

Using SME to build a method for usability and accessibility evaluation in small software development companies.

Usando SME para la construcción de un método para la evaluación de usabilidad y accesibilidad en pequeñas empresas desarrolladoras de software.

Carlos Andrés Casas D ^{1*} , Vanessa Agredo Delgado ² , Pablo H. Ruiz ³ 

¹ Unicomfacaucá; carloscasas@unicomfacaucá.edu.co

² Grupo MIND - Unicomfacaucá; vagredo@unicomfacaucá.edu.co

³ Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD; pablo.ruiz@unad.edu.co

* Correspondencia: carloscasas@unicomfacaucá.edu.co.

Recibido: 16/ 01/2024

Aceptado: 26 /02/2024

Fecha de Publicación:27/11/2024



Derechos de autor: © 2024

Resumen: La usabilidad garantiza que una aplicación software sea eficaz, eficiente y satisfactoria, mientras tanto, la accesibilidad se encarga de verificar que el software desarrollado pueda ser utilizado por todo tipo de persona independientemente de sus cualidades y/o habilidades. Estas dos características son claves para brindar productos software de calidad. Sin embargo, las pequeñas empresas desarrolladoras de software no cuentan con el personal, conocimiento, herramientas y tiempos necesarios para llevar a cabo el proceso de evaluación de estas características, dando como resultado la omisión de estas evaluaciones en los procesos de desarrollo de software. La finalidad de construir un método liviano, es que, dentro del proceso de desarrollo de estas empresas, sea posible ejecutar de manera guiada, sencilla y correcta las evaluaciones de usabilidad y accesibilidad. Para la construcción de dicho método se utilizó la (Situational Method Engineering-SME), dando como resultado la estructura del método, que consta de 5 actividades con sus respectivas tareas y formatos, siendo sometida a evaluación de expertos validando su facilidad de uso, utilidad y completitud obteniendo como resultado que es un método medianamente fácil de usar, útil y completo, con elementos de su estructura que debieron de mejorarse. Adicionalmente se validó su facilidad de uso y completitud en un caso de estudio, obteniendo resultados positivos.

Palabras clave: Usabilidad; Accesibilidad; Evaluación; Método liviano; Desarrollo de software.

Abstract: Usability guarantees that a software application is effective, efficient, and satisfactory; meanwhile, accessibility ensures that the developed software can be used by all types of people regardless of their qualities and/or abilities. These two characteristics are key to providing quality software products. However, small software development companies do not have the personnel, knowledge, tools, and time necessary to carry out the evaluation process of these characteristics, resulting in the omission of these evaluations in the software development processes. The purpose of building a lightweight method is that within the software development process of small companies, it becomes possible to execute in a guided, simple, and correct way, the usability and accessibility evaluations. For the construction of this method, the Situational Method Engineering-SME was used, resulting in the structure of the method, which consists of 5 activities with their respective tasks and formats, being subjected to expert evaluation validating its ease of use, usefulness, and completeness, obtaining as a result that it is a method moderately easy to use, useful, and complete, with elements of its structure that should be improved. Additionally, its ease of use and completeness were validated in a case study, obtaining an optimal response in the process.

Keywords: Usability; Accessibility; Evaluation; Light method; Software development.

DOI: <https://doi.org/10.57173/ritc.v1n18a7>

1. Introducción

La web al día de hoy ha llevado a cabo una serie de transformaciones y actualizaciones con el fin de brindar experiencias positivas, herramientas y una plataforma llamativa, eficaz y eficiente para los usuarios [1], [2], [3], estas características se pueden evidenciar desde la web 1.0 hasta la 4.0 donde se especifica su evolución, claramente existe aún mucho por desarrollar[4], principalmente en cuanto a la usabilidad y accesibilidad de estos sitios web o medios digitales, dado que estas características no han sido abordadas en su totalidad y en muchos casos aún siguen siendo desconocidas [3], [5], [6], [7]. Aquí entra la problemática de que es cada vez mayor el número de usuarios que utilizan estos medios digitales en tareas del diario común [2], [5], [8], muchas de las tareas del día son ejecutadas por estos medios y es necesario que estas contengan los elementos adecuados para que el usuario las pueda utilizar de forma sencilla, sin importar si tiene algún problema cognitivo, físico, de experiencia, o conocimiento [3], [9], [10]. En este mismo sentido, etapas como la pandemia del COVID-19 demostró la importancia de ofrecer software de calidad, usable y accesible, esto debido a que, en esta temporada un gran porcentaje de los trabajos y tareas (sin importar los usuarios) se desarrollaron de manera remota, digital y muchos sistemas se quedaron con esta modalidad, es aquí donde existe la necesidad de que las empresas desarrolladoras de software, cuenten con herramientas, conocimiento, y tiempo necesario para brindar productos de calidad, que sean usables y accesibles [11], [12], [13], [14]. Sin embargo, en muchos casos existe desconocimiento sobre estos temas u omisión por parte de los desarrolladores o por las mismas empresas [2], [15], dado que realizar estas evaluaciones requiere de personal especializado con conocimientos en usabilidad y accesibilidad, recursos económicos, tiempo y espacios para la ejecución de estas. El principal problema sucede cuando, las pequeñas empresas desarrolladoras de software o desarrolladores independientes, muchas veces no cuentan con estas posibilidades para evaluar de manera correcta el software [16], [17], [18], generando así malas evaluación u omisión de estas, dando como resultado un software que no contiene las características necesarias para afirmar que es usable y accesible, por lo tanto, todavía existe un gran desafío relacionado con tener estas características en las aplicaciones desarrolladas [5], [12], [19], [20], [5]. Teniendo en cuenta lo anterior, existe la necesidad de definir un método que permita ejecutar estas evaluaciones de forma rápida, sencilla y eficaz, además de que permita ser ejecutado por personas con conocimientos básicos en usabilidad y accesibilidad, con el fin de que todo tipo de empresa pueda adaptarlo a sus necesidades, y de esta manera se pueda brindar software de calidad, usable y accesible que contenga las características necesarias para suplir el mayor porcentaje de necesidades para todo tipo de usuario que acceda a estos. Por lo tanto, ejecutando las actividades de la Ingeniería de Método Situacional (Situational Method Engineering – SME) [16], [21], se construyó un método que permitiera evaluar la usabilidad y accesibilidad de los productos software construidos por pequeñas empresas desarrolladoras. Al finalizar todo el proceso de ejecución de la SME, se obtuvo como resultado la estructura del método el cual está dado por: 8 actividades definidas, las cuales tienen sus respectivas tareas y formatos, posteriormente esta primera versión es sometida a una serie de evaluaciones con expertos para verificar su facilidad de uso, utilidad y completitud, obteniendo como resultado que este contenía un lenguaje muy técnico que no permitía ser fácil de entender, la estructura no era la más idónea, además se notaba la necesidad de contar con una guía gráfica que permitiera guiar de mejor forma a quien realice la evaluación, con estos resultados se genera la optimización del método obteniendo una versión mejorada. Con esta nueva versión, el método se aplicó en un ambiente educativo, con la finalidad de evaluar su facilidad de uso y completitud, obteniendo como resultado que a comparación de los resultados obtenidos en la prueba anterior, la nueva versión cuenta con elementos que facilitan la aplicación del método, aunque por otro lado se evidencia que la actividad 2 (planificación de evaluaciones) causa confusión en el proceso al igual que algunos formatos al no estar identificados a la tarea

que corresponden, teniendo en cuenta estos resultados se obtiene una nueva versión obteniendo como resultado 6 actividades con sus tareas y formatos identificados y optimizados para mejorar la facilidad de uso del método. Este artículo se divide de la siguiente manera: Sección 2: Conceptos y trabajos relacionados; Sección 3: Método de investigación y hallazgos; Sección 4: Ingeniería método situacional (SME); Sección 5: Construcción del método; Sección 6: Discusión; y finalmente, la Sección 7: Conclusiones y trabajo futuro.

2. Estado del arte

2.1. Conceptos

A continuación, se explican los conceptos utilizados y necesarios para comprender el tema a lo largo del artículo.

2.1.1. Usabilidad: Definida por la norma ISO 9241 como: “la medida en que un producto puede ser utilizado por usuarios específicos para lograr objetivos específicos con eficacia, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso específico” [5], [6], [8], [22], [23], [24], [25], [26], según ISO 9241-210, consiste en la percepción y las respuestas de una persona resultantes del uso o uso anticipado de un producto [13], [15], [23].

2.1.2. Accesibilidad: Se define básicamente como que cualquier persona independientemente de sus cualidades, características, habilidades pueda acceder de igual manera a los servicios o productos por igual [10], [27], la ISO 9241-11 presenta la accesibilidad como la medida en que los productos, sistemas, servicios, entornos e instalaciones pueden ser utilizados por personas de una población con la gama más amplia de necesidades, características y capacidades de usuario para lograr objetivos identificados en contextos de uso identificados [5], [8], [15].

2.1.3. Método: Es un modo, manera o forma de realizar algo de forma sistemática, organizada y/o estructurada. Hace referencia a una técnica o conjunto de actividades para desarrollar una tarea [28]. Con la utilización del método es factible trabajar no sólo con categorías normativas, sino mediante conceptos operacionales que permiten medir hechos, situaciones o acontecimientos que se han definido como problemas de investigación [4].

2.1.4. Método liviano: En nuestro contexto se refiere a un método que puede ser utilizado sin muchas complicaciones, cuenta con características de sencillez, rapidez para su ejecución y facilidad de utilización.

2.2. Trabajos relacionados

2.2.1. Crowdsourcing-based web accessibility evaluation with golden maximum likelihood inference [29].

Aquí se propone un sistema de evaluación de accesibilidad web basado en crowdsourcing con un diseño especial sobre evaluación manual, que se organiza en cuatro módulos, 1. Modulo preparación: en el cual se seleccionan las páginas a evaluar, las pautas que se seguirán como por ejemplo WCAG, y se clasifican por metodología a evaluar si manual o automática. 2. Evaluación manual: se asignan tareas a diferentes trabajadores para que sean ejecutadas y evaluadas manualmente dando a cada trabajador una respuesta de su experiencia en el proceso. 3. Evaluación automática: por medio de un software se generan evaluaciones automáticas obteniendo sus debidos resultados. 4. Edición y generación de informes: Finalmente con toda la información obtenida anteriormente se genera un análisis de datos que da como resultado final uno o varios informes. Gracias a este método de evaluación de accesibilidad basado en crowdsourcing pueden proporcionarse resultados de evaluación confiables al agregar respuestas de personas no expertas con habilidades heterogéneas.

2.2.2. Measuring and improving the quality of development processes based on usability and accessibility [15].

Este trabajo surge de la necesidad de contar con un marco capaz de medir la madurez de los procesos destinados a desarrollar software usable y accesible, dado que hay un número reducido de modelos de madurez de capacidad centrados en optimizar el proceso de desarrollo centrado en el usuario. El objetivo principal de MODE-CUA es ayudar a las empresas a llevar a cabo un enfoque guiado y sistematizado centrado en el usuario para el desarrollo de productos de software utilizables y accesibles, que permitan mejorar y determinar la calidad de sus procesos. MODE-CUA consta de siete procesos mejorados de ISO/TR 18529 a los que han aportado ocho nuevas actividades basadas en ISO 9241-210 e ISO 9241-20, 11 actividades y procesos adaptados y nueve actividades renombradas. Además, integraron 127 nuevos productos de trabajo utilizados y generados por dichas nuevas actividades. Además, propusieron un modelo de evaluación de la madurez de la capacidad, denominado U+A SPICE. Inspirado en ISO/IEC 15504, U+A SPICE que permite medir cuantitativamente la madurez de capacidades frente a las actividades y productos de trabajo propuestos en MODE-CUA.

2.2.3. Neurological and physiological measures to evaluate the usability and user-experience (UX) of information systems: A systematic literature review [22].

Consta de una revisión sistemática de la literatura que representa una gran contribución para la investigación de aplicaciones basadas en interacción humano computador, particularmente en el campo de la evaluación de la usabilidad y la experiencia de usuario. Brinda una descripción general extensa sobre qué tipo de medidas neurológicas y fisiológicas se utilizan principalmente para la evaluación de la experiencia de usuario y usabilidad. Además, proporciona una revisión detallada sobre la variedad de tipos de aplicaciones y áreas donde se utilizan varios tipos de medidas neurológicas y fisiológicas para el propósito mencionado. También analiza cómo la importancia de la experiencia de usuario y el enfoque de usabilidad han cambiado a lo largo de los años dentro de un período de tiempo determinado junto con los resultados de la investigación. Finalmente, esta revisión de la literatura proporciona algunas recomendaciones para delinear una serie de futuras oportunidades de investigación para esta área en cuestión.

2.2.4. Accessibility and Software Engineering Processes: A Systematic Literature Review [10].

Este es un documento que explica las pautas y recomendaciones de uso para hacer un contenido Web Accesible para Personas con Discapacidad (Global Alliance Red, 2019c). WCAG está diseñado para ayudar a los desarrolladores front-end, pero también es útil para ayudar a los desarrolladores de herramientas de evaluación, desarrolladores de herramientas de auditoría, y desarrolladores de herramientas de validación y control de calidad. El contenido web se clasifica en diferentes niveles (A, AA, AAA) dependiendo de si el contenido cumple o no con los criterios de conformidad de cada nivel. Cumplir con el documento WCAG 2.0 permitirá a los desarrolladores hacer que el contenido sea más accesible para los usuarios con problemas físicos o cognitivos, entre los que podemos encontrar personas con ceguera y baja visión, sordera y pérdida auditiva, restricciones de movimiento, trastornos del habla, sensibilidad a la luz y patrones, limitaciones y problemas de aprendizaje.

2.2.5. A4U - An approach to evaluation considering accessibility and usability guidelines [20].

El proyecto, ofrece una herramienta alternativa para evaluar la usabilidad y accesibilidad de forma automática, diferenciándose de sus competidoras porque permite la incorporación de resultados de evaluación obtenidos de otras herramientas, permite almacenar decisiones del evaluador, y considera evaluación conjunta de usabilidad y accesibilidad, brinda un diseño fácil y sencillo de utilizar, buscando que se pueda utilizar por cualquier persona. El objetivo o foco principal de A4U no es ser más que sus

competencias sino aprovechar los resultados de sus valoraciones, apoyando al evaluador en el contraste y la toma de decisiones.

Considerando los trabajos relacionados anteriores, se puede observar que, principalmente se busca aportar a la solución de omitir las evaluaciones de las características de usabilidad y accesibilidad en el proceso de desarrollo de software, el problema es que la mayoría de los proyectos mostrados se centran en solo evaluar una de las dos características, por lo tanto, no abarcan todas las necesidades evidenciadas, otro aspecto a tener en cuenta es que los procesos no se centran en tener al usuario final como centro del desarrollo sin descuidar los otros aspectos, y finalmente sigue existiendo la necesidad de contar con expertos para poder llevar a cabo los procesos de evaluación, teniendo esto en cuenta se parte de estas problemáticas y necesidades para realizar esta investigación y aportar a mejorar estas problemáticas presentadas y que están en investigación.

3. Método de investigación

Como principal punto de partida para la construcción del método liviano, se planeó, diseñó y ejecutó una revisión sistemática de la literatura (RSL), teniendo en cuenta la metodología propuesta por Barbara Kitchenham y Beretron [30], la cual está estructurada de la siguiente manera: Fase 1 - Planeación de la búsqueda sistemática, la cual involucra identificar las bases de datos a analizar, las posibles cadenas de búsqueda, desarrollo de preguntas de investigación y criterios de exclusión e inclusión. Fase 2 - Ejecución, la cual consta de seguir y aplicar la planeación previamente realizada. Fase 3 - Presentación de los resultados, de acuerdo a las preguntas de investigación definidas en la Fase 1, se presenta el análisis de los resultados obtenidos en la ejecución de dicha revisión, contestando cada una de las preguntas planteadas. Adicionalmente, para la Fase 2 de ejecución se tuvo en consideración las pautas sugeridas por Codina [31].

3.1. Resultados de la revisión sistemática de la literatura (RSL).

Como primer paso se diseñó una cadena de búsqueda global con el objetivo de implementarla en las bases de datos seleccionadas, en segundo paso se analizaron y seleccionaron las siguientes bases de datos, IEEE Explorer, Scopus, Web of Science, ACM Digital Library, ScienceDirect y Google académico, posteriormente, considerando la cadena de búsqueda principal, se desarrolló una cadena de búsqueda específica para cada una de las bases de datos seleccionadas. Inicialmente se obtuvo como resultado un total de 430 artículos, a los cuales le fueron aplicados los criterios de inclusión y exclusión, además de eliminar artículos duplicados dando como resultado 109 artículos de interés, los cuales fueron evaluados y analizados en su totalidad, obteniendo finalmente 31 artículos, siendo estos denominados artículos primarios, los cuales fueron utilizados para responder a las diferentes preguntas de investigación planteadas y a partir de los hallazgos obtenidos tener una base fundamental para la construcción del método de evaluación de usabilidad y accesibilidad para pequeñas empresas.

Como resultado de la RSL, muchos de los artículos primarios han realizado evaluaciones de usabilidad o accesibilidad en productos software, páginas web, aplicaciones móviles ya lanzadas o publicadas en el mercado, como resultado estas evaluaciones nos muestran que la mayoría de los productos sometidos a evaluación, cuentan con problemas de usabilidad y accesibilidad, evidenciando que las empresas no realizan los procesos de evaluación de usabilidad y accesibilidad o se las pasan por alto, debido a desconocimiento, falta de recursos, tiempos de entrega cortos que obligan al desarrollador a darle prioridad a otras funciones del software [1], [32], [33]. Se evidencia que esta problemática se presenta mayormente con el tema de accesibilidad, dado que no existen muchos estudios enfocados a esta característica y gran parte de los desarrolladores aun la desconocen, en cuanto a la usabilidad esta si es mayormente conocida y existen estudios enfocados en brindar herramientas [19], pautas, y sugerencias para ofrecer

evaluaciones de usabilidad. La usabilidad cuenta con métodos estipulados que certifican resultados reales, también cuenta con indicadores, pautas, heurísticas y métricas que permiten medirla de forma cuantitativa y cualitativa, cada métrica está vinculada a un indicador lo que facilita un poco más entender y aplicar dichos métodos, los cuales necesitan de expertos para su aplicación, lo que para una empresa pequeña conlleva en costos adicionales, necesidad de personal y tiempos con los cuales no cuentan en su mayoría. En el caso de la accesibilidad esto es diferente, aunque existen algunos indicadores, pautas y criterios de conformidad, las métricas que existen no están directamente vinculadas a un indicador o pauta, esto dificulta un poco la medida de la característica, la cual se realiza mayormente verificando criterios de conformidad. La accesibilidad es un asunto complicado que involucra la consideración de muchos aspectos, incluidas las características de los sistemas basados en la web[2], [15], las características de los grupos con discapacidades, los efectos de los archivos integrados y las funciones de las tecnologías de asistencia[7], [19], [34], por lo tanto, existe necesidad de expertos para aplicar y ejecutar los métodos, estos expertos involucran recursos y costos adicionales para las empresas, además de que dependiendo del tamaño del proyecto se van a necesitar una cierta cantidad de expertos que no siempre estarán disponibles. También se pudo evidenciar con la revisión de la literatura que, el mayor reto se encuentra en conocer y tener en cuenta los diferentes perfiles de usuario [2], [15], [23], [35], [36], [37], dado que esto es lo más importante para tener en cuenta para satisfacer las necesidades del usuario final, al no tener al usuario final como centro del desarrollo, se van a descuidar características importantes que debe tener un software para que sea usable y accesible. En conclusión tener en cuenta la usabilidad y accesibilidad es un factor determinante para brindar software de calidad[5], [15], [19], [20], [22], igualmente estas dos características son quienes se preocupan de satisfacer las necesidades del usuario final, por lo tanto es importante evaluar hacia qué usuario va dirigido el software y de esta manera cubrir las necesidades de este, si se quiere destacar en el mercado y obtener buen recibimiento por parte el usuario no se debe omitir ni desmeritar ninguna de las dos características, igualmente se debe trabajar en mermar los costos, personal y tiempo de ejecución de los procesos de evaluación y aplicación de los métodos y principalmente cambiar el pensamiento del desarrollador y empezar a instruir de forma que se conozca el valor e importancia de estas dos características en la calidad de los productos desarrollados.

4. Ingeniería de método situacional (Situational Method Engineering - SME)

Para llevar a cabo la construcción del método, primero se llevó a cabo la revisión sistemática de la literatura, la cual sirvió de insumo principal para su construcción. Posteriormente se realizó una revisión de la literatura más pequeña con el fin de caracterizar las necesidades y procesos que actualmente tienen las empresas desarrolladoras de software, y tercero se realizó un total de 3 entrevistas a desarrolladores de software con la finalidad de conocer más a fondo, y de un entorno real, las opiniones, sugerencias y discusiones de las personas que día a día se enfrentan a este tipo de situaciones en el ámbito laboral.

Una vez recolectada y analizada esta información, se utilizó el método de Ingeniería de método situacional - SME, la cual tiene como objetivo diseñar, construir y adaptar métodos, técnicas y herramientas para el desarrollo de sistemas de información [21], es la subárea de la ingeniería de métodos que se dedica a la construcción controlada, formal y asistida por computadora de métodos situacionales a partir de fragmentos. Un método puede definirse como un enfoque para llevar a cabo un proyecto de desarrollo de sistemas de software, basado en una forma específica de pensar, que consiste en directrices, reglas y heurística, estructurada sistemáticamente en términos de actividades de desarrollo, con el correspondiente desarrollo, productos de trabajo y roles de los desarrolladores, En la elaboración del método se siguió el apoyo metodológico SME [16], [21], utilizando sus tres actividades generales: Definición de requerimientos estratégicos, Selección de

componentes del método y Montaje de los componentes seleccionados. Estas actividades se llevaron a cabo siguiendo un ciclo de vida iterativo e incremental. Cada iteración corresponde a un ciclo completo, lo que significa crear el mismo conjunto de actividades, pero por cada ciclo crear una nueva versión del método propuesto [16], [21].

4.1. Elementos básicos del método.

Primero se debe de acuerdo a la información recolectada, considerando los resultados obtenidos de la literatura, las entrevistas realizadas y el respectivo análisis de estos, identificar un conjunto de oportunidades de mejora, determinando aquellas necesidades existentes que aún no han sido resueltas, y que una vez resueltas contribuyan a mejorar la evaluación de la usabilidad y accesibilidad en el desarrollo de software, para de esta manera incluir aquellos elementos que son requeridos en el proceso de construcción del método y así solventar las deficiencias. Las principales oportunidades de mejora identificadas de acuerdo a la información recolectada son: generar tiempos de implementación más cortos considerando elementos de evaluaciones de usabilidad y accesibilidad, determinar fácilmente cuales son los métodos a utilizar para cada evaluación, cambiar el concepto sobre usabilidad y accesibilidad del desarrollador y la empresa inculcando la importancia de estos, establecer un método simple pero eficiente para involucrar la evaluación tanto de usabilidad y accesibilidad, mermar la dependencia de expertos para cada una de las evaluaciones.

4.2. Actividad 1 SME - Especificación de los requisitos del método.

Del análisis de estas oportunidades de mejoras identificadas y de acuerdo a la RSL, se determinó que es necesario definir un proceso que guíe y apoye el paso a paso para evaluar usabilidad y accesibilidad de los productos construidos por empresas desarrolladoras de software, de forma que se diseñe un método con cada uno de sus elementos, el cual permita orientar la evaluación y tener en cuenta el desempeño de los participantes al cumplir con los objetivos. Por otro lado, es importante que el método incluya elementos simples, colaborativos, con tiempos de ejecución cortos y precisos, además de brindar acuerdos dentro y entre el equipo de evaluación. De esta manera se especifican los requisitos del método:

- La satisfacción del cliente debe ser tomada en cuenta.
- Guiar el paso a paso de la ejecución de todo el método.
- Dividir el desarrollo en entregas frecuentes.
- Posibilidad de retroalimentación entre el equipo y el cliente durante el proceso.
- Proporcionar las herramientas requeridas para su ejecución.
- El diálogo cara a cara como método para comunicar información dentro de un equipo de desarrollo.
- La simplicidad es esencial.
- Debe permitir un fácil acceso a su ejecución.
- Debe tener una descripción formal.
- Debe proporcionar componentes reutilizables.
- No debe necesitar expertos
- Tiempos de implementación cortos.

4.3. Actividad 2 SME - Selección de componentes del método.

Caracterización del entorno, esta tarea tiene como objetivo identificar aspectos generales, características y elementos del contenido del método que han sido investigados, analizados o utilizados anteriormente en otros métodos, y que buscan agilizar los procesos de evaluación de usabilidad y accesibilidad en el contexto tecnológico. Además de estructurar los elementos que se incorporan en las definiciones de los artículos primarios definidos en la revisión sistemática de la literatura. En este apartado se identificaron los siguientes aspectos, elementos y características que deben ser considerados para la construcción del método:

- Comprender valores y principios del manifiesto ágil.
- Definir roles, responsabilidades y tareas para la ejecución de la prueba de evaluación de usabilidad y accesibilidad.
- Definir el objetivo de las evaluaciones de usabilidad y accesibilidad.
- Definir los artefactos o elementos que se utilizarán para gestionar el trabajo y facilitar la comunicación.
- Realizar trabajo colaborativo entre el grupo y el experto en usabilidad o accesibilidad.
- Definir eventos, reuniones planificadas que permiten facilitar la colaboración, planeación y revisión del progreso.
- Establecer técnicas para medir el nivel de adopción y éxito del método.
- Identificar y comprender el perfil del usuario final.
- Identificar el método de evaluación más apropiado.
- Realizar pruebas basadas en usuarios.
- Cada tarea debe tener una variabilidad, donde se define si cada tarea debe ejecutarse obligatoriamente o no, y cuáles se ejecutan dependiendo del contexto.
- Retroalimentación continua.

Comparación de los elementos de contenido del método, esta tarea tiene como objetivo identificar los elementos base comunes que formarían parte del método liviano mediante la comparación de elementos obtenidos de las fuentes de información o los denominados artículos primarios. En esta tarea se detallan en profundidad las características que se van a tener en cuenta para el éxito del método entre los que encontramos:

Artículos primarios

- Caracterización del equipo [6], [20], [29], [32].
- Asignación de roles y responsabilidades [6], [20], [29], [32].
- Asignación de los grupos [5], [6], [20], [29], [32], [38].
- Entrevistas con los grupos de trabajo [5], [6], [20], [29], [32], [38].
- Diagrama de proceso.[15], [20], [29], [38]
- Planeación o cronograma de reuniones y actividades [5], [14], [15], [29], [39].
- Diseño de evaluaciones [5], [14], [15], [29], [39].

Entrevistas

- Entrevistas con el cliente.
- Talleres para discutir y retroalimentar el grupo.
- Uso de software para facilitar el proceso.

4.5. Actividad 3 SME - Montaje de los componentes del método.

La tercera actividad de la SME es el ensamblaje de los componentes del método, que permite definir la estructura que tendrán los elementos de contenido y características del método previamente identificados. Para ello se utilizó como elemento de montaje la definición de tres fases (*Fase de inicio*, donde se diseñan, planifican y construyen los elementos necesarios para posteriormente ejecutar el método en el producto software a evaluar; *Fase de desarrollo*, donde se ejecuta el método, aplicando lo previamente diseñado en el producto software seleccionado; y finalmente, la *Fase de Medición*, donde se evalúa el desempeño de los participantes, y se brinda la retroalimentación sobre el producto evaluado en cada una de sus características). Cada una de las fases está formada por un conjunto de actividades del método, cada actividad se compone por una serie de tareas, las cuales contienen descripción pasos y formatos que guían su ejecución. Cada una de las actividades con sus tareas y formatos están estructuradas como se indica en la *Figura 1*.

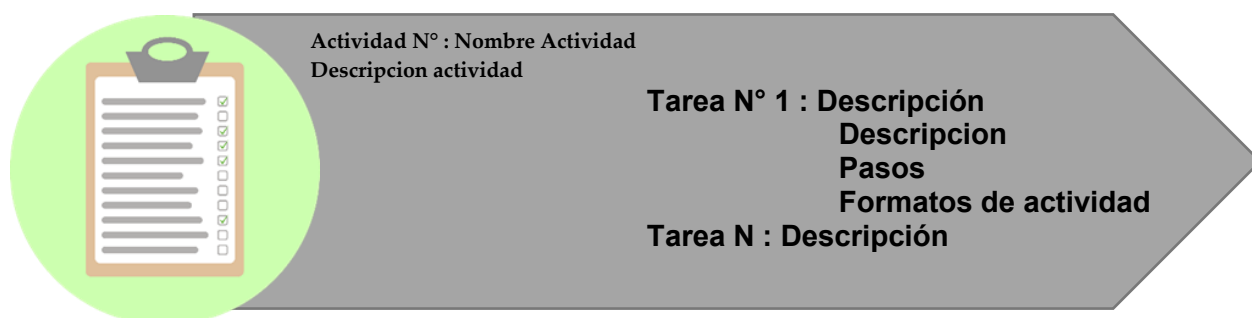


Figura 1. Montaje de los componentes del método.

5. Construcción del método

Como se dijo previamente, y teniendo en cuenta lo anterior, para brindar software de calidad es indispensable evaluar de manera correcta y eficaz la usabilidad y accesibilidad de los productos software desarrollados en pequeñas empresas. Un método liviano para evaluar estas características sería una herramienta que ayudaría a lograr este objetivo, dado que permitirá realizar estos procesos de manera más fácil, rápida, sencilla, guiada y de esta forma, obtener resultados valiosos e importantes, cabe destacar que el método debe brindar la información estructura y el paso a paso, dado que también se debe mermar la dependencia de expertos para ejecutarlas. A continuación se muestra un el flujograma de método liviano construido luego de aplicar las actividades de SME y cada una de sus validaciones realizadas hasta el momento, este tiene como fin permitir ejecutar la evaluación de usabilidad y accesibilidad de forma rápida y sencilla, brindando un camino o guía para la empresa de forma intuitiva, definiendo los roles necesarios, las tareas, herramientas y pasos para una ejecución rápida, además que permita ser entendido por todo tipo de persona sin que necesariamente sean expertos en estos temas, en el siguiente esquema se muestra gráficamente el flujograma del método de evaluación de usabilidad y accesibilidad, esta guía grafica invita a conocer el proceso que debe ser llevado a cabo durante la ejecución de este (Ver Figura 2).

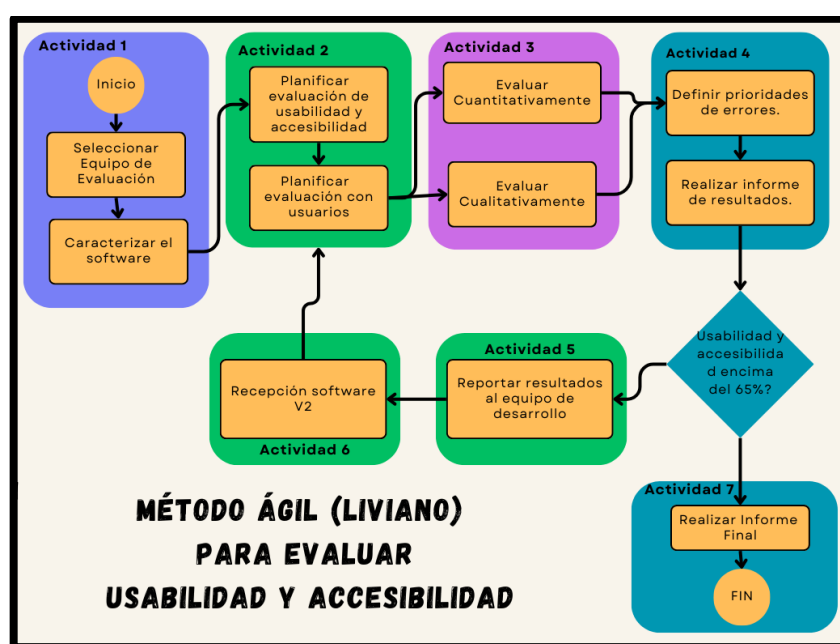


Figura 2. Flujograma con la estructura de la versión 2 del Método

5.1. *Revision por pares expertos.*

La evaluación de expertos es una modalidad de valoración de la literatura científica, o de un elemento específico en construcción, en la que se solicita a estos, en relación con su experiencia y conocimiento, la revisión del artefacto en proceso de construcción, para así obtener retroalimentación que permita mejorar y complementar el artefacto considerando la información obtenida por estas personas [40].

En este sentido, considerando la primera Versión de la estructura del método, este fue sometida a una evaluación por dos pares expertos, en donde se discutió, analizó y reflexionó acerca de los componentes, pasos, estructura y posibles falencias que este puede tener, para esto se realizó una reunión presencial donde se socializó el método y posteriormente fueron atendidas las opiniones de cada uno de los expertos, y finalmente se realizó una encuesta para verificar la utilidad, completitud y facilidad de uso del método. Gracias a los resultados de esta prueba se realizaron modificaciones como, contextualizar de mejor manera y con mayor detalle al usuario que va a ejecutar el método sobre las características que se van a evaluar, describir de manera más simple y en dialecto menos técnico cada una de las descripciones de las actividades y tareas, definir de mejor forma los formatos a utilizar, modificar la estructura del método supliendo o uniendo algunas actividades que eran irrelevantes o que estaban inmersas en otras. Además, con la encuesta realizada y las observaciones se pudo definir que el método en su primera versión no es lo suficientemente fácil de usar, dado que contaba con elementos sobrantes, un lenguaje en algunos casos muy técnico y necesidad de una guía gráfica, es medianamente completo en cuanto a las actividades, tareas que lo componen pero se puede mejorar optimizando y combinando algunas actividades además de brindar guías gráficas y ordenar formatos y es útil en cuestión de que cubre las necesidades y cuenta las características para solventar el problema de poder ejecutar las evaluaciones de forma fácil y optima. Teniendo en cuenta todas las sugerencias y observaciones por parte de los pares expertos se realiza una Versión 2 del método la cual queda mejor estructura realizando las correcciones mencionadas anteriormente, por otra parte, se diseña una página web para socializar y facilitar la ejecución del método, en esta página se describe el método y se sigue cada actividad con sus respectivas tareas y plantillas, de tal manera que se haga un rastreo del proceso mucho más fácil.

5.2. *Caso de estudio*

Se define un caso de estudio como una estrategia de investigación que comprenda todos los métodos con la lógica de la incorporación en el diseño de aproximaciones específicas para la recolección de datos y el análisis de éstos [41], con el fin de obtener posibles mejoras en la construcción de un artefacto específico.

Una vez obtenida la Versión 2 del método, esta fue sometida a un caso de estudio ejecutado con un total de 15 estudiantes de últimos semestres de la corporación Universitaria Comfacaucá – Unicomfacaucá de la ciudad de Popayán - Colombia, cabe resaltar que estos estudiantes contaban con conocimientos básicos sobre usabilidad y accesibilidad. Para llevar a cabo este proceso primero se realizó una contextualización del método (Ver Figura 3.), se explicó brevemente la página web que contenía la información, se describieron los roles y tareas para la ejecución del caso de estudio, una vez contextualizada la actividad se realizó la formación de grupos de 3 integrantes e identificaron los roles necesarios para el método en cada grupo, igualmente se seleccionaron estudiantes para cubrir los roles de usuario final y comenzar a desarrollar la actividad siguiendo cada una de las actividades y tareas del método (Ver Figura 4). Al final de la prueba se realizó un cuestionario con la finalidad de evaluar la facilidad de uso y completitud del método y medir la experiencia de los estudiantes. Como resultado se obtiene que el método a comparación de la versión anterior es mucho más intuitivo y fácil de utilizar, se evidencia que aún se requiere una descripción más simple y fácil de

entender de las tareas y actividades, además existen actividades que no son necesarias o pueden ser ejecutadas como tareas de otra actividad específicamente la actividad 2 (planificación de evaluaciones), los formatos del método deben ser identificados con la tarea a la que pertenecen dado que hubo confusión en este aspecto, y finalmente dar una contextualización más específica en cada una de las tareas y utilización de cada formato. Teniendo en cuenta todas las sugerencias y observaciones durante la actividad se realiza una mejora del método obteniendo la Versión 3 la cual debe ser sometida a nuevas evaluaciones y mejoras.



Figura 3. Socialización del caso de estudio



Figura 4. Ejecución del caso de estudio

6. Discusión

El método de evaluación de usabilidad y accesibilidad propuesto en este artículo brinda una herramienta que puede resultar exitosa en una correcta evaluación de usabilidad y accesibilidad, sin embargo, teniendo en cuenta las pruebas realizadas cabe destacar que este debe continuar con una mejora constante y optimización, a partir de nuevos experimentos o casos de estudio, que den los insumos necesarios para nuevas y mejores versiones. Por su parte, la Versión 1 evaluada por expertos contaba con una buena base, pero carecía de definiciones claras, detalladas y más precisas para el público al cual iba destinado, recordemos que el método está pensando para profesionales no expertos, lo cual en esa primera versión no estaba muy específico. Con las mejoras desarrolladas de la evaluación de expertos, se obtuvo una Versión 2, una versión mejor estructurada y más completa, dado que en el caso de estudio se evidenció una mejor recepción por parte de los estudiantes, donde se evidenció que el 63.6% de los estudiantes está en acuerdo que el método es fácil de utilizar, el 9.1% está totalmente en acuerdo, y solo un 27.3% está neutral, obteniendo un resultado positivo. En el caso de saber si el método contiene las características necesarias para decir que es fácil de entender, aplicar y seguir el paso a paso por personas que no son expertas en usabilidad y accesibilidad, obtenemos que un 63.6% está en acuerdo, un 18.2% en total acuerdo y solo un 18.2% neutral, dando también un resultado positivo. Para saber si el método realmente resuelve el problema de ejecutar las evaluaciones de usabilidad y accesibilidad de manera fácil obtenemos un 36.4% totalmente en acuerdo, un 36.4% en acuerdo y un 27.3% neutral, teniendo resultado positivo. En el caso de interpretar los resultados tenemos un 72.7% que responde que es fácil y claro interpretar resultados y un 27.3% que indica que no, por lo tanto, aunque los resultados no son para determinar del todo, que el método no es fácil y claro, es necesario generar una versión con mayores elementos para que la facilidad y claridad sea más evidente y de esta forma los resultados obtenidos de las evaluaciones sean fáciles de interpretar. En general se obtiene un resultado positivo, pero esto no significa que el

método se encuentra terminado o perfeccionado, existen muchas observaciones e indicaciones obtenidas que deben ser estudiados y aplicados para mejorar el método, la investigación debe continuar. De acuerdo a los resultados podemos indicar que el método cumple con las características propuestas con un diseño liviano en el sentido de ser entendido y aplicado de manera sencilla, de dar libertad de evaluar de la manera que se recomienda o ajustar el método a las necesidades de la empresa, cuenta con roles, actividades, tareas y plantillas con la finalidad de disipar vacíos, dudas, confusiones y principalmente de guiar con un paso a paso cada una de las evaluaciones de usabilidad y accesibilidad que se requieran, permitiendo que al llevar las actividades tal cual están descritas se puede llegar al objetivo final de manera rápida y eficaz. Cada uno de los elementos del método permiten cumplir con las necesidades requeridas, por su parte, los roles especifican las tareas que se deben realizar, las actividades describen su estructura y su finalidad, las tareas son las acciones que se deben realizar, indicando el paso a paso de lo que se debe hacer y los formatos permiten guiar más detalladamente cómo ejecutar dichas acciones definidas en las tareas, de tal forma que todo sea más sencillo y fácil de ejecutar.

7. Conclusiones y trabajo futuro

La usabilidad cuenta con estudios enfocados en mejorar esta característica, es además una característica que es conocida y tenida en cuenta en mayor medida, con respecto a la accesibilidad. Considerando la revisión de la literatura realizada, se pudo identificar también que, existen herramientas ya estipuladas para la verificación de estas dos características, aunque muchas requieran de recursos, tiempos, y personal experto que no todas las empresas desarrolladoras de software pueden tener. En este sentido, al brindar un método simple, sencillo y guiado, se contribuye a tener en cuenta la usabilidad y accesibilidad en los productos desarrollados por pequeñas empresas, aprovechando los elementos con los que cuentan y sin la necesidad de requerir elementos adicionales, pero esto realmente depende en su mayor parte de la empresa y sus metas u objetivos, dado que, si para la empresa no existe relevancia sobre el tema, o no hay contextualización de estas, no tendrá relevancia dentro del proceso por lo tanto, no se obtendrán los objetivos esperados y se seguirán descuidando estas características. Hoy en día estas dos características son clave fundamental para brindar software de calidad, por lo tanto, debe existir un cambio de enfoque o foco de parte de todo desarrollador, claro está sin descuidar los otros temas del desarrollo.

La construcción y evaluación del método propuesto en este artículo se realizó en varias fases, la primera fue la realización de una revisión sistemática de la literatura (RSL), este fue el contenido base para la definición del método, seguido de una revisión más pequeña sobre las necesidades de las empresas y las problemática que estas tienen al evaluar estas características, además de ser complementado con entrevistas a desarrolladores de software y así conocer las necesidades en el entorno real. En segundo lugar, con la información obtenida y siguiendo las actividades y tareas de la Ingeniería de método situacional se llegó finalmente a la definición de una estructura principal del método liviano de evaluación de usabilidad y accesibilidad para pequeñas empresas. Finalmente, este método fue sometido inicialmente a una evaluación de expertos, donde se evaluó su facilidad de uso, utilidad y completitud, de acuerdo con esto se obtuvo que es medianamente fácil de usar, útil en el sentido que cumple con su propósito y medianamente completo. Con las correcciones realizadas se generó una segunda versión del método, la cual fue aplicada en un caso de estudio en estudiantes universitarios que usaron dicho método, con el fin de analizar las falencias, generar retroalimentación, de esta manera optimizar el método y obtener una versión mejorada de la versión obtenida en el SME. En este caso de estudio se evaluó la facilidad de uso y se obtuvo que a comparación con la versión anterior esta es mayormente usable al ser comprendida con mayor facilidad. Una vez optimizado con el método se brinda una herramienta, con pasos,

roles, tareas y actividades, donde al seguir cada instrucción se espera realizar una evaluación completa de usabilidad y accesibilidad y obtener resultados relevantes para generar productos de calidad.

Como trabajo futuro principalmente se debe seguir investigando y optimizando el método, además sería de gran apoyo poder sistematizar el método para que su aplicación sea más sencilla, se pueda calcular el porcentaje tanto de usabilidad y accesibilidad de manera automática, los resultados obtenidos en el proceso den mayor información para la empresa de desarrollo y finalmente desarrollar una aplicación probablemente web que sirva como herramienta para facilitar la aplicación del método ya construido en el sentido de que solo con los datos que solicite permita generar el informe final de la evaluación y que esta gestión de cada uno de los formatos sea guiado por dicha aplicación web.

Referencias

- [1] Sandra M. Hurtado, Jessica Pimentel, y Gabriel E. Chanchí, "Estudio comparativo de métodos de evaluación de usabilidad para sitios web", *DIALNET*, pp. 126–136, 2018.
- [2] Andrés Paniagua L, Diana Bedoya R, y Carlos Mera, "Un método para la evaluación de la accesibilidad y la usabilidad en aplicaciones móviles", *TecnoLógicas*, vol. 23, pp. 99–117, 2020.
- [3] Víctor Chimarro C, Bertha Mazón O, y Joffre Cartuche C, "La usabilidad en el desarrollo del software", *Utmach*, 2015.
- [4] U. Nacional, A. De, M. México, A. Hintelholher, y R. Marissa, "Estudios Políticos", 2011, [En línea]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=426439549004>
- [5] A. De Lima Salgado, F. M. Federici, R. P. De Mattos Fortes, y V. G. Motti, "Startupworkplace, mobilegames, and older adults: A practical guide on UX, usability, and accessibility evaluation", en *SIGDOC 2019 - Proceedings of the 37th ACM International Conference on the Design of Communication*, Association for Computing Machinery, Inc, oct. 2019. doi: 10.1145/3328020.3353948.
- [6] A. Nemeth y A. Bekmukhambetova, "Achieving Usability: Looking for Connections between User-Centred Design Practices and Resultant Usability Metrics in Agile Software Development", *Periodica Polytechnica Social and Management Sciences*, dic. 2022, doi: 10.3311/ppso.20512.
- [7] Esmeralda Serrano Mascaraque, "Accesibilidad vs usabilidad web: evaluación y correlación", *BIBLIOTECOLÓGICA*, vol. 23, núm. 0187-358X, pp. 61–103, 2009.
- [8] D. A. Mateus, C. A. Silva, M. M. Eler, y A. P. Freire, "Accessibility of mobile applications: Evaluation by users with visual impairment and by automated tools", en *IHC 2020 - Proceedings of the 19th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*, Association for Computing Machinery, Inc, oct. 2020. doi: 10.1145/3424953.3426633.
- [9] P. Angeleri, A. Blanco, J. Ceballos, y R. 2019 Titiosky, "Línea de investigación en evaluación de productos software: dificultades encontradas". Red de Universidades con Carreras en Informática, 2019.
- [10] D. M. B. Paiva, A. P. Freire, y R. P. de Mattos Fortes, "Accessibility and Software Engineering Processes: A Systematic Literature Review", *Journal of Systems and Software*, vol. 171, ene. 2021, doi: 10.1016/j.jss.2020.110819.
- [11] H. W. Alomari, V. Ramasamy, J. D. Kiper, y G. Potvin, "A User Interface (UI) and User eXperience (UX) evaluation framework for cyberlearning environments in computer science and software engineering education", *Heliyon*, vol. 6, núm. 5, may 2020, doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e03917.
- [12] M. Ahmad, S. Kanwal, M. A. Habib, y C. N. Faisal, "Usability and Accessibility Based Quality Evaluation of Apparel Websites in Pakistan", en *Proceedings - 2020 23rd IEEE International Multi-Topic Conference, INMIC 2020*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., nov. 2020. doi: 10.1109/INMIC50486.2020.9318163.
- [13] G. Delgado-Quesada, J. Porras-Fernandez, K. Araya-Orozco, y M. Chacon-Rivas, "Good Practices in Usability Testing on People with Disabilities", en *Proceedings - 2019 International Conference on Inclusive Technologies and Education, CONTIE 2019*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., oct. 2019, pp. 187–190. doi: 10.1109/CONTIE49246.2019.00043.
- [14] A. Bin Deraman y A. Salman, "Usability evaluation practices within agile development: engaging with usability agile practitioners' concerns", *J Theor Appl Inf Technol*, vol. 15, núm. 21, 2022, [En línea]. Disponible en: www.jatit.org

- [15] C. Quintal y J. A. Macías, "Measuring and improving the quality of development processes based on usability and accessibility", *Univers Access Inf Soc*, vol. 20, núm. 2, pp. 203–221, jun. 2021, doi: 10.1007/s10209-020-00726-7.
- [16] B. Henderson Sellers, J. Ralyté, P. J. Ågerfalk, y M. Rossi, *Situational Method Engineering*. 2014. doi: 10.1007/978-3-642-41467-1.
- [17] M. Kapyaho y M. Kauppinen, *Agile Requirements Engineering with Prototyping: A Case Study*. 2015.
- [18] H. Hayat y R. Cerradura, "Usability Evaluation in Practice: Selecting the Appropriate Method", en : *ICHCIUEM 2020: International Conference on Human-Computer Interaction and Usability Evaluation Methods*, 2020.
- [19] T. Alahmadi, "A multi-method evaluation of university website accessibility: Foregrounding user-centred design, mining source code and using a quantitative metric", en *Proceedings of the 14th Web for All Conference, W4A 2017*, Association for Computing Machinery, Inc, abr. 2017. doi: 10.1145/3058555.3058580.
- [20] L. A. Do Amaral, R. P. De Mattos Fortes, y T. J. Bittar, "A4U - An approach to evaluation considering accessibility and usability guidelines", en *WebMedia 2018 - Proceedings of the 24th Brazilian Symposium on Multimedia and the Web*, Association for Computing Machinery, Inc, oct. 2018, pp. 295–298. doi: 10.1145/3243082.3264666.
- [21] "Ingeniería de métodos situacionales", pp. 36–85.
- [22] T. Zaki, M. N. Islam, y T. Zaki, "Neurological and physiological measures to evaluate the usability and user-experience (UX) of information systems: A systematic literature review", *Computer Science Review*, vol. 40. Elsevier Ireland Ltd, el 1 de mayo de 2021. doi: 10.1016/j.cosrev.2021.100375.
- [23] T. X. De Godoi, L. S. Garcia, y N. M. C. Valentim, "Evaluating a usability, user experience and accessibility checklist for assistive technologies for deaf people in a context of mobile applications", en *IHC 2020 - Proceedings of the 19th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*, Association for Computing Machinery, Inc, oct. 2020. doi: 10.1145/3424953.3426631.
- [24] F. Paz, Pow-Sang, y José Antonio, "A systematic mapping review of usability evaluation methods for software development process", *International Journal of Software Engineering and its Applications*, vol. 10, núm. 1, pp. 165–178, 2016, doi: 10.14257/ijseia.2016.10.1.16.
- [25] A. I. Khan, Z. Al-Khanjari, y M. Sarrah, "Crowd sourced evaluation process for mobile learning application quality", en *Proceedings - 2017 2nd International Conference on Information Systems Engineering, ICISE 2017*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., dic. 2017, pp. 1–5. doi: 10.1109/ICISE.2017.17.
- [26] R. Sobrino-Duque, N. Martínez-Rojo, J. M. Carrillo-de-Gea, J. J. López-Jiménez, J. Nicolás, y J. L. Fernández-Alemán, "Evaluating a gamification proposal for learning usability heuristics: Heureka", *International Journal of Human Computer Studies*, vol. 161, may 2022, doi: 10.1016/j.ijhcs.2022.102774.
- [27] E. Fundingsland *et al.*, "Website usability analysis of United States emergency medicine residencies", *AEM Educ Train*, vol. 5, núm. 3, jul. 2021, doi: 10.1002/aet2.10604.
- [28] Fabián. Coelho, "SIGNIFICADOS". Consultado: el 10 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.significados.com/poesia/>
- [29] S. Song *et al.*, "Crowdsourcing-based web accessibility evaluation with golden maximum likelihood inference", *Proc ACM Hum Comput Interact*, vol. 2, núm. CSCW, nov. 2018, doi: 10.1145/3274432.
- [30] B. Kitchenham y P. Brereton, "A systematic review of systematic review process research in software engineering", *Information and Software Technology*, vol. 55, núm. 12. Elsevier B.V., pp. 2049–2075, 2013. doi: 10.1016/j.infsof.2013.07.010.
- [31] L. Codina, "Revisiones bibliográficas sistematizadas Procedimientos generales y Framework para Ciencias Humanas y Sociales", *Master Universitario en Comunicación Social*, 2018, Consultado: el 8 de julio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositori.upf.edu/>
- [32] E. G. Maida y J. Pacienza, "Metodologías de desarrollo de software", Pontificia Universidad Católica Argentina (UCA), 2015. Consultado: el 11 de julio de 2023. [En línea]. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/522/1/metodologias-desarrollo-software.pdf>
- [33] J. César y S. González, "Métodos de Evaluación de Usabilidad para Sistemas de Información Web: Una revisión", 2018.
- [34] J. Carlos *et al.*, "Accesibilidad y usabilidad web para la inclusion de personas con discapacidad Accessibility and usability web for the inclusion of people with disabilities". [En línea]. Disponible en: <http://revistas.unisimon.edu.co/index.php/identic/index>

- [35] T. Alahmadi y S. Drew, "Subjective evaluation of website accessibility and usability: A survey for people with sensory disabilities", en *Proceedings of the 14th Web for All Conference, W4A 2017*, Association for Computing Machinery, Inc, abr. 2017. doi: 10.1145/3058555.3058579.
- [36] M. A. Mascheroni, C. L. Greiner, G. N. Dapozo, y M. G. Estayno, "Ingeniería de Usabilidad. Una Propuesta Tecnológica para Contribuir a la Evaluación de la Usabilidad del Software", 2013.
- [37] L. L. Constantine y L. A. D. Lockwood, "Usage-centered engineering for Web applications", *IEEE Distributed Systems Online*, vol. 3, núm. 3, 2002, doi: 10.1109/52.991331.
- [38] M. Kraeling y L. Tania, "Software Development Process", en *Software Engineering for Embedded Systems*, Elsevier, 2019, pp. 33–87. doi: 10.1016/B978-0-12-809448-8.00002-3.
- [39] K. Toshihiro, F. Shin'ichi, A. Motoei, W. Hironori, y T. Naohiko, "Usability of Software-Intensive Systems from Developers' Point of View", en *Human-Computer Interaction. Design and User Experience*, M. Kurosu, Ed., Cham: Springer International Publishing, 2020, pp. 450–463.
- [40] J. Delgado, N. Medina, M. Becerra, J. R. Delgado Fernández, N. M. Medina Cepeda, y M. X. Becerra de Romero, "La evaluación por pares. Una alternativa de evaluación entre estudiantes universitarios", [En línea]. Disponible en: <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Rehuso/article/view/1684>
- [41] R. E. Stake, *Investigación con estudio de casos*.