciones móviles y la importancia que estas poseen, información que fue recolectada a través de una matriz de registro de contenidos, así también se hizo una revisión de resultados obtenidos de un estudio anterior de la opinión de expertos en desarrollo de aplicaciones móviles acerca de la importancia de la usabilidad en la ingeniería de requerimientos de aplicaciones móviles.

RESULTADOS

Basados en la revisión bibliográfica y en la opinión de expertos se propone el siguiente modelo:

Modelo de Ingeniería de Usabilidad en la fase de análisis de requisitos para aplicaciones móviles

La Ingeniería de requerimientos, como ya se mencionó es un método estructurado, el cual analiza el sistema y desarrolla un conjunto de modelos gráficos del mismo que actúan como una especificación del sistema. La Ingeniería de la usabilidad utiliza los componentes generales de la la Ingeniería de requerimientos proporcionando un proceso para el diseño y desarrollo de sistemas interactivos que sean usables.

La propuesta de Modelo de Ingeniería de Usabilidad integra al Modelo de Ingeniería de Requerimientos, un conjunto de actividades bien organizadas que de forma general se pueden clasificar como:

- Actividades organizadas de los análisis de los requisitos donde la usabilidad posee vital importancia desde las fases iniciales.
- Actividades de apoyo a una aproximación estructurada del diseño de la Interfaz de Usuario
- Actividades de evaluación de los objetivos de usabilidad mediante iteraciones hacia los objetivos del diseño.

Propuesta del esquema del Modelo de Ingeniería de usabilidad

El Modelo propuesto tiene como premisa tener la menor complejidad posible para su adecuada aplicación, razón por la cual se propone un modelo que no sea muy extenso, con pocos nodos, pocas decisiones condicionales y ramificaciones, para evitar desconcierto para el desarrollador y ofrecer una idea clara del significado de la

totalidad del proceso si es posible en la primera revisión, a más de lo mencionado se considera que el equipo de desarrollo será multidisciplinario y que sus integrantes poseerán modelos mentales diversos, razón por la cual el modelo propuesto deberá ser claro y conciso para que sea fácilmente de comprender.

Una cantidad considerable de desarrolladores actualmente no tienen claro el proceso de ingeniería de requisitos, con el modelo propuesto amplía los horizontes siendo muy significativa su importancia ya que proporciona una herramienta fácil de adaptarse por su reducida complejidad.

En base a lo antes mencionado se plantea el siguiente esquema del modelo propuesto:

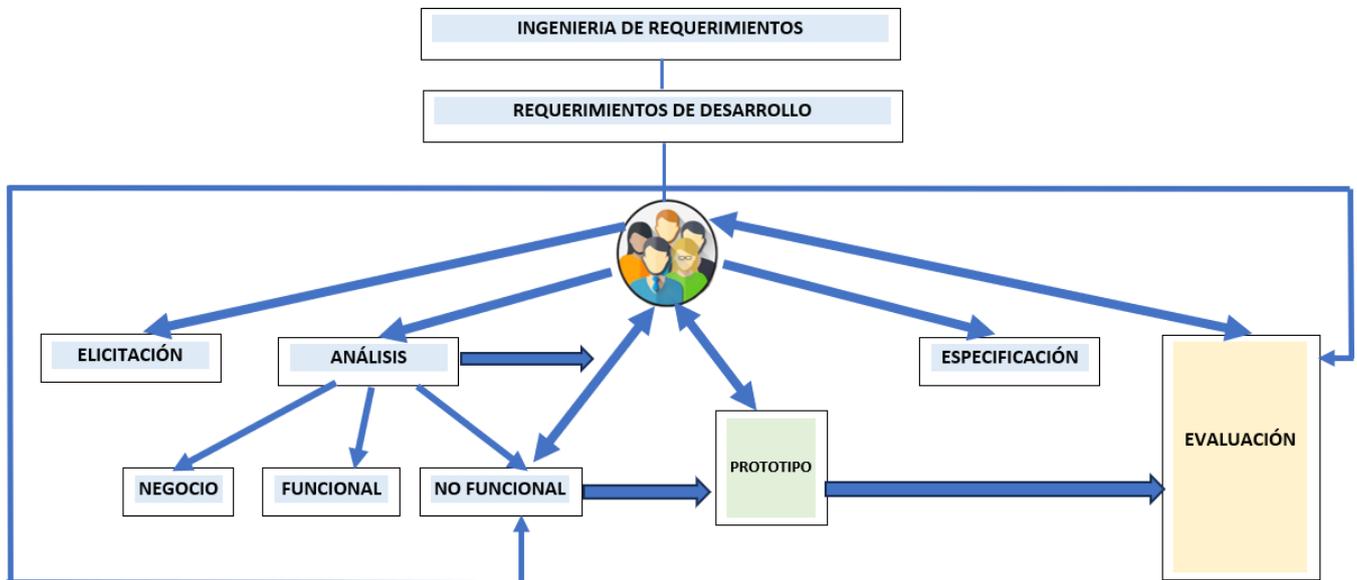


Figura 2. Esquema del Modelo de Ingeniería de Usabilidad

La figura 2 muestra las diferentes etapas del modelo de ingeniería de usabilidad, su adaptación la fase de análisis de requisitos no funcionales y como deben realizarse cada una de estas. El esquema propuesto hace referencia a las tres premisas básicas:

Organización conceptual

El esquema está establecido en la base de un conjunto de componentes que determinan la fase del desarrollo en la que se encuentra y ubica en un paso concreto la actividad del conocimiento existente en la Interacción entre la persona y el dispositivo. Esto en definitiva no hace más que “poner cada cosa en su lugar” dando los lineamientos a seguir durante el diseño de una aplicación web.

Pilares básicos

Cómo ya se indicó con anterioridad, el principal motivo del modelo propuesto es el conseguir ligar el modelo ingeniería de requerimientos con los principios básicos de la ingeniería de la usabilidad incorporando una metodología que guíe al desarrollador en proceso de la construcción de una determinada aplicación.

Dentro de la ingeniería de la usabilidad hay dos criterios indispensables que deben ejecutarse: el prototipo y la evaluación. Es así que mediante el esquema se puede observar claramente los tres pilares considerados como básicos la Ingeniería de requisitos (Elicitación, análisis, especificación) de requisitos, el prototipo y la evaluación.

Usuario

Un proceso de Diseño Centrado en el Usuario debe dejar bien claro de que es así tan solo con mirar el esquema la primera vez. Esto es lo que queda reflejado al disponer a éste en la parte central y por encima del resto de nodos todo el modelo. Queda bien especificado, pues, que el usuario está en el centro del desarrollo y en las fases en las cuales interviene.

Descripción de la funcionalidad del Modelo

La clave del éxito del modelo propuesto se basa en:

- Realizar un Análisis de Requisitos exhaustivo en base a todas las actividades que lo conforman. Aumentando dichos requisitos a partir de la realización planificada de ciclos repetitivos prototipaje-evaluación con los usuarios.

- Desarrollar extensamente el Diseño de la Interfaz del Usuario teniendo en cuenta todas las aportaciones de las evaluaciones realizadas enfocadas a la Usabilidad de dicha interfaz.
- Detectar e involucrar activamente al mayor número de usuarios e implicados posibles.
- Disponer de un modelo adaptado a las nuevas metodologías y dispositivos existentes en el mercado.

DISCUSIÓN

Haciendo referencia a lo mencionado por (Granollers, Lorés, & Perdrix, 2008) que uno de los parámetros de calidad más determinantes con relación a los sistemas interactivos es la Usabilidad de los mismos hasta el punto que las más prestigiosas estandarizaciones (ISO 9241, 2018) vienen considerando este factor desde hace mucho tiempo, se puede decir que la propuesta se alinea con esta concepción ya que con la finalidad de obtener una aplicación móvil de calidad se propone el esquema de ingeniería de usabilidad adaptado en la fase de análisis de requerimientos, lo que conlleva a que su correcta aplicación logre el objetivo de obtener un producto de software de calidad.

El Modelo está pensado en la implementación de interfases basado en el usuario lo que permite que las aplicaciones móviles tengan mayor éxito en el mercado, ya que como manifiesta (Cabezudo, 2011) todos los productos y servicios están creados por y para usuarios con el objetivo de satisfacer una necesidad, el objetivo que cumplen estos productos es de cubrir carencia que tiene los consumidores, quienes son los que adquieren el bien o servicio.

A través de la literatura se pudo afirmar que los modelos de usabilidad propuestos hasta ahora son complejos (Good, Spine, Whiteside, & George, 2006) principalmente para aquellos integrantes de los equipos de diseño que no son profesionales de la informática, considerando lo antes indicado la propuesta hace referencia a un modelo sencillo con un conjunto de parámetros fáciles de ejecutar y que se adapten de forma fácil a la actual concepción de ingeniería de requisitos.

CONCLUSIONES

Del presente trabajo realizado se puede concluir que:

El modelo propuesto esta realizado para que se adapte fácilmente al proceso de ingeniería de requerimientos en la fase de análisis de requisitos no funcionales, considerando como punto central el usuario ya que es el que proporciona las pautas de usabilidad que debe incorporar una aplicación para permanecer en el mercado.

La propuesta tomó como base algunos modelos existentes a pesar de estar más centrados en la Ingeniería de Software, con la finalidad de poder adaptarle a futuro a una Metodología Ágil de desarrollo de aplicaciones móviles.

REFERENCIAS

1. Amorin, A., Mira da Silva, M., Pereira, R., & Margarida, G. (2021). Using agile methodologies for adopting COBIT. *Information Systems*, Volumen 101(110577,).
2. Ashraf, S., Roesnita, B. I., & Norasikin, B. (2015). Extension of PACMAD model for usability.
3. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 90-100.
4. Báez Wittingham, C. C., & García Parra, M. A. (2019). Obtenido de Requerimientos Técnicos para el Diseño y Desarrollo de una Aplicación Móvil: <https://repository.javeriana.edu.co>
5. Batra, D. (2020). Job-work fit as a determinant of the acceptance of large-scale agile methodology.
6. *Journal of Systems and Software*, Volume 168(110577).
7. Beyer, H., & Holtzblatt, K. (1998). "Contextual Design: Defining Customer-Centred Systems".
8. Morgan Kauffmann. Cabezudo, N. (2011). *Inclusión digital: perspectivas y experiencias*. Univesridad de Zaragoza.
10. Cerqueira, M., Magalhães, A. P., Saba, H., & Jorge, E. (2018). A Software Development Process for Super Agile Projects. *Association for Computing Machinery*, Volumen 18(51), 1-8.
11. Constantine, L., & Lockwood, L. (1999). "Software for Use: A Practical guide to the Models and Methods of Usage-Centered Design". Addison-Wesley.

12. Demarco, T. (1986). *Controlling Software Projects: Management, Measurement and Estimation*. USA: Facsimile Edition.
13. Enriquez, J. G., & Casas, S. I. (2013). Usabilidad en aplicaciones móviles. *ICT-UNPA*, 41-45. Friess, E. (2019). *Scrum Language Use in a Software Engineering Firm: An Exploratory Study*.
14. *IEEE Transactions on Professional Communication*, Volumen 62, 130-147.
15. Good, M., Spine, T., Whiteside, J., & George, P. (2006). "User-derived impact analysis as a tool for usability engineering. *Human Factors in Computing Systems*, 84-95.
16. Granollers, T., Lorés, J., & Perdrix, F. (2008). "MODELO de PROCESO de la Ingeniería de la Usabilidad". Obtenido de <https://lsi2.ugr.es/~mgea/workshops/coline02/Articulos/toni.pdf>
17. Husaim. (2012). Metric based evaluation of mobile devices : Mobile Goal Question Metric (mGQM).
18. Hussain, A., & Elmghirbi, A. (2020). Usability Evaluation Model for Mobile Visually Impaired Applications. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*, 95-107.
19. ISO 9241. (11 de 2018). ISO International Standard. Obtenido de *Ergonomics of human-system interaction – Part 11: Usability: Definitions and concepts*: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-1:v1:en>
20. Jabangwe, R., Edison, H., & Duc, A. (2018). Software engineering process models for mobile app development: A systematic literature review. *Journal of Systems and Software*, Volume 145, 98-111.
21. Kaushik, A., Tayal, D., & Yadav, K. (2020). A Comparative Analysis on Effort Estimation for Agile and Non-agile Software Projects Using DBN-ALO. *Arabian Journal for Science and Engineering* , Volume 45, 2605-2618.
22. Kerthyayana Manuaba, I. (2019). Combination of Test-Driven Development and Behavior-Driven Development for Improving Backend Testing Performance. *Procedia Computer Science*, Volumen 157, 79-86.
23. Maida, E. G., & Pacienza, J. (2015). *Metodologías de desarrollo de software*. Argentina.
24. Martinez, D., Ferre, X., Guerrero, G., & Juristo, N. (2020). "An Agile-Based Integrated Framework for Mobile Application Development Considering Ilities,". in *IEEE Access*, Volumen 8, 72461-72470.
25. Molina Ríos, J. R., Honores Tapia, J. A., Pedreira-Souto, N., & Pardo León, H. P. (2021). State of Art: Mobile Software Development. *3C Tecnología. Glosas de innovación aplicadas a la pyme*, Volumen 10(2), 17-45.
26. Nielsen, J. (1992). *The Usability Engineering Life Cycle*. *EEE Computer*, vol. 25,, 12-22. Nobasco Javier. (2018). *Desarrollo de aplicaciones móviles android y J2me*. MACRO.
27. Nor, L., & Ahmed, J. (2018). Análisis de mediciones objetivas para la evaluación de la usabilidad de aplicaciones móviles para personas sordas. *Revista de Ingeniería de Telecomunicación, Electrónica e Informática*, 21-27.
28. Osama, S., Solanki, H., Dhaliwa, N., Hussain, W., & Asif, M. (2019). Integrating design thinking into extreme programming. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, Volumen 10, 2485-2492.
29. Özcan-Top, Ö., & McCaffery, F. (2019). To what extent the medical device software regulations can be achieved with agile software development methods? XP–DSDM–Scrum. *The Journal of Supercomputing* volume, Volumen 75, 5227-5260.
30. Peng, Y., Zixi, L., Jin, Z., Yong, H., & Ya, P. (2020). An Empirical Study on the Ability Relationships Between Programming and Testing. *IEEE Access*, Volumen 8, 61438- 161448.
31. Pilemalm, S., Lindell, P.-O., Hallberg, N., & Eriksson, H. (2007). Integrating the Rational Unified Process and participatory design for development of socio-technical systems: a user participative approach. *Design*

Studies, Volumen 28, 263-288.

32. Ramos, R., & Isabel, J. (2007). Técnicas Cuantitativas para la Gestión en la ingeniería del Software. Netbiblio.

33. Redbooth The Work Smarter Guide. (30 de 12 de 2016). La importancia de la metodología ágil para el desarrollo de aplicaciones móviles. Obtenido de La importancia de la metodología ágil para el desarrollo de aplicaciones móviles: <https://redbooth.com/hub/es/importancia-metodologia-agil-desarrollo-aplicaciones-moviles/>

34. Saltiveri, T. G., Vidal, J. L., & Cañas Delgado, J. J. (2012). Diseño de sistemas interactivos centrados en el usuario. UOC.

35. Shafiee, S., Wautelet, Y., Hvam, L., Sandrin, E., & Forza, C. (2020). Scrum versus Rational Unified Process in facing the main challenges of product configuration systems development. Journal of Systems and Software, Volumen 170, 110-732.

36. Wich, M., & Kramer, T. (20015). nhanced Human-Computer Interaction for Business Applications on Mobile Devices: A Design-Oriented Development of a Usability Evaluation Questionnaire. Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 472 - 481.

FINANCIACIÓN

Ninguna.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: María Angélica Pico Pico, Rosa Gabriela Camero Berrones, Edwin Fabricio Lozada Torres, Luis Rafael Freire Lescano.

Curación de datos: María Angélica Pico Pico, Rosa Gabriela Camero Berrones, Edwin Fabricio Lozada Torres, Luis Rafael Freire Lescano.

Análisis formal: María Angélica Pico Pico, Rosa Gabriela Camero Berrones, Edwin Fabricio Lozada Torres, Luis Rafael Freire Lescano.

Investigación: María Angélica Pico Pico, Rosa Gabriela Camero Berrones, Edwin Fabricio Lozada Torres, Luis Rafael Freire Lescano.

Metodología: María Angélica Pico Pico, Rosa Gabriela Camero Berrones, Edwin Fabricio Lozada Torres, Luis Rafael Freire Lescano.

Administración del proyecto: María Angélica Pico Pico, Rosa Gabriela Camero Berrones, Edwin Fabricio Lozada Torres, Luis Rafael Freire Lescano.

Recursos: María Angélica Pico Pico, Rosa Gabriela Camero Berrones, Edwin Fabricio Lozada Torres, Luis Rafael Freire Lescano.

Software: María Angélica Pico Pico, Rosa Gabriela Camero Berrones, Edwin Fabricio Lozada Torres, Luis Rafael Freire Lescano.

Supervisión: María Angélica Pico Pico, Rosa Gabriela Camero Berrones, Edwin Fabricio Lozada Torres, Luis Rafael Freire Lescano.

Validación: María Angélica Pico Pico, Rosa Gabriela Camero Berrones, Edwin Fabricio Lozada Torres, Luis Rafael Freire Lescano.

Visualización: María Angélica Pico Pico, Rosa Gabriela Camero Berrones, Edwin Fabricio Lozada Torres, Luis Rafael Freire Lescano.

Redacción - borrador original: María Angélica Pico Pico, Rosa Gabriela Camero Berrones, Edwin Fabricio Lozada Torres, Luis Rafael Freire Lescano.

Redacción - revisión y edición: María Angélica Pico Pico, Rosa Gabriela Camero Berrones, Edwin Fabricio Lozada Torres, Luis Rafael Freire Lescano.