

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas



Una Institución Adventista

Enfoques y métodos de evaluación de la usabilidad en aplicaciones móviles: Una revisión sistemática de la literatura

Trabajo de Investigación para obtener el Grado Académico de Bachiller en Ingeniería de Sistemas

Autor:

Julio David Granados Vallejos

Asesor:

Mg. Daniel Lévano Rodríguez

Lima, Diciembre de 2020

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Mg. Daniel Lévano Rodríguez, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: ***“Enfoques y métodos de evaluación de la usabilidad en aplicaciones móviles: una revisión sistemática de la literatura”*** constituye la memoria que presenta el estudiante **Julio David Granados Vallejos** para aspirar al grado de bachiller en Ingeniería de Sistemas, cuyo trabajo de investigación ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 21 días del mes de diciembre del año 2020.



Mg. Daniel Lévano Rodríguez

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a.....los.....21.....día(s) del mes de.....diciembre.....del año 2020.....siendo las.....08:00.....horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión campus Lima, bajo la dirección del (de la) presidente(a): Dra. Erika Inés Acuña Salinas....., el (la) secretario(a) Mg. Keyla Dervith De la Cruz Gutierrez..... y los demás miembros:..... Ing. Diana Lidia Sanchez Torpocoy el (la) asesor(a) Mg. Daniel Lévano Rodríguez.... con el propósito de administrar el acto académico de sustentación del trabajo de investigación titulado: "Enfoques y métodos de evaluación de la usabilidad en aplicaciones móviles: Una revisión sistemática de la literatura".

.....de los (las) egresados (as): a)..... Julio David Granados Vallejos

.....b).....

..... conducente a la obtención del grado académico de Bachiller en

.....Ingeniería de Sistemas.....
(Denominación del Grado Académico de Bachiller)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando ...al... candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por ..el... candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato/a (a): Julio David Granados Vallejos

| CALIFICACIÓN | ESCALAS | | | Mérito |
|--------------|-----------|-----------|---------------------------------|---------------|
| | Vigesimal | Literal | Cualitativa | |
| Aprobado | 18 | A- | Con nominación muy bueno | Sobresaliente |

Candidato/a (b):

| CALIFICACIÓN | ESCALAS | | | Mérito |
|--------------|-----------|---------|-------------|--------|
| | Vigesimal | Literal | Cualitativa | |
| | | | | |

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó ...al... candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente
Dra. Erika Inés Acuña
Salinas



Secretario
Mg. Keyla Dervith De la
Cruz Gutierrez

Asesor
Mg. Daniel Lévano
Rodríguez

Miembro

Miembro
Ing. Diana Lidia
Sanchez Torpoco

Candidato/a (a)
Julio David Granados
Vallejos

Candidato/a (b)

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| 1 Introducción | 6 |
| 2 Marco Conceptual. | 7 |
| 2.1 Usabilidad. | 7 |
| 2.2 Experiencia del usuario. | 7 |
| 2.3 Aplicativos móviles. | 8 |
| 2.4 Enfoques de la usabilidad. | 8 |
| 2.4.1 Enfoque de Nielsen | 9 |
| 2.4.2 Enfoque de Whitney Quesenbery | 9 |
| 2.4.3 Enfoque de Nassar | 10 |
| 2.4.4 Métodos de evaluación de la usabilidad | 10 |
| 3 Revisión sistemática de la literatura | 11 |
| 3.1 Necesidad de la revisión sistemática. | 11 |
| 3.2 Preguntas para la revisión sistemática. | 12 |
| 3.3 Protocolo de la investigación. | 12 |
| 3.3.1 Cadenas de búsqueda y fuentes bibliográficas | 12 |
| 3.3.2 Criterios de inclusión y exclusión. | 13 |
| 3.3.3 Criterios de calidad. | 14 |
| 4 Resultados. | 15 |
| 4.1 Resultados de la búsqueda. | 15 |
| 4.2 Resultados de filtros aplicados. | 16 |
| 4.3 Evaluación de calidad. | 16 |
| 4.4 Análisis bibliométrico | 17 |
| 4.5 Preguntas de investigación. | 19 |
| 5 Conclusiones y trabajo futuro. | 22 |
| 6 Referencias | 22 |

Enfoques y métodos de evaluación de la usabilidad en aplicaciones móviles: Una revisión sistemática de la literatura.

Approaches and methods for evaluating usability in mobile applications: A systematic review of the literature.

Julio David Granados Vallejos¹
juliogranados@upeu.edu.pe

¹Universidad Peruana Unión, Km 19 Carretera Central, Ñaña, Lurigancho, Lima, Perú

Resumen. Este artículo de revisión tiene como objetivo describir los diversos enfoques y métodos de evaluación de la usabilidad con sus principales características a considerar para la realización de aplicaciones móviles. Para lo cual se realiza una revisión bibliográfica teniendo en cuenta las posturas de diferentes autores. El contenido del artículo se encuentra distribuido de la siguiente manera: la sección I de Introducción presenta el marco conceptual y objetivos del trabajo de investigación; en la sección II se presenta la Revisión de la literatura, en donde se incluyen los conceptos generales, así como los diferentes enfoques y métodos de evaluación de la usabilidad, asimismo se presentan los criterios de inclusión, exclusión y calidad, la sección III corresponde a los Resultados de la investigación y la sección IV presenta las Conclusiones.

Palabras claves: Usabilidad, métodos de evaluación de usabilidad, aplicativos móviles, enfoques de usabilidad.

Abstract. This review article aims to describe the various usability evaluation approaches and methods with their main characteristics to consider for the realization of mobile applications. For which a bibliographic review is carried out considering the positions of different authors. The content of the article is distributed as follows: section I of Introduction presents the conceptual framework and objectives of the research work; Section II presents the Literature Review, which includes the general concepts, as well as the different approaches and methods for evaluating usability, as well as the inclusion, exclusion and quality criteria, section III corresponds to the Research Results and section IV presents the Conclusions.

Keywords: Usability, usability evaluation methods, mobile applications, usability approaches.

1 Introducción

El concepto de interacción humano-computadora se puede definir como una disciplina relacionada con el diseño, evaluación e implementación de sistemas informáticos interactivos para uso humano y con el estudio de los principales fenómenos que los rodean [1]. Debido al surgimiento de la innovación móvil, la forma en que las personas usan la tecnología ha cambiado profundamente y un ejemplo evidente es el uso masivo de teléfonos inteligentes, tabletas, iPad, dispositivos móviles en general, que se han convertido en potentes dispositivos informáticos personales habilitados para la interacción a través de aplicaciones que pueden ser utilizados en cualquier momento y en cualquier lugar gracias a una conexión a Internet.

Las tecnologías móviles han sido constantemente utilizadas por el usuario; ya que se han ido agregando aplicaciones en diferentes categorías, como entretenimiento, salud, finanzas, comercio minorista, educación, redes sociales, etc. [2]. Hasta el primer trimestre del 2020, los usuarios de Android podían elegir entre 2,56 millones de aplicaciones, mientras que la App Store de Apple seguía siendo la segunda tienda de aplicaciones más grande con casi 1.85 millones de aplicaciones disponibles [3]. Ahora, los requisitos de usabilidad son más importantes, mientras los diseños técnicos no sean fáciles de usar y aprender, las innovaciones técnicas no tendrán un éxito sostenido [4].

El diálogo con el usuario constituye uno de los aspectos más importantes de cualquier sistema interactivo y es precisamente la interfaz la parte (hardware y software) del sistema que facilita dicho diálogo para permitir que el usuario acceda a los recursos del ordenador.

El objetivo principal de esta revisión sistemática es describir los diversos enfoques y métodos de evaluación de la usabilidad con sus principales características a considerar para la realización de aplicaciones móviles.

Este artículo está distribuido de la siguiente manera: la sección I presenta el marco conceptual; la sección II describe la revisión sistemática de la literatura; la sección III describe el método de la revisión sistemática de la literatura; la sección IV presenta los resultados de la revisión y finalmente; la sección V describe las conclusiones.

2 Marco Conceptual.

A continuación, se revisan algunos conceptos, que son importantes para tener en cuenta para el desarrollo de esta revisión bibliográfica.

2.1 Usabilidad.

Capacidad del producto del software para ser entendido, aprendido, usado y atractivo para el usuario, cuando este se usa bajo condiciones específicas [5].

2.2 Experiencia del usuario.

Concepto definido por Alben, como aquella que incluye detalles sobre la interacción entre el usuario y sus sentimientos ‘mientras utilizan el producto’, lo que implica si se logra entender la forma en la que funciona el producto, si cumple con su objetivo, satisface sus necesidades y expectativas en cualquier contexto en que se use dicho producto [6].

Por otro lado, la ISO 9241-210 (2010), señala que la experiencia del usuario está en relación con la percepción y respuesta de la persona como resultado del uso y/o la anticipación al uso de un producto, sistema o servicio; lo que incluye las emociones, creencias, preferencias, percepciones y las respuestas físicas y emocionales del usuario, así como el comportamiento y logros que ocurren durante y después del uso del producto/sistema/servicio. Asimismo, esta experiencia es una consecuencia de la imagen, presentación, funcionalidad, desempeño del sistema de la marca, su comportamiento interactivo y capacidades de asistencia con el sistema interactivo [7].

2.3 Aplicativos móviles.

Son programas diseñados para ser ejecutados en dispositivos móviles y que permiten al usuario realizar actividades específicas [8].

Es importante resaltar también, el compromiso en cuanto al consumo de los aplicativos móviles, el cual ocurre cuando el usuario interactúa con dichos aplicativos, con la finalidad de satisfacer sus necesidades. Las características de un aplicativo están en relación con su funcionalidad (estas son las ‘acciones que puede desarrollar el usuario’ y representa la percepción del usuario para realizar diferentes funciones), soluciones del diseño (es una de las más importantes características ya que pueden impactar en el comportamiento y compromiso del usuario en el uso del aplicativo), interacción (representa la posibilidad de interactuar y colaborar con amigos, familiares, colegas y construir relaciones, siendo la experiencia social un aspecto crítico) y calidad del contenido (incluye el acceso a la información actualizada y de relevancia sobre los productos/servicios de la empresa y es una de las principales razones porque la población hace uso de los aplicativos móviles) [9].

Cabe resaltar, de los conceptos presentados en los párrafos anteriores, que algunos autores señalan que la experiencia del usuario puede ser considerada como una extensión de la usabilidad, en este contexto la ISO 9241-210 señala que cuando la usabilidad es interpretada desde la perspectiva personal del usuario, puede incluir la percepción y aspectos emocionales asociados típicamente a la experiencia del usuario [7].

2.4 Enfoques de la usabilidad.

El organismo de estandarización ISO (International Standardisation Organization) propone definiciones del término usabilidad, además se dispone de otras definiciones con matices diferentes de varios autores e investigadores de prestigio internacional, algunos de ellos son de Jakob NIELSEN, Jenny PREECE, Niegel BEVAN, etc.

La definición ISO establece la usabilidad como "la medida en que un producto puede ser utilizado por usuarios específicos para lograr objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso específico". Asimismo, enfatiza que la usabilidad es dependiente de las circunstancias específicas en las que un sistema, producto o servicio es usado, sin embargo, abarca más que ‘la facilidad de usar’ o el ‘uso amigable’. Siendo que, la usabilidad no es un atributo de un producto, sino más bien que los propios atributos del producto pueden dar como resultado la capacidad de ser usable en un contexto determinado [10].

En cuanto a la efectividad, eficiencia y satisfacción en la usabilidad del producto/sistema/servicio, la ISO considera que la efectividad es la exactitud y la capacidad con la que el usuario puede alcanzar objetivos específicos, mientras que la eficiencia está en relación con los recursos (tiempo, esfuerzo humano, costos y materiales) utilizados para alcanzar los objetivos, y por último la satisfacción incluye la extensión en la que el usuario responde física, cognitiva y emocionalmente lo cual, resulta en el uso del sistema/producto/servicio que cumple con las necesidades y expectativas del usuario [10].

2.4.1 Enfoque de Nielsen

Desde la perspectiva de Nielsen, la aplicación de la usabilidad y la experiencia del usuario son clave para el resultado de la comunicación. En tal sentido consideraba, que la usabilidad debía ser una característica de la calidad de las aplicaciones, con la finalidad de desarrollar medidas que permitan generar un compromiso y sean útiles para los usuarios [11].

En dichos términos de comunicación, la usabilidad hace referencia a la incorporación de funcionalidades que cumplan con ciertas características [11]. Por ello, Nielsen indica, que la usabilidad de un sistema multidimensional incluye cinco propiedades, las cuales son: fácil de aprender, eficiente de usar, fácil de recordar, baja tasa de error y alta satisfacción del usuario.

En relación con estas propiedades, Nielsen señala que tanto la facilidad de aprender como la facilidad de recordar, se enfoca en los aspectos del diseño. Donde la facilidad de aprender se refiere al periodo de tiempo y la cantidad de esfuerzo que se requiere para instruirse; la facilidad de recordar está en relación con la medida en que el software es fácil de memorizar. En ambos casos, la usabilidad de la interfaz requiere muy poco aprendizaje o esfuerzo para su uso [11].

En cuanto a las otras propiedades de usabilidad, eficiente de usar corresponde al crecimiento/desarrollo de usuarios de forma consistente y rendimiento estable a través del tiempo. La baja tasa error, también se puede considerar como parte de la usabilidad eficiente, visto desde una perspectiva final del usuario, la ayuda en solución de errores debe ser parte del diseño del software, permitiendo disminuir el tiempo en la solución de problemas para el usuario y el sistema, ya que sin mensajes de error no habría aprendizaje a nivel del aplicativo y no se ganaría eficiencia [11].

Y finalmente, la satisfacción del usuario la cual se relaciona con las cualidades que permiten al usuario desarrollar un estado de fluidez que facilite su compromiso con el uso de la aplicación y que por medio de ello obtenga satisfacción [11].

2.4.2 Enfoque de Whitney Quesenbery

Por otro lado, al revisar la definición de ISO, Whitney Quesenbery señala que estas características vitales son esenciales para cualquier definición de usabilidad, sin embargo, se deben incluir atributos adicionales, como el compromiso para mejorar la usabilidad [12].

2.4.3 Enfoque de Nassar

El enfoque presentado por este autor es desde la perspectiva de los usuarios señalando que la usabilidad depende no solo de las características del sistema, sino que también es importante identificar el perfil de las personas que harán uso de la interfaz, el comportamiento de los usuarios en relación con las tareas que desarrollan y el contexto en el que se desarrollaran dichas tareas. Con ello se espera que, al aplicar la usabilidad el usuario puede hacer uso de la interfaz de manera eficiente y eficaz alcanzando sus objetivos, generando satisfacción en su uso [13].

Es así como, el diseño centrado en el usuario debe tener en cuenta las características generales de aquellos que usaran la interfaz, teniendo en cuenta lo siguiente [13]:

- El nivel de entendimiento que los usuarios tienen en la interacción con las tecnologías, si están acostumbrados al uso de este tipo de interfaces o tienen poca experiencia. Asimismo, si tienen potencial para el aprendizaje, como puede ser el caso en poblaciones más jóvenes que tienen mayor afinidad en el uso de las tecnologías a diferencia de poblaciones más adultas que tienen mayor dificultad a la hora de interactuar con este tipo de plataformas digitales.
- ¿Qué es lo que los usuarios esperan de la interfaz o por qué necesitan usarla? Esto implica, si se tiene un uso u objetivo específico, como puede ser el de obtener información o entretenimiento.
- ¿Cuál es el contexto en el que el usuario será insertado? Teniendo en cuenta las posibles condiciones de uso, tales como el equipo que será usado, el acceso a internet, la velocidad de conexión, el ambiente social, entre otros.

2.4.4 Métodos de evaluación de la usabilidad

Existen varios enfoques de evaluación de usabilidad propuestos que utilizan diversos medios y técnicas que tienen como objetivo cuantificar aspectos específicos relevantes para la usabilidad. La selección de un método u otro depende de múltiples factores, ya que algunos de estos métodos requieren recursos, como un laboratorio de usabilidad completo con espacios independientes para el desarrollo de pruebas y tecnología específica. Existe tres tipos de métodos de evaluación [14]:

- **Test**

En este tipo de evaluación los usuarios realizan tareas en el sistema y los evaluadores recolectan datos relevantes para visualizar como la interfaz les permite realizar sus actividades.

- **Inspección**

En este tipo de evaluación los especialistas de usabilidad, en algunos casos junto con los usuarios, examinan el diseño de las interfaces con el fin de encontrar defectos.

- **Indagación**

En este tipo de evaluación los evaluadores de usabilidad obtienen información de la actividad de los usuarios interactuando con las interfaces.

3 Revisión sistemática de la literatura

El objetivo de esta sección es extraer datos para registrar con precisión los artículos seleccionados y la información que los investigadores necesitan de los estudios.

3.1 Necesidad de la revisión sistemática.

Con el fin de reunir evidencia sobre los principales enfoques y métodos de evaluación de usabilidad cuando se interactúa con la interfaz de usuario de una aplicación móvil, el presente estudio realizó una revisión sistemática de la literatura (SLR) considerando el estudio de Kitchenham [15].

Tabla 1: Elaboración del objetivo de la investigación

| Campo | Valor |
|----------------------|---|
| Objeto de estudio | Usabilidad de aplicativo móvil |
| Propósito | Identificar y describir |
| Foco | Enfoques y métodos de evaluación |
| Involucrados | Aplicaciones móviles, interacción persona computadora, técnicas de usabilidad |
| Factores de contexto | Ninguno para el caso |

3.2 Preguntas para la revisión sistemática.

La actividad más importante durante el protocolo es formular la pregunta de investigación, también es crucial hacer que esta pregunta sea significativa y capaz de identificar y / o abarcar futuras actividades de investigación.

Tabla 2: Preguntas de investigación

| ID | Pregunta |
|------|--|
| PI-1 | ¿Qué enfoques de la usabilidad existen para aplicativos móviles? |
| PI-2 | ¿Qué métodos existen de la evaluación de la usabilidad en aplicaciones móviles? |
| PI-3 | ¿Qué características principales de la usabilidad se deben considerar para desarrollar aplicaciones móviles? |

Tabla 3: Preguntas bibliométricas

| ID | Pregunta |
|------|--|
| PB-1 | ¿Cuál es la cantidad de publicaciones que se encontraron por tipo de artículo? |
| PB-2 | ¿Cómo ha evolucionado en el tiempo la frecuencia de publicaciones sobre este tema? |
| PB-3 | ¿En qué países se han publicado los estudios? |

3.3 Protocolo de la investigación.

3.3.1 Cadenas de búsqueda y fuentes bibliográficas

Tabla 3: Términos y conectores lógicos usados para la búsqueda

| Concepto | Términos |
|--------------|---|
| Población | (mobile app*) |
| Intervención | (focus or approach) and (technique* or inspect* metho*) |
| Comparación | No aplica |
| Resultado | (measure* tool or instru*) |

El proceso de búsqueda se ejecutó en julio de 2020 y se orientó hacia el uso de motores de búsqueda y bases de datos en línea reconocidas para buscar estudios primarios y secundarios. No se consideraron estudios adicionales. Para evitar omitir cualquier evidencia, el proceso de búsqueda incluirá literatura publicada desde 2015 hasta la fecha. Se eligieron los siguientes recursos electrónicos porque fueron utilizados por algunos ejemplos de revisiones sistemáticas de la disciplina de interacción humano computadora y fueron sugeridos por la biblioteca digital. Se realizaron búsquedas en cinco bases de datos, utilizando palabras claves y títulos que se relacionan con los conceptos de usabilidad en aplicaciones móviles.

Fuentes de datos. Las librerías indexadas consideradas por su relevancia científica para la selección de artículos fueron:

- IEEEExplore (<https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>)
- ACM (<https://dl.acm.org>)
- Springer (<https://link.springer.com>)
- ScienceDirect (<https://www.sciencedirect.com>)
- Scielo (<https://search.scielo.org/?lang=en>)

3.3.2 Criterios de inclusión y exclusión.

Tabla 4: Criterios de inclusión y exclusión

| CRITERIOS DE INCLUSIÓN | CRITERIOS DE EXCLUSIÓN |
|--|---|
| C.I.1. Se consideran todos aquellos artículos provenientes de librerías digitales indexadas. | C.E.1. Serán excluidos los artículos duplicados. |
| C.I.2. Los artículos deben provenir del área de interacción humano computadora. | C.E.2. Serán rechazados los artículos que no se encuentren en idioma inglés. |
| C.I.3. Se aceptarán artículos que contengan técnicas, herramientas de medición y enfoque de la usabilidad en aplicaciones móviles. | C.E.3. Serán rechazados los artículos de contenido similar, quedándose solo los que tengan el contenido más completo. |
| C.I.4. Se considerarán todos los artículos que se encuentren dentro del rango de temporalidad definido. | C.E.4. Serán excluidos los estudios secundarios, estudios terciarios y resúmenes. |
| C.I.5. Se aceptarán artículos provenientes de revistas científicas y conferencias. | C.E.5. Serán excluidos los artículos cuyo título no tenga relación con el objeto de estudio |

Tabla 5: Criterios de selección

| Paso | Criterios |
|------|--------------------|
| 1 | CI1, CI2, CI5, CE1 |
| 2 | CE2, CE5 |
| 3 | CE3, CE4 |
| 4 | CI3, CI4 |

3.3.3 Criterios de calidad.

Para evaluar el cumplimiento de la calidad de los artículos se utiliza la escala de Rouhani la cual consiste en los siguientes puntajes: (S) = 1; Si cumple; (P) = 0.5; Cumple parcialmente; (N) = 0; No cumple.

Tabla 6: Criterios de evaluación de calidad

| N° | Criterios |
|----|---|
| 1 | <p>¿El método seleccionado para llevar a cabo el estudio ha sido documentado apropiadamente?</p> <p>S: El método seleccionado ha sido documentado apropiadamente.</p> <p>P: El método seleccionado ha sido documentado parcialmente.</p> <p>N: No se ha documentado el método seleccionado</p> |
| 2 | <p>¿Se han documentado las limitaciones del estudio de manera clara?</p> <p>S: Las limitaciones se han documentado claramente.</p> <p>P: Las limitaciones se han documentado parcialmente.</p> <p>N: No se han documentado las limitaciones</p> |
| 3 | <p>¿Los aportes del estudio para las comunidades científica, académica o para la industria han sido descritos?</p> <p>S: Los aportes del estudio han sido mencionados claramente.</p> <p>P: Los aportes del estudio han sido mencionados parcialmente.</p> <p>N: No se han mencionado aportes.</p> |
| 4 | <p>¿El estudio aborda las amenazas a la validez?</p> <p>S: El estudio aborda las amenazas totalmente.</p> <p>P: El estudio aborda las amenazas parcialmente.</p> <p>N: No se detallan amenazas.</p> |
| 5 | <p>¿Los resultados han contribuido a responder las preguntas de investigación planteadas?</p> <p>S: Los resultados han contribuido a responder todas las preguntas de investigación.</p> <p>P: Los resultados han contribuido a responder algunas preguntas de investigación.</p> <p>N: Los resultados no han contribuido a responder las preguntas de investigación.</p> |

4 Resultados.

4.1 Resultados de la búsqueda.

Tabla 7: Resultados de búsqueda

| Base de datos | Fecha | Total |
|---|------------|-------|
| IEEEExplore | Junio 2020 | 199 |
| ("Abstract":usability of mobile app* focus or approach*) OR "Abstract":usability mobile app* technique*) OR "Abstract":usability mobile app* inspect* method*) OR "Abstract":usability mobile app* measure* tool) OR "Abstract":usability mobile app* measure* instru*) | | |
| ACM | Junio 2020 | 515 |
| title: usability of mobile application and keywords: focus OR techniques OR instrument | | |
| Springer | Junio 2020 | 7 |
| "usability mobile application" AND (focus OR approaches OR techniques OR inspection OR method OR measurement OR tool OR instrument) | | |
| ScienceDirect | Junio 2020 | 651 |
| Title, abstract, keywords: focus OR approaches OR techniques OR inspection OR method OR measurement tool OR instrument Title: usability of mobile application | | |
| Scielo | Junio 2020 | 27 |
| (usability of mobile applic*) AND (focus OR approach* OR technique* OR inspect* OR method* OR measure* OR tool OR instrum*) | | |

4.2 Resultados de filtros aplicados.

Tabla 8: Resultados del proceso de selección de estudios

| Base de datos | Artículos descubiertos | Paso 1 | Paso 2 | Paso 3 | Paso 4 |
|---------------|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| IEEEExplore | 199 | 19 | 19 | 19 | 9 |
| ACM | 515 | 5 | 5 | 5 | 0 |
| Springer | 98 | 3 | 3 | 3 | 1 |
| ScienceDirect | 651 | 9 | 9 | 9 | 3 |
| Scielo | 27 | 5 | 4 | 4 | 4 |
| Total | 1490 | 41 | 40 | 40 | 17 |

4.3 Evaluación de calidad.

En el siguiente cuadro se observa la evaluación de la calidad de estudios [16], [17], [26]–[32], [18]–[25].

Tabla 9: Evaluación de la calidad del contenido

| ID | PREGUNTAS | | | | | TOTAL |
|----|-----------|-----|-----|-----|-----|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 1 | 1,0 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,0 | 2,5 |
| 2 | 0,5 | 0,0 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 2,0 |
| 3 | 0,5 | 0,0 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 2,0 |
| 4 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 0,5 | 1,5 |
| 5 | 1,0 | 0,5 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 2,5 |
| 6 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,5 | 0,5 | 4,0 |
| 7 | 1,0 | 0,5 | 1,0 | 0,0 | 1,0 | 3,5 |
| 8 | 0,5 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,5 | 1,5 |
| 9 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 2,5 |
| 10 | 1,0 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 3,0 |
| 11 | 0,5 | 0,5 | 1,0 | 0,5 | 0,5 | 3,0 |
| 12 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,0 | 0,5 | 2,0 |
| 13 | 0,5 | 0,5 | 1,0 | 0,5 | 1,0 | 3,5 |
| 14 | 0,5 | 0,5 | 1,0 | 0,5 | 0,0 | 2,5 |
| 15 | 1,0 | 0,5 | 1,0 | 0,0 | 0,5 | 3,0 |
| 16 | 0,5 | 0,5 | 1,0 | 0,5 | 0,0 | 2,5 |
| 17 | 1,0 | 0,5 | 1,0 | 0,0 | 0,5 | 3,0 |

4.4 Análisis bibliométrico

4.4.1 PB-1 ¿Cuál es la cantidad de publicaciones que se encontraron por tipo de artículo?

En la *Figura 1* se observa que un 59% de los artículos son de procedencia journal. Por consiguiente, los artículos que provienen de conferencias son 41%.

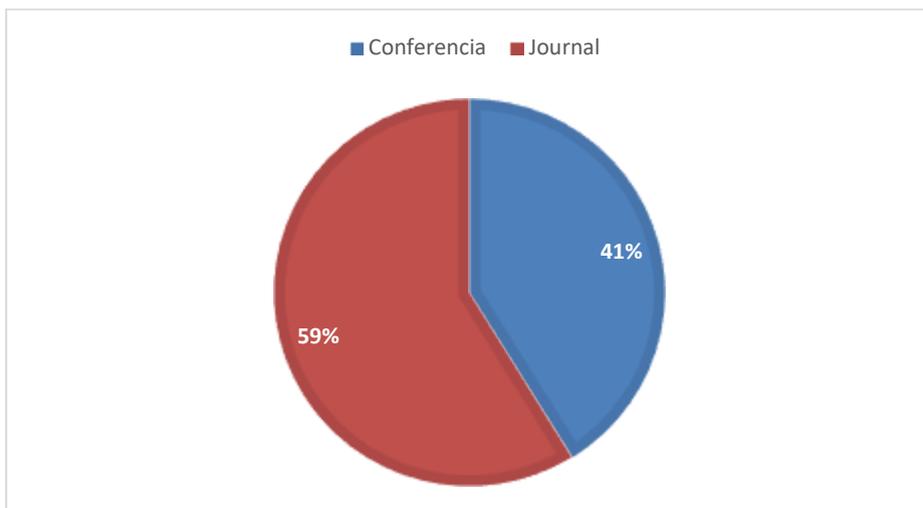


Fig. 1 Cantidad de publicaciones por tipo de fuente.

4.4.2 PB-2 ¿Cómo ha evolucionado en el tiempo la frecuencia de publicaciones sobre este tema?

En la *Figura 2* se observa que del año 2015 al 2019, las publicaciones estuvieron en aumento; sin embargo, en el año 2020 la cantidad decrece, esto pudo ocasionarse debido al suceso pandémico causado por la COVID19.

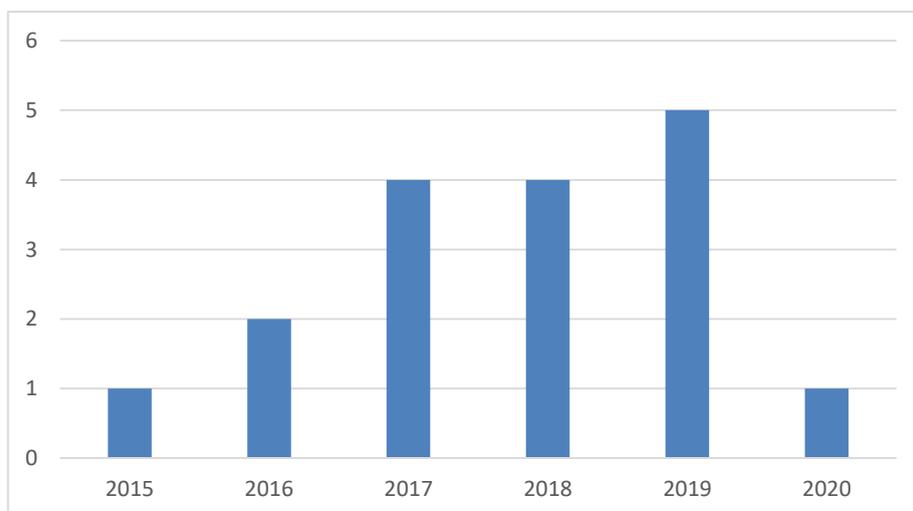


Fig. 2 Frecuencia de publicaciones en el tiempo.

4.4.3 PB-3 ¿En qué países se han publicado los estudios?

En la *Figura 3* se puede visualizar la cantidad de publicaciones por país.

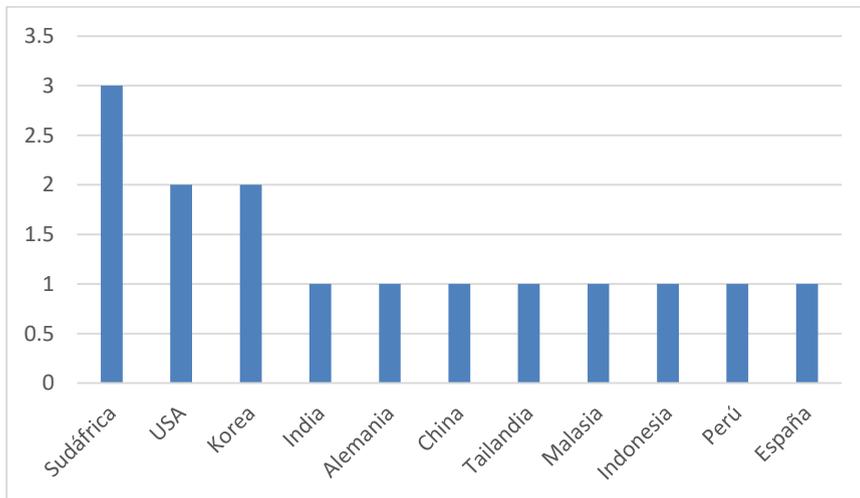


Fig. 3 Cantidad de publicaciones por país.

4.5 Preguntas de investigación.

4.5.1 PI-1 ¿Qué enfoques de usabilidad existen para aplicativos móviles?

En la *tabla 10* se observa el enfoque de usabilidad de cada artículo considerado en este estudio. Por otro lado, cada enfoque está relacionado con el objetivo, el método de evaluación y las características descritas en cada artículo.

Tabla 10: Enfoque de usabilidad por título de artículo

| Título | Enfoque |
|--|--|
| Human-machine interaction tool developments in defense area: Introduction of AWARE and DaViTo | Nivel de satisfacción al usar el programa |
| A Novel Gamification Approach to Recommendation Based Mobile Applications | Facilidad de uso e indiferencia de los usuarios con la interacción del software |
| Smart enough for the web? A responsive web design approach to enhancing the user web browsing experience on smart TVs | Interfaz agradable y útil |
| Estimating Quality Ratings from Touch Interactions in Mobile Games | Interacciones táctiles |
| Precise Target Selection Techniques in Handheld Augmented Reality Interfaces | Rendimiento y la facilidad de uso |
| Requirements elicitation to develop mobile application for elderly | Técnicas de recopilación de requisitos en la interfaz de usuario móvil según el enfoque de adultos mayores |
| Eye tracking parameters for measuring learnability in mobile-game-based learning | Seguimiento ocular para medir la capacidad de aprendizaje en la evaluación de usabilidad |
| Remote Assessment of Cognitive Impairment Level Based on Serious Mobile Game Performance: An Initial Proof of Concept | Comprensión de la experiencia de los participantes |
| Design of keyboard input control for mobile application using Head Movement Control (HEMOCS) | Uso del movimiento de cabeza para interactuar y controlar la aplicación de manos libres |
| Elderly Users and Their Main Challenges Usability with Mobile Applications: A Systematic Review | Interfaces de interacción amigables para el usuario |
| Leveraging Microsoft's mobile usability guidelines: Conceptualizing and developing scales for mobile application usability | Uso continuo |
| Detecting usability problems in mobile applications on the basis of dissimilarity in user behavior | Rastrear y registrar interacciones significativas |
| Selecting a Stored Data Approach for Mobile Apps | Almacenamiento de datos móviles |
| Designing a natural user interface to support information sharing among co-located mobile devices | Gestos elegidos por los usuarios |
| Semi-automated Usability Analysis through Eye Tracking | Áreas que requieren un rediseño debido a un problema |
| Trust attributes of mobile applications for improved self-management of diabetes in South Africa | Facilidad de uso y conveniencia de interactuar con las aplicaciones móviles para alcanzar objetivos de salud |

4.5.2 PI-2 ¿Qué métodos de evaluación de usabilidad son usados en aplicaciones móviles?

En la *Figura 4* se observa la cantidad de artículos que utilizaron los diferentes métodos de evaluación.

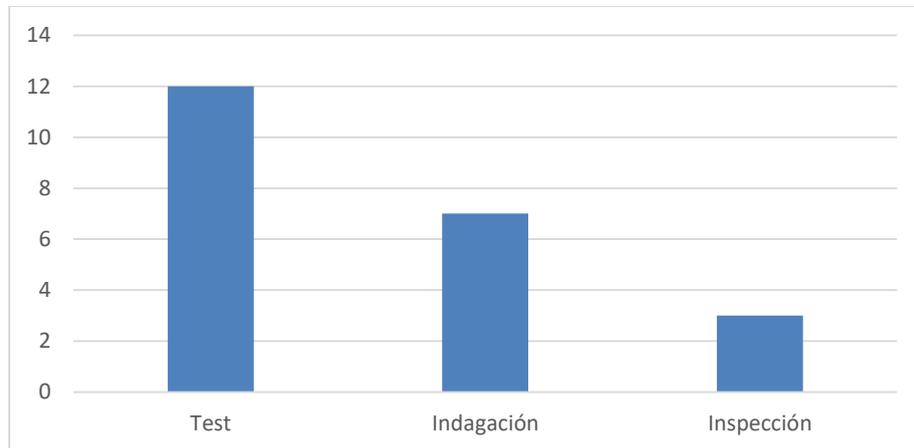


Fig. 4 Cantidad de artículos por métodos de evaluación.

4.5.3 PI-3 ¿Qué herramientas para integración y entrega continuas son las más utilizadas?

En la *Figura 5* se observa la cantidad de artículos que mencionan diferentes características de usabilidad.

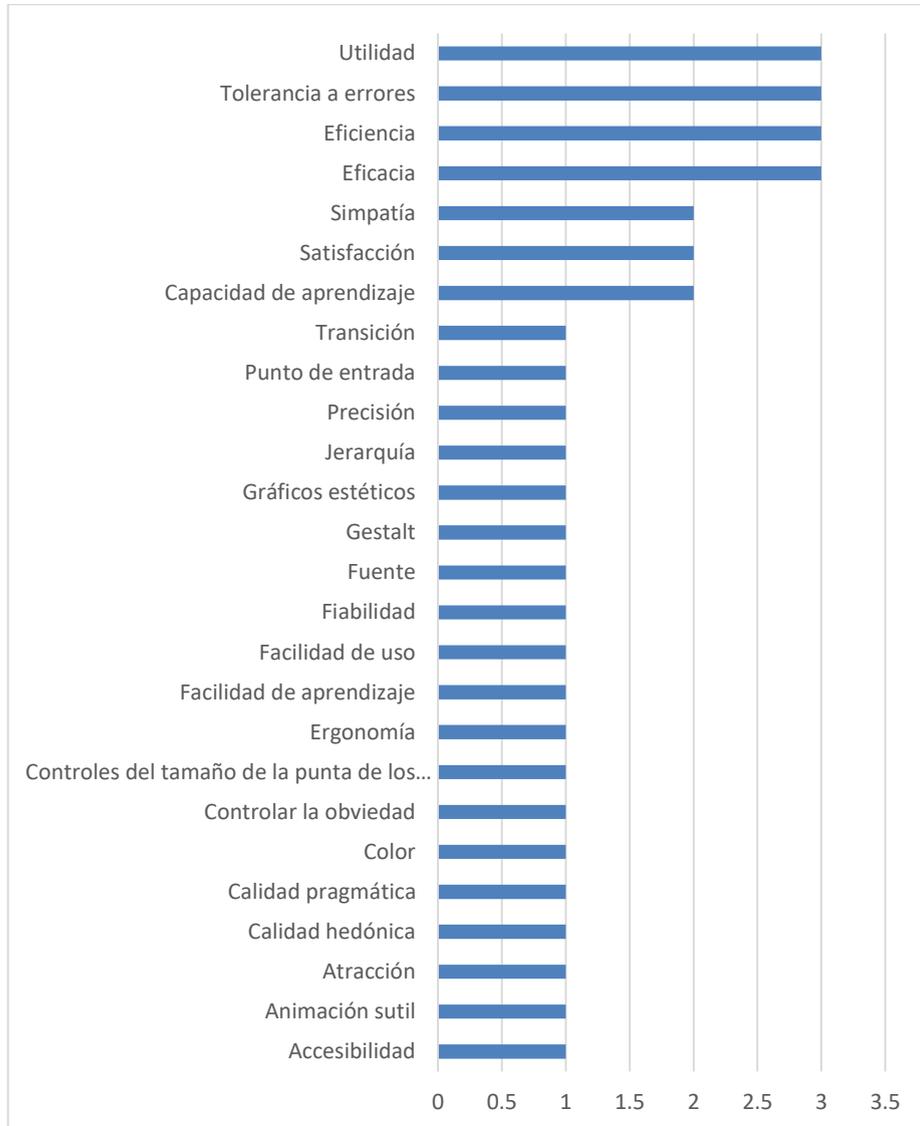


Fig. 5 Cantidad de artículos por característica de usabilidad.

5 Conclusiones y trabajo futuro.

El alcance y la disponibilidad de las aplicaciones móviles se está expandiendo rápidamente. Con la mayor potencia de procesamiento disponible en dispositivos portátiles, los desarrolladores están aumentando la gama de servicios que proporcionan. Problemas como el tamaño de la pantalla pequeña, la conectividad deficiente, la capacidad de uso limitada por tipo de usuario, que en una gran cantidad son los mayores de edad, y las modalidades de entrada limitadas influyen en la usabilidad de las aplicaciones móviles.

Los problemas reconocidos pueden formar parte de tres grandes categorías: limitaciones visuales, limitaciones psicomotoras y limitaciones cognitivas. Existen varias recomendaciones en cada una de las tres limitaciones definidas, muchas de las aplicaciones que actualmente se venden en el mercado carecen de características especiales para este grupo de usuarios. Por ejemplo, es un hecho que el color puede ayudar a comunicar el estado de ánimo, el tono y la información crítica, por lo que se recomienda usar el color para que todos los usuarios puedan entender que el contenido es fundamental para un diseño accesible. Del mismo modo, elegir colores primarios, secundarios y de acento es importante para que la aplicación admita la usabilidad. Por lo tanto, este tipo de recomendaciones deben ser consideradas principalmente por los desarrolladores al crear una nueva aplicación.

6 Referencias

- [1] T. Hewett *et al.*, *ACM SIGCHI Curricula for Human-Computer Interaction*. Association for Computing Machinery, 1992.
- [2] K. Kalimullah and D. Sushmitha, "Influence of Design Elements in Mobile Applications on User Experience of Elderly People," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 113, pp. 352–359, 2017, doi: 10.1016/j.procs.2017.08.344.
- [3] J. Clement, "App stores: number of apps in leading app stores 2020," 2020. <https://www.statista.com/statistics/276623/number-of-apps-available-in-leading-app-stores/>.
- [4] A. Holzinger, M. Ziefle, and C. Röcker, "Human-Computer Interaction and Usability Engineering for Elderly (HCI4AGING): Introduction to the Special Thematic Session," 2010, pp. 556–559.
- [5] C. Rusu, V. Rusu, S. Roncagliolo, and C. González, "Usability and user experience: What should we care about?," *Int. J. Inf. Technol. Syst. Approach*, vol. 8, no. 2, pp. 1–12, 2015, doi: 10.4018/IJITSA.2015070101.
- [6] H. Hassan and G. Hassan, "From Usability to User Experience," *Artif. Intell. Robot. Human-Computer Interact.*, vol. 2, pp. 216–222, 2017, doi: 10.1109/ICIIBMS.2017.8279761.
- [7] ISO 9241-210, "Human-centred design for interactive systems," *Ergonomics of human-system interaction — Part 210*. 2010, [Online]. Available: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-210:ed-1:v1:en>.

- [8] D. Amalfitano, A. R. Fasolino, P. Tramontana, and B. Robbins, "Testing Android Mobile Applications: Challenges, Strategies, and Approaches," in *Advances in Computers*, 1st ed., Elsevier, 2019, pp. 1–52.
- [9] A. Tarute, S. Nikou, and R. Gatautis, "Mobile application driven consumer engagement," *Telemat. Informatics*, vol. 34, no. 4, pp. 145–156, Jul. 2017, doi: 10.1016/j.tele.2017.01.006.
- [10] ISO 9241-11, "Usability: Definitions and concepts," *Ergon. human-system Interact. - Part 11*, vol. 2, 2018, [Online]. Available: <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:9241:-11:ed-2:v1:en>.
- [11] F. Stowell, *Systems Approach Applications for Developments in Information Technology*. Portsmouth, UK, 2012.
- [12] W. Quesenbery, "Usability standards: Connecting practice around the world," *IEEE Int. Prof. Commun. Conf.*, pp. 451–457, 2005, doi: 10.1109/IPCC.2005.1494210.
- [13] V. Nassar, "Common criteria for usability review," *Work*, vol. 41, pp. 1053–1057, 2012, doi: 10.3233/WOR-2012-0282-1053.
- [14] J. Hom, "The Usability Methods Toolbox Handbook," pp. 1–72, 1998, [Online]. Available: <http://www.idemployee.id.tue.nl/g.w.m.rauterberg/lecturenotes/usabilitymethodstoolboxhandbook.pdf>.
- [15] B. Kitchenham, "Procedures for Performing Systematic Reviews," 2004.
- [16] R. C. Nickerson and F. B. Mourato-Dussault, "Selecting a stored data approach for mobile apps," *J. Theor. Appl. Electron. Commer. Res.*, vol. 11, no. 3, pp. 35–49, 2016, doi: 10.4067/S0718-18762016000300004.
- [17] K. M. Malan, J. H. P. Eloff, and J. A. de Bruin, "Semi-automated usability analysis through eye tracking," *South African Comput. J.*, vol. 30, no. 1, pp. 66–84, 2018, doi: 10.18489/sacj.v30i1.511.
- [18] T. L. Son, J. Wesson, and D. Vogts, "Designing a natural user interface to support information sharing among co-located mobile devices," *South African Comput. J.*, vol. 30, no. 2, pp. 44–71, 2018, doi: 10.18489/sacj.v30i2.440.
- [19] G. F. Mainoti, N. Isabirye, and L. Cilliers, "Trust attributes of mobile applications for improved self-management of diabetes in South Africa," *SA J. Inf. Manag.*, vol. 21, no. 1, pp. 1–7, 2019, doi: 10.4102/sajim.v21i1.1042.
- [20] R. Cerezo, V. Calderón, and C. Romero, "A holographic mobile-based application for practicing pronunciation of basic English vocabulary for Spanish speaking children," *Int. J. Hum. Comput. Stud.*, vol. 124, pp. 13–25, 2019, doi: 10.1016/j.ijhcs.2018.11.009.
- [21] J. W. Jeong, N. H. Kim, and H. P. In, *Detecting usability problems in mobile applications on the basis of dissimilarity in user behavior*, vol. 139. Elsevier Ltd, 2020.
- [22] H. Hoehle, R. Aljafari, and V. Venkatesh, "Leveraging Microsoft's mobile usability guidelines: Conceptualizing and developing scales for mobile application usability," *Int. J. Hum. Comput. Stud.*, vol. 89, pp. 35–53, May 2016, doi: 10.1016/j.ijhcs.2016.02.001.

- [23] H. Tolle, I. Aknuranda, M. T. Ananta, K. C. Brata, and H. M. Az-Zahra, "Design of keyboard input control for mobile application using Head Movement Control (HEMOCS)," *2016 Int. Conf. Adv. Comput. Sci. Inf. Syst. ICACSIS 2016*, pp. 518–523, 2017, doi: 10.1109/ICACSIS.2016.7872792.
- [24] H. T. Jung *et al.*, "Remote Assessment of Cognitive Impairment Level Based on Serious Mobile Game Performance: An Initial Proof of Concept," *IEEE J. Biomed. Heal. Informatics*, vol. 23, no. 3, pp. 1269–1277, 2019, doi: 10.1109/JBHI.2019.2893897.
- [25] J. Yin, C. Fu, X. Zhang, and T. Liu, "Precise Target Selection Techniques in Handheld Augmented Reality Interfaces," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 17663–17674, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2895219.
- [26] P. Jakkaw and T. Hongthong, "Requirements elicitation to develop mobile application for elderly," *2nd Jt. Int. Conf. Digit. Arts, Media Technol. 2017 Digit. Econ. Sustain. Growth, ICDAMT 2017*, pp. 464–467, 2017, doi: 10.1109/ICDAMT.2017.7905013.
- [27] B. Juin, N. M. Diah, M. Ismail, and N. L. Adam, "Eye tracking parameters for measuring learnability in mobile-game-based learning," *2017 IEEE Conf. e-Learning, e-Management e-Services, IC3e 2017*, pp. 49–54, 2018, doi: 10.1109/IC3e.2017.8409237.
- [28] J. H. Yang, "Human-machine interaction tool developments in defense area: Introduction of AWARE and DaViTo," *ICCAS 2015 - 2015 15th Int. Conf. Control. Autom. Syst. Proc.*, no. Iccas, pp. 1881–1884, 2015, doi: 10.1109/ICCAS.2015.7364670.
- [29] E. Perakakis and G. Ghinea, "Smart enough for the web? A responsive web design approach to enhancing the user web browsing experience on smart TVs," *IEEE Trans. Human-Machine Syst.*, vol. 47, no. 6, pp. 860–872, 2017, doi: 10.1109/THMS.2017.2726821.
- [30] S. Neeraj, C. Oswald, and B. Sivaselvan, "A Novel Gamification Approach to Recommendation Based Mobile Applications," *2017 9th Int. Conf. Adv. Comput. ICoAC 2017*, pp. 157–164, 2018, doi: 10.1109/ICoAC.2017.8441300.
- [31] C. Trahms, S. Moller, and J. N. Voigt-Antons, "Estimating Quality Ratings from Touch Interactions in Mobile Games," *2018 10th Int. Conf. Qual. Multimed. Exp. QoMEX 2018*, pp. 1–6, 2018, doi: 10.1109/QoMEX.2018.8463419.
- [32] L. Elguera Paez and C. Zapata Del Río, "Elderly Users and Their Main Challenges Usability with Mobile Applications: A Systematic Review," in *Design, User Experience, and Usability. User Experience in Advanced Technological Environments*, no. July, 2019, pp. 423–438.