

EVALUACIÓN DE USABILIDAD EN APLICACIONES WEB

Carlos Hernan Guadir Aza

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

PASTO

2019

EVALUACIÓN DE USABILIDAD EN APLICACIONES WEB

Carlos Hernan Guadir Aza

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el Título de
Ingeniero de Sistemas

Asesor:

M. Sc. Giovanni Albeiro Hernández Pantoja

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

PASTO

2019

NOTA DE RESPONSABILIDAD

Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado son responsabilidad exclusiva de sus autores.

Artículo 1º. Del acuerdo No. 324 del 11 de Octubre de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño. “La Universidad de Nariño no se hace responsable de las opiniones o resultados obtenidos en el presente trabajo y para su aplicación priman las normas sobre el derecho de autor”.

Artículo 13, Acuerdo No. 005 de 2010 emanado del Honorable Consejo Académico.

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Asesor

“Ustedes tienen que ser agentes de cambio...”

Giovanni Hernández – Una de nuestras tertulias

*“La capacidad de establecer conexiones entre diferentes disciplinas ...
es la clave de la innovación, de la imaginación y del genio.”*

Walter Isaacson – Leonardo Da Vinci

DEDICATORIA

A esas personas que contribuyen y proponen alternativas de solución a las oportunidades de nuestro entorno, a esas personas que inspiran a sacar lo mejor de cada uno, para aportar con acciones constructivas en la sociedad que convivimos.

A nuestras culturas indígenas, porque ellos instruyen con lo aprendido de nuestras raíces y comparten las puertas del conocimiento para aprender lo esencial en la vida.

A mi hermano, ha sido una alegría poder compartir vida junto a él; a mi hermana que nos hemos acompañado hasta el día de hoy, con la esperanza de poder seguir adelante. A mis padres quienes comparten el saber, para ser y hacer.

A quien fuese el director de este trabajo, por enseñar a plasmar las ideas, por incentivar a la investigación como punto de partida para toda acción de ingeniería, por la paciencia, la voluntad y el tiempo compartido.

A esa persona, con quien nos hemos acompañado, por tener paciencia mientras construía este documento, por la reciproca admiración, por esa delgada línea de filosofía compartida, por ser quien está fuera de lo rutinario, por la valentía y esa fuerza natural contenida en una persona compleja.

RESUMEN

La evaluación de la usabilidad en aplicaciones web, es un proceso que ayuda a transformar el software en aspectos de interacción humano-sistema software. Esta investigación introduce al descubrimiento de las características de una aplicación web, partiendo de un bajo porcentaje (7%) en la evaluación de usabilidad, observado en los productos software desarrollados como parte de los trabajos de grado en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño. Posteriormente se desarrolló una investigación sistemática a fin de plantear un proceso en la evaluación de la usabilidad aplicando la técnica heurísticas de Nielsen, como resultado se logró un instrumento de diseño, que permitió obtener resultados cuantitativos en la inspección de la usabilidad, además se realizó la sistematización de un proceso evolutivo con heurísticas en una herramienta software desarrollada para dispositivos móviles Android. El proceso planteado fue sometido a un caso de uso práctico, inspeccionando tres aplicaciones web, de las cuales se observó resultados intersubjetivos útiles para la evolución de los productos evaluados. La inspección de usabilidad permitió observar las heurísticas más susceptibles a cambios, y se concluye que es un proceso útil en la proposición de tácticas o recomendaciones de usabilidad en sistemas software.

PALABRAS CLAVE: APLICACIÓN WEB, CARACTERÍSTICAS, EVALUACIÓN, HEURÍSTICAS, INSPECCIÓN, USABILIDAD.

ABSTRACT

Usability evaluation in web apps, is a process useful to transform the software into aspects of human-computer interaction. This research introduces the discovery of web apps characteristics, starting from a low percentage (7%) in usability evaluation, observed in software products developed as part of the degree works in the Systems Engineering program of the University of Nariño. Subsequently a systematic investigation is developed to propose a process in usability evaluation, applying the Nielsen heuristic technique, as a result a design instrument was obtained, which allows to established quantitative results in the usability inspection, in addition the systematization of an iterative process with heuristics in a software tool developed for Android mobile devices. The proposed process was subjected to a case of practical use, inspecting three web apps, of which intersubjective results useful for the evolution of evaluated products were observed. Usability inspection allowed to observe the heuristics most susceptible to changes, and it is concluded that it is a useful process in proposing tactics or recommendations of usability in software systems.

KEYWORDS: WEB APPLICATION, CHARACTERISTICS, EVALUATION, HEURISTICS, INSPECTION, USABILITY.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	3
MARCO TEÓRICO	13
ANTECEDENTES	13
SUPUESTOS TEÓRICOS.....	17
<i>Usabilidad</i>	17
<i>Evaluación de usabilidad</i>	19
Enfoque subjetivo.....	20
Enfoque objetivo	25
METODOLOGÍA	26
PARADIGMA ENFOQUE Y TIPO	26
POBLACIÓN Y MUESTRA	27
PROCESO DE INVESTIGACIÓN.....	28
1. CARACTERIZACIÓN APLICACIONES WEB.....	32
1.1 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS DE GRADO	32
1.2 DESCRIPCIÓN VARIABLES DE ANÁLISIS	35

1.2.1	<i>Tecnologías</i>	36
1.2.1.1	Lenguaje de programación back-end.....	38
1.2.1.2	Framework web back-end.....	39
1.2.1.3	Lenguaje front-end.....	40
1.2.1.4	Framework front-end	41
1.2.1.5	Sistema gestor de bases de datos.....	42
1.2.1.6	Servidor de aplicaciones	43
1.2.2	<i>Cantidad</i>	44
1.2.3	<i>Tiempo de Realización</i>	45
1.2.4	<i>Involucrados - Equipo de Desarrollo</i>	45
1.2.5	<i>Tipo Empresa</i>	47
1.2.6	<i>Sector Económico</i>	48
1.2.7	<i>Estado Actual</i>	49
1.3	SÍNTESIS	50
1.4	DISCUSIÓN	51
2.	DISEÑO DEL PROCESO EN EVALUACIÓN DE USABILIDAD	54
2.1	EVALUACIÓN HEURÍSTICA	54
2.2	HEURÍSTICAS DE USABILIDAD EXISTENTES	56

2.2.1	Exploración	57
2.2.2	Análisis de Exploración	58
2.3	HEURÍSTICAS DE NIELSEN	61
2.3.1	Descripción	61
2.3.2	Correlaciones	62
2.3.2.1	Interfaz de Usuario – UI.....	74
2.3.2.2	Experiencia de Usuario – UX	74
2.3.2.3	Severidad Problemas de Usabilidad.....	75
2.3.2.4	Sub-atributos de Usabilidad	77
2.3.3	Selección de Heurísticas	79
2.3.4	Especificación de heurísticas	82
2.4	PROCESO DE EVALUACIÓN EN USABILIDAD	83
2.4.1	Reconocer el producto	85
2.4.2	Identificar perfil de usuario	86
2.4.3	Seleccionar plataforma	86
2.4.4	Seleccionar elementos o tareas a evaluar	87
2.4.5	Inspeccionar el producto	88
2.4.6	Unificar pruebas	88

2.4.7	<i>Interpretar resultados</i>	89
2.4.8	<i>Formular recomendaciones a problemas encontrados</i>	89
2.5	SÍNTESIS	90
2.6	DISCUSIÓN	90
3.	EVALUACIÓN DE LA USABILIDAD	92
3.1	SELECCIÓN DE PRODUCTOS A EVALUAR	96
3.2	EJECUCIÓN DEL PROCESO DE EVALUACIÓN HERRAMIENTA KAMACHIX	97
3.2.1	<i>Identificación perfil de usuario</i>	98
3.2.2	<i>Selección de plataforma</i>	98
3.2.3	<i>Selección experiencia evaluador</i>	99
3.2.4	<i>Selección objetos y tareas a evaluar</i>	100
3.2.5	<i>Inspección del producto</i>	104
3.2.6	<i>Unificación de pruebas</i>	105
3.2.7	<i>Interpretación de resultados</i>	106
3.2.8	<i>Formulación de recomendaciones</i>	112
3.2.8.1	Recomendaciones SAC (2015)	112
3.2.8.2	Recomendaciones Agrocerec (2016)	114

3.2.8.3	Recomendaciones Kamachix (2017)	115
3.3	SÍNTESIS	118
3.4	DISCUSIÓN	119
4.	CONCLUSIONES	121
5.	RECOMENDACIONES	123
	BIBLIOGRAFIA	126
	ANEXOS	136

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Heurísticas de Nielsen	23
Tabla 2. Operacionalización de los objetivos	28
Tabla 3. Variables de la investigación.....	31
Tabla 4. Lenguajes front-end	41
Tabla 5 Frameworks front-end	42
Tabla 6. Involucrados agrupados por genero.....	47
Tabla 7 Criterios de búsqueda etapa de exploración	57
Tabla 8 Bibliotecas, y artículos encontrados.....	58
Tabla 9. Adaptaciones heurísticas de Nielsen a contexto y dominio	67
Tabla 10. Severidad problemas de usabilidad	76
Tabla 11. Ítems sin anotaciones	80
Tabla 12. Ítems categorizados	81
Tabla 13 Objetos y tareas seleccionables del instrumento de diseño (checklist)...	87

LISTADO DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Trabajos de grado Ingeniería de Sistemas	5
Gráfica 2 Trabajos de grado Ingeniería de Sistemas años 2010-2017	6
Gráfica 3 Especificación Usabilidad.....	7
Gráfica 4 Trabajos de grado Ingeniería de Sistemas - Universidad de Nariño	33
Gráfica 5 Aplicaciones web, aplicaciones móviles y auditorías.....	34
Gráfica 6 Lenguaje de programación back-end	38
Gráfica 7 Frameworks web back-end	40
Gráfica 8 Sistemas gestores bases de datos (SGDB)	43
Gráfica 9 Servidor de aplicaciones	44
Gráfica 10 Involucrados agrupados por cantidad.....	46
Gráfica 11 Tipo de empresa.....	48
Gráfica 12 Sectores económicos	49
Gráfica 13 Resultados porcentajes sub-atributos usabilidad	111

LISTADO DE DIAGRAMAS

Diagrama 1 Prioridad problemas de usabilidad en relación con heurísticas	77
Diagrama 2 Elementos instrumento de diseño	83
Diagrama 3 Proceso evaluación heurística en productos software.....	84
Diagrama 4 Proceso soportado por Ally	93
Diagrama 5 a) Arquitectura sistema software Ally. b) Arquitectura tecnología de Ally.	95

ANEXOS

Anexo A Instrumento de recolección de la información, para caracterizar de las aplicaciones web.....	137
Anexo B Matriz de colección de datos, de los trabajos de grado programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño años 2010 – 2018.....	137
Anexo C Matriz de contextos evaluados por las investigaciones.....	137
Anexo D Primer instrumento de diseño obtenido en la selección de heurísticas.	139
Anexo E Instrumento de diseño final para la evaluación de usabilidad con heurísticas de Nielsen.....	140
Anexo F Resultados y recomendaciones inspección SAC.....	140
Anexo G Resultados y recomendaciones inspección Agrocerec.....	156
Anexo H Resultados y recomendaciones inspección Kamachix.....	172

GLOSARIO

Archivos de eventos (Logs): Registro de acciones o acontecimientos que ocurren, cuando un usuario interactúa con un sistema.

Aplicación web: Programa computacional interactivo publicado a través de una red, el cual puede ser accedido desde un navegador web (Cliente) u otro programa con tales características.

Aplicación web móvil: Aplicación basada en la web que adapta su contenido independientemente del dispositivo que se conecte.

Back-end: Lógica de negocio de una aplicación web que permite el acceso a datos, no visible para el usuario final.

Evaluación heurística: Inspección a un producto software llevada a cabo por expertos en usabilidad a partir de principios previamente establecidos, para medir la usabilidad.

Experiencia de usuario (User experience): Capacidad de un producto software para mantener afinidad con la realidad contextual de una persona y brindar un servicio satisfactorio.

Feedback: En informática se refiere a la asistencia que un producto software brinda durante la interacción con un usuario.

Front-end: Arquitectura visual de una aplicación web, implementada con tecnologías disponibles en un cliente web para proporcionar la interacción con usuarios finales.

Heurísticas: Técnica de la indagación y del descubrimiento.

Interacción humano computador: Disciplina dedicada a mejorar la interacción entre persona-maquina, a través del estudio de acontecimientos entre sistemas interactivos y personas.

Iteración: En Ingeniería de Software es la técnica práctica de desarrollar y entregar componentes que van creciendo en funcionalidad, comúnmente asociado al desarrollo ágil.

Interfaz de usuario (*User interface*): Parte visual de un producto software, que permite al usuario interactuar con los servicios que ofrece

Modelo vista controlador (*Model view controller MVC*): Patrón de arquitectura basado en capas, que separa la información, de la parte visual o interfaz gráfica y los conecta a través de rutas que muestran la información que un usuario solicita.

Nube privada: Red de computadores que se conecta dentro de un espacio cerrado, considerado privado.

Pensando en voz alta (*Thinking aloud*): Método de evaluación de usabilidad, que utiliza las percepciones de un usuario acerca de un producto software en uso.

Proceso de evaluación: Tiene como objetivo proveer una definición detallada de la evaluación, para guiar al evaluador de la forma más clara posible.

Refactorización (*Refactoring*): Técnica de Ingeniería de software que cambia (Limpiar código) la parte interna de un sistema software sin alterar su comportamiento externo, con el fin de mejorar calidad, diseño y eficiencia en el producto.

Servidor: Aplicación instalada en un computador con características especiales para recibir peticiones y retornar información a un cliente, usualmente por medio de internet.

Sistema cerrado: Sistema de información con restricciones de uso a un determinado espacio.

Usabilidad: Capacidad de un software para ser comprendido, usado y ser atractivo para las personas que lo usan bajo un contexto o circunstancias específicas.

INTRODUCCIÓN

En Ingeniería de Software la construcción de sistemas se basa en procesos sistemáticos que propenden mejorar la calidad del producto, esta investigación analiza el estado del atributo de calidad no funcional Usabilidad en productos software desarrollados como parte de los trabajos de grado en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño.

El primer capítulo realiza la caracterización de las aplicaciones web, como paso inicial para la evaluación de la usabilidad, se ha realizado una inspección documental, a los recursos encontrados en el repositorio de biblioteca de la Universidad de Nariño; para el análisis se empleó estadística descriptiva con el fin de determinar variables cuantitativas, paralelamente el estudio se acompaña de constante contraste con literatura e investigaciones en el tema concerniente.

Dentro del segundo capítulo se encuentra el desarrollo de un proceso práctico para evaluar la usabilidad en aplicaciones web, el proceso empleó la inspección basado en evaluación heurística, aplicando la técnica, heurísticas de Nielsen. Para la construcción del proceso se siguió un desarrollo investigativo, realizado sistemáticamente para validar y extender la propuesta.

La parte final de este trabajo inspeccionó los productos software aplicando el proceso obtenido en el capítulo dos y se construye reportes con recomendaciones de diseño para mejorar la interfaz y experiencia de usuario. Adicionalmente se valida la sistematización del proceso, llevado a una aplicación móvil Android que permitió analizar y obtener resultados de una inspección de usabilidad en aplicaciones web.

Elementos del proceso investigativo

Modalidad

Trabajo de Investigación.

Línea de investigación

Este trabajo de grado se inscribe a la línea Software y Manejo de Información. Tiene como objetivo, planificar, analizar, diseñar, implantar, administrar sistemas complejos de información y de conocimiento.

Alcance y delimitación

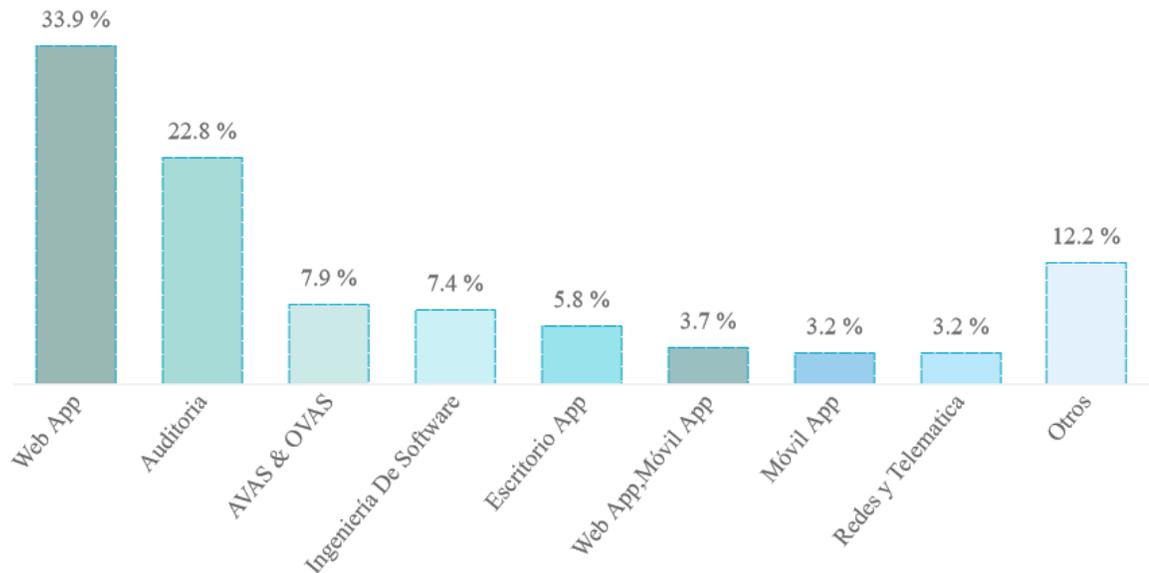
Esta investigación evaluó la usabilidad en las aplicaciones web desarrolladas como parte de los trabajos de grado del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño durante los años 2010 al 2017, para llevar a cabo la evaluación de la usabilidad se caracterizó la población de acuerdo a variables que pudieran estar relacionadas con el atributo de calidad a evaluar, posteriormente, se propuso un proceso para evaluar la usabilidad basado en la técnica heurísticas de Nielsen y se utilizó el proceso diseñado en las aplicaciones web desarrolladas como parte de los trabajos de grado, lo anterior se llevó a cabo por los involucrados en el proyecto. Estos pasos fueron ejecutados con procedimientos cronológicos e iterativos de ser necesario para obtener resultados con un grado de confiabilidad aceptable. Los beneficiarios son todos los interesados en el desarrollo de aplicaciones web, sobre todo aquellos que ven a la usabilidad como atributo de calidad inherente en la construcción de productos software. La comunidad académica podrá intervenir en las oportunidades de mejora que se obtengan como parte del análisis en este estudio.

Planteamiento del problema

Descripción del problema

En el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño, entre los años 2010 y 2017, como se observa en la *Gráfica 1*, un 33% de los trabajos de grado desarrollados por los estudiantes se orientaron al desarrollo de aplicaciones web.

Gráfica 1 Trabajos de grado Ingeniería de Sistemas

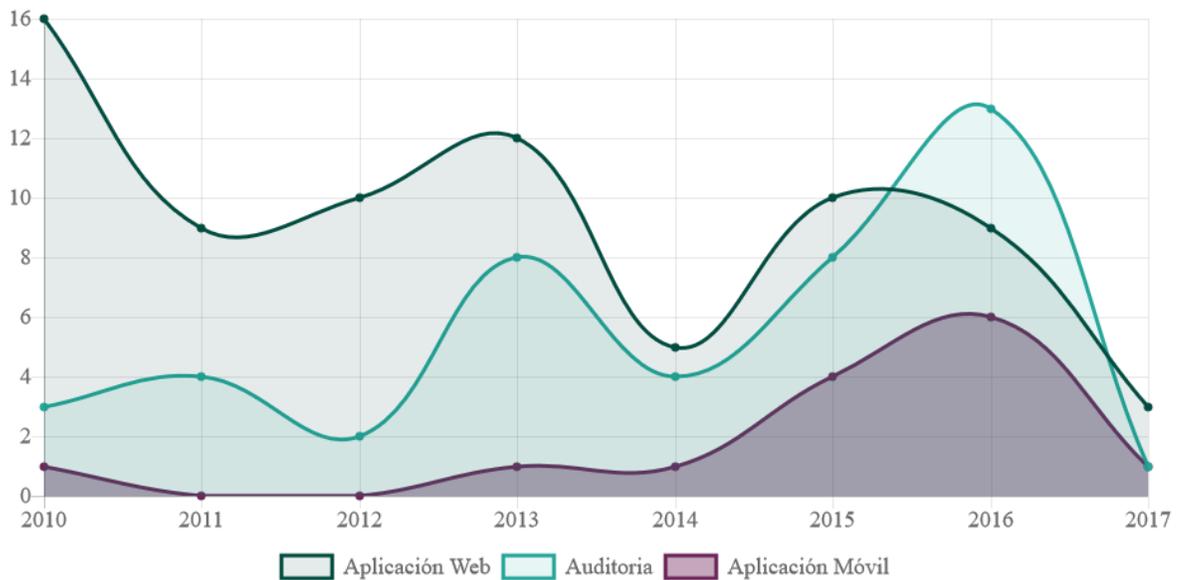


Fuente: Esta investigación

Otra tendencia que se puede observar viene en crecimiento (Ver gráfica 2), es el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles con un 3.2% de manera independiente, más un 3.7% en conjunto con aplicaciones web. Las dos categorías sobre las cuales se ha venido realizando los trabajos de grado, conforman un 39%, lo que significa que conforman cerca de la mitad. Este

comportamiento, aunque no es estable es superior a otro tipo de trabajos de grado, lo cual corresponde a que las aplicaciones web tienen una tendencia de uso que va en incremento, igual que los dispositivos conectados a la red internet (Ministerio TIC, 2016) (Burak Tekiny otros, 2013) .

Gráfica 2 Trabajos de grado Ingeniería de Sistemas años 2010-2017

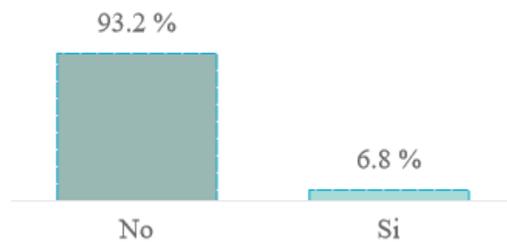


Fuente: Esta investigación

Por otra parte, el desarrollo de software requiere que se establezca estándares de calidad en los cuales se incluye el atributo *usabilidad*, este es definido como atributo no funcional de un producto o sistema software que puede ser usado por usuarios específicos, para alcanzar metas con eficacia, eficiencia y satisfacción relativa en un contexto de uso determinado (ISO 25000 Standards, 2017) , capacidad de un producto software de ser comprendido, usado y ser atractivo para el usuario bajo condiciones específicas (Mazoy otros, 2009) , atributo de

calidad que mide la facilidad de uso de las interfaces de usuario (Nielsen, 2012) . Sin embargo, al realizar una inspección en la documentación de los trabajos de grado (Ver gráfica 3), se logra hacer evidente que no se tiene en cuenta de forma explícita a la usabilidad como un atributo de calidad en el desarrollo de aplicaciones web en un 93%, siendo un porcentaje alto.

Gráfica 3 Especificación Usabilidad



Fuente: Esta Investigación

El no incluir la usabilidad como atributo de calidad al momento de construir software, implica que la usabilidad no es asumida de manera consciente, desde la experiencia adquirida en el desarrollo de los trabajos en la universidad. En este sentido, cobra relevancia evaluar la usabilidad de las aplicaciones web desarrolladas en los trabajos de grado, como punto de partida para establecer estrategias de intervención a la incorporación de la usabilidad como atributo de calidad.

Por otra parte, al hacer una inspección al plan de estudios, se logró identificar diez asignaturas electivas en el programa de Ingeniería de Sistemas, de las cuales ninguna se enfoca en la evaluación de la usabilidad.

Lo anteriormente descrito, permite establecer que no se tiene en cuenta como atributo de calidad, ni se evalúa la usabilidad de los trabajos de grado que desarrollan aplicaciones web. Este actuar permite inferir que puede estar sucediendo lo mismo para aplicaciones de otro tipo, afectando el costo financiero y el tiempo de desarrollo (Mascheroniy otros, 2013) . Las aplicaciones web poco usables son eventualmente abandonadas por los usuarios, dado que la complejidad de uso no les permite concentrarse en las actividades (Sanchez, 2011) . Al realizar una inspección a los trabajos de grado del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño realizados entre los años 2010 y 2017, se encontró que las aplicaciones web desarrolladas corresponden a proyectos destinados al sector público como alcaldías, colegios, universidades; y sector privado como cooperativas. En este orden de ideas, la responsabilidad de la calidad del software en cuanto a usabilidad deja de ser una cuestión académica y pasa a ser un atributo altamente deseable.

En concordancia con la cantidad de aplicaciones web desarrolladas en los trabajos de grado y las tendencias de uso de este tipo de sistemas, se puede inferir que se mantendrán los porcentajes con altas probabilidades de incrementarse. Además, las aplicaciones Web actualmente se enfrentan a diversidad de clientes con limitaciones que exigen mejoras en la arquitectura de contenido (Lundy otros, 2017) , esto conlleva a que toda aplicación web deberá diseñarse centrándose en el usuario, teniendo en cuenta el contexto de uso.

Este estudio, se enfoca en la evaluación de la usabilidad de los trabajos de grado que desarrollaron aplicaciones web durante los años 2010 al 2017, con el fin de identificar el nivel de proximidad entre las prácticas de usabilidad que existen de forma teórica y las que se vienen incorporando según la formación que se obtiene

en el programa, para posteriormente plantear alternativas de intervención. Es fundamental realizar un estudio sistemático para establecer la usabilidad que tienen los proyectos de grado que desarrollan aplicaciones web y poder establecer el grado de incidencia en el uso de los productos software.

Formulación del problema

¿Cómo evaluar la usabilidad en los proyectos de grado que desarrollaron aplicaciones web durante los años 2010 al 2017, en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño?

Sistematización del problema

- ✓ ¿Cómo realizar una caracterización de las aplicaciones web desarrolladas como parte de los trabajos de grado, durante los años 2010 al 2017, en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño?
- ✓ ¿Cómo realizar el diseño y construcción de un proceso para evaluarla usabilidad, en las aplicaciones web desarrolladas como parte de los trabajos de grado, utilizando la técnica heurísticas de Nielsen?
- ✓ ¿Cómo hacer uso práctico del proceso de evaluación de usabilidad diseñado, en las aplicaciones web desarrolladas como parte de los trabajos de grado, durante los años 2010 al 2017?

Objetivo general

Evaluar la usabilidad de las aplicaciones web desarrolladas como trabajos de grado, durante los años 2010 al 2017, en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño.

Objetivos específicos

1. Caracterizar las aplicaciones web desarrolladas como trabajos de grado, durante los años 2010 al 2017, en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño.
2. Diseñar un proceso de evaluación de usabilidad, para las aplicaciones web desarrolladas como trabajos de grado, utilizando la técnica heurísticas de Nielsen.
3. Aplicar el proceso de evaluación de usabilidad diseñado, a las aplicaciones web desarrolladas como trabajos de grado, durante los años 2010 al 2017.

Justificación

Este proyecto permitió conocer acerca de la usabilidad como atributo de calidad de software en las aplicaciones web desarrolladas como trabajos de grado en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño durante los años 2010 al 2017. Específicamente se planteó objetivos que reflejaron el estado de la usabilidad en aplicaciones web, dentro de ello se planteó caracterizar las aplicaciones, lo cual permitió descubrir información histórica acerca de los trabajos de grado que han sido realizados en el intervalo de tiempo delimitado, la caracterización dará a conocer con detalle la población, además permitirá establecer una relación entre las características y el grado de usabilidad alcanzado. Otro aspecto interesante es la evaluación de la usabilidad, al efectuar un proceso de evaluación basado en los principios propuestos en las heurísticas de Nielsen, se logrará conocer el grado de usabilidad que poseen las aplicaciones web (Paz, Villanueva, & Pow Sang, 2015), los resultados obtenidos mostrarán patrones de evolución, normalidad o disminución a lo largo de los últimos ocho años en cuanto a la usabilidad, también se logrará visualizar la calificación de cada uno de los diez principios propuestos por Nielsen (NN/g, 2005) , con ello se evidenciará las oportunidades de mejora en el atributo evaluado.

La utilidad de este proyecto se integra por dos de los resultados esperados, el primero es el diseño de un proceso para evaluación de usabilidad en aplicaciones web, adoptando las técnicas heurísticas de Nielsen. Al diseñar un proceso formal para evaluar la usabilidad, se abre la oportunidad para que futuros trabajos apliquen herramientas en la construcción de aplicaciones web usables, dicho proceso aporta en la construcción de software (Peláez Valencia, 2017) , ya que propende la utilización de la evaluación de usabilidad como parte inherente en el proceso de Ingeniería de Software. El segundo aporte de gran utilidad son los

resultados de la evaluación de usabilidad, en conjunto con la caracterización de las aplicaciones web. Estos dos aspectos, brindan una perspectiva sobre cómo realizar un planteamiento de intervención, así mismo permitirán apreciar un estado cercano a la realidad sobre la calidad de las aplicaciones web desarrolladas como trabajos de grado, en cuanto al atributo usabilidad. Al llevar a cabo este proyecto se identificará oportunidades de mejora en cuanto a la usabilidad de las aplicaciones web, dado que se ha encontrado que es uno de los tipos de sistema software más comunes en los proyectos de grado.

Como característica novedosa dentro de este proyecto está el aporte práctico a la evaluación de usabilidad en aplicaciones basadas en la web, ya que los esfuerzos en esta área son limitados, y al ejecutar el proyecto se desarrolló un proceso basado en heurísticas de Nielsen, el cual no ha sido aplicado con anterioridad a pesar de su bajo costo y fácil implementación (Gonzalesy otros, 2011) . Con la evaluación heurística, se realizó un análisis de naturaleza cuantitativa, el cual es novedoso, dado que actualmente se desconoce el nivel de la usabilidad en las aplicaciones web desarrolladas como trabajos de grado en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño, del mismo modo este análisis encaminará el planteamiento de intervención para mejorar las incidencias negativas en los productos software, e impulsar los aspectos mejor calificados.

Marco teórico

Antecedentes

Un estudio reciente acerca de la usabilidad (Maaty otros, 2017) se dio lugar en California – USA, la investigación propone un marco de trabajo para evaluar la usabilidad en productos software destinados al análisis y visualización de datos científicos, el marco de trabajo según describe la investigación es una extensión de las heurísticas de Nielsen, adaptando criterios adicionales, que capturen las dimensiones de la usabilidad en el tipo específico de software. La justificación del estudio declara que las herramientas software de uso científico tienen un limitado (*poorly*) diseño, porque se carece de expertos en usabilidad, en comunidades científicas, y argumenta que la usabilidad eleva el descubrimiento científico y mejora la eficiencia del flujo de trabajo. La investigación es similar a las intenciones de este proyecto porque evalúa un producto software en producción o terminado utilizando la técnica, heurísticas de Nielsen. En la investigación se evalúa un contexto específico con productos de un mismo sector, contrario a este proyecto que pretende evaluar aplicaciones web con diferentes características. El estudio realizado, permite dimensionar la utilidad de la técnica a emplear en este proyecto, es un referente importante porque interviene un impacto en comunidades influyentes del progreso humano.

Otro estudio se realizó en Jordania (Elberkawiy otros, 2016) para evaluar la usabilidad a un sistema transaccional basado en la web de una aerolínea, la técnica aplicada fueron los test de usabilidad con usuarios. Según reporta el estudio, los resultados permitieron identificar debilidades y elementos del sistema que requieren soluciones recomendadas para remediarlos. Las razones para llevar

a cabo la investigación, es la necesidad de medir el grado de dificultad de uso de los sistemas, y así determinar los problemas que necesitan ser solucionados, según Elberkawi y otros (2016) hay que involucrar al usuario en el proceso de evaluación, por lo tanto, para cuantificar la medición se analizó el tiempo requerido en completar una tarea específica, el tiempo gastado en recuperarse de un error del sistema y el número de errores del usuario, teniendo en cuenta dos factores; las tareas y el tiempo. Como conclusiones del estudio se obtuvo que las tareas que requieren mayor tiempo en realizarse, se debe a la complejidad del flujo de navegación, que por lo tanto necesitan de rediseño. El estudio es semejante a este proyecto ya que evalúa una aplicación basada en la web, pero el método es diferente porque usa los test de usabilidad con usuarios.

En Argentina se reportó un estudio (Grigueray otros, 2016) para evaluar la usabilidad con un procedimiento automático en aplicaciones web en producción, el método adoptado fueron los test de usabilidad con usuarios, argumentando que la información recopilada pertenece a datos de uso reales y experiencias de los usuarios. Una ventaja destacada en la investigación es la medición dinámica de la usabilidad, que puede ser mejorada de manera incremental a través de refactorización (*refactoring*) como práctica ágil. Esta práctica es el resultado del análisis de las interacciones del usuario capturadas en archivos de eventos (*logs*), cabe resaltar que el análisis está basado en heurísticas. La técnica empleada en el estudio permitió determinar más de un 50% de los problemas de usabilidad, que fueron agrupados en patrones como: confusión del usuario, abandono prematuro, validación posterior fallida, riesgos de errores, ausencia de significado y dificultad de acceso a la información. La investigación es similar a este proyecto porque evalúa la usabilidad en aplicaciones web, sin embargo, difiere en la técnica aplicada. Un aspecto importante, de la investigación, es la aplicación de heurísticas para el análisis automático de las interacciones del usuario, además se

concluye, que el enfoque empleado tiene algunas limitaciones ya que existen problemas de usabilidad son altamente subjetivos y requieren de razonamiento humano, es un soporte referente dado que en este proyecto la evaluación se pretende realizar de manera directa con expertos en usabilidad web.

Estudiantes de La Pontificia Universidad Católica de Valparaíso y la Universidad Nacional de Chimborazo, en Ecuador, realizaron una revisión sistemática (Jimenez y otros, 2016) a la técnica evaluación heurística de la usabilidad, la investigación se propuso justificar la necesidad de formalizar un proceso para el desarrollo específico en heurísticas de usabilidad, se realizó la inspección documental de 65 artículos relacionados con la técnica. En resumen, se obtuvo que las heurísticas de Nielsen fueron la base para la mayoría de investigaciones revisadas, se logró evidenciar también, que no se usa una metodología o un proceso explícito para la evaluación de usabilidad con heurísticas, en muchos casos se adaptó o combinó heurísticas de usabilidad existentes. El anterior estudio se trata de una revisión documental a la evaluación heurística, el aporte a esta investigación es la necesidad de un proceso de evaluación de usabilidad basado en heurísticas, aunque en el estudio no se realiza una evaluación práctica con el método, pone en evidencia las variaciones de las heurísticas de usabilidad y revela que muchos sistemas software son evaluados con esta técnica.

En Perú estudiantes de la Universidad Católica de Perú (Paz, Villanueva, & Pow Sang, 2015) llevaron a cabo un estudio para evaluar una aplicación web por medio de heurísticas y test de usabilidad con usuarios finales, la intención fue determinar un método apropiado con el cual poder encontrar el máximo porcentaje de problemas de usabilidad. La evaluación heurística fue realizada por cinco especialistas en Interacción Humano Computador quienes encontraron un total de 50 problemas de usabilidad. Como resultado de este estudio se obtuvo que la

confiabilidad en el método heurístico es alta, además se concluyó que, respecto a los test de usabilidad con el usuario, la evaluación heurística abarca un 90% de los problemas encontrados. La similitud con este proyecto es la evaluación práctica de la usabilidad de un aplicativo web, del cual concluyen que la experiencia del experto evaluador depende la confiabilidad de la evaluación, que a su vez permite llegar a identificar los problemas de usabilidad más críticos. La diferencia con este estudio es que la evaluación se realizó solo a una aplicación web, contrario a las intenciones de este proyecto que pretende evaluar una población ligeramente más mayor.

El estado del arte es extenso respecto a este proyecto, por ejemplo, Argentina, (2013) mencionan a la usabilidad como un factor de las actividades humanas que debe el software satisfacer en gran medida, también la necesidad de agregar en la Ingeniería de Software unas herramientas con procedimientos que contribuyan a la evaluación de la usabilidad. El estudio reporta resultados analizados en empresas desarrolladoras de software donde concluye que las prácticas en evaluación de usabilidad son ignoradas intencionalmente. Guarín,(2013) en su trabajo *“Procedimiento Para La Valoración De La Usabilidad En Portales Web”* destaca la necesidad de crear un procedimiento específico para determinar la usabilidad de portales web, en su justificación declara que no existen prácticas aplicables en la evaluación de aplicativos web, en el desarrollo de ese trabajo se analiza algunas herramientas que automatizan la evaluación de usabilidad y finalmente propone unas recomendaciones prácticas como procedimiento para la valoración de usabilidad en portales web. En la universidad EAFIT de Medellín - Colombia (Marulanda López, 2014) en su trabajo *“Aseguramiento de la calidad en el diseño del software”* describe la importancia de satisfacer a un usuario que es cada vez más selectivo y exigente a través de diseño funcional, su estudio se concentra en el modelo de calidad ofrecido por ISO/IEC 25000 justificando que al

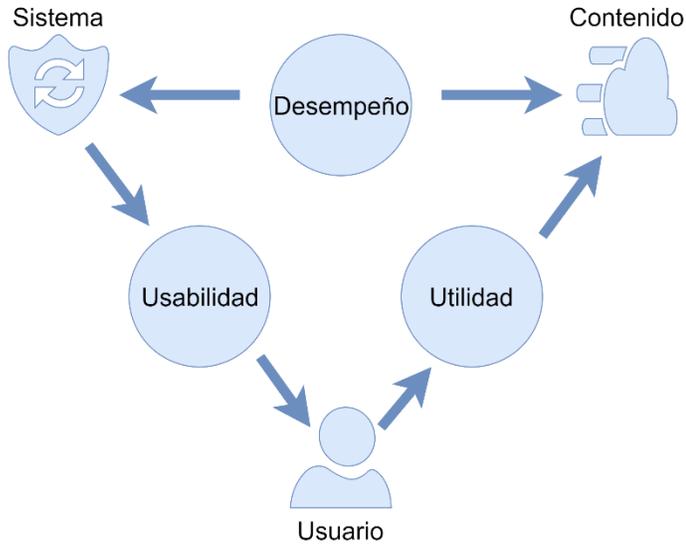
implantar un estándar o modelo se logra el reconocimiento de la calidad de software a nivel mundial, mejorar nivel y calidad de vida, enfocar el producto en los requisitos del cliente, mejorar continuamente en los procesos de construcción de software, aumentar productividad y efectividad. Una conclusión muy valiosa de Marulanda López, (2014) es la identificación de una debilidad en el diseño de productos software. Se podría continuar con una extensa lista de investigaciones que destacan la usabilidad y su evaluación en los productos software, en este estudio se ha agregado los más recientes para contextualizar las últimas propuestas.

Supuestos teóricos

Usabilidad

La usabilidad del software o ingeniería de usabilidad, es una disciplina de Interacción HumanoComputador (*Human Computer-Interaction*) que ha tenido un progreso considerable (Spiliotopoulos, Papadopoulou, & Markatos, 2010), por definición, la usabilidad es un atributo no funcional que requiere de un proceso, acompañado de diseño visual e ingeniería, con el propósito de manejarla sistemáticamente con métodos replicables y flexibles (Taylor & Francis Group, 2014). La *Figura 1* propuesta por (Tsakonas & Papatheodorou, 2005) para el diseño centrado en el usuario, donde este es la base del proceso de interacción, el contenido es la razón primaria para interactuar, y el sistema compone varios subsistemas que desarrollan diferentes operaciones. El eje de usabilidad del marco propuesto, concierne a la facilidad de uso del sistema, estética, navegación, aprendizaje y terminología, de manera que la iteración entre usuario y el sistema sea satisfactoria.

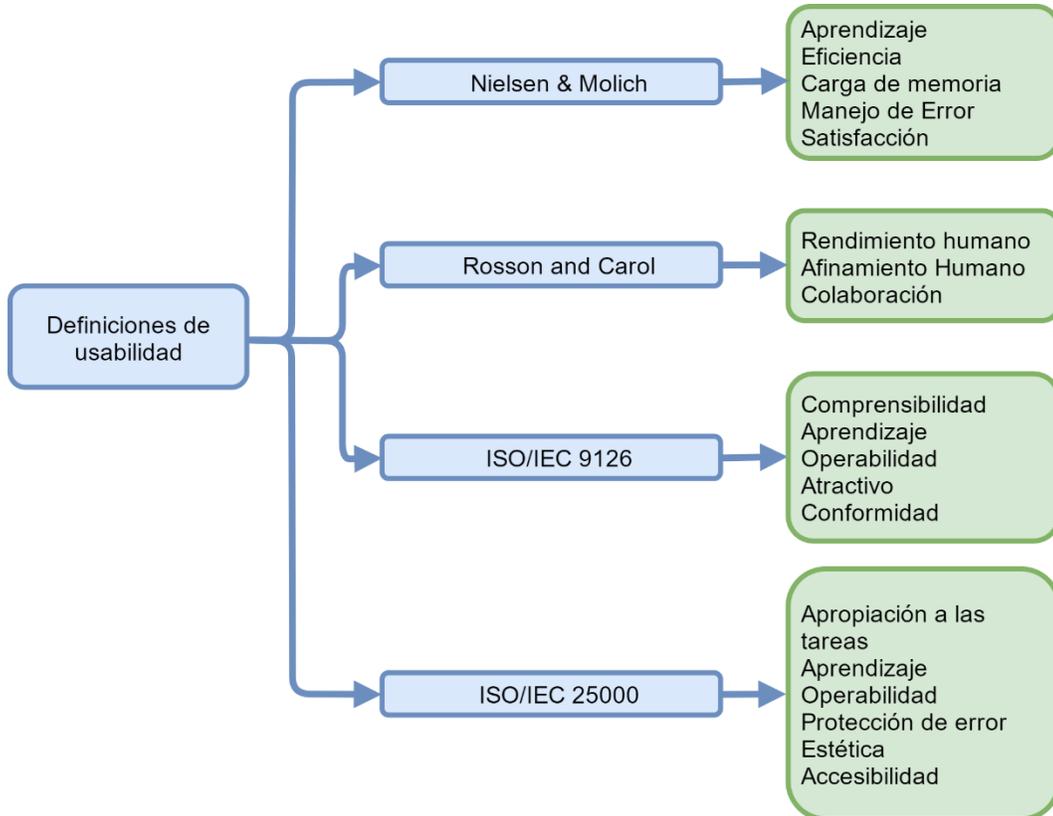
Figura 1 Marco de Trabajo Tríptico (Triptych Framework)



Fuente: (Tsakonasy otros, 2005)

La usabilidad ha sido definida como capacidad de un producto software para ser aprendido, comprendido, usado y que puede resultar atractivo para el usuario, cuando se usa en determinados contextos (ISO/IEC, 2014), atributo de calidad que mide la facilidad de uso de las interfaces de usuario (Nielsen, 2012), facultad de un producto software para ser comprendido, usado, y ser atractivo para el usuario cuando se usa bajo condiciones específicas (ISO/IEC 9126, 2006). De las anteriores definiciones, la *Figura 2* precisa los sub-atributos que cada estándar o modelo propone para evaluar la usabilidad, el sub-atributo común es el aprendizaje, es decir el sistema debe permitir auto-aprender al usuario acerca de sus funciones, flujos de tareas y la esencia misma del sistema.

Figura 2 Definiciones de usabilidad



Evaluación de usabilidad

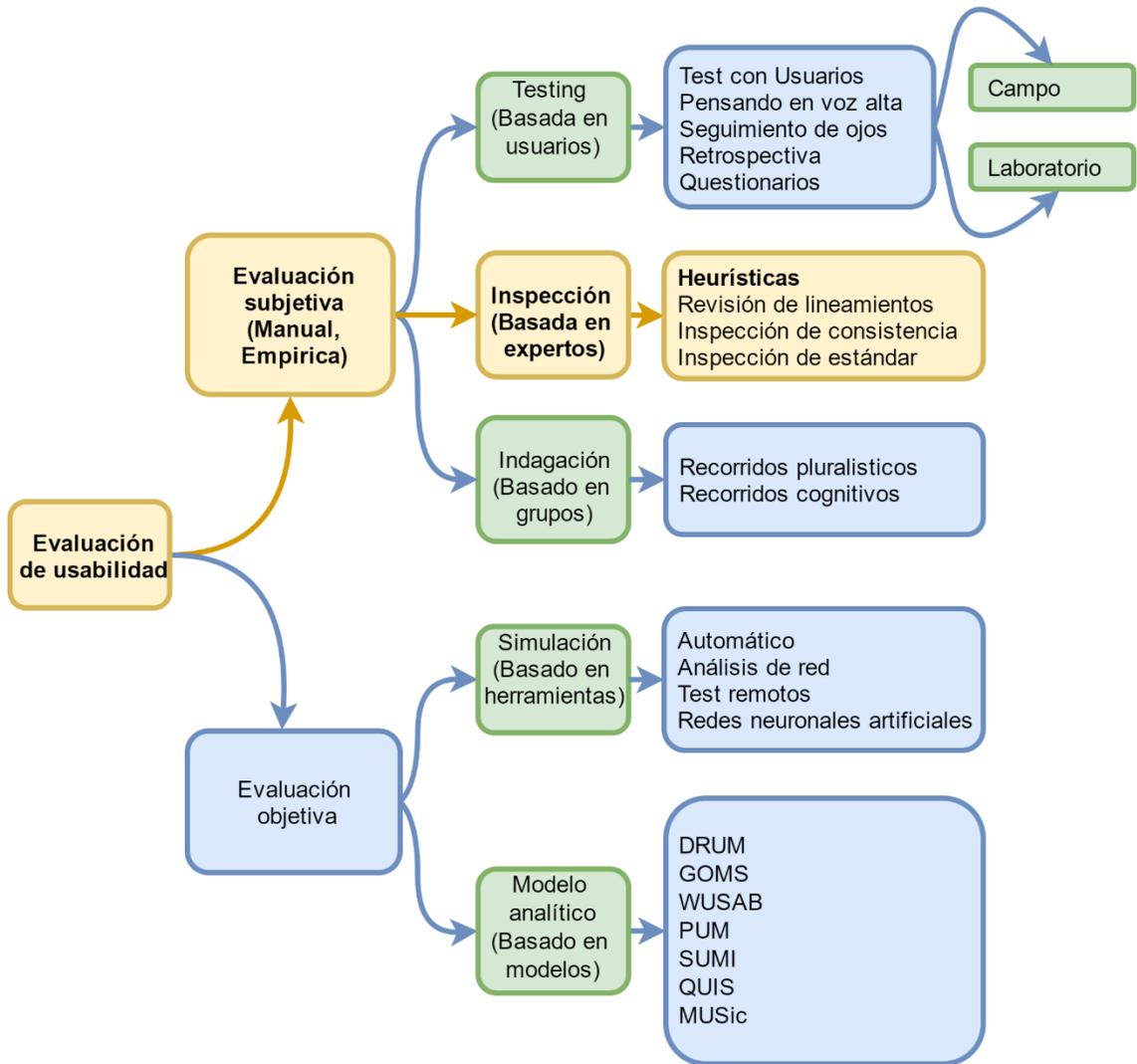
Evaluar la usabilidad consiste en aplicar metodologías que permitan identificar y medir problemas de usabilidad, para luego sugerir soluciones prácticas que especifiquen como mejorar la usabilidad de un producto software. Los métodos para evaluar la usabilidad tienen dos enfoques, subjetivo y objetivo. Cada enfoque intenta medir la experiencia de usuario (UX) interactiva, asociada con la interfaz. El análisis de usabilidad provee una comprensión de UX que ayuda a determinar cómo y dónde rediseñar la interfaz de usuario (UI) para mejorar su nivel de satisfacción (Nagpal, Mehrotra, & Kumar Bhatia, 2017). La *Figura 3* (Fernandez,

Insfran, & Abrahão, 2011) resume los métodos y técnicas documentadas. Esta investigación profundizara el enfoque subjetivo, seleccionando el método de inspección y la técnica heurísticas, bajo el modelo propuesto por Jakob Nielsen.

Enfoque subjetivo

El enfoque subjetivo según (Fernandez, Insfran, & Abrahão, 2011) (Ndako, Shehi, Adelowo, & Gbenga, 2017) se divide en tres tipos, inspección que involucra diseñadores evaluando interfaz de usuario basados en principios de diseño y lineamientos, recorridos grupales o indagación (*inquiry*) técnica llevada a cabo por interesados (*stakeholders*) del producto simulando actividades comunes en prototipos de la aplicación web, y el tercer tipo son los test de usuarios, seleccionando prospectos de usuarios potenciales, para ejecutar actividades específicas en el producto software.

Figura 3 Enfoques, métodos y técnicas de evaluación de usabilidad



Inspección de usabilidad

Es un método basado en evaluación de expertos, de bajo costo, que puede llevarse a cabo en cualquier etapa del producto en desarrollo. La efectividad depende de la experiencia del evaluador, usualmente es más efectiva, y tiende a ser objetiva si se usan listas de chequeo (*checklist*) diseñadas para tal propósito. Wood (2002) propone diez reglas de inspección: contenido y alcance, principio que pretende servir las necesidades del usuario; velocidad, minimizando el tiempo de carga en el cliente; navegación-organización del contenido, fundamentado en arquitectura de información (Morville, Rosenfeld, & Arango, 2015); claridad entre secciones y subsecciones, resultados útiles; adecuación a las tareas, mostrándolas al usuario, reflejando flujo, e indicando el estado del sistema; diseño visual simple y consistente, compatibilidad para adaptar contenido de la aplicación web, en un amplio rango de usuarios y dispositivos; sencillez, presentación simple y directa (*minimalism*); consistencia y contraste-diferenciación de contenido; manejo de errores, validación y retroalimentación de errores en el cliente y respeto por el usuario.

Heurísticas: Evaluación realizada por expertos, basada en reglas prácticas, Jakob Nielsen propone un conjunto de diez reglas muy conocidas (*Nielsen heuristics*), demostrando que se puede encontrar el 75% (Mohammed Salmany otros, 2018) de los problemas de usabilidad, la *Tabla 1* indica las heurísticas propuestas: diseño estético y minimalista, incluir solo elementos necesarios; afinidad entre el mundo real y el sistema, es el uso de terminología familiar para el usuario, y evitar ambigüedad; minimizar carga de memoria del usuario, no obligar a recordar información al usuario, permitir reconocer y elegir información importante; flexibilidad y eficiencia de uso, emplear aceleradores o atajos para usuarios expertos; consistencia y estándar, es la adherencia a estándares tanto

como sea posible; visibilidad del estado del sistema, notificar acciones del usuario y estado del sistema permanentemente; libertad y control del usuario, permitir cancelar o volver atrás en las acciones de usuario; prevención de errores, validar todas las condiciones para evadir un posible error o malentendido; ayudar a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores al usuario, diseñar cuidadosamente mensajes que indiquen de manera precisa el problema, y sugieran una solución constructiva; Ayuda y documentación, es proveer de consejos e instrucciones sustanciales enfocadas en las tareas del usuario.

Tabla 1. Heurísticas de Nielsen

Heurística

- 1 Visibilidad estado del sistema
- 2 Afinidad entre el mundo real y el sistema
- 3 Libertad y control del usuario
- 4 Consistencia y estándar
- 5 Prevención de errores
- 6 Flexibilidad y eficiencia de uso
- 7 Estética y diseño minimalista
- 8 Ayudar al usuario a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores
- 9 Minimizar carga de memoria del usuario
- 10 Ayuda y documentación

Fuente: Nielsen (2012)

Indagación (Inquiry): Esta técnica consiste en inspeccionar el producto, recorriendo el flujo de tareas principales que el usuario va a desarrollar, los recorridos están basados en las tareas y enfocados en el diseño crítico. La indagación o también conocida como recorridos (*Walkthroughs*) (Nagpaly otros, 2017) ha sido caracterizada con técnicas como recorridos cognitivos, que busca predecir dificultades que el usuario podría tener al usar el producto; recorridos pluralistas, realizado ejecutando tareas entre usuarios, diseñadores y expertos en usabilidad.

Test de Usabilidad: Es un método basado en usuarios, caracterizado por su costo en tiempo y recursos, sin embargo, presenta resultados tangibles, acerca de opiniones reales, problemas y propuestas de los usuarios (Moritsy otros, 2010) . Los test de usabilidad son una herramienta de investigación que emplea técnicas para recolectar datos empíricos mientras se observa a usuarios representativos desarrollar tareas realistas en una situación artificial (*Test de laboratorio*) (Rubin, Chisnell, &Spool, 2008).

Test de Usuarios: Es desarrollado por usuarios potenciales, el proceso establecido para esta técnica es el siguiente, planear test, preparar materiales, preparar laboratorio, prueba piloto, selección de usuarios, conducir test, analizar resultados, refactorizar producto y repetir el test (Rubiny otros, 2008págs.65-91) .

Pensando en Voz Alta (ThinkingAloud): El propósito de este test es pedir al usuario ejecutar tareas y que este pronuncie en voz alta las opiniones o sensaciones que causen el uso del producto. Posteriormente se analiza los criterios del usuario y se formula recomendaciones.

Enfoque objetivo

En este enfoque, el nivel de la usabilidad del producto no depende de percepciones del usuario o evaluador, se usan herramientas software que automatizan la evaluación de la usabilidad (Grigueray otros, 2016) . Este enfoque también utiliza modelos analíticos.

Simulación:

Está basado en el uso herramientas software que evalúan la interfaz.

Evaluación Automática: Son herramientas que evalúan si la interfaz cumple un conjunto de estándares de usabilidad, verificado a nivel de HTML, XML u otros lenguajes de interfaz con reglas. Los parámetros críticos a considerar pueden ser los siguientes; *Atractividad, control, eficiencia, utilidad y aprendizaje*. En esta técnica se utilizan el análisis de logs por eventos, mapas de calor basados en clicks del ratón (*mouse*), sesiones de usuario, visitas, etc.

Web Analytics: La usabilidad es medida con la recolección y análisis de datos de diferentes logs con paquetes de software para *minería web*. Dividido en tres categorías: minería web de contenido, minería web de estructura para mejorar diseño relacionando paginas útiles y asociándolas entre ellas, y minería web de uso buscando patrones.

Modelo analítico

El modelo analítico emplea usuarios y modelos para evaluar la usabilidad, mientras el usuario completa una tarea.

GOMS (Goals, Operators, Methods and Selection rules): Es definido como un “modelo que describe las interacciones esenciales que el usuario tiene con una interfaz mientras realiza actividades para alcanzar un objetivo.” Este modelo permite obtener predicciones cuantitativas (Mayilbaganan & Kalpanadevi, 2017).

Metodología

Paradigma enfoque y tipo

Esta investigación es de corte cuantitativo, porque según (Hernández Sampieriy otros, 2010) representa un conjunto de procesos secuenciales y probatorios, por lo tanto no se pueden saltar los pasos debido a que el orden es riguroso, que parte de una idea que una vez delimitada, se deriva en objetivos y preguntas de investigación, de las preguntas se establecen hipótesis y se determinan variables, la validez de los resultados, se soportarán a través de un proceso estadístico descriptivo debido a que se realizan mediciones, se utilizan técnicas de recolección y se analizan los datos procediendo de manera inductiva donde se obtendrán conclusiones empíricas.

El enfoque para esta investigación es empírico-analítico (Landeau, 2007) ,debido a que se basa en las experiencias propias para evaluar la usabilidad de las aplicaciones web desarrolladas como trabajos de grado, durante los años 2010 al 2017, en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño.

El tipo de investigación es descriptiva (Landeau, 2007) porque pretende a través de las situaciones y de las características de la propuesta planteada, recolectar datos sobre la hipótesis y de esta manera describir las propiedades que tienen las aplicaciones web desarrolladas como parte de los trabajos de grado,

durante los años 2010 al 2017, en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño. Además, la investigación es propositiva (Landeau, 2007) , porque se planteará una forma de evaluación de usabilidad, para las aplicaciones web, utilizando la técnica heurísticas de Nielsen, que finalmente se aplicará.

Población y muestra

La población corresponde a las aplicaciones web desarrolladas como parte de los trabajos de grado en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño durante los años 2010 al 2017. Dado que la población tiene un número relativamente pequeño se decide tomar por completo los individuos que componen la población, con la condición de que las aplicaciones web que resulten de difícil o imposible de aplicar la evaluación no serán parte de la evaluación; las causales pueden ser por ausencia de código fuente, falta de la aplicación en un entorno de producción o desarrollo. Esta característica será posible concretarla en el primer objetivo de la investigación. El número total de aplicaciones web identificadas es de (74).

Proceso de investigación

Tabla 2. Operacionalización de los objetivos

Objetivo específico	Fuente	Técnica de recolección	Instrumento	Técnica de Procesamiento	Resultado
Caracterizar las aplicaciones web desarrolladas como trabajos de grado, durante los años 2010 al 2017, en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño.	Aplicaciones web desarrolladas en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño durante los años 2010 al 2017	Revisión documental	Ficha de revisión documental	Análisis documental y estadística descriptiva	Documento con la Caracterización de las aplicaciones web desarrolladas como trabajos de grado, durante los años 2010 al 2017, en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño

Objetivo específico	Fuente	Técnica de recolección	Instrumento	Técnica de Procesamiento	Resultado
Diseñar un proceso de evaluación de usabilidad, para las aplicaciones web desarrolladas como trabajos de grado, utilizando la técnica Heurísticas de Nielsen.	Heurísticas de Nielsen	Revisión documental	Ficha de revisión documental	Análisis documental	Documento con el proceso de evaluación de usabilidad para aplicaciones web

Objetivo específico	Fuente	Técnica de recolección	Instrumento	Técnica de Procesamiento	Resultado
Aplicar el proceso de evaluación de usabilidad diseñado, a las aplicaciones web desarrolladas como trabajos de grado, durante los años 2010 al 2017.	Aplicaciones web desarrolladas como trabajos de grado en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño durante los años 2010 al 2017	Etapa de recopilación de datos del proceso de evaluación de usabilidad para aplicaciones web diseñado.	Lista de verificación	Etapa de ejecución del proceso de evaluación de usabilidad para aplicaciones web diseñado.	Matriz con resultados de la evaluación de usabilidad de las aplicaciones web desarrolladas como trabajos de grado, durante los años 2010 al 2017.

Fuente: Esta investigación

Tabla 3. Variables de la investigación

Nombre	Tipo	Descripción
Cantidad	Independiente	Número total de aplicaciones web desarrolladas como trabajos de grado en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño durante los años 2010 al 2017
Tecnología	Independiente	Herramientas utilizadas para la construcción de las aplicaciones web desarrolladas como trabajos de grado en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño
Sector	Independiente	Sector al que fueron destinadas las aplicaciones web desarrolladas como trabajos de grado en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño
Uso	Independiente	Porcentaje de aplicaciones web que se encuentra actualmente en producción.
Tiempo De Uso	Independiente	Numero días, meses, años que lleva o llevó la aplicación web en producción.
Actualización	Independiente	Tiempo transcurrido desde la última actualización
Usuarios	Independiente	Numero de usuario que usan o usaron la aplicación web.
Tiempo de Realización	Independiente	Numero de meses o años que tomo en construir la aplicación web.
Desarrolladores	Independiente	Cantidad de estudiantes involucrados en el desarrollo de la aplicación web

Fuente: Esta investigación

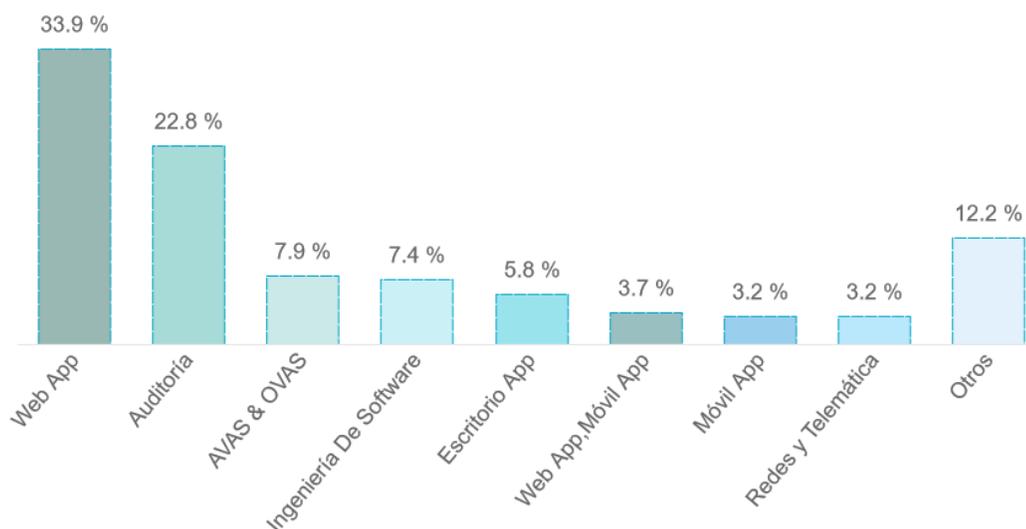
1. CARACTERIZACIÓN APLICACIONES WEB

Este capítulo describe las características y propiedades de las aplicaciones web desarrolladas como parte de los trabajos de grado, durante los años 2010 al 2017, en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño. Para alcanzar este objetivo, se tuvo como fuente de información los reportes de las aplicaciones web desarrolladas en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño durante los años 2010 al 2017. La técnica que se utilizó para la recolección de información fue la revisión documental, posteriormente, en el análisis de la información, se utilizó como técnica la estadística descriptiva, para efectos de este objetivo se analizaron las siguientes variables: cantidad, tecnología, sector económico, estado, tiempo de desarrollo e involucrados, la matriz de recolección de información puede ser encontrada en el *Anexo A*. Los resultados describen inicialmente las características y propiedades de los trabajos de grado en general, seguidamente se detalla las características de los trabajos de grado donde realizaron aplicaciones web de acuerdo con las variables. Finalmente, se hace una síntesis de los resultados, para la obtención del siguiente análisis, se utilizó la matriz de datos recolectados (*Ver Anexo B*).

1.1 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS DE GRADO

Los trabajos de grado analizados, corresponden a aquellos que tuvieron como parte del trabajo, desarrollar una aplicación web durante los años 2010 al 2017. Estos trabajos fueron realizados como requisito de grado en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño.

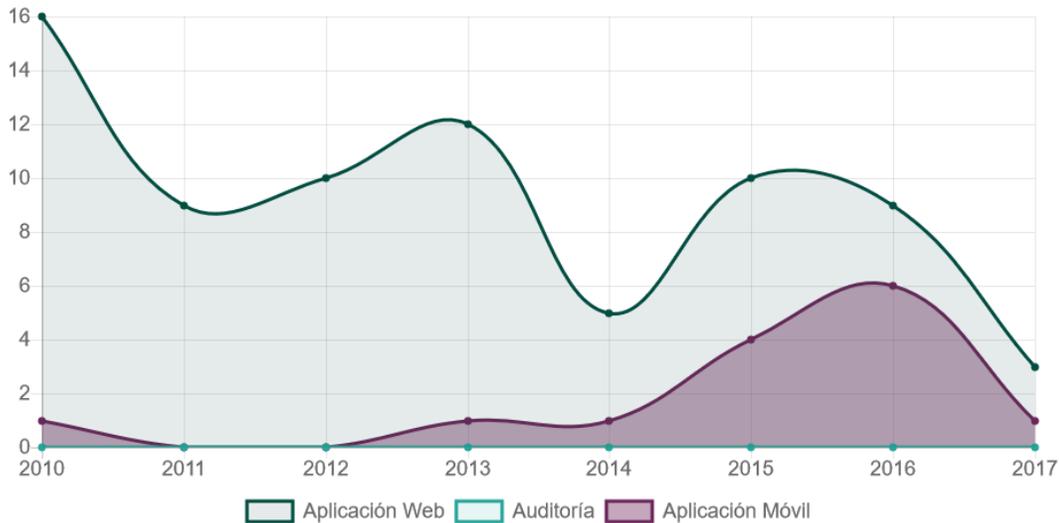
Gráfica 4 Trabajos de grado Ingeniería de Sistemas - Universidad de Nariño



Fuente: Esta investigación

Como se puede observar en la *Gráfica 4*, el mayor porcentaje de trabajos de grado se orienta al desarrollo de aplicaciones web en un 33%. Los Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVAS) y Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVAS), Ingeniería de Software y Aplicaciones de Escritorio se encuentran entre un 5% y 7% del total de trabajos de grado. Otro grupo se constituye por la construcción de aplicación web y móvil, aplicación móvil y redes-telemática en un 3% para cada grupo. El 12% restante son trabajos de grado que realizaron otro tipo de investigación, o agrupa más de un tipo según las frecuencias mostradas en la gráfica. El dato de interés para esta investigación es el 37% de los trabajos que desarrollaron aplicaciones web, esto se obtiene al realizar la sumatoria de aquellos que desarrollaron aplicación web más los que desarrollaron aplicación web y móvil en conjunto.

Gráfica 5 Aplicaciones web, aplicaciones móviles y auditorías



Fuente: Esta investigación

Para comprender el objeto de estudio de esta investigación la Gráfica 5 muestra los tipos más frecuentes, mostrados anteriormente en la Gráfica 4. Respecto a las aplicaciones web, la curva de comportamiento no sigue un patrón visible, sin embargo, las cantidades anuales son superiores en todos los periodos, excepto para el año 2016. Las auditorías presentan un crecimiento hasta el año 2016; por ejemplo, entre los años 2012 a 2013 crecieron un 300% y lo mismo entre los años 2014 a 2016 crecieron un 225%. Por otra parte, las aplicaciones móviles desarrolladas como parte de los trabajos de grado muestran tendencias de aumento, al comparar entre los años 2012 y 2016 se evidencia una curva de crecimiento.

Una característica de los trabajos de grado en general, es el desarrollo de software, como resultado se obtuvo que un 58% desarrollaron algún tipo de software entre los cuales se tiene; aplicaciones web, aplicaciones escritorio,

aplicaciones móviles, video juegos o aplicaciones para otras plataformas. Los trabajos que generalmente no desarrollan software son las investigaciones en ingeniería de software, auditorías, trabajos en redes y telemática u otros que no involucren necesariamente el desarrollo.

1.2 DESCRIPCIÓN VARIABLES DE ANÁLISIS

Para la caracterización de las aplicaciones web, se definieron variables a fin de conocer sus propiedades. La variable *tecnologías usadas* permite realizar un acercamiento desde la arquitectura y patrones de software, la cual se analizó en secciones; la primera sección da a conocer los *lenguajes de programación* y los *frameworks* utilizados en el back-end, con ello se pretende analizar la perspectiva del patrón de diseño MVC (*Model, View and Controller*) conocido en la implementación de aplicaciones web. Otra sección en tecnología, son los lenguajes y frameworks front-end. De ese modo, el análisis front-end y back-end dan a conocer el entorno de desarrollo, y cuáles son sus aproximaciones a la arquitectura de software; también se investiga el *sistema gestor de bases de datos (SGDB)*, y se agrupan las marcas registradas en cada caso, del mismo modo se presenta el servidor de aplicaciones. En la variable *tiempo de desarrollo*, se inspecciona el cronograma de actividades para conocer el tiempo empleado en la ejecución del proyecto, esta variable se rige por el reporte ofrecido en los informes finales de los trabajos de grado, teniendo en cuenta el tiempo total empleando; para el *número de involucrados* en el proyecto, se anota cuantos estudiantes se registraron como responsables del trabajo de grado, en esta variable se muestra la solvencia del equipo para suplir roles necesarios del proyecto; la *cantidad*, da a conocer el número de aplicaciones web realizadas entre los años 2010 al 2017; en el *tipo de empresa*, se investiga que tipo de entidad recibe el producto, de las cuales se tiene los siguiente tipos: empresas públicas, privadas o mixtas. El *sector económico* de destino de la aplicación da a conocer la intención de impacto económico, se separan los sectores económicos primario, secundario y terciario

con sus correspondientes actividades. En el *estado actual* se formula una situación de discusión, para que el objeto de beneficio y novedad de una aplicación web desarrollada como trabajo de grado, pueda tener mayor alcance, a su vez el estado actual permite conocer el porcentaje de las aplicaciones que se encuentran en producción o es posible accederlas desde un cliente web.

1.2.1 Tecnologías

Al desarrollar un producto software se utilizan herramientas o tecnologías para implementar las funcionalidades y diseños. Las aplicaciones web basadas en arquitectura de software en capas, requieren de tres partes, una de ellas, es la capa de datos, donde se utiliza un sistema gestor de bases de datos (SGDB) para persistencia de información; la capa de negocio, es implementada en el back-end, por lo general con lenguajes de programación de alto nivel, en su mayoría interpretados. La capa de presentación front-end es desarrollada en varios lenguajes, los más conocidos son el lenguaje de marcas (HTML), lenguaje de marcas extendido (XML), las hojas de estilo en cascada (CSS), la lógica del DOM con plugins (JavaScript), la técnica AJAX, objetos JavaScript (JSON) y otros lenguajes que pueden ser utilizados del lado cliente.

La arquitectura de software define características básicas y el comportamiento de un producto software, de esa manera, el patrón de arquitectura en capas, propone separar en módulos y componentes (*development units*), con roles, responsabilidades y relaciones. Estos patrones facilitan cambios (*change tolerance*) como también mantenimientos (*easy to understand*) y permiten reutilizar componentes en otros sistemas (Martin, 2017) .La arquitectura en capas está organizada horizontalmente, donde cada capa realiza el trabajo requerido para satisfacer una necesidad, así mismo, el aislamiento de capas (*Layers of Isolation*) significa que los cambios realizados en una capa no impacten o afecten

componentes en otra, lo que implica que cada capa es independiente (Richards, 2015) .

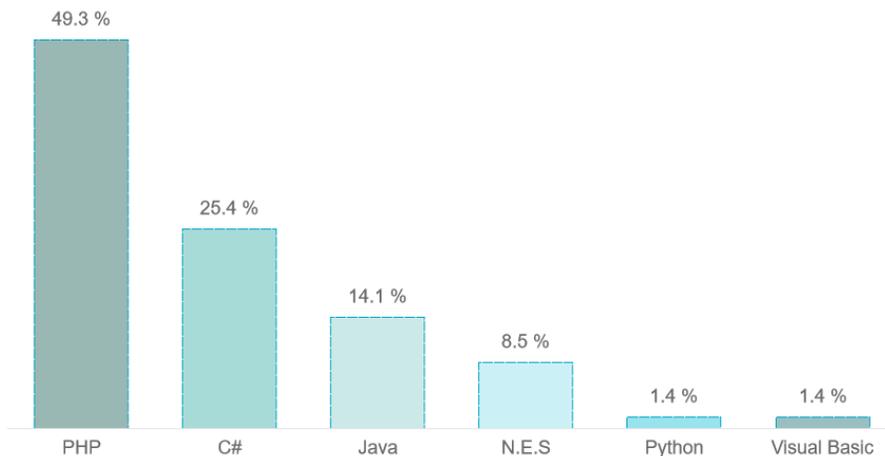
MVC es un patrón de diseño de arquitectura sugerido para el desarrollo de aplicaciones web (Pressmany otros, 2015pág.386) . El patrón MVC según Bass, Clements y Kazman (2013, pág. 237), plantean que, en contexto, la interfaz es frecuentemente modificada en porciones, por lo tanto, hay que separarla del resto del sistema, con esto se pretende dar respuesta al soporte de entrada de datos del usuario o actualizaciones a los datos de la aplicación, además se permite la creación de múltiples vistas, que sean fáciles de mantener y coordinar cuando los datos de la aplicación cambien. Para Bass y otros (2013, pág. 237), el patrón MVC separa la funcionalidad de la aplicación en tres tipos de componentes débilmente acoplados entre sí, para facilitar el desarrollo y testeado en paralelo, los cuales son:

- Un *modelo*, el cual contiene los datos de la aplicación
- Una *vista*, la cual muestra algunas porciones de los datos e interactúa con el usuario
- Un *controlador*, mediador entre modelo y vista, para gestionar notificaciones en cambios de estado

Según Martin (2017), la arquitectura se ve reflejada en la codificación, es un método que agiliza el desarrollo, de tal manera que, la arquitectura pretende minimizar el esfuerzo, con el propósito de maximizar la funcionalidad y la flexibilidad de un producto software. En la siguiente sección de tecnologías de desarrollo, se describen las herramientas utilizadas, se ha considerado que cada herramienta es parte importante para la implementación de la arquitectura, teniendo en cuenta que algunas herramientas están diseñadas para seguir ciertos patrones de desarrollo o paradigmas de programación.

1.2.1.1 **Lenguaje de programación back-end**

Gráfica 6 Lenguaje de programación back-end



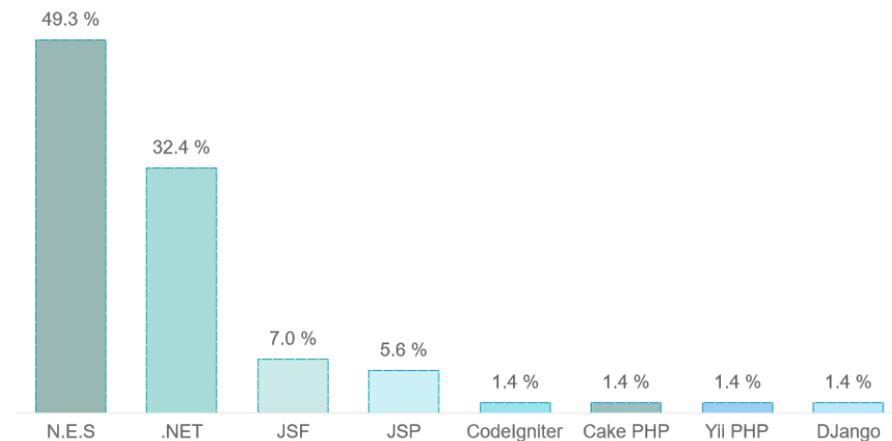
Fuente: Esta investigación

La lógica de negocio está implementada en el back-end, la cual se compone por funciones que realizan entradas de datos, consultas, generación de informes y el procesamiento que se realiza detrás de una aplicación web. La *Gráfica 6* muestra que PHP es el lenguaje back-end más usado con un 49%, al compararlo con la *Gráfica 7* de frameworks tan solo tres de estos proyectos utilizaron un framework PHP basado en el patrón MVC, más uno con framework personalizado, el restante construyó las aplicaciones con PHP utilizando una herramienta para editar el código fuente; el lenguaje C# o C Sharp se usó por lo general en conjunto con el framework ASP.NET; Java se utilizó en conjunto con los frameworks JSF y JSP. De la *Gráfica 6* es importante notar que un 8% no específico (N.E.S) el lenguaje back-end en la documentación, de igual manera, se logró identificar que los lenguajes menos utilizados son Python y Visual Basic entre un 1%.

1.2.1.2 Framework web back-end

Un framework web, está programado bajo el mismo lenguaje back-end, el cual es un conjunto de componentes de diseño reutilizables, implementados para facilitar y agilizar el desarrollo de sitios web dinámicos, aplicaciones web y servicios web (Plekhanova, 2009) , es así, que el uso de un framework facilita la construcción de componentes, modelos, vistas y arquitecturas de maneras flexibles, lo cual está relacionado con parte de la usabilidad, sin embargo, la revisión documental permitió detectar que la mitad de las aplicaciones web no usaron un framework web. En contraparte según la *Gráfica 7*, el 32% expresa el uso de ASP.NET destacado por una amplia gama de componentes y herramientas para la construcción de aplicaciones web modernas (Microsoft, 2018) . Otros frameworks como JSF (*Java Server Faces*) y JSP (*Java Server Pages*) están entre un 5% y 6%, así mismo, los frameworks de PHP tienen un 4%. Además, el framework web Django fue usado en un 1% a pesar de que en estudios se ha determinado que es una herramienta de código abierto altamente productiva y mantenible bajo determinados contextos, respecto a herramientas PHP (Díaz Clavijo, 2014) (Plekhanova, 2009) .

Gráfica 7 Frameworks web back-end



Fuente: Esta investigación

1.2.1.3 Lenguaje front-end

Front-end o también conocido como lado cliente, es donde se producen elementos visuales para que el usuario pueda interactuar con el sistema software. Estos elementos creados, pretenden implementar un diseño que permita ver la información relevante, en un formato fácil de leer, por lo tanto, el aseguramiento de la calidad visual requiere de técnicas cuidadosas a desarrollar en el front-end; donde la apariencia, estética, carácter y emoción de un producto sean únicos, para agregar valor a las soluciones tecnológicas, de esa manera, el diseño visual crea marcas que se logren mirar y sentir (*look and feel*), a través de un diseño limpio (Fleck, 2019). La documentación de los trabajos de grado, como se puede observar en la *Tabla 4*, en general los lenguajes especificados para la implementación del front-end fueron: HTML, JavaScript, XML y CSS, el Lenguaje de Marcas Extendido se usó en los servicios SOAP de ASP.NET. Esta investigación permitió conocer que un 18% no especificó el uso de ninguno de los cuatro lenguajes documentados por los demás trabajos.

Tabla 4. Lenguajes front-end

Lenguaje	% FO
HTML	74.6
JavaScript	56.3
XML	40.8
CSS	32.4

Fuente: Esta investigación

1.2.1.4 Framework front-end

Al igual que los frameworks back-end (Ver gráfica 7), los frameworks front-end cumplen la tarea de disponer elementos de diseño reutilizables, las características generales de estos componentes son: tipografías, tablas, colores, control de cuadrícula (*grid*), botones, inputs, tarjetas, menús de navegación, en cuanto a componentes CSS; algunos también adicionan extensiones (*plugins*), para dinamizar la interfaz con JavaScript o TypeScript, estos componentes pueden ser: alertas, cuadros de diálogos avanzados, graficas, etc. Los elementos mencionados anteriormente facilitan la implementación de las tácticas de usabilidad, en la *Tabla5* se muestra el uso de frameworks front-end, donde se evidencia que JQuery es el más usado en un 12%, se trata de una librería JavaScript usada para la implementación de la técnica AJAX¹, y la manipulación

¹ XML y JavaScript asíncrono, es una técnica de desarrollo web para crear aplicaciones web interactivas, que permite la actualización de porciones de interfaz de usuario, sin la necesidad de recargar toda la página.

del DOM² de manera dinámica, se encontró en la documentación que estas técnicas se usaban con el propósito de mejorar la usabilidad de la aplicación a construir. Además, se logró identificar el uso de Bootstrap, JQuery UI, Metro UI y Prime Faces, los cuales son frameworks con componentes en HTML, CSS y JS (JavaScript), esta investigación determinó que el 62% de los trabajos de grado no documentó la utilización de un framework front-end.

Tabla 5. Frameworks front-end

Framework	% FO
JQuery	12.7
Bootstrap	5.6
JQuery UI	4.2
Metro UI	2.8
Prime Faces	2.8

Fuente: Esta investigación

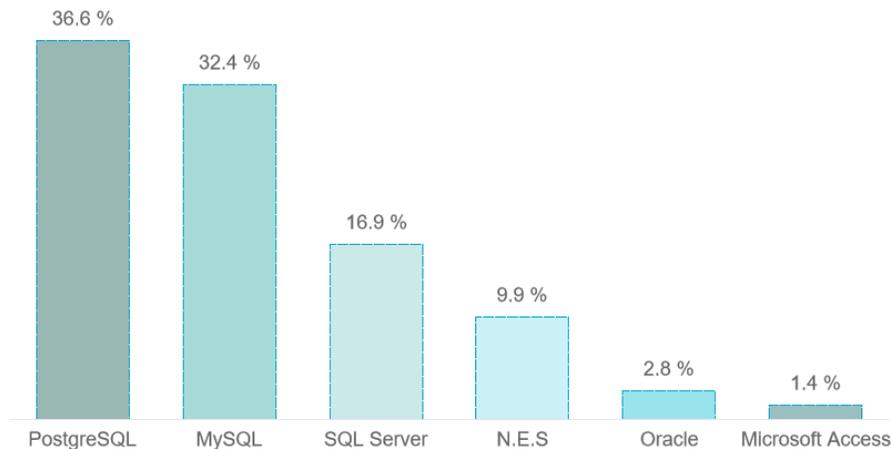
1.2.1.5 Sistema gestor de bases de datos

La esencia de una aplicación web es el acceso a datos de modo interactivo, los datos son almacenados, consultados y actualizados en un sistema gestor de base de datos (SGBD) que hacen parte de la capa de datos. En relación con las tecnologías para SGBD, se encontró que un 20% de los trabajos utilizaron software licenciado, como Oracle, Microsoft Access, y SQL Server. Como SGBD

² Modelo de objetos del documento, es un conjunto estándar de objetos para representar documentos de páginas o aplicaciones web.

libres, se encontró a PostgreSQL y MySQL, con un 36% y 32% respectivamente. Además, el 9% no especificó el SGBD utilizado.

Gráfica 8 Sistemas gestores bases de datos (SGDB)



Fuente: Esta investigación

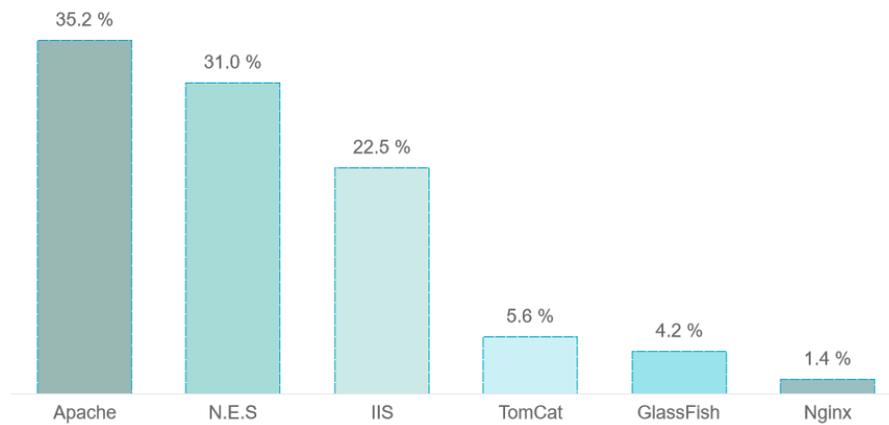
1.2.1.6 Servidor de aplicaciones

Por otro lado, para la puesta en marcha de una aplicación web, se requiere un servidor Internet. Se determinó que los servidores Apache³ son los más utilizados con un 45%. Internet Information Services⁴ (IIS), se utilizó con un 22%. Este último software propietario, se usó en la mayoría de las aplicaciones desarrolladas bajo el framework ASP.NET. Un hallazgo de esta investigación, es que un 31% de los trabajos de grado no documentó el servidor de aplicaciones empleado.

³ Apache es una marca registrada de Apache Software Foundation.

⁴ IIS es una marca registrada de Microsoft Corporation.

Gráfica 9 Servidor de aplicaciones



Fuente: esta investigación

1.2.2 Cantidad

Las aplicaciones web son un producto habitual (Ver gráfica 5), como resultado de un trabajo de grado en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño, la curva no es constante, presenta cambios de ascenso y descenso cada tres años. Las aplicaciones web son poco más del 37%, en valores frecuenciales son setenta y cuatro (74), este grupo representa casi la mitad de trabajos de grado. Entre los años 2010 a 2011 los trabajos de grado que desarrollaron aplicaciones decrecieron un 43%, lo mismo para los años 2013 a 2014 un decrecimiento de 58%. Entre los años 2011 a 2013 hay un crecimiento de 25%, y luego entre los años 2014 y 2015 crecen un 50%. Se espera que las aplicaciones web continúen con esos porcentajes debido a la utilidad que representan actualmente, por lo cual se debe incentivar prácticas que mejoren la calidad de este tipo de productos, puesto que se usan en todos los sectores económicos. Para Pressman y otros (2015, pág. 372-387) la web semántica

conducirá a que las aplicaciones web sean cada vez más sofisticadas, con acceso a información de formas extraordinarias.

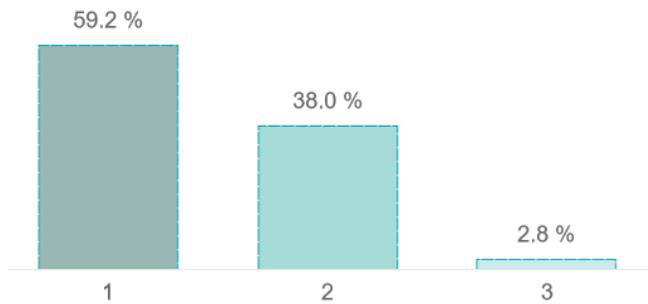
1.2.3 Tiempo de Realización

Los proyectos de grado se proponen por lo general a término de seis meses, con la investigación se evidencio que un 7% documentan las actividades realizadas durante los seis meses, sin embargo, se encontró en la documentación, que no se describe el cronograma de actividades o un cuadro de tiempo que permita visualizar el estimado de tiempo utilizado durante la ejecución del proyecto. Por otra parte, un 14% de los documentos adicionaron un cronograma de actividades o también denominado informes de entregas en las pasantías. La gestión de tareas es bien vista por marcos de trabajo y en general por las metodologías de desarrollo.

1.2.4 Involucrados - Equipo de Desarrollo

Cada trabajo de grado es ejecutado por uno o varios estudiantes y docentes asesores. En las aplicaciones web se encontró que un 59% fueron desarrolladas por un solo estudiante. Las metodologías sugieren un mínimo de tres personas para suplir roles importantes y tan solo un 2% cumple ese requisito (Nolly otros, 2017) (Zygo Blaxell, 2006) . Para este estudio se tiene la premisa de que el número de involucrados mejora la calidad en cuanto a la usabilidad, lo veremos en el tercer capítulo de esta investigación cuando se describa el análisis de la evaluación de la usabilidad.

Gráfica 10 Involucrados agrupados por cantidad



Fuente: Esta investigación

La *Tabla 6* muestra en resumen los involucrados en el proyecto de grado agrupados por género, se evidenció que las mujeres prefieren realizar los trabajos de grado en grupos de dos o tres personas, por el contrario, los hombres son lo que más desarrollaron su proyecto de manera individual, siendo el 37%. En total un 20% de los involucrados en desarrollo de aplicación web son mujeres y un 80% son hombres, siendo así un total de 107 profesionales que se graduó en un proyecto de grado relacionado con el desarrollo de una aplicación web entre los años 2010 al 2017 en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño. Los involucrados en grupos de tres es el menos frecuente, dado que solo dos proyectos fueron realizados dentro de ese grupo.

Tabla 6. Involucrados agrupados por genero

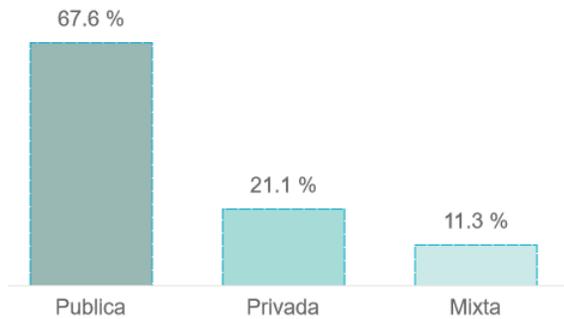
Involucrados	Hombre		Mujer		Total
	FO	%FO	FO	%FO	
1	40	93%	3	7%	43
2	42	72%	16	28%	58
3	4	66%	2	34%	6
Totales	86	80%	21	20%	107

Fuente: Esta investigación

1.2.5 Tipo Empresa

Los trabajos de grado benefician a empresas de administración pública, privada o mixta. La *Gráfica 11* muestra que las empresas de administración pública tienen un 67%, una gran parte de estos trabajos fueron realizados para dependencias, programas o secciones dentro de la Universidad de Nariño, estos sistemas tienen como objetivo dar apoyo y mejorar los procesos de manejo de información, otra parte son desarrollados para centros educativos como colegios, escuelas, o empresas de servicio público del sector gobierno. Las empresas de administración privada y mixta alcanzaron un 32%, con 21% y 11% respectivamente, la inspección documental permitió conocer que algunos de los trabajos son pasantías, ejecutados en empresas privadas.

Gráfica 11 Tipo de empresa

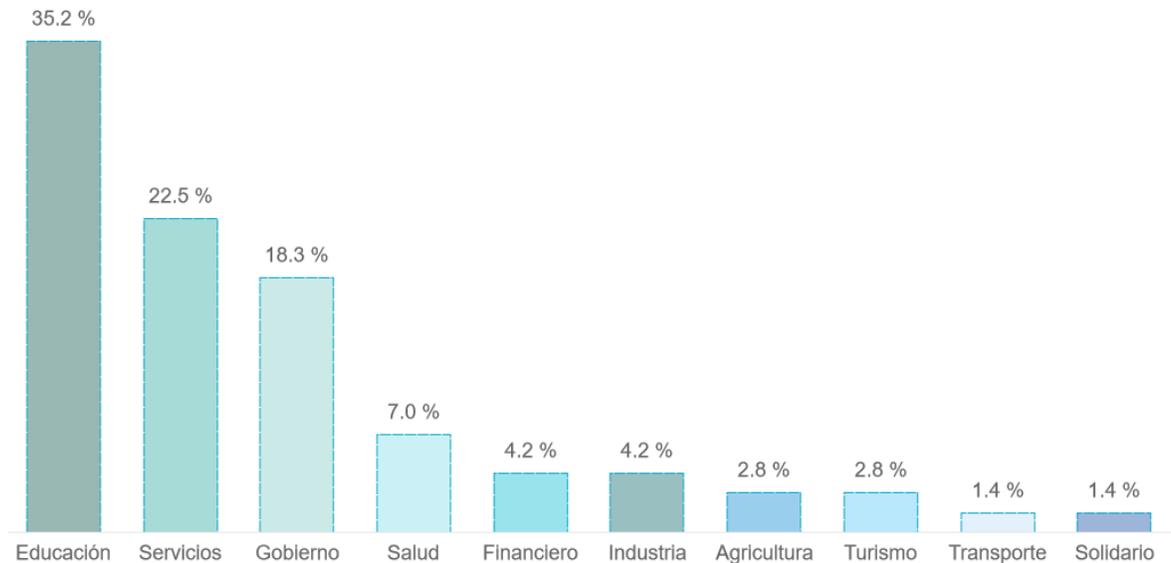


Fuente: Esta investigación

1.2.6 Sector Económico

Según el Centro Virtual de Negocios (2016) en Colombia, los sectores económicos se agrupan de acuerdo al servicio que realicen o el producto que comercialicen, en conformidad con lo anterior, la *Gráfica 12* muestra los diferentes sectores a los que las aplicaciones web pretendían tener efecto, de la gráfica se tuvo que el sector de la economía primaria, fue beneficiado en un 2%, en la actividad de *agricultura* como café y enceres. Este sector es uno de los menos beneficiados. Los trabajos destinados al sector secundario fueron del 4% en la actividad de *industria*, el 94% restante pertenecen al sector terciario en las actividades *educación, servicios y gobierno* este último con un total de 18%. El sector servicios lo conforman empresas públicas, entre las cuales se tiene: entidades de gobierno como alcaldías; el sector *salud*, son aplicaciones web desarrolladas para hospitales; el sector *turismo, transporte, y solidario* se agrupan entre el 1% y 2%.

Gráfica 12 Sectores económicos



Fuente: Esta investigación

1.2.7 Estado Actual

Al construir una aplicación web, se espera que esta satisfaga una necesidad y que por tal razón permanezca en producción por un tiempo, es decir, que esté en funcionamiento y vigente hasta que sea reemplazada por otra, o sufra actualizaciones para mejorar sus funcionalidades. La inspección documental evidenció que un 8% de los trabajos de grado se encuentra actualmente en producción o es posible accederla desde un cliente web, hay que tener en cuenta que algunos proyectos estaban destinados para lanzarse en sistemas cerrados. El estado de producción es una cuestión que requiere aseguramiento previo de la calidad del producto, para que tenga una proyección de vida útil.

1.3 SÍNTESIS

En este capítulo se caracterizó las aplicaciones web, teniendo en cuenta las siguientes variables: cantidad, tecnología, sector económico, tiempo de desarrollo, e involucrados. De la cantidad se determinó una población de 74 trabajos de grado que desarrollaron aplicaciones web, los cuales son el 37%, además se identificó que un 58% de los trabajos de grado desarrollaron algún tipo de software. Por otra parte, se evidenció que las aplicaciones móviles vienen en crecimiento desde el año 2012 hasta el presente.

La variable tecnología de desarrollo permitió encontrar que PHP es el lenguaje back-end más utilizado, se realizó un breve recorrido al patrón de arquitectura sugerido en las aplicaciones web y se encontró que el 50% de las aplicaciones web no especificó el uso de frameworks web back-end basados en el patrón de diseño de arquitectura MVC, del mismo modo un 62% de los trabajos de grado no especificó el uso de framework front-end.

En el número de involucrados, se encontró que el 59% de las aplicaciones web se desarrolló por un solo estudiante, de esta variable se determinó que un 2% tenía el número de miembros necesarios para cumplir los roles de un proyecto de desarrollo de software.

En cuanto a los sectores económicos se encontró, que un 67% de las aplicaciones web fueron para empresas de administración pública donde más se han ejecutado proyectos de grado relacionados con el desarrollo de aplicaciones web. También, el sector primario tiene un 2% en la actividad de agricultura, y el sector secundario el 4% en la actividad de industria. El sector económico Educación, Gobierno y Servicios del sector terciario fueron destinadas un 76% de las aplicaciones web desarrolladas como trabajos de grado.

De la variable de uso, el estado actual de la aplicación se encontró que un 8% está disponible para acceder desde un cliente web.

1.4 DISCUSIÓN

Finalizado el capítulo de caracterización, se realizan observaciones, a los hallazgos encontrados en contraste con la literatura. En cuanto al crecimiento de las aplicaciones móviles, se cree que este comportamiento obedece a una ampliación del mercado de teléfonos inteligentes (*smartphones*) con sistema operativo Android, según StatCounter (2018) en Colombia, el sistema operativo Android es el segundo más usado después de Windows, en un 22% en Colombia y un 39% en todo el mundo. A la fecha de esta investigación, se evidenció que, a nivel mundial Android⁵ tiene más usuarios que Windows⁶, un sistema operativo de escritorio. Además, en comparación con solo sistemas operativos para plataformas móviles en Colombia Android tiene un 85% del mercado, esto podría significar una tendencia a desarrollar aplicaciones para dispositivos Android, dado que el intercambio de información en la Web se dará en mayor cantidad a través de estos dispositivos.

De la variable tecnología, se pudo determinar, que existe un uso intermedio de frameworks back-end basados en el patrón de diseño MVC (50%). Este hallazgo podría ser un factor que disminuye la flexibilidad para implementar las tácticas y arquitecturas requeridas, que permiten mejorar la usabilidad en una aplicación web. La relación entre arquitectura de información y usabilidad es descrita por Jakob Nielsen (citado por Morville, Rosenfeld, y Arango, 2015), argumentando que

⁵ Android es una marca registrada de Google LLC.

⁶ Windows es una marca registrada de Microsoft corporation.

la arquitectura de información determina la usabilidad del producto. De igual manera, las herramientas front-end también presentaron ausencia de especificación, el 62% de los trabajos no documentaron el uso de un framework front-end. Este tipo de tecnologías (*los frameworks*) son construidas para proporcionar diseños reutilizables basados en estándares, además incluyen componentes prediseñados requeridos en las tácticas de usabilidad. Según Katzmaier y Hanneghan (2015) los frameworks proveen elementos basados en patrones de diseño, que ayudan a organizar el proyecto, y reutilizar componentes. El fin de esta investigación no tiene como propósito generar dependencia de frameworks dado que primero está la arquitectura, sin embargo, las herramientas pueden ajustarse a ciertas necesidades para ser un factor que ayude en la implementación de la arquitectura para plataformas específicas.

Por otra parte, el número de involucrados encontrados en los trabajos de grado, permite observar que es necesario motivar el trabajo en equipo, por parte de estudiantes, para que el proyecto pueda desarrollarse en condiciones como las sugeridas por Zygo Blaxell (2006). Del mismo modo, la variable involucrada, se agrupó por género, y se logró observar que las mujeres prefieren realizar los trabajos de grado en grupos de dos o tres estudiantes. En esta investigación se confirmó que el 20% fueron mujeres que estuvieron involucradas en el desarrollo de aplicaciones web; el porcentaje es aproximado con el reportado por Pardo D. (2016), y de acuerdo con el Ministerio de Educación en Colombia, la carrera de Ingeniería de Sistemas tiene un porcentaje del 26% de mujeres matriculadas.

En la variable estado actual de las aplicaciones web, se encontró que un 8% está en producción, o disponibles para acceder desde un cliente web, se considera un hallazgo con oportunidad de mejora. Según Morville, Rosenfeld, y Arango (2015) existen razones por las cuales una aplicación web se deja de utilizar, una de ellas es el costo de tiempo para encontrar la información, el cual se genera por la falta

de organización del contenido, lo que a su vez ocasiona la pérdida de clientes o usuarios. Otra razón es la falta de interactividad, o aprendizaje, que consiste en ayudar al usuario, a aprender de los nuevos productos o servicios ofrecidos por sistema software, en relación con lo que habitualmente busca. Por último, quizá lo más importante, es la dificultad para mantener o modificar el sistema, relacionado con el grado de dificultad para agregar nuevo contenido, actualizar o quitar contenido, en este caso Martin (2017) asegura que la mantenibilidad y modificabilidad, no solo afecta el producto, sino también a los involucrados en el desarrollo del producto, ocasionando serias pérdidas económicas. Para esta investigación el estado actual de las aplicaciones web, significa pérdida en costos de tiempo, dado que los productos no son utilizados, por tal razón es importante buscar estrategias que aumenten el porcentaje de productos software en producción, para extender su tiempo de vida útil, después de haber sido desarrollados como trabajos de grado.

Al finalizar en este capítulo se ha encontrado que la arquitectura de software y la usabilidad sostienen una relación; por ejemplo, Folmer, Van Gurp, y Bosch (2004) manifiestan que, la usabilidad debe incluirse en la propuesta de arquitectura, dado que sería costoso implementarla en etapas avanzadas del proyecto, Folmer y otros (2004) mencionan que la usabilidad no es especificada, por el desconocimiento de patrones de diseño. Para Sihara Satoru (2009) y Estrada Sapuyes, (2019) describen a la usabilidad y el patrón de arquitectura MVC, como una relación constructiva, concluyendo que la modificabilidad de MVC permite organizar el diseño (*flexibilidad*) y agregar cambios.

2. DISEÑO DEL PROCESO EN EVALUACIÓN DE USABILIDAD

2.1 EVALUACIÓN HEURÍSTICA

La evaluación heurística es un método de ingeniería de usabilidad, empleado para encontrar problemas de diseño en interfaz de usuario (UI), y experiencia de usuario (UX) en la parte interactiva de un producto software. El método involucra a un pequeño grupo de expertos evaluadores (Mobile Application Usability: Heuristic Evaluation and Evaluation of Heuristics, 2016) , que examinan el cumplimiento de principios de usabilidad (Al-Dossari, 2017) a fin de cubrir o descubrir descuidos, que posteriormente podrían convertirse en serios problemas. La *Figura 4* muestra el método de evaluación heurística, en relación con el principio de otros métodos de usabilidad.

Figura 4. Incepción evaluación heurística



Fuente: Esta investigación

Dentro de la evaluación heurística, un grupo de expertos inspecciona el cumplimiento de unos lineamientos acordados, de esa manera, cada evaluador produce reportes, que son discutidos, y finalmente el resultado es una lista de

problemas de usabilidad, sus causas y las posibles recomendaciones o tácticas para mejorar el diseño (Díazy otros, 2017) (Al-Dossari, 2017) . Para evaluar, el número de expertos en una inspección es variable, no obstante, se ha demostrado que entre tres y cinco miembros logran detectar aproximadamente el 75% de todos los problemas de usabilidad (Paiva Guimarãesy otros, 2014) (Avilés Monroy, 2015) (Mohammed Salmany otros, 2018) . A pesar de ello, se debe tener en cuenta que, al emplear una cantidad baja de evaluadores, se ignoran problemas que aparentemente para el evaluador no lo son (Al-Dossari, 2017) , puesto que el análisis es subjetivo. Por lo anterior, se recomienda mínimo tres evaluadores (Omary otros, 2016) (Díazy otros, 2017) (Al-Dossari, 2017) , para poder debatir hallazgos. Un factor determinante en la evaluación heurística, es la experiencia previa del evaluador, si este tiene un alto grado de experiencia, el número de problemas de usabilidad encontrados es de mayor confiabilidad. Otro aspecto de las heurísticas, es la posibilidad de detectar problemas de usabilidad en etapas tempranas, durante el ciclo de vida del desarrollo de software, como parte de un proceso, de preferencia iterativo o cualquier otra forma de trabajo (*way of working*).

Al emplear las heurísticas, se tiene la ventaja de un método rápido, de bajo costo, proporciona direccionamiento a los problemas que afectan la experiencia de usuario UX e interfaz de usuario UI y no requiere de planeación avanzada (Omary otros, 2016) (Mohammed Salmany otros, 2018) , así mismo, las heurísticas son útiles, cuando existen evaluadores potenciales, y se tiene acceso limitado a usuarios, como también pueden ser aplicadas en cualquier etapa del ciclo de desarrollo de software (Wilson, 2014) .

2.2 HEURÍSTICAS DE USABILIDAD EXISTENTES

Una heurística es una regla consensuada o principio simplificado, para Wilson (2014), existen dos tipos de heurísticas; por un lado, *basadas en objetos*, que pretenden evaluar objetos de interfaz de usuario UI en particular, estos objetos incluyen: paneles de control, páginas web, ventanas, cuadros de diálogo, menús, controles (campos de texto, botones, etc.), mensajes de error y asignaciones de teclado. Por otro lado, *basadas en tareas*, donde se evalúa el desempeño de tareas realizables dentro del sistema software. Además, existe la combinación de los enfoques tanto en *objetos* como *tareas*.

En las heurísticas existen dificultades al encontrar problemas de usabilidad y medir las mejoras en los productos, por lo tanto, se recomienda proponer una solución factible para cada problema, posteriormente incentivar a los desarrolladores a implementar la solución tal como se propone en la recomendación, y probar el producto final teniendo en cuenta que al introducir arreglos se introducen problemas completamente nuevos (Wilson, 2014) .

El análisis de datos y reportes de una evaluación heurística, son una lista de problemas categorizados que especifican la ubicación del problema, dentro de la interfaz de usuario, una descripción corta acerca de la heurística asociada, el número de evaluadores que detectaron el problema (el tipo, practicante, desarrollador, experto), si el problema es global (muchos lugares en el producto) o es un problema confinado en una sola ubicación y por último la severidad del problema que cada evaluador prioriza de acuerdo a su criterio. Finalmente, los resultados deben enfocarse en proponer soluciones consistentes, para determinar patrones en el producto o servicio, y si el problema ocurre en múltiples lugares de la interfaz, se debe considerar utilizar una solución única (Wilson, 2014) .

2.2.1 Exploración

La evaluación heurística ha sido extensamente investigada desde su origen Nielsen (1994), por tal razón, este capítulo aborda una revisión documental sistemática, a fin de identificar las heurísticas existentes y los instrumentos obtenidos como resultados de otras investigaciones, de esta manera, la revisión sistemática utiliza como fuentes de información bibliotecas digitales, utilizando un conjunto de palabras clave que permitan extraerlos recursos relacionados con esta investigación. Como metodología para este proceso, se adopta la propuesta de Quiñones y Rusu (2018), donde esta primera etapa es denominada *exploratoria* o exploración, es así, que la *Tabla 8* presenta los criterios utilizados para identificar y seleccionar las investigaciones que trabajaron el tema a indagar, de lo cual se ha identificado artículos almacenados en las bibliotecas digitales que se pueden observar en la *Tabla 9*.

Tabla 7. Criterios de búsqueda etapa de exploración

Año	Publicación	Palabras Clave	Criterios de Selección
		Usability Evaluation	<ul style="list-style-type: none"> • Influencias de las Heurísticas de Nielsen • Tener un instrumento guía o checklist • Tener al menos una de las palabras clave • Orientado a la evaluación de usabilidad en sistemas software
		OR	
	Publicaciones	Usability Heuristics	
	Bibliotecas	OR	
	Digitales Año	Usability Guidelines	
	2014 - 2018	OR	
		Usability Checklist	

Fuente: Esta investigación

Para la revisión de literatura no se ha determinado que las investigaciones y los instrumentos planteados tengan un dominio exclusivo de un tipo de aplicación (web, móvil, etc.). Al finalizar la etapa exploratoria, se ha obtenido un grupo de investigaciones que van de acuerdo con los criterios de búsqueda y selección, en consecuencia, la *Tabla 9*, muestra las bibliotecas y el número de investigaciones encontradas.

Tabla 8. Bibliotecas, y artículos encontrados

Biblioteca Digital	Artículos
ACM Library	1
IEEE Explore	4
Google Scholar	6
ScienceDirect	3
Springer Link	6
Artículos encontrados	20

Fuente: Esta investigación

2.2.2 Análisis de Exploración

La heurística es aplicada en la evaluación de la usabilidad, con diferentes técnicas propuestas con base a sub-atributos, principios, reglas o estándares de calidad de software como ISO/IEC 9241 (Paiva Guimarães y otros, 2014) , ISO/IEC 25000 (Inostrozay otros, 2015) , entre otros (Phetcharakarny otros, 2018) . Al indagar en bibliotecas digitales, se encontró instrumentos propuestos para evaluar la usabilidad, una parte de estos estudios están orientados a la evaluación de la usabilidad en aplicaciones móviles. Yáñez y otros (2014) plantean un instrumento enfocado en evaluación de interfaces móviles, la base del instrumento son las heurísticas de Nielsen y Molich, que extienden tres principios más. Omar(2016),

Quiñones y otros (2014) también adicionan heurísticas enfocadas en el dominio específico de su investigación. Un aporte de Yáñez (2014), Omar y otros (2016) es la clasificación de sub-heurísticas, con lo cual es posible evaluar el producto software por componentes o fragmentos de interfaz. Rocha (2017), Omar y otros (2016) relacionan las heurísticas con sub-atributos de la usabilidad, con lo cual, se subdivide el proceso de evaluar, al especificar la definición más el sub-atributo o característica que se ve afectada por cada una de las heurísticas de Nielsen. Los anteriores aportes resultan útiles en el proceso de desarrollo, y serán reutilizados por esta investigación para plantear un proceso de evaluación de la usabilidad en productos software.

Avilés(2015),Joyce y otros (2016) proponen el enriquecimiento de las heurísticas de usabilidad, teniendo en cuenta que son una herramienta útil para desarrolladores (A Revised Set of Usability Heuristics for the Evaluation of Interactive Systems, 2017) , a partir de ello se propone una marco enfocado en aplicaciones móviles, y su validación está dada por seis fases: exploración, descripción, pre-heurísticas, definición, validación y refinamiento (Quiñonesy otros, 2018) . Thitichaimongkhon y otros (2016), también plantean una herramienta de heurísticas, y toman como base los principios de diseño de Nielsen; un aporte novedoso, es la definición de uso de la herramienta, donde se especifica la validación de resultado, comentarios, severidad del problema y otros parámetros. Omar, y otros (2016), plantean la evaluación de la usabilidad en aplicaciones móviles dedicadas a la planeación de recursos empresariales ERP, se desarrolla un instrumento a lo largo de cuatro etapas; definición del problema, análisis y enriquecimiento de heurísticas existentes, compilación de heurísticas y sub-heurísticas, y redacción del instrumento.

Por otro lado, Díaz y otros (2017) aportan a las heurísticas de Nielsen un validador cultural, en el cual cada heurística es asociada con una dimensión cultural, a fin de

obtener una primera experiencia (Mobile Application Usability: Heuristic Evaluation and Evaluation of Heuristics, 2016) favorable al sistema software, en diferentes perfiles de usuarios; el instrumento propuesto permite mejorar la usabilidad de aplicaciones web dedicadas al comercio electrónico. Para Omar, (2016), Paz y otros (2016), el instrumento de diseño (Yáñez Gómezy otros, 2014) , es el centro del proceso, dado que relaciona la heurística que evalúa, el sub-atributo al que pertenece y el componente específico que se puede inspeccionar.

El previo recorrido a las heurísticas existentes, permite conocer las fases desarrolladas en otras investigaciones, las estrategias adoptadas (Heuristics to Evaluate the Usability of Ubiquitous Systems, 2017) y los aportes que hacen comprensible el método y el instrumento (Gumussoy, 2016) .Inostroza y otros (2015) adecúan las definiciones de heurísticas de Nielsen, con una correspondiente explicación, los problemas comunes de cada definición y los beneficios de cada heurística. Además, se evidenció que las investigaciones están enfocadas en evaluación de la usabilidad a dominios de aplicación específicos, como también a tipos de aplicación (*Ver Anexo C*). Para Joyce y otros (2016) lo ideal de las heurísticas es tener unos lineamientos aplicables en cualquier dominio, y promueve a ser parte de la iniciativa.

2.3 HEURÍSTICAS DE NIELSEN

2.3.1 Descripción

Las heurísticas de Nielsen como método de inspección, es la técnica más aceptada y comúnmente aplicada (Ajibolay otros, 2017) (Díazy otros, 2017) (Omary otros, 2016) (Pazy otros, 2016) (Thitichaimongkholy otros, 2016) (Paiva Guimarãesy otros, 2014) . Se trata de un conjunto de diez reglas generales de las cuales se pueden derivar elementos o preguntas específicas para evaluar la usabilidad. En base a las heurísticas de Nielsen, se han desarrollado instrumentos, que reflejan la utilidad y aceptación por expertos e investigadores. En general, estas heurísticas requieren de acoplamiento a las necesidades (Paiva Guimarãesy otros, 2014) (Quiñonesy otros, 2014) (Heuristics to Evaluate the Usability of Ubiquitous Systems, 2017) , dado que hasta la actualidad no se ha formalizado un proceso aplicable y flexible para ser utilizado de manera genérica en el desarrollo de productos software, puesto que en principio estas fueron planteadas para contextos de escritorio, o aplicaciones de computador personal; además de ser consideradas unas reglas muy generales (Thitichaimongkholy otros, 2016) (Omary otros, 2016) (Heuristics to Evaluate the Usability of Ubiquitous Systems, 2017) . Es así, que las investigaciones plantean instrumentos para contextos y dominios específicos, a fin de detectar un mayor porcentaje de problemas de usabilidad (Díazy otros, 2017) (Inostrozay otros, 2015) .

Según Phetcharakarn (2018), Thitichaimongkhol (2016), Yáñez y otros (2014) los expertos en usabilidad muchas veces no están disponibles, por lo tanto, los desarrolladores con alguna o poca experiencia en diseño de interfaz, pueden revisar los lineamientos. Este hecho podría causar que algunos problemas de usabilidad no sean detectados. Sin embargo, cuando los lineamientos son

específicos, es posible encontrar un mayor número de recomendaciones de diseño con facilidad. Por otro lado, Phetcharakarn y otros (2018) plantean una herramienta basada en heurísticas, para inspeccionar automáticamente la usabilidad en aplicaciones Android, así como otras herramientas privativas⁷o libres⁸ que ayudan a detectar los problemas de usabilidad.

2.3.2 Correlaciones

Nielsen (1994) planteó diez reglas que han sido utilizadas frecuentemente en la evaluación de usabilidad. De la revisión sistemática se extraen definiciones complementarias, la *Figura 5* presenta las heurísticas, y posteriormente se describen las definiciones. También se identifica las transformaciones de las heurísticas genéricas, para lo cual se realizó un resumen (Ver tabla 10) de las heurísticas de Nielsen, en contraste con las propuestas adaptadas para contextos específicos. Finalmente se identifican los sub-atributos de usabilidad referenciadas en la mayoría de investigaciones previas y también se definen la severidad de los problemas de usabilidad.

⁷ Herramientas privativas: Usabilla, Google Analytics

⁸ Herramientas libres: Kobold Usability Web As a Service

Figura 5 Heurísticas de Nielsen



Fuente: Nielsen Jakob (2012)

Visibilidad estado del sistema: El usuario recibe retroalimentación constante, acerca de todo lo que está ocurriendo en el sistema software (Paiva Guimarães & Farinazzo Martins, 2014), además de la posibilidad de visualizar las opciones más importantes del sistema, presentadas en un mismo orden jerárquico en todo momento (Ajibolay otros, 2017) (Díazy otros, 2017) . La retroalimentación debe comunicar de manera clara, objetiva y rápida, usando un tono emocionalmente apropiado, y en elementos naturalmente calmados, sin causar interrupción (no intrusivo) en la actividad actual del usuario (Heuristics to Evaluate the Usability of Ubiquitous Systems, 2017) . A través de la interacción, el usuario debe poder desarrollar diferentes tareas, la cuales implican cambios de estado, que deben ser notificados al usuario, de igual manera para eventos que no son ejecutados o disparados por la interacción del usuario (Inostrozay otros, 2015) .

Afinidad entre el mundo real y el sistema: El diseño del sistema sigue convenciones del mundo real, usando palabras, frases, imágenes, colores, conceptos y objetos familiares al perfil de usuario final. Además, la información se encuentra en un orden natural y lógico, de ese modo, los usuarios pueden interactuar con el sistema de una manera similar al mundo real, de tal forma que inspire confianza (Paiva Guimarães & Farinazzo Martins, 2014) (Inostrozay otros, 2015) (Pazy otros, 2016) (Díazy otros, 2017) (Heuristics to Evaluate the Usability of Ubiquitous Systems, 2017) .

Libertad y control del usuario: El sistema software provee de libertad al usuario para ejecutar acciones y deshacer acciones incorrectas, además de proveer salidas de emergencia claras, para abandonar estados indeseados. Estas opciones (las salidas de emergencia), están claramente indicadas y no obligan al usuario a ir a través de extensos diálogos para ejecutar la acción (Paiva Guimarães & Farinazzo Martins, 2014) (Inostrozay otros, 2015) (Díazy otros, 2017) .

Consistencia y estándar: La disposición de la interfaz de usuario y la interacción de usuario son consistentes a través del sistema, las secciones (ventanas, diálogos, actividades, etc.) siguen un mismo estilo y patrón de diseño, de esa forma, el sistema software permite interactuar de modo similar y organizado con los objetos de la interfaz, para que sea intuitiva y fácil de usar, a fin de que el usuario no tenga que preguntarse si diferentes términos o acciones significan lo mismo (Paiva Guimarães & Farinazzo Martins, 2014) (Inostrozay otros, 2015) (Pazy otros, 2016) (Díazy otros, 2017) (Al-Dossari, 2017) .

Prevención de error: La aplicación está diseñada para evitar errores y prevenir acciones indeseadas. Si esto ocurre, es esencial que el usuario reciba opciones

de confirmación con mensajes entendibles de los sucesos, antes de ser ejecutados (Paiva Guimarães & Farinazzo Martins, 2014) (Avilés Monroy, 2015) . Además, el sistema software debe mantener sus funcionalidades disponibles, aun cuando es usado en condiciones adversas (Heuristics to Evaluate the Usability of Ubiquitous Systems, 2017) . El feedback de las acciones realizadas deben evocar en el usuario la tranquilidad sobre la persistencia de datos, y el resultado final de todas las tareas realizadas (Ajibolay otros, 2017) .

Reconocimiento en lugar de recordar: El sistema minimiza la carga de memoria del usuario, proporcionando una interfaz gráfica altamente intuitiva; ofreciendo objetos, acciones y opciones visibles, con el propósito de evitar que el usuario tenga que memorizar información desde un previo estado (*vista, ventana, actividad, etc.*) hasta un estado del diálogo actual. La información sensible y las instrucciones de uso, se ubican en un lugar visible, y de ser necesario se reutilizan entre las vistas del sistema software (Inostrozay otros, 2015) (Avilés Monroy, 2015) (Pazy otros, 2016) (Díazy otros, 2017) .

Flexibilidad y eficiencia de uso: Los usuarios pueden interactuar con la aplicación de manera rápida y flexible mediante instrucciones que ofrece el sistema a usuarios no experimentados y atajos a usuarios con experiencia (Paiva Guimarães & Farinazzo Martins, 2014). Las configuraciones básicas y avanzadas, permiten personalizar atajos a las acciones frecuentes para que los usuarios expertos mejoren su eficiencia de uso, y los usuarios sin experiencia puedan obtener un profundo sentido de propiedad (Inostrozay otros, 2015) . Así mismo, las tareas deben estar orientadas al logro de un objetivo, dentro de los servicios ofrecidos por el sistema software (Díazy otros, 2017) .

Estética y diseño minimalista: La interfaz de usuario es atractiva, además debe contener unidades de información relevantes y profundamente esenciales para el usuario, de manera que se evita proveer de información irrelevante (ruido visual) o raramente necesaria durante la interacción con el usuario. Cada unidad de información irrelevante compite con las unidades de información relevante y eventualmente la atención de los usuarios es desviada en aspectos no importantes y disminuye la visibilidad relativa (Paiva Guimarães & Farinazzo Martins, 2014) (Gumussoy, 2016) (Pazy otros, 2016) (Ajibolay otros, 2017) (Díazy otros, 2017) .

Ayudar al usuario a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores: El sistema debe indicar el error de manera precisa en lenguaje claro, señalando la causa y hacer sugerencias constructivas que indiquen las instrucciones para resolverlo (Paiva Guimarães & Farinazzo Martins, 2014) (Gumussoy, 2016) (Díazy otros, 2017) . En caso de error, el sistema debe ser capaz de resolver el problema y revertir las operaciones a un estado seguro (Pazy otros, 2016) .

Ayuda y documentación: Es mejor si un sistema puede ser utilizado sin documentación, pero proveer de un buen procedimiento de ayuda interactiva es útil (Paiva Guimarães & Farinazzo Martins, 2014). La ayuda y documentación debe ser fácil de encontrar, estar centrada en las tareas que está ejecutando el usuario e indicar una lista de pasos concretos a seguir para alcanzar un objetivo (Inostrozay otros, 2015) (Díazy otros, 2017) (Pazy otros, 2016) .

Al caracterizar las heurísticas de Nielsen como generales, las propuestas de los estudios previos, en algunos casos extienden otras heurísticas o adaptan las existentes al contexto que correspondan en la investigación. Por tal razón, se hace un comparativo de los hallazgos para comprender las variaciones de los estudios seleccionados, que tienen como base las heurísticas de Nielsen, por consiguiente,

el fragmento resultante de la inspección documental, muestra que las heurísticas son transformadas o redefinidas, dependiendo del contexto a evaluar.

Tabla 9. Adaptaciones heurísticas de Nielsen a contexto y dominio

Heurística	Adaptación al contexto y dominio
Visibilidad del sistema	<ul style="list-style-type: none"> • Hacer que la página de inicio sea fácil de ver (Ajibolay otros, 2017)
	<ul style="list-style-type: none"> • Proveer notificaciones inmediatas del estado de la aplicación (Mobile Application Usability: Heuristic Evaluation and Evaluation of Heuristics, 2016)
	<ul style="list-style-type: none"> • Retroalimentación (<i>feedback</i>) (A Revised Set of Usability Heuristics for the Evaluation of Interactive Systems, 2017)
	<ul style="list-style-type: none"> • Hacer visible el botón primario (<i>Agregar al carrito</i>) en cada página de los productos (Ajibolay otros, 2017)
Afinidad entre el sistema y el mundo real	<ul style="list-style-type: none"> • Retroalimentación del estado final de la transacción (Pazy otros, 2016)
	<ul style="list-style-type: none"> • Visibilidad y claridad de los elementos del sistema (Quiñonesy otros, 2014)
	<ul style="list-style-type: none"> • Afinidad entre el sistema y los aspectos culturales del usuario (Pazy otros, 2016)
	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de temas y términos consistentes, así como convenciones y estándares familiares al usuario (Mobile Application Usability: Heuristic Evaluation and Evaluation of Heuristics, 2016)
<ul style="list-style-type: none"> • Compatibilidad con el usuario (A Revised Set of Usability Heuristics for the Evaluation of Interactive Systems, 2017) 	
<ul style="list-style-type: none"> • Naturaleza intuitiva del sistema (Omary otros, 2016) 	

Heurística	Adaptación al contexto y dominio
Libertad y control del usuario	<ul style="list-style-type: none"> • Control del usuario (A Revised Set of Usability Heuristics for the Evaluation of Interactive Systems, 2017) • Presentación de pantallas y salidas (Omary otros, 2016)
Consistencia y estándar	<ul style="list-style-type: none"> • Sea cautelosa en el orden y diseño en la selección de opciones de cuenta (Ajibolay otros, 2017) . • Simbología estandarizada (Quiñonesy otros, 2014) (Pazy otros, 2016) • Alineación con el estándar de diseño web (Quiñonesy otros, 2014) (Pazy otros, 2016) • Consistencia en el diseño del sistema (Quiñonesy otros, 2014) (Pazy otros, 2016) • Agrupación/distinción, Consistencia (A Revised Set of Usability Heuristics for the Evaluation of Interactive Systems, 2017) • Diseño de interfaz visualmente placentera (Mobile Application Usability: Heuristic Evaluation and Evaluation of Heuristics, 2016)
Prevención de error	<ul style="list-style-type: none"> • Sensibilizar (<i>sentir</i>) el temor del usuario a perder sus datos • Asegure que la autocorrección del diccionario este deshabilitada cuando sea poco convincente (Ajibolay otros, 2017) . • Prevenir problemas cuando sea posible (Mobile Application Usability: Heuristic Evaluation and Evaluation of Heuristics, 2016)
Reconocimiento en lugar de recordar	<ul style="list-style-type: none"> • Asegure que los campos de texto son lo suficientemente largos para mostrar datos extensos completamente (Etiquetas) (Ajibolay otros, 2017) • Minimizar la carga de memoria (Mohammed Salmany otros, 2018) • Carga cognitiva de trabajo (A Revised Set of Usability Heuristics for the Evaluation of Interactive Systems, 2017)

Heurística	Adaptación al contexto y dominio
Flexibilidad y eficiencia de uso	<ul style="list-style-type: none"> • Asegure distinción para cada área importante y listas de productos (Ajibolay otros, 2017) . • Flexibilidad y eficiencia de uso apropiada (Quiñonesy otros, 2014) • Personalización y atajos (<i>accesos directos</i>) (Inostrozay otros, 2015) (Mohammed Salmany otros, 2018) • Eficiencia de uso y desempeño (Inostrozay otros, 2015) (Mohammed Salmany otros, 2018) • Flexibilidad (A Revised Set of Usability Heuristics for the Evaluation of Interactive Systems, 2017) • Permitir opciones de configuración y atajos (Mobile Application Usability: Heuristic Evaluation and Evaluation of Heuristics, 2016) • Capacidad de personalizar (Omary otros, 2016) (Heuristics to Evaluate the Usability of Ubiquitous Systems, 2017) • Apropiación de soporte a las tareas (Omary otros, 2016) • Capacidad para soporte adaptativo a interfaces de usuario (Omary otros, 2016) • Sensibilidad (<i>conocimiento</i>) de contexto e interfaz adaptativa (Heuristics to Evaluate the Usability of Ubiquitous Systems, 2017) • Confiabilidad y velocidad de las transacciones (Pazy otros, 2016)

Heurística	Adaptación al contexto y dominio
Estética y diseño minimalista	<ul style="list-style-type: none"> • Ser cautelosa al incluir “carruseles” animados (Ajibolay otros, 2017) • Acciones mínimas (A Revised Set of Usability Heuristics for the Evaluation of Interactive Systems, 2017) • Diseñe una ruta de navegación clara para completar una tarea (Mobile Application Usability: Heuristic Evaluation and Evaluation of Heuristics, 2016) • Navegación y acceso a la información (Omary otros, 2016)
Ayudar al usuario a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores	<ul style="list-style-type: none"> • Permita la verificación de fechas y detalles de las compras (Ajibolay otros, 2017) . • Prevención, reconocimiento y recuperación de error (Quiñonesy otros, 2014) (Pazy otros, 2016) • Manejo de errores (A Revised Set of Usability Heuristics for the Evaluation of Interactive Systems, 2017)
Ayuda y documentación	<ul style="list-style-type: none"> • Guías de tareas y soporte (Etiquetado, anotaciones, etc) (A Revised Set of Usability Heuristics for the Evaluation of Interactive Systems, 2017) • Cada interface debe enfocarse en una tarea (Mobile Application Usability: Heuristic Evaluation and Evaluation of Heuristics, 2016)

Heurística	Adaptación al contexto y dominio
	<ul style="list-style-type: none"> • Ser cautelosa al adicionar imágenes o información del producto en diferentes subpáginas (Ajibolay otros, 2017) • Verifique que la seguridad y privacidad concerniente al usuario sea protegida (Ajibolay otros, 2017) , Privacidad (Omary otros, 2016) (Gumussoy, 2016) • Interacción agradable y respetuosa (Omary otros, 2016) (Gumussoy, 2016) • Interacción física y ergonómica (Mohammed Salmany otros, 2018) (Inostrozay otros, 2015) • Resultados precisos y detallados (Díazy otros, 2017) • Esfuerzo mínimo (Heuristics to Evaluate the Usability of Ubiquitous Systems, 2017)
Sin categorizar	<ul style="list-style-type: none"> • Seguridad y privacidad (Heuristics to Evaluate the Usability of Ubiquitous Systems, 2017) • Transparencia e invisibilidad (Heuristics to Evaluate the Usability of Ubiquitous Systems, 2017) • Mostrar las características principales resaltadas cuando sea apropiado o requerido (Mobile Application Usability: Heuristic Evaluation and Evaluation of Heuristics, 2016) • Interfaces intuitivas hace más fácil las metas (<i>journeys</i>) del usuario (Mobile Application Usability: Heuristic Evaluation and Evaluation of Heuristics, 2016) • Acciones explícitas de usuario (A Revised Set of Usability Heuristics for the Evaluation of Interactive Systems, 2017) • Privacidad (Thitichaimongkholy otros, 2016)

Fuente: Esta investigación

Para Wilson (2014) la evaluación heurística se lleva a cabo inspeccionando objetos de interfaz (basado en objetos) y evaluando tareas (basado en tareas). Por un lado, entre los objetos se encuentran: *botones*, que refiere al diseño, ubicación, resaltado de elementos de tipo botón en la interfaz gráfica de usuario; *color*, es la selección de colores, tema, número de colores y tonos acorde con el tipo de sistema; *contenido multimedia*, son elementos de tipo imagen, video, animaciones, etc.; *cuestionario*, son objetos de interfaces particulares que presentan cuestionarios al usuario; *diseño consistente*, es la similitud y uniformidad de los objetos en todo el sistema; *elementos UI*, son componentes de interfaz visible que hacen referencia a grupos de tipo texto, cuadros de diálogo y en general agrupaciones de objetos en la UI; *enlace*, aplicable en interfaces web y hace referencia a los hiperenlaces de una aplicación web; *entrada de datos*, son todos los campos de textos conocidos como “*inputs*” en la web, “*textfield textinput textedit*” en móviles y escritorio; *guía de usuario*, son los elementos relacionados con la documentación del usuario; *logos e iconos*, es la iconografía empleada en el sistema software; *información*, hace referencia a los elementos particulares de tipo texto, infografías, entre otros elementos que cumplen con la función de comunicar al usuario una idea específica o contenido informativo; *mensajes de reacción*, son los objetos que indican el feedback al usuario sobre los sucesos ocurridos en el sistema software; *menú*, son los elementos que se encuentran como opciones principales y frecuentes del sistema software; *navegación*, son los elementos que dan flujo a una tarea; *tablas, listas e ítems*, son elementos empleados para listar un grupo de datos o información en cascada, en la web se conocen como tablas, y en móviles como listas o colecciones; el último objeto encontrado fue la *tipografía*, que hace referencia al tamaño de fuente y tipo de letra empleado para contenido textual.

Por otro lado, se encuentran las tareas, de manera que este proceso de evaluación será de tipo mixto basado en objetos como también en tareas. Las tareas están definidas en otras investigaciones sin establecer el tipo de evaluación. Las tareas encontradas son: *acciones de usuario*, se refiere a las actividades explícitas de un usuario, por lo general formularios o solicitudes al sistema; *adaptabilidad*, es la capacidad del sistema de adaptar su contenido y presentación dependiendo del tipo de dispositivo en el que funcione; *adecuación de soporte a las tareas*, es el acompañamiento que recibe el usuario cuando ejecuta una acción, pueden ser mensajes de ayuda, flujos distintivos, etc. *Búsqueda*, evalúa la capacidad para realizar búsquedas y filtros de recursos o información dentro del sistema; *conexión de red*, capacidad del sistema para tolerar la itinerancia de conexión de red, evalúa el comportamiento de autorrecuperación del modo offline a un modo estable en el que los datos persistan mientras no hay red; *deshacer o cancelación*, evalúa la capacidad del sistema para permitir deshacer un estado o una acción del usuario; *manejo de error*, hace referencia al comportamiento del sistema frente a errores inesperados, el nivel de tolerancia, la prevención de error cuando sea posible es evaluada también en esta actividad; *orientación de pantalla*, ítem propio de aplicaciones móviles, hace referencia a la capacidad del sistema para soportar el modo de pantalla vertical (*portrait*) y horizontal (*landscape*); *personalización*, son todas las tareas que le permiten al usuario configurar valores propios, configuraciones de sistema, configuración de atajos, etc. *Tiempo de espera*, es la moderación de tiempo, que le toma al sistema dar una respuesta al usuario; *transacciones*, son tareas aplicables para contextos e-commerce, evalúa las respuestas del sistema acerca del estado de una transacción hacia el usuario.

2.3.2.1 Interfaz de Usuario – UI

Cuando se habla de interfaz de usuario UI, se refiere a la estética de los elementos que conecta la interacción entre un usuario y un producto software al momento de ejecutar tareas. El concepto detrás de UI es comunicación humana o comunicación emocional (*Human Interaction, Human Communication*), por lo tanto, evaluar UI es evaluar la efectividad de cada elemento de la interfaz para comunicar (McKay, 2013) .La comunicación efectiva según McKay (2013) está dada por los siguientes atributos: utilidad, relevancia, necesario, propósito, claro, comprensible, específico y explícito, conciso, inspira confianza, oportuno, buena personalidad y rara vez interrumpe. Cuando los elementos UI poseen los atributos dados, se alcanza una interfaz intuitiva, dado que los usuarios podrán entender su comportamiento y efecto sin razón, memoria, experimentación, asistencia o entrenamiento.

2.3.2.2 Experiencia de Usuario – UX

La experiencia de usuario engloba todos los acontecimientos del sistema en el mundo real (McKay, 2013) , donde un usuario entra en contacto bajo un contexto dado. El diseño de experiencia de usuario evalúa la efectividad de un diseño de interfaz dado, teniendo en cuenta el contexto y el usuario, a través de arquitectura de información. Para Garret (2011) no es suficiente que la información este ahí (dentro del producto), esta tiene que presentarse de manera fácil de absorber y entender para las personas. UX trae mejoras en la eficiencia, para que los usuarios trabajen más rápido y les ayude a no cometer errores.

UX plantea como generar una respuesta emocional en el usuario y como desarrollar artefactos que tengan significado real o valor para las personas, mientras se desenvuelven en sus actividades diarias. UX es la reacción positiva de una persona cuando usa un producto software a través de una interfaz de usuario,

así mismo la experiencia de usuario, es altamente subjetiva y se ve afectada por muchos factores, entre ellos el contexto, las experiencias previas, etc. (Robinsony otros, 2015) .En consecuencia, la experiencia de usuario mejora la productividad del negocio al satisfacer en alto grado la expectativa de los usuarios.

2.3.2.3 Severidad Problemas de Usabilidad

La severidad de un problema de usabilidad se combina por tres factores: *frecuencia*, *impacto* y *persistencia*, relacionados con la interacción del usuario (Nielsen, citado por Gumussoy, 2016). Estos factores se deducen de una escala de severidad, cuyos valores varían entre 0 y 4 (Paiva Guimarãesy otros, 2014) (Gumussoy, 2016) (Mohammed Salmany otros, 2018) , la *Tabla 11* muestra la severidad de un problema de usabilidad propuesta por los investigadores, de esa manera Gumussoy (2016) propone que las heurísticas están relacionadas con un grado de severidad de problemas de usabilidad, de modo que, algunas de ellas inciden o son más “catastróficas” que otras, si no se toman en cuenta en el diseño del sistema. Por lo tanto, para evaluar la frecuencia de incidencias se utiliza el instrumento de diseño (*checklist*) evaluando en base a tres estados, que pueden ser SI/NO y No Aplica NA (Omary otros, 2016) .

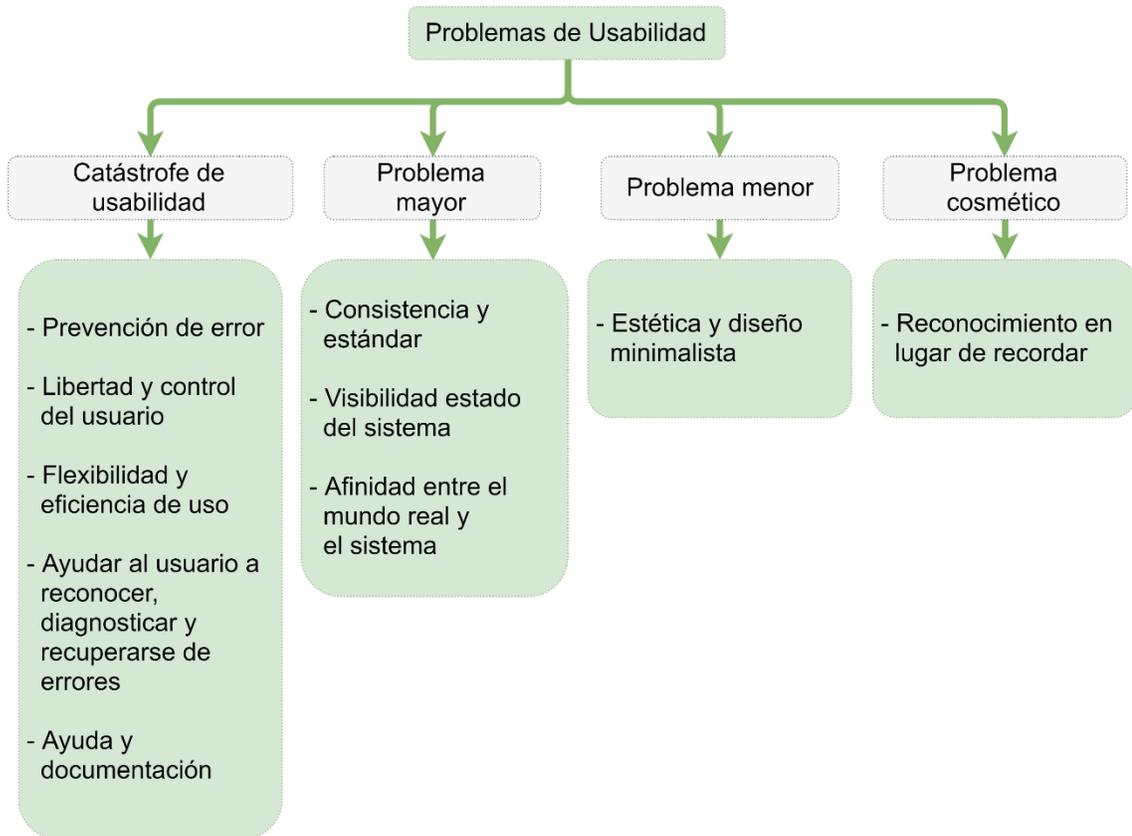
De la *Tabla 11* y el *Diagrama 1* se obtiene la relación propuesta por Gumussoy (2016), que determina la prioridad de las heurísticas de Nielsen, con un nivel correspondiente. El diagrama (Ver diagrama 1) muestra de izquierda a derecha el orden de mayor a menor. El nivel proritario, son las heurísticas que ocasionan problemas catastróficos y problemas mayores, esta investigación ha propuesto que los ítems del instrumento de diseño (*checklist*) tienen la prioridad por defecto, de acuerdo con el diagrama.

Tabla 10. Severidad problemas de usabilidad

Nivel	Nombre	Descripción
0	No hay problema	No aplicable en el producto.
1	Problema cosmético	No necesita ser arreglado a menos que haya tiempo disponible.
2	Problema menor	Causa confusión o irritación en el usuario, una solución para este problema es deseable, pero no es esencial.
3	Problema mayor	Causa fallos en las tareas de algunos usuarios, o retrasos e irritación, es de prioridad alta y debe ser arreglado o mejorado.
4	Catástrofe de usabilidad	Causa fallos en las tareas o extrema irritación, es categórico arreglarlo antes de que el producto sea liberado.

Fuente: Gumussoy (2016) y Paiva (2014)

Diagrama 1 Prioridad problemas de usabilidad en relación con heurísticas



Fuente: Esta investigación

2.3.2.4 Sub-atributos de Usabilidad

Las características de la usabilidad como atributo de calidad dependen del estándar aplicado, cada propuesta tiene características diferentes, para esta investigación se adopta las características referenciadas por Nielsen (2012); *eficiencia, aprendizaje, memorabilidad (carga de memoria, carga cognitiva), tolerancia de error y satisfacción (atractividad, enganche)* (Phetcharakarny otros, 2018) (Paiva Guimarãesy otros, 2014) (Al-Dossari, 2017) . *Eficiencia*, tiene que ver con el soporte que el producto provee al usuario, el

manejo de errores, el diseño de navegación, la ayuda informativa, y constructiva entre otros aspectos, que permitan al usuario alcanzar sus objetivos bajo un contexto específico con facilidad (Salehy otros, 2017) , algunas métricas para esta característica es el tiempo requerido para completar una tarea, la tasa de tareas exitosamente completadas y la productividad de tiempo empleado. *Aprendizaje*, es la facilidad de uso adquirida en un sistema software, refleja el tiempo tomado por un usuario para alcanzar un uso efectivo de la aplicación (Salehy otros, 2017) , según Salehy otros (2017) las métricas para esta característica son: el tiempo requerido para el entrenamiento, tiempo requerido en el primer uso, número de intentos para resolver una tarea y curva de aprendizaje o número de errores de navegación. *Carga de memoria*, es la propiedad que permite a los usuarios retener el conocimiento acerca de cómo usar una aplicación efectivamente, esta característica hace referencia también a la capacidad con la cual el usuario puede completar las tareas deseadas sin errores (Salehy otros, 2017) .*Tolerancia de error*, hace referencia a que los usuarios deberían cometer pocos errores durante el uso del sistema y si cometen errores, deberían poder recuperarse de un estado indeseado (Salehy otros, 2017) , promover esta característica requiere limitar las posibilidades de cometer acciones equivocadas, ofrecer la oportunidad de deshacer y asumir que todos los usuarios van a hacer lo que no se supone que hagan. *Satisfacción*, es el nivel percibido de confort y placer que se brinda al usuario, esto refleja las actitudes del usuario hacia el sistema usualmente valorado subjetivamente y cambia entre usuarios individuales (Salehy otros, 2017) ; la satisfacción, además de la estética visual, también evalúa lo agradable y atractiva que resulta una interfaz de usuario, incluye la tipografía, y la facilidad de navegación para entregar la interacción correcta.

2.3.3 Selección de Heurísticas

En esta etapa se identifican las heurísticas que pueden ser adaptadas al instrumento a construir. La selección se hace de los instrumentos encontrados en las investigaciones listadas (Ver Tabla 9), el proceso sigue las recomendaciones de Quiñones y otros (2018), en el desarrollo de heurísticas de usabilidad y experiencia de usuario, los pasos realizados en esta etapa fueron los siguientes:

- Traducir y listar las heurísticas de cada instrumento con la ayuda de matrices en hojas de cálculo. Simultáneamente, registrar las anotaciones⁹ realizadas por los investigadores para cada ítem o pregunta. Las listas se registraron en hojas diferentes para cada heurística a fin de poder comparar las similitudes entre cada ítem propuesto entre los instrumentos encontrados, el *Anexo C* permite acceder al primer instrumento obtenido en este paso.
- Una vez listados los ítems, se procede a combinar aquellos que son similares para obtener una base de heurísticas complementarias. En este proceso se descartan los ítems duplicados.
- Del paso anterior, se detectó que no todas las investigaciones realizaron anotaciones correspondientes a cada ítem del instrumento propuesto, de modo que, teniendo en cuenta la pregunta planteada, el posible elemento evaluable y las anotaciones realizadas en otros ítems se describe una anotación para todas las preguntas. Este proceso se realiza con el fin de

⁹ Descripciones planteadas por los investigadores acerca de un ítem dentro del instrumento. Puntualiza el tipo de elemento de interfaz de usuario y el aspecto de la usabilidad que evalúa. Utilizado con el propósito de agrupar ítems y evaluar patrones de la usabilidad.

determinar grupos de ítems que están dirigidos a evaluar componentes de interfaz o aspectos específicos de usabilidad para que el proceso de evaluación sea iterativo, permitiendo evaluar partes del sistema software a construir. Como resultado, se muestra un resumen de los ítems categorizados por esta investigación.

Tabla 11. Ítems sin anotaciones

Heurística	Total
Visibilidad estado del sistema	9
Afinidad entre el mundo real y sistema software	6
Control y libertad	11
Consistencia y estándar	25
Prevención de Error	29
Reconocimiento en lugar de recordar	10
Flexibilidad y eficiencia de uso	36
Estética y diseño minimalista	19
Ayudar al usuario a diagnosticar, reconocer y recuperarse de errores	32
Ayuda y documentación	27
Habilidades	20
Interacción placentera y respetuosa	17
Privacidad	25
Ítems sin anotaciones	266

Fuente: Esta investigación

- Conociendo la base de las heurísticas, se realiza una caracterización de aquellas que indagan un contexto de plataforma específico. Se definieron tres categorías: *base*, que puede ser aplicable en cualquier tipo de sistema software; *web*, aquellos ítems que evalúan características propias de las aplicaciones web y *móvil*, ítems que solo aplican para contextos móviles. Como resultado, la *Tabla 13* muestra el número de ítems de cada categoría definida en esta investigación.

Tabla 12. Ítems categorizados

Heurística	Base	Web	Móvil	Total
Visibilidad estado del sistema	50	13	3	66
Afinidad entre el mundo real y sistema software	52	2	0	54
Control y libertad	31	4	0	35
Consistencia y estándar	60	10	6	76
Prevención de Error	27	2	5	34
Reconocimiento en lugar de recordar	51	3	1	55
Flexibilidad y eficiencia de uso	53	6	8	67
Estética y diseño minimalista	47	6	2	55
Ayudar al usuario a diagnosticar, reconocer y recuperarse de errores	35	1	2	38
Ayuda y documentación	26	1	0	27
Habilidades	19	1	0	20
Interacción placentera y respetuosa	29	1	9	39
Privacidad	15	10	0	25
Ítems categorizados	495	60	36	591

Fuente: Esta investigación

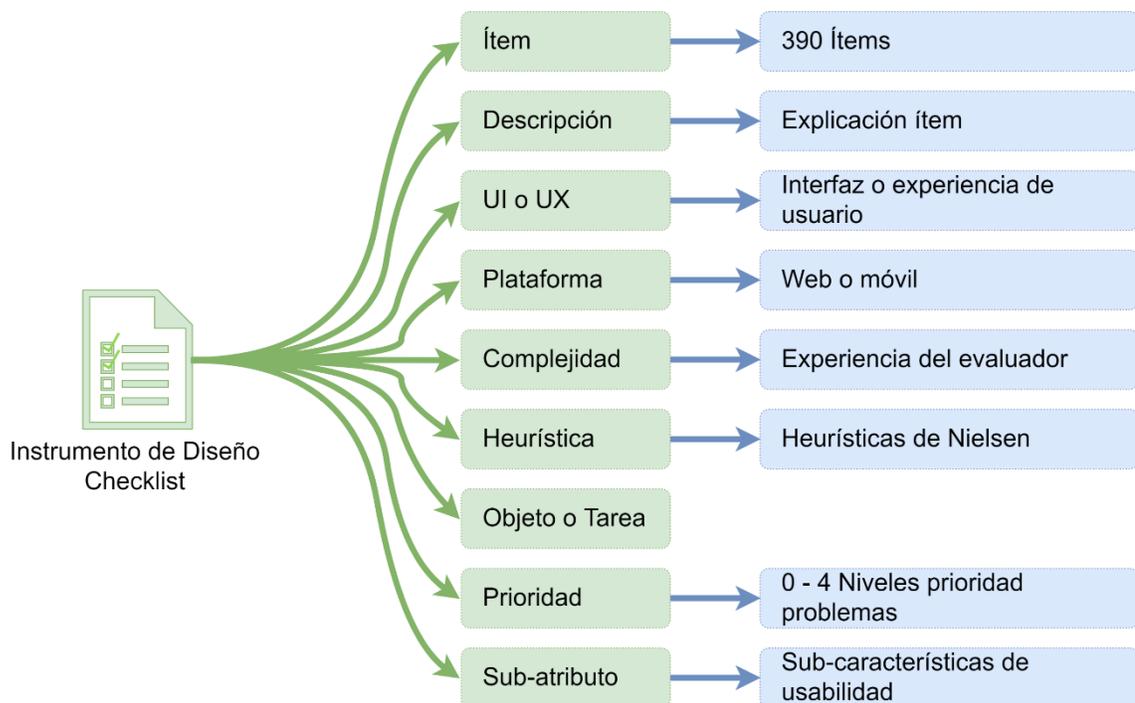
2.3.4 Especificación de heurísticas

Al terminar el proceso de selección de heurísticas se formalizó un instrumento de diseño que contiene aportes realizados por esta investigación. La matriz planteada lleva una relación específica de cada ítem para agrupar elementos y permitir evaluar aspectos específicos. El *Diagrama 2* muestra las relaciones contenidas en el instrumento.

Los ítems son preguntas de inspección dirigidas de manera objetiva, se agregó una descripción para explicar si la pregunta contenida en el ítem es confusa, proporcionando ejemplos o casos de uso. También, cada ítem se caracteriza por evaluar interfaz de usuario o experiencia de usuario, este criterio es propio de la investigación y se ha tomado como referencia las definiciones de UI (McKay, 2013) y UX (Robinsony otros, 2015) para determinar en cuál aspecto cabe cada ítem del instrumento de diseño. En plataforma, se diferencia los ítems que corresponden a aplicaciones web o móvil y aquellos aplicables en los dos tipos, se les anota como base del instrumento. En la columna de complejidad, se indica la dificultad de un ítem para inspeccionar, se definieron cuatro categorías: principiante, normal, avanzado y experto. Para la definición de esta columna, se tuvo en cuenta el número de principios de usabilidad que la evaluadora debe conocer al momento de dar un criterio en la inspección y el nivel de subjetividad de la pregunta, cuando una pregunta es posible responder con la observación directa en la inspección, se determina de complejidad principiante y cuando la pregunta requiere de conocimientos avanzados en usabilidad y experiencia de usuario, se le agrega en el nivel más complejo. La columna de heurística agrupa los ítems que corresponden a una de las heurísticas de Nielsen,

del mismo modo para las categorías de objeto o tarea. Para la característica de prioridad, se agrega el nivel de gravedad del problema ocasionado por un ítem cuando no se satisface en el producto durante la inspección. En sub-atributo se agrupan los ítems que corresponden a una de las siguientes subcategorías: *eficiencia, aprendizaje, carga de memoria, tolerancia de error y satisfacción*. Ver *Anexo D* para visualizar el instrumento completo.

Diagrama 2 Elementos instrumento de diseño



Fuente: Esta investigación

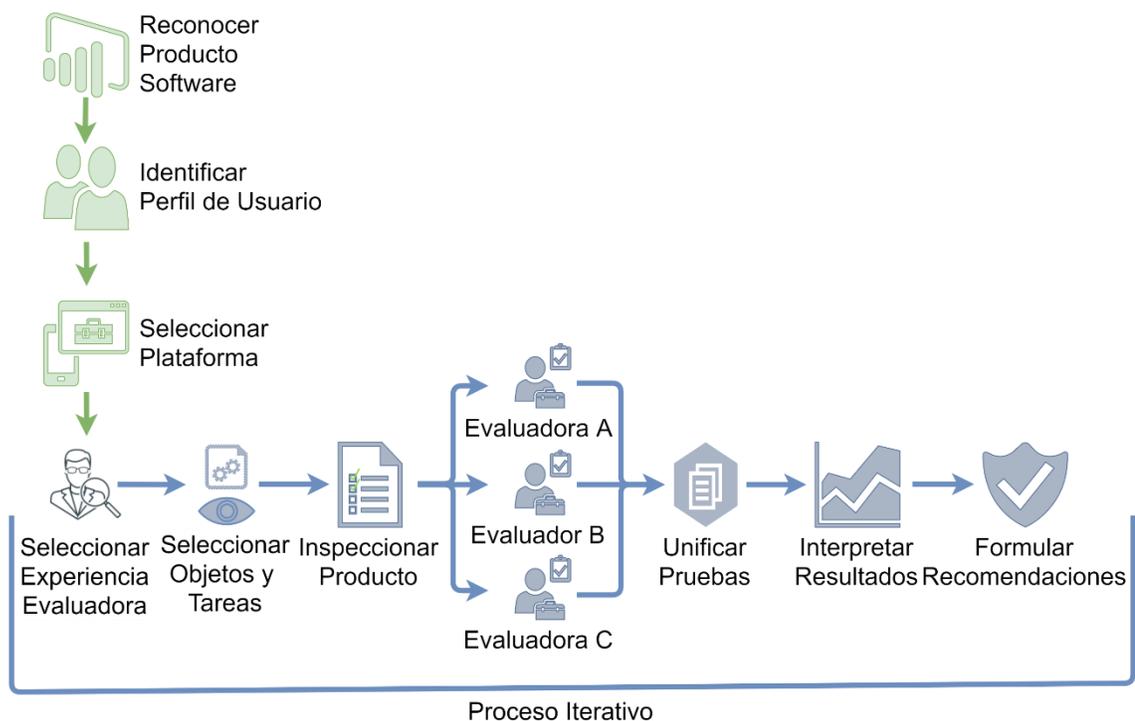
2.4 PROCESO DE EVALUACIÓN EN USABILIDAD

De los elementos logrados en la investigación, se procede con el planteamiento del proceso para evaluar la usabilidad en un producto software, para ello se tiene en cuenta los hallazgos y las categorías definidas en el instrumento de diseño final

(*checklist*), el proceso evaluativo supera el alcance propuesto inicialmente para aplicaciones web. A continuación, se explica una secuencia de tareas que pueden ser utilizadas para la evaluación de la usabilidad en productos software en desarrollo bajo un proceso iterativo.

El *Diagrama 3* permite observar las actividades que comprenden el proceso propuesto, por lo tanto, las actividades marcadas como iterativas posibilitan repetir el proceso tantas veces como sea necesario, hasta alcanzar el nivel deseado, de este modo, la actividad de formulación de recomendaciones permite la identificación de los objetos o tareas que deben ser atendidas con rediseño, los cuales deberán implementarse en una siguiente iteración para evolucionar el producto en desarrollo.

Diagrama 3 Proceso evaluación heurística en productos software



Fuente: Esta investigación

2.4.1 Reconocer el producto

Cada producto software es diferente en esencia, no necesariamente por la arquitectura, o los servicios, sino porque se construye en base objetivos únicos; puede ser que se pretenda entrar en ventaja frente a otro producto del mismo sector, se requiere llegar a un cierto grupo o perfil de usuarios, se desea posicionar en el mercado un producto que agrega valor diferencial, entre otros elementos decisivos a la hora de diseñar un nuevo producto. Estos objetivos definen el producto, y para la evaluación es importante reconocer las características que se desean destacar en la usabilidad.

En este paso se definen las intenciones de la evaluación y el nivel de usabilidad que se desea alcanzar en el producto como requerimiento de calidad, por consiguiente, al conocer el contexto del producto, por ejemplo, puede tratarse de una aplicación para comercio electrónico *E-Commerce* o una aplicación de planeación de recursos empresariales *ERP*. Este paso facilita la identificación de los usuarios potenciales que tendrá el producto, además de determinar cuáles son las convenciones para este tipo de sistemas software.

Cada tipo de sistema tiene un estándar, es así que, el diseño de colores de un sistema ERP debe ser neutral, acorde con el diseño empresarial, los colores seleccionados deben inspirar confianza y seguridad. Por otro lado, la retroalimentación y visibilidad de una aplicación E-Commerce es altamente deseable. Estos aspectos se revelan en la etapa de reconocimiento del producto.

2.4.2 Identificar perfil de usuario

La orientación de un producto hacia un contexto o cierto tipo de servicio, junto con los propósitos de la evaluación, señalan que existe un grupo de usuarios que el producto desea enganchar (atraer, fidelizar), por tal razón, se debe definir claramente las características del usuario, estas características pueden ser: por edades, profesión, experiencia, nivel escolaridad, geografía (lugar), cultura, género, entre otras (Rubiny otros, 2008) . Por supuesto, esto no significa que el segmento o grupo es único y estricto, el sistema software no debe excluir a ningún grupo, independientemente de la característica o propiedades por las que se agrupa el perfil de usuario. La definición del perfil, se realiza con el fin de concentrar esfuerzos de usabilidad en un grupo de mayor interés, en el cual el producto software pueda responder de manera interactiva y los usuarios perciban un alto grado de satisfacción.

2.4.3 Seleccionar plataforma

Este paso ofrece la posibilidad de evaluar características propias de aplicaciones web o móviles, de esta manera, el soporte que brinda el instrumento diseñado es la selección de las heurísticas base¹⁰, más las heurísticas de una plataforma específica, omitiendo aquellos ítems que no corresponden con el tipo de producto.

¹⁰ Son los ítems del instrumento de diseño, que pueden ser aplicables en un producto software independiente de la plataforma o contexto.

2.4.4 Seleccionar elementos o tareas a evaluar

Tabla 13 Objetos y tareas seleccionables del instrumento de diseño (checklist)

Objetos UI	Tareas
Animaciones y efectos de interacción	Acciones explícitas
Botones	Acciones mínimas
Búsqueda	Adaptabilidad de contenido
Color	Adecuación de soporte a las tareas
Contenido multimedia	Conexión de red
Cuestionario	Deshacer o cancelación
Diseño consistente	Manejo de error
Elemento UI	Navegación
Enlaces	Orientación de pantalla
Entrada de datos	Personalización
Formulario	Reportes
Guía de usuario	Tiempo de espera
Icono	Tiempo de respuesta
Información	Transacciones
Mensajes de reacción	
Menú	
Tablas, listas e ítems	
Tipografía	

Fuente: Esta investigación

Dentro del instrumento, se han agrupado las heurísticas para evaluar elementos de interfaz y tareas, con ello el evaluador podrá decidir partes específicas de la interfaz o tareas que desea evaluar, para lo cual, la *Tabla 14* muestra las opciones que tiene el evaluador antes de comenzar con la inspección del producto, así mismo, el soporte brindado por la herramienta diseñada en esta investigación,

permite al evaluador escoger los ítems que inspeccionan un objeto o una tarea para obtener un nivel de usabilidad alcanzado por las categorías seleccionadas. Al finalizar este paso, el evaluador obtendrá un instrumento personalizado con un conjunto de ítems, listo para proceder con la inspección del producto.

2.4.5 Inspeccionar el producto

El instrumento obtenido del paso anterior, es aplicado en el producto por cada evaluador. Se recomienda hacer la evaluación mientras se interactúa con el sistema inspeccionando los objetos y tareas, teniendo en cuenta el tipo de sistema software que se está evaluando y el perfil de usuario. Si la heurística no se cumple, se debe realizar un comentario a la oportunidad de mejora encontrada, este insumo se utilizará para formular recomendaciones. Cuando la evaluación es grupal, cada evaluador debe hacer la inspección por separado, sin la interrupción de los demás evaluadores, para obtener percepciones confiables no influenciadas. Al final de este paso, cada evaluador debe pasar su reporte para ser analizado.

2.4.6 Unificar pruebas

Los resultados de los reportes, son objeto de un análisis de frecuencias a partir de los resultados de cada ítem, de acuerdo con la calificación otorgada por los evaluadores. Al final, se obtiene un reporte unificado con las causas señaladas y el nivel de usabilidad alcanzado por el producto software. El *Diagrama 3* muestra el proceso planteado para la evaluación, note que los evaluadores desarrollan sus apuntes en un instrumento separado, cuando finaliza se unifican los reportes.

2.4.7 Interpretar resultados

El instrumento es la base para el análisis, ya que contiene la relación de las heurísticas, los sub-atributos de usabilidad, los ítems relacionados con UI o UX y la prioridad de los problemas de usabilidad. Con estos parámetros es posible obtener los niveles de cada uno dependiendo de las respuestas en el reporte final de la evaluación. Los valores finales son los niveles alcanzados por cada variable en la evaluación, las posibles métricas a obtener son nivel de experiencia de usuario y usabilidad de interfaz de usuario, porcentajes alcanzados para las heurísticas de Nielsen, sub-atributos de usabilidad y patrones evaluados.

2.4.8 Formular recomendaciones a problemas encontrados

Las recomendaciones se formulan a partir de los problemas encontrados en el reporte unificado, del cual se señalan las incidencias comunes y las más críticas. Además de las recomendaciones del evaluador, que resultan de las anotaciones realizadas al momento de la inspección, el proceso permite detectar en que objeto de interfaz o tarea de usuario existen oportunidades para mejorar la experiencia de usuario o interfaz de usuario. Estas alternativas de solución deben realizarse con el fin de mejorar los puntos críticos y estar enfocadas en alcanzar características deseadas para el producto en próximas versiones o iteraciones.

2.5 SÍNTESIS

En este objetivo, se realizó la construcción de un proceso para la evaluación de usabilidad en aplicaciones web, por un lado, para la consecución del proceso se siguieron recomendaciones planteadas por otras investigaciones que fueron logradas de bibliotecas digitales, de las cuales, se formuló un instrumento de diseño (*checklist*). El proceso investigativo implicó elegir aspectos similares entre las investigaciones, tales como: las heurísticas, la severidad de problemas y los instrumentos. Por otro lado, los aspectos complementarios como las definiciones de las heurísticas de Nielsen, las relaciones entre aspectos y sub-características de la usabilidad, ayudaron en la formulación de un proceso iterativo.

Al finalizar la etapa investigativa se obtuvo los elementos base para proponer un método sistemático que incluyen varios de los aspectos encontrados, más los aportes realizados en esta investigación. Para la propuesta se diseñaron acciones repetitivas que permiten evaluar progresivamente la usabilidad de un producto software.

2.6 DISCUSIÓN

En la investigación documental se detectó similitudes entre las propuestas y las variaciones dependen de contextos muy específicos, pero en general, los investigadores coinciden en principios comunes, por lo cual es claro que los esfuerzos colaborativos construyen lo que con el tiempo son procesos bien establecidos como estándares globales consensuados por expertos. Así mismo, la revisión documental permite la validación del proceso, ya que logra identificar puntos de partida para plantear una propuesta extensiva siguiendo pasos y reutilizando prácticas de expertos; del mismo modo, las diferentes fuentes de información complementan el proceso hasta fijar un grupo de elementos reconocidos.

El resultado de este capítulo permite tener mayor alcance al propuesto inicialmente. De los artefactos encontrados, se formuló un instrumento de diseño aplicable para productos software basados en la web y aplicaciones móviles. Este proceso aporta a la invitación realizada por Joycey otros (2016), para la construcción de heurísticas independientes de contexto, puesto que, la herramienta resultante flexibiliza la evaluación de dos tipos de plataformas de productos software. Además, el proceso sugiere la sistematización de las actividades a fin de automatizar resultados; la adición se asigna debido a múltiples elementos, más de 400 ítems que requieren ser ordenados para obtener una herramienta de fácil uso, muy útil para desarrolladores y diseñadores.

La investigación es un proceso minucioso que requiere de tiempo, recursividad y enfoque sistemático, que brindan resultados de gran valor a la comunidad educativa, como también para la empresa pública o privada, de esa manera es el fundamento para ejecutar cualquier acción de ingeniería que requiere un enfoque sistemático en toda dirección. Así mismo, el proceso investigativo permite reconocer los planteamientos acordados por expertos y a partir de ellos es posible proponer adiciones o implementar las mejores alternativas en la ingeniería.

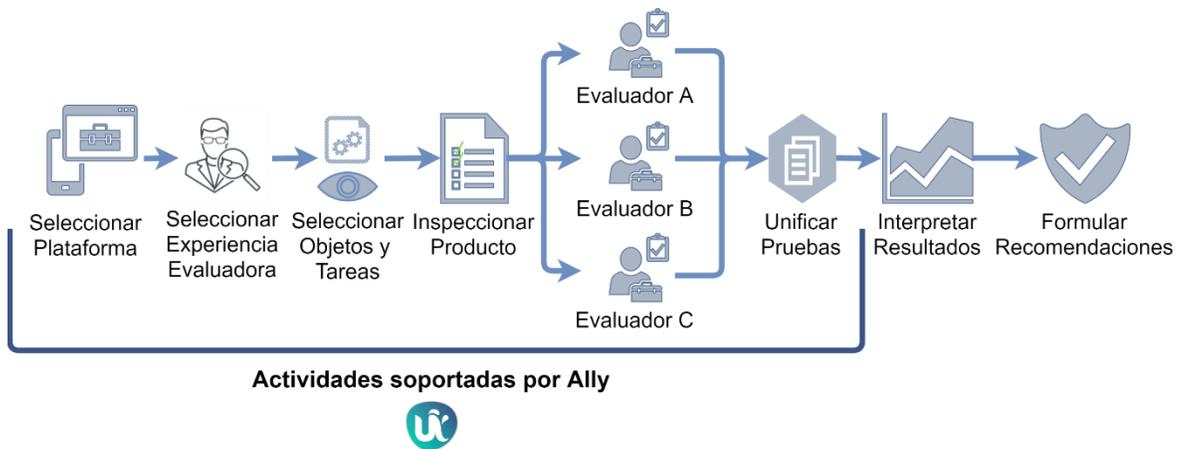
3. EVALUACIÓN DE LA USABILIDAD

Este capítulo final evalúa la usabilidad de los productos software desarrollados como trabajos de grado en el departamento de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño. Para la selección de productos a evaluar, se realizó un muestreo probabilístico aleatorio simple, teniendo en cuenta aquellas aplicaciones web que se encuentran en producción y con acceso público. Para la inspección, se utiliza la matriz obtenida en el capítulo anterior y se desarrolla en un entorno colaborativo para obtener criterios variados. Como resultado, se obtiene un nivel de usabilidad para cada producto seleccionado, utilizando un análisis de frecuencias de la estadística descriptiva.

El proceso (Ver diagrama 3) propuesto para evaluar la usabilidad, en un principio, se inició a desarrollar de manera manual; sin embargo, se decidió automatizar las tareas, que a consideración del investigador, se presentaron como las más dispendiosas. Como resultado de este proceso de reflexión-acción, se construyó la herramienta Ally¹¹, una aplicación móvil elaborada para funcionar en dispositivos con sistema operativo Android desde la versión 4.4 en adelante. Por lo anterior, en el *Diagrama 4* se observa las tareas soportadas por la herramienta. En este orden de ideas, Ally se convierte en una aplicación que permite evaluar usabilidad en el descubrimiento de oportunidades de mejora al inspeccionar un producto software.

¹¹[Ally](#): Aplicación móvil Android para evaluar interfaz de usuario y experiencia de usuario, [puede encontrar la app en PlayStore](#)

Diagrama 4 Proceso soportado por Ally



Fuente: Esta investigación

Ally fue diseñada para soportar el proceso logrado en el capítulo dos y permite ejecutarlo de manera iterativa (Ver diagrama 4). Para la construcción de Ally se ha mantenido las recomendaciones logradas en el instrumento de diseño, con la intención de poner en práctica la investigación, por tal razón, la aplicación ha sufrido en su desarrollo una serie de inspecciones para dar respuesta a las heurísticas estudiadas y de ese modo alcanzar un nivel de usabilidad alto. Así mismo, el desarrollo se llevó a cabo por un equipo interdisciplinario entre ellos: experto en usabilidad, diseñador gráfico, ingeniero de desarrollo y experto en computación en la nube. Ally, tiene el propósito de facilitar la inspección de usabilidad, es así que la selección de experiencia del evaluador (Ver diagrama 4), admite opciones de niveles de complejidad de la inspección, de ese modo, el evaluador en sus primeros esfuerzos puede comenzar con niveles básicos, para ello la herramienta genera un instrumento personalizado con ítems o preguntas objetivas. Este método permitirá evolucionar el aprendizaje, ya que, el usuario podrá encaminarse a través de niveles de complejidad para lograr detectar oportunidades de mejora, hasta poder dar respuesta a las preguntas más complejas que requieren de criterios altamente subjetivos, donde la experiencia

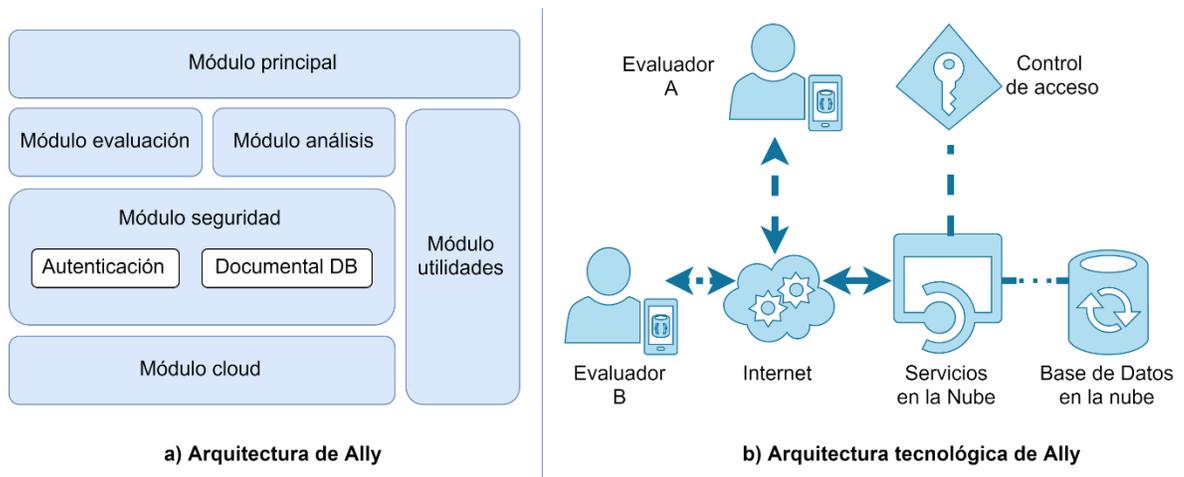
previa posibilitará la proposición de recomendaciones en la inspección de la usabilidad.

Parte novedosa del proceso, es el enfoque iterativo-evolutivo, por lo cual, Ally también permite obtener un instrumento dependiendo de los objetos o tareas que se desea evaluar, seguidamente, es posible iniciar la inspección del producto con un instrumento de diseño personalizado. Un aporte al proceso, es la unificación de las inspecciones relacionadas con un producto evaluado, por lo tanto, un usuario evaluador podrá inspeccionar el producto por partes, sin la necesidad de recorrer todo el instrumento en una sola evaluación; se recomienda evaluar iterativamente, puesto que, al evaluar todos los ítems, el tiempo requerido sería considerablemente alto, por el contrario, al realizar inspecciones iterativas los tiempos empleados no son superiores a 15 minutos, de esa manera el evaluador puede dar criterios objetivos y plantear recomendaciones valiosas para la usabilidad del producto software.

Por otra parte, Ally en su componente web y debido a su arquitectura basada en la nube (Ver diagrama 5b), permite la administración del modelo implementado, de esta manera, es posible añadir nuevos ítems o modificar los existentes, si los expertos así lo consideran, esto admitirá actualizaciones con mejoras al proceso de evaluación propuesto en esta investigación. Además, la arquitectura en la nube permite compartir un servicio a través de internet, por lo cual el producto software desarrollado ofrece la posibilidad de realizar evaluaciones colaborativas, donde un grupo de evaluadores conectados a través de la aplicación podrán inspeccionar un producto, independientemente del lugar donde se encuentren, y finalmente se determina las oportunidades de mejora encontradas por los distintos evaluadores, en un reporte unificando. Otra característica de Ally es la portabilidad de la información, dado que todas las interacciones que ofrece el sistema software son enviadas como copia de seguridad a la nube, aseguradas con credenciales de

usuario, esto permitirá mantener la información segura y disponible cuando sea requerida por un usuario propietario de los recursos previamente almacenados.

Diagrama 5 a) Arquitectura sistema software Ally. b) Arquitectura tecnología de Ally.



Fuente: Esta investigación

Para la interpretación de resultados, en el módulo de análisis de Ally (Ver diagrama 5a) ofrece resúmenes descriptivos a fin de dar a conocer los porcentajes de UX y UI, patrones, sub-características de usabilidad y heurísticas de Nielsen; además de indicar las oportunidades de mejora que tiene el producto, de las cuales el usuario puede visualizar las recomendaciones realizadas por el experto evaluador, lo que permite evolucionar al producto en los aspectos de usabilidad estudiados por esta investigación. Así mismo, a través de señales descriptivas el evaluador podrá reconocer las oportunidades de mayor prioridad, con lo cual los desarrolladores podrán tomar las recomendaciones asignadas por el experto e implementar las mejoras.

3.1 SELECCIÓN DE PRODUCTOS A EVALUAR

Para seleccionar los productos a evaluar, se determinó que la población corresponde a las aplicaciones web desarrolladas como parte de los trabajos de grado entre los años 2015 a 2017, por consiguiente, se seleccionó un producto por año, mediante un muestreo probabilístico aleatorio simple. Los productos resultantes fueron: SAC (2015), Agroceres (2016) y Kamachix (2017).

SAC es una aplicación web desarrollada como parte del trabajo de grado, bajo la modalidad aplicación, con el título “Sistema orientado a la web para soportar el proceso de autoevaluación con fines de acreditación de los programas de pregrado de la Universidad de Nariño, tiene como objetivo “...sistema ... para la sistematización del proceso de autoevaluación con fines de Acreditación de los programas de pregrado de la Universidad de Nariño (...)” (Chapid Velay otros, 2015) . La intención del producto es ofrecer una manera eficiente, ágil, clara y ordenada al proceso de autoevaluación, de acuerdo con los parámetros del Consejo Nacional de Acreditación.

Agroceres es una plataforma para la difusión y comercialización de productos agrícolas, el proyecto pretende ofrecer una herramienta al campesino para abrir mercados directos con empresas y personas que demandan materia prima del campo, de ese modo los agricultores y quienes demandan los productos podrán obtener un beneficio económico compartido, logrando mayor competitividad en el mercado. Del mismo modo, se busca poner en ventaja el sector agrario frente a las condiciones actuales del mercadeo individual, con la apropiación de arquitecturas de negocio a través de estrategias TI (Fajardoy otros, 2019) .

Kamachix, es una aplicación web realizada como proyecto de grado con la denominación, Construcción de una Herramienta Dashboard para la Visualización Inteligente de Datos de Indicadores Claves de Gestión Académica en la Universidad de Nariño. La herramienta, según sus autores (Bastidas Delgado y otros, 2017) , es un cuadro de mando para visualizar los indicadores claves de gestión, diseñado especialmente para personal de gestión académica, tiene como objetivo “*Brindar una herramienta de inteligencia de negocios a las directivas de la Universidad de Nariño, que facilite la toma de decisiones en el área Académica (...)*”(Bastidas Delgado y otros, 2017). Es una aplicación web, basada en el patrón de diseño MVC para la visualización de datos en gráficos descriptivos acerca de indicadores académicos, que pretende agilizar el proceso de análisis y la toma de decisiones.

3.2 EJECUCIÓN DEL PROCESO DE EVALUACIÓN HERRAMIENTA KAMACHIX

El producto a ser documentado con el proceso de evaluación es Kamachix (2017), seleccionado intencionalmente. A fin de observar detalles del proceso, se documenta cada una de las etapas ejecutadas; el *Anexo E* muestra en detalle el proceso ejecutado para SAC (2015), de igual forma el *Anexo F* para Agrocerec (2016).

3.2.1 Identificación perfil de usuario

Para identificar el perfil de usuario se definió que el grupo de mayor interés son el personal de gestión académica de la Universidad de Nariño, quienes tomaran decisiones a partir de los datos visualizados. Además, el proyecto es de acceso público, entonces un segundo grupo potencial es toda la comunidad académica de la Universidad de Nariño. La *Tabla 15* muestra el perfil de usuario para este producto.

Tabla 14. Perfil de usuario Kamachix

Perfil de Usuario

Categorías	Funcionario Gestión Académica Funcionario Docente Estudiante
Rango de Edad	17 años en adelante
Nivel de escolaridad	Bachiller en adelante
Genero	Todos

Fuente: Esta investigación

3.2.2 Selección de plataforma

Kamachix sigue el estándar basado en la web, por lo cual se limita el instrumento solo a objetos que evalúan características propias de las aplicaciones web, de lo cual, la sistematización del proceso permite registrar datos del sistema software a inspeccionar, de ese modo es posible asociarlo con un tipo de plataforma (Ver imagen 1), una breve descripción y la posibilidad de evaluar el producto en grupo, donde diferentes evaluadores podrán colaborar en la inspección y compartir sus

recomendaciones a través de la nube, para intercambiar los reportes realizados individualmente.

Imagen 1 Vista selección plataforma inspección de la usabilidad a Kamachix en Ally



Fuente: Esta investigación

3.2.3 Selección experiencia evaluador

En este paso el evaluador, tiene la posibilidad de seleccionar entre “*Principiante*”, “*Normal*”, “*Avanzado*” y “*Experto*”, la opción marcada delimita el instrumento; mostrando los ítems que se encuentren dentro del nivel de complejidad seleccionado, de esta manera el usuario podrá formar progresivamente los conocimientos necesarios para la inspección de usabilidad. En la investigación, se

optó por el nivel más alto, a fin de abarcar todos los ítems disponibles, con la intención de realizar una inspección exhaustiva (Ver imagen 2).

Imagen 2 Ally, vista selección experiencia evaluador en inspección a Kamachix



Fuente: Esta investigación

3.2.4 Selección objetos y tareas a evaluar

Del reconocimiento del producto, se ha determinado evaluar 17 patrones de objetos UI y 12 tareas de usuario, la *Tabla 16* muestra los objetos y tareas que tendrán lugar en la inspección de Kamachix, los elementos se limitan a productos software basados en la web, por tal razón, en tareas de usuario, se omite la conexión de red, válida solo en aplicaciones móviles para productos con

arquitecturas en la nube, lo mismo en orientación de pantalla y transacciones que es una heurística válida para aplicaciones de comercio electrónico. El instrumento resultante en la inspección de Kamachix fue de 354 ítems evaluados (Ver tabla 16), de los cuales al terminar la inspección se obtuvo un análisis de frecuencias agrupados por patrones.

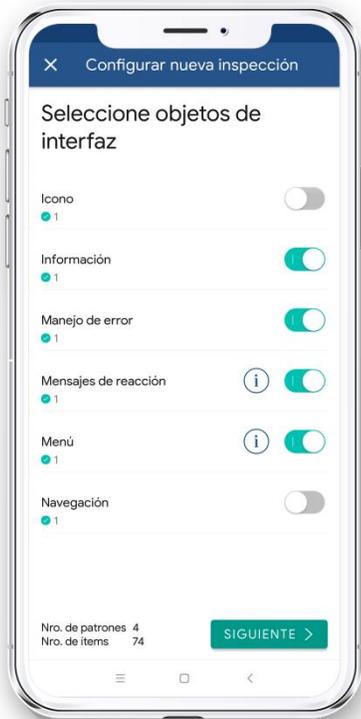
Para la selección de objetos y tareas, Ally ofrece una colección de patrones, donde el usuario puede marcar los objetos o tareas que desea inspeccionar (Ver imagen 3), dinámicamente la aplicación construye un instrumento personalizado con los ítems que correspondan a las acciones del evaluador, así mismo la aplicación ofrece la retroalimentación para visualizar cuantos ítems estarán disponibles, a fin de que el evaluador decida el número de ítems que desea inspeccionar.

Tabla 15 Objetos y tareas a inspeccionar en Kamachix

Objetos UI	Nro. Ítems	Tareas de usuario	Nro. Ítems
Animaciones y efectos de interacción	1	Acciones explícitas	12
Botones	2	Acciones mínimas	5
Búsqueda	10	Adaptabilidad de contenido	1
Color	8	Adecuación de soporte a las tareas	14
Contenido multimedia	10	Deshacer o cancelación	7
Diseño consistente	28	Manejo de error	8
Elemento UI	41	Navegación	26
Enlaces	7	Personalización	11
Entrada de datos	22	Reportes	2
Formulario	5	Tiempo de espera	4
Guía de usuario	19	Tiempo de respuesta	5
Logos e iconos	14		
Información	32		
Mensajes de reacción	21		
Menú	29		
Tablas, listas e ítems	8		
Tipografía	2		
	Ítems objetos UI	Ítems tareas de usuario	
	259	95	
		Ítems evaluados en Kamachix	354

Fuente: Esta investigación

Imagen 3 Ally, vista selección objetos y tareas a inspeccionar en Kamachix



Fuente: Esta investigación

3.2.5 Inspección del producto

Kamachix está disponible en la nube privada de la universidad de Nariño¹², para inspeccionar se ha utilizado un computador portátil y un dispositivo móvil Android con accesos a Internet, dentro de los dispositivos, se utilizó los navegadores Chrome, Firefox, Opera y Edge, el producto se ha evaluado en etapas con el propósito de ir por partes, sin la necesidad de inspeccionar un número extenso de ítems al mismo tiempo; dado que serían periodos de tiempo considerablemente extensos, y en la inspección, se requiere mantener un foco objetivo sin exceder los tiempos de inspección a más de 15 minutos.

En la inspección de usabilidad, el modelo sistematizado en Ally sigue los estados definidos en el proceso, por lo cual ofrece una lista de preguntas agrupadas por heurísticas donde el usuario de acuerdo con su criterio define el estado en correspondencia con lo observado en el sistema software en inspección (Kamachix), los estados son: “No Aplica”, cuando los elementos observados no corresponden con el ítem a evaluar; “Si”, cuando la heurística se cumple a cabalidad con lo observado en el sistema software; “No”, cuando se ha encontrado una oportunidad de mejora y por lo tanto se desea realizar recomendaciones (Ver imagen 4), similar al método Pensando en Voz Alta¹³ (*Thinking Aloud*) a diferencia de la confiabilidad del criterio. Como ayuda interactiva para este paso, Ally ofrece la oportunidad de ver información explicativa para aquellas preguntas que resultan complejas o requieren de ejemplos en los casos que se considera una posible oportunidad de mejora.

¹²Kamachix en línea: <http://indicadoresacademicos.udenar.edu.co/>

¹³ Método de evaluación de usabilidad, donde usuarios potenciales son invitados a usar un producto en un laboratorio y se les incentiva a expresar verbalmente las observaciones que tengan acerca del producto que se encuentran probando.

Imagen 4 Ally, vista inspección de usabilidad a Kamchix



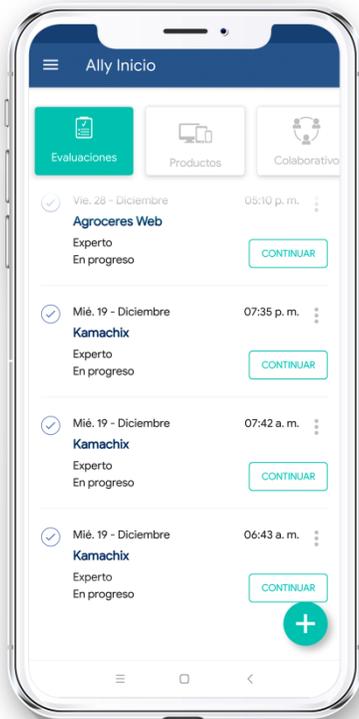
Fuente: Esta investigación

3.2.6 Unificación de pruebas

Del paso anterior, se obtuvieron cinco evaluaciones separadas, de manera que, para obtener un resultado definitivo, se debe unificar un reporte de las inspecciones realizadas, para ello, Ally automatiza el procesamiento de datos mediante el uso de funciones de estadística descriptiva, a fin de obtener porcentajes alcanzados para UI, UX, patrones evaluados, sub-atributos de usabilidad y heurísticas de Nielsen. Para unificar las pruebas, la herramienta Ally permite salvar cada evaluación, y posteriormente cuando el usuario desee, puede visualizar los porcentajes alcanzados en la inspección (Ver imagen 5), si el usuario

desea obtener el reporte definitivo, en la sección de productos puede seleccionar su objetivo, con lo cual podrá ver el resumen de todas evaluaciones en un mismo reporte, donde se presentan un grupo de recomendaciones y un resumen descriptivo.

Imagen 5 Ally, vista colección evaluaciones a Kamachix



Fuente: Esta investigación

3.2.7 Interpretación de resultados

Por una parte, el reporte unificado provee de información descriptiva en valores porcentuales, de esa manera, el proceso automático, en el análisis de patrones muestra cuales son más susceptibles a cambios, en la *Tabla 17* se observa los patrones que requieren de atención en Kamachix; de los cuales se tiene:

Animación y efecto de interacción, y tipografía son elementos que no cumplen en un 100% los ítems inspeccionados; del mismo modo, acciones mínimas, tiempo de espera y enlaces tienen entre un 60% y 50% de oportunidades de mejora. Por el contrario, los patrones con mejores porcentajes fueron: adaptabilidad de presentación (100%) y adaptabilidad de contenido (100%), de lo que se infiere que Kamachix se adapta al contexto de uso y adapta su contenido dependiendo del contexto. Por otra parte, al observar la columna del porcentaje de ítems no aplicables (Ver tabla 17) “No aplica” en el producto, se debe a elementos que no corresponden con el tipo de aplicación, por tal razón el evaluador no asigna un criterio, de este grupo se destacan: mensajes de reacción (95%), fueron ítems que evalúan retroalimentación de usuario, sin embargo el producto no presentó este tipo de elementos; manejo de error (87%), se adicionó una recomendación de la no existencia de este tipo de patrón en Kamachix; búsqueda (66%), el sistema no necesita un indexador de contenido por tal razón no se evaluaron algunos de estos ítems y contenido multimedia (66%), los ítems corresponden a elementos no utilizados dentro del sistema software.

Los resultados tienen utilidad objetiva, ya que permiten observar en que tipos de objetos o cuales son las tareas que presentan dificultades en cuanto a diseño de interfaz, de igual manera para el diseño de experiencia de usuario. Además, dado que cada objeto o tarea tiene una recomendación, el equipo de desarrollo puede decidir las oportunidades que serán atendidas, aplicando las tácticas de usabilidad propuestas en las recomendaciones.

Tabla 16. Resultados objetos UI y tareas de usuario inspección Kamachix

Patrones Evaluados	Si cumple	No cumple	No aplica
Animaciones y efectos de interacción	--	100%	--
Tipografía	--	100%	--
Acciones mínimas	--	60%	40%
Botones	50%	50%	--
Tiempo de espera	50%	50%	--
Enlaces	28,6%	42,9%	28,6%
Menú	41,4%	37,9%	20,7%
Color	50%	37,5%	12,5%
Adecuación de soporte a las tareas	42,9%	35,7%	21,4%
Logos e iconos	64,3%	35,7%	--
Personalización	11,1%	33,3%	55,6%
Elemento UI	43,6%	28,2%	28,2%
Guía de usuario	47,4%	26,3%	26,3%
Contenido multimedia	11,1%	22,2%	66,7%
Información	37,5%	21,9%	40,6%
Tiempo de respuesta	40%	20%	40%
Navegación	53,8%	19,2%	26,9%
Diseño consistente	60,7%	17,9%	21,4%
Deshacer o cancelación	14,3%	14,3%	71,4%
Tablas, listas, ítems	57,1%	14,3%	28,6%
Búsqueda	22,2%	11,1%	66,7%
Acciones explícitas	33,3%	8,3%	58,3%
Mensajes de reacción	4,8%	--	95,2%
Manejo de error	12,5%	--	87,5%
Entradas de datos	50%	--	50%
Adaptabilidad de contenido	100%	--	--
Adaptabilidad de presentación	100%	--	--

Fuente: Esta investigación

Ally permite obtener el análisis de porcentajes en los sub-atributos de usabilidad, para ello se ha agrupado las oportunidades encontradas en cada evaluación teniendo en cuenta los sub-atributos relacionados con los ítems inspeccionados, como se puede observar en la *Tabla 18* en cada iteración, se encontró oportunidades de mejora, en este orden de ideas, la iteración que más arrojó oportunidades fue la iteración 2 con un total de 19 problemas y sus correspondientes recomendaciones, en total se encontraron 79 ítems con recomendaciones, de esta manera, Ally cumple con la característica del proceso propuesto, ofreciendo la posibilidad de evolucionar el software progresivamente, dado que permite obtener oportunidades de mejora que indican donde se debe mejorar y muestra alternativas de solución a implementar en próximas versiones del producto inspeccionado, a fin de aumentar el grado de usabilidad.

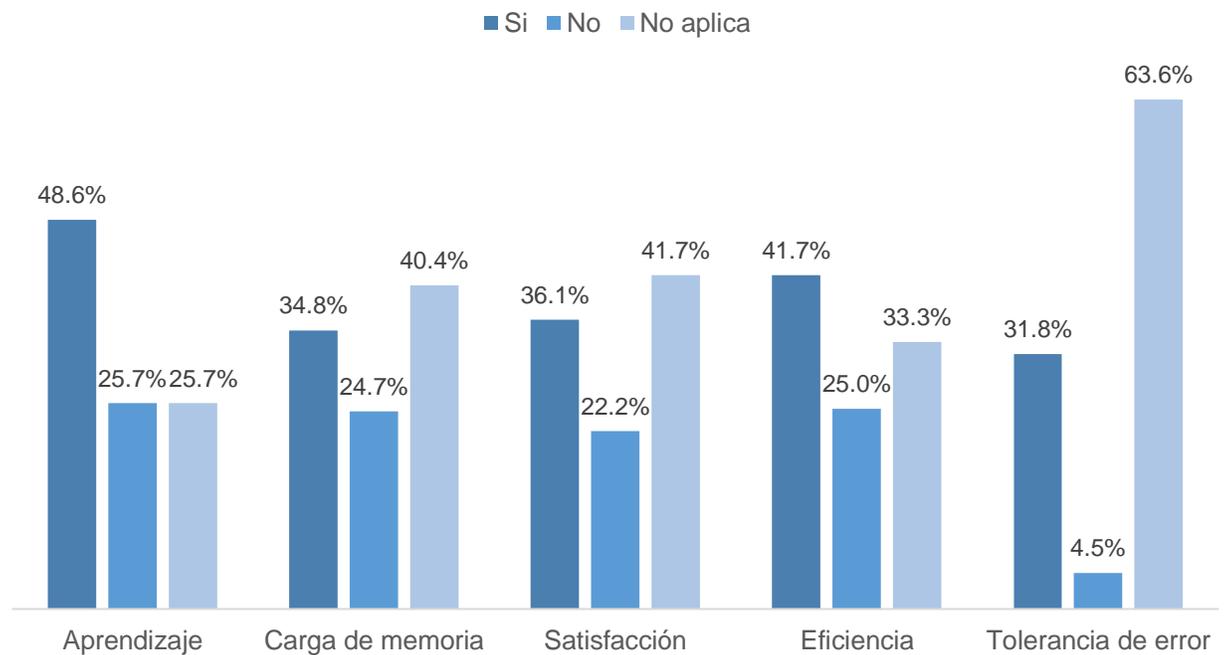
Tabla 17. Resultados sub-atributos usabilidad inspección iterativa Kamachix

Iteración	Sub-atributos	Oportunidades de mejora
1	Aprendizaje	--
	Carga de memoria	3
	Satisfacción	3
	Eficiencia	2
	Tolerancia de error	--
2	Aprendizaje	7
	Carga de memoria	8
	Satisfacción	3
	Eficiencia	--
	Tolerancia de error	1
3	Aprendizaje	6
	Carga de memoria	5
	Satisfacción	3
	Eficiencia	3
	Tolerancia de error	--
4	Aprendizaje	1
	Carga de memoria	--
	Satisfacción	6
	Eficiencia	12
	Tolerancia de error	--
5	Aprendizaje	5
	Carga de memoria	6
	Satisfacción	1
	Eficiencia	4
Oportunidades de mejora		79

Fuente: Esta investigación

Por otro lado, los índices de los sub-atributos de usabilidad también se obtienen con Ally, en la *Gráfica 13* se muestra el resumen, del cual se puede inferir que la aplicación es relativamente fácil de aprender en un 49% y existe un nivel bajo de recomendaciones encontradas 26%. El grado de eficiencia 42% marca a los sub-atributos eficiencia y aprendizaje con niveles medios, por el contrario, la carga cognitiva 38% indica que la aplicación requiere de un esfuerzo mental considerable, como también es poco satisfactoria en un 36%, es decir no es confortable, el resultado obedece a la estructura de navegación, el diseño minimalista y las convenciones.

Gráfica 13 Resultados porcentajes sub-atributos usabilidad



Fuente: Esta investigación

3.2.8 Formulación de recomendaciones

Un factor importante de la evaluación heurística en la usabilidad, son las recomendaciones, las cuales se emplean para realizar ajustes en el producto software. Estos ajustes corresponden a soluciones que mejoran cada aspecto, en ocasiones visuales, pero también de navegabilidad, retroalimentación, aspectos relacionados con arquitectura de información (Morvilley otros, 2015) y experiencia de usuario. Como parte de este proceso, se ha logrado una matriz de recomendaciones encontradas para SAC (2015) Ver *Anexo E*, Agrocerec (2016) Ver *Anexo F* y Kamachix (2017) Ver *Anexo G*, en los siguientes párrafos se resume las recomendaciones, el lector podrá ampliar detalles del proceso aplicado, en los anexos.

3.2.8.1 Recomendaciones SAC (2015)

Al tener en cuenta la heurística y la prioridad de las oportunidades de mejora se determinó que los problemas que mayor atención requieren son: Visibilidad estado del sistema, donde se encontró que existe iconografía con colores diferentes, botones con tamaños y formas diferentes para una misma acción, además de tener colores espectralmente extremos, lo anterior causa dificultad para el usuario al momento explorar una acción requerida; Afinidad entre el mundo real y el sistema, se determinó que el sistema no ofrece retroalimentación en el sub-menu del proceso de autoevaluación académica, lo cual genera sobrecarga en la memoria cognitiva al momento de usar el sistema; Consistencia y estándar, se logró detectar que esta heurística presenta niveles de aceptación bajos, con problemas de diseño consistente de elementos de tipo botón, en los cuales la aplicación ofrece diferentes ubicaciones en un mismo tipo de elemento, sobre todo en los cuadros de diálogo (modales, ventana emergente), así mismo no se presenta una jerarquía de información, lo cual genera dificultad para navegar e identificar las tareas principales de las tareas secundarias; como también, se

encontró uso intensivo de textos en mayúsculas, entradas de datos (*inputs*) sin ejemplos de entradas de texto (*placeholder*), iconografía con tamaños diferentes, y uso de diferentes tipografías o fuentes de letra. En control y libertad del usuario, se encontró que los diálogos no muestran las salidas de manera eficiente, ya que el botón de cerrar en los modales (ventanas emergentes) no es reconocible por tener un tamaño menor a 1cm, de igual forma estos elementos no ofrecen la opción de cancelar, en consecuencia, causa frustración en el usuario al no tener la oportunidad de salir de manera clara, además de no brindar un sentido de propiedad.

Para los problemas mayores se encontró que la heurística de prevención de error, en el menú del proceso de autoevaluación no tiene etiquetas de texto, se recomienda que el menú tenga nombres explícitos y descriptivos correspondientes a las tareas o fases que cumplen, dado que los iconos no son representativos, además se determinó que el sistema emplea en muchos casos fuente de letra menor a 18 puntos, lo cual dificulta la accesibilidad para personas con baja visibilidad, teniendo en cuenta que el perfil de usuario incluye personas de edad avanzada, por consiguiente esta recomendación es categórica. En Ayudar al usuario a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores, se determinó que algunos formularios no se validan del lado cliente, en consecuencia, no se indica claramente donde ocurre el problema, esto puede ocasionar la pérdida de información que el usuario se tomó el tiempo de cargar, además no admite la implementación de sugerencias constructivas en tiempo de uso, antes de que un problema ocurra.

Dentro de los problemas menores, en la heurística de Estética y diseño minimalista, se determinó que los diálogos no presentan títulos reconocibles, dado que la fuente usada es menor a 18 puntos y no se encuentra jerárquicamente señalada, por lo tanto, se recomienda usar encabezados en los modales

(ventanas emergentes) para indicar la función e importancia que representa el objeto de interfaz. En los problemas cosméticos se logró determinar que los formularios no indican los campos que son obligatorios y cuales son opcionales, además no se presenta un espaciado entre la etiqueta e icono dentro de una opción de menú o botón, así mismo el sistema no inicia automáticamente en una tarea por defecto.

Al agrupar las oportunidades de mejora en orden de prioridad se determinó que el 58% corresponden a problemas catastróficos lo cuales no deben liberarse a entornos de producción, en este caso los problemas corresponden a consistencia y estándar en un 60%, esta heurística ayuda a que los usuario puedan aprender a usar el sistema de manera intuitiva dado que los elementos se presentan de manera similar en todo el sistema, de modo que el usuario puede ir logrando las tareas a través de la exploración, así mismo, al tener en cuenta esta heurística se disminuye la tasa de errores cometidos por los usuarios.

3.2.8.2 *Recomendaciones Agroceres (2016)*

De los patrones evaluados se observó que: la aplicación no adapta su contenido, existen actividades que requieren más de dos pasos, las listas necesitan agregar detalles para permitir al usuario comprender la información mostrada, los mensajes de reacción no tienen un estándar globalizado, sin embargo, se identificó que una cuarta parte de los patrones se encuentra por encima del 90% de aceptabilidad lo cual es significativamente alto. Las recomendaciones encontradas corresponden a la arquitectura de navegación, arquitectura de información y consistencia dentro del sistema.

En cuanto a los sub-atributos de usabilidad en Agrocerec, se encontró que presenta porcentajes de aceptación altos, con valores superiores al 70% y las oportunidades de mejora varían entre un 6% y 20%. De estos resultados se infiere que la aplicación presenta dificultades en eficiencia (20%) y satisfacción (18%).

Por otra parte, el 58% de las oportunidades de mejora se consideran de prioridad alta, no recomendable para liberar a producción, así mismo el 13% de los problemas mayores requieren de atención para ajustar rediseño, el *Anexo F* muestra en detalle los resultados y recomendaciones alcanzados por Agrocerec (2016).

3.2.8.3 *Recomendaciones Kamachix (2017)*

En resumen, las recomendaciones de Kamachix corresponden a interfaz de usuario en un (40%), y (36%) para experiencia de usuario, de estos resultados se puede inferir que UI y UX mantiene una relación proporcional, ya que los porcentajes son similares, de igual manera el número de problemas para cada característica esta entre el 12% y 17%. Las oportunidades de mejora prioritarias son los problemas mayores encontrados en un 56% y catástrofes de usabilidad un 13%, según esta investigación estas dos categorías no deberían pasar a producción, por lo tanto, es categórico seguir las recomendaciones planteadas para cada oportunidad de mejora, en el *Anexo Ges* posible observar la tabla completa de recomendaciones que los interesados en la evolución de Kamachix pueden aplicar, el resto de oportunidades requieren de ajustes menores. Un hallazgo de los resultados es la ausencia de oportunidades de mejora en la heurística control y libertad del usuario, se debe a que las partes evaluadas, son elementos pasivos donde el usuario puede visualizar y no se permite interactuar con los datos de formas dinámicas.

Para visibilidad del sistema, se encontró que el menú principal no presenta feedback cuando una opción esta seleccionada, además no existe una retroalimentación de menú cuando la aplicación inicia, ya que no posee una opción predeterminada que se encuentre marcada, así mismo se determinó que la estructura jerárquica del menú dificulta la visibilidad de las acciones del sistema. En los elementos gráficos se determinó que se encuentran en hacinamiento y no presentan espacios en blanco entre sí, para interpretar la información de manera rápida.

Por otra parte, se encontró que Kamachix no ofrece retroalimentación cuando la aplicación no logra recibir los datos de internet, así como también el logo no es claramente visible ya que se encuentra borroso (pixelado).

En afinidad entre el mundo real y el sistema, se encontró que el menú principal tiene tres niveles de profundidad, las etiquetas de menú son extensas con más de cinco palabras, y no presentan un orden lógico de acciones. Por lo tanto, se deben agrupar las opciones y se debe mostrar un menú con múltiples opciones en el primer nivel. También se recomienda ajustar un tema de colores acorde con sistemas web que ofrecen el servicio de inteligencia de negocio, para mantener afinidad con los códigos de color.

Una de las heurísticas con mayor número de recomendaciones fue Consistencia y estándar, 13 en total. En primer lugar, se encuentra la utilización de diferentes tipos de fuente de letra, la presentación de la ayuda del sistema, en formatos diferente a la web, iconos del sistema con diferentes tamaños en el menú principal. Uso de colores espectralmente extremos en las tablas de reportes, además se encontró que la aplicación hace uso de más de tres colores y no se adhiere al diseño tricromático. En elementos de tipo modal, se encontró que los

botones de acciones no se ubican en el lado derecho del dialogo para darle al usuario la sensación de progreso en las tareas que desarrolla.

Las heurísticas con menor número de sugerencias fueron prevención de error, y flexibilidad y eficiencia de uso, en la primera se detectó que existe hacinamiento de elementos en los reportes presentados, lo cual dificulta la interpretación rápida de los indicadores. En la segunda se encontró que las etiquetas del menú son extensas con más de cinco palabras, lo cual dificulta la retención de la información en la memoria cognitiva.

Para la heurística reconocimiento en lugar de recordar, se encontró que la aplicación no se ajusta al ancho del dispositivo en los navegadores Firefox, además en el menú principal algunas tareas requieren de tres pasos para el usuario, se recomienda diseñar un máximo de dos pasos, del mismo modo la aplicación no ayuda a identificar que opción se inicia por defecto y no presenta sugerencias al empezar a utilizarla. Además, en los reportes gráficos se encontró que existe una mixtura de colores, lo que dificulta la interpretación de los indicadores.

En estética y diseño minimalista, el cubo animado en la página de inicio, y el isologo de Kamachix deben ser reemplazados por recursos multimedia vectorizados con resolución mayor a 512px, además se debe evitar el uso de objetos con animación cíclica en la página de inicio, o cualquier otra sección.

En ayudar al usuario a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores, se recomienda iniciar la aplicación en una de las secciones de indicadores o señalar cuales son las acciones disponibles para el usuario, ya que actualmente la página de inicio no tiene utilidad. Además, en las secciones donde el sistema ofrece

información de ayuda interactiva, el icono utilizado se confunde con el icono usado como opción de ayuda principal del sistema.

Para ayuda y documentación se encontró que la ayuda del sistema es extensa y no se concentra en pasos importantes para tareas esenciales del usuario, y también se recomienda usar ayuda interactiva en cuanto la aplicación se inicia.

3.3 SÍNTESIS

Este capítulo evaluó la usabilidad de productos software basados en la web, desarrollados como trabajo de grado desde los años 2015 a 2018, un producto por año, seleccionado a través del método probabilístico aleatorio simple.

Para la inspección se siguió el proceso, utilizando la aplicación móvil Ally, que sistematiza el proceso para inspeccionar y obtener las recomendaciones del experto evaluador, por tal razón, se documentó el proceso ejecutado en Kamachix, uno de los productos seleccionados intencionalmente, del cual se describe secuencialmente la inspección llevada a cabo y se indican resultados cuantitativos, paralelamente se describe como se ejecutaron los pasos del proceso haciendo uso de la herramienta.

Una gran parte del capítulo ha sido dedicado al sometimiento práctico del proceso, con ello se evaluó tres productos software basados en la web, de ese modo, se confirmó una afinidad entre el proceso propuesto y la sistematización del mismo, con lo cual se pudo observar resultados descriptivos, de los cuales se tuvo: análisis de patrones, donde los problemas son ubicados en ciertos tipos de objetos o tareas de usuario; análisis iterativo, permitiendo detectar los problemas gradualmente con cada inspección.

Por otra parte, también se ha obtenido un análisis de los sub-atributos de usabilidad del cual se determinó que Kamachix es fácil de utilizar en un nivel medio (49%), presenta complicaciones para ofrecer eficiencia de uso (25%) y requiere de un esfuerzo cognitivo considerable, con un 25% de oportunidades de mejora. En general los productos software presentan dificultades en las heurísticas de consistencia y estándar, estética y diseño minimalista; flexibilidad y eficiencia de uso.

Durante la detección de oportunidades se logró establecer las de mayor prioridad, las cuales deben resolverse con urgencia para ofrecer productos usables al usuario, por lo tanto, se realizó un resumen de recomendaciones agrupadas y ordenadas con base en las heurísticas de Nielsen, lo cual servirá para hacer evolucionar a los productos evaluados.

3.4 DISCUSIÓN

Al seguir el proceso de evaluación de usabilidad propuesto se obtuvo como resultado, que este permite detectar oportunidades de mejora de manera intersubjetiva, dado que el instrumento contiene ítems específicos que ayudan a determinar el problema y facilitan la proposición de recomendaciones. Así mismo, el proceso permite evolucionar el producto inspeccionado, motivando alternativas de solución que podrán implementarse para ir mejorando el diseño de interfaz de usuario y experiencia de usuario, de manera que diseñadores y desarrolladores conozcan el camino de mejora continua hasta llegar a obtener un producto usable.

Al haber llevado a la práctica, se presume que el proceso planteado permite la detección de problemas de diseño de interfaz y experiencia de usuario, sin embargo, depende de la objetividad y experiencia del evaluador, al momento de plantear las recomendaciones de manera constructiva, para aportar a las

necesidades del usuario. De igual manera, las recomendaciones deben puntualizar la causa y ubicación del problema, seguido de una alternativa de solución. La intención del proceso es encontrar oportunidades de mejora, para que cada problema tenga una posible solución, de modo que se pueda enriquecer el trabajo de las personas, donde el producto en desarrollo es susceptible a cambios. Además, en la inspección se encontró que los patrones de diseño de usabilidad requieren de soluciones (estrategia) únicas o también denominadas tácticas de usabilidad, es decir un problema puede ser atendido por una estrategia coordinada con otras que se implementan en objetos ubicados en un mismo lugar o forman parte de un mismo flujo de tarea.

Ally es un sistema software, que agiliza el proceso de evaluación heurística de la usabilidad, al ofrecer un modo colaborativo, en el cual, otros expertos evaluadores pueden aportar en la inspección de un determinado producto, de igual forma facilita la inspección iterativa y proporciona un camino para el tratamiento de datos por medio de funciones de la estadística descriptiva, con lo cual, en periodos de tiempo relativamente cortos se obtienen resultados de la inspección de usabilidad, manteniendo así, coherencia con el proceso planteado, aparte de adicionar características de persistencia de datos, sincronización con la nube y portabilidad de la información.

Los resultados obtenidos de Ally son intersubjetivos, porque las recomendaciones son específicas y el número de incidencias encontradas es moderado (30% - 40%), igualmente las recomendaciones encontradas al haber inspeccionado los trabajos de grado representan una utilidad, de modo que podrán implementarse para mejorar los productos.

4. CONCLUSIONES

Al haber realizado una revisión de 189 trabajos de grado pertenecientes al programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño durante los años 2010 al 2017, se encontró que un 39%, se orientaron al desarrollo de aplicaciones web, de las cuales se logró determinar que un 93% no establecen de manera explícita la usabilidad como un atributo de calidad al momento de haber construido los productos software.

De las 74 aplicaciones web desarrolladas como trabajo de grado, se pudo conocer que un 8% se encuentran en producción con acceso público y es posible acceder desde un cliente web, así mismo, se detectó que las aplicaciones web en un 66% se destinaron a entidades públicas entre ellas la Universidad de Nariño.

La revisión sistemática de 20 investigaciones acerca de las heurísticas de usabilidad permitió detectar que es un método reconocido y según los expertos ayuda en la detección aproximadamente de un 75% de los problemas de usabilidad. Además, se logró identificar elementos que ayudaron en la formulación de un proceso de evaluación de usabilidad con las heurísticas de Nielsen.

Ally es una aplicación móvil Android desarrollada por un equipo interdisciplinario que automatiza siete, de las diez etapas del proceso de evaluación de usabilidad planteado en este estudio; de ese modo es posible crear instrumentos personalizados, evaluar iterativamente, unificar pruebas y mostrar resultados descriptivos. Ally facilita la rápida proposición de recomendaciones, permite formar al evaluador, así podrá iniciar sus primeras

inspecciones con aspectos básicos y continuar hasta aspectos complejos con niveles de subjetividad altos.

Las heurísticas con mayor cantidad de oportunidades en los productos evaluados fueron: consistencia y estándar, estética y diseño minimalista; flexibilidad y eficiencia de uso. Sin embargo, no es posible generalizar dado que el número de productos evaluados corresponde a un 4% de la población total.

Las matrices de recomendaciones construidas para las aplicaciones web desarrolladas como trabajos de grado, son de utilidad para quienes deseen mejorar los productos en el atributo de usabilidad. No obstante, se presentan como una alternativa de intervención fuera de tiempo, dado que lo aconsejable es aplicar el método en las etapas de diseño y desarrollo.

5. RECOMENDACIONES

Un 93% no establecen de manera explícita la usabilidad como un atributo de calidad al momento de haber construido los productos software. Por esta razón, se recomienda al comité Curricular y de Investigaciones del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño ofrecer espacios dedicados al estudio de interacción entre usuario y sistemas de información, de ese modo motivar a estudiantes a utilizar métodos para evaluar la usabilidad. Además, se sugiere disposición de cátedras electivas dentro del pensum del programa y más que nada la disposición de mantener una cultura de la usabilidad en las asignaturas que forman e incentivan el desarrollo de sistemas software, de manera que se pueda concientizar sobre la importancia de la usabilidad y se practique el aprendizaje sobre cómo implementar tácticas de usabilidad.

Únicamente el 8% de los productos software fueron encontrados en funcionamiento; por lo tanto, se recomienda ordenar los recursos fuente, almacenándolos en repositorios de control de cambios con acceso privado o público según corresponda con la política interna de datos, del mismo modo la configuración de entornos de desarrollo o producción desplegados en contenedores de software, utilizando tecnologías como Docker, donde se pueda probar las aplicaciones, y de esta manera se dé a conocer los alcances, la utilidad y la calidad de los trabajos ejecutados por los futuros profesionales en el área de Ingeniería de Sistemas.

La revisión sistemática de las heurísticas de Nielsen, llevada a cabo con la ayuda de bibliotecas digitales permitió realizar aportes en el área de estudio, dado que se obtuvo un instrumento de diseño con 390 ítems, sin embargo, el instrumento no propone tácticas de usabilidad genéricas en los ítems encontrados, de modo que sea posible dar respuesta, a lo que los expertos consideran un problema de usabilidad. En este sentido se recomienda realizar esta mejora en el proceso, dado que las recomendaciones solo se obtienen si el experto evaluador asigna un criterio y plantea una sugerencia, en favor de esto, la sistematización del proceso en su componente web permite realizar mejoras y no se requieren de cambios drásticos.

La aplicación móvil Ally soporta el proceso de evaluación de usabilidad planteado en este estudio. En este orden de ideas, se sugiere incentivar su uso en la academia, para que los estudiantes puedan encaminarse en la evaluación de usabilidad. Así mismo, se recomienda realizar un estudio que analice la efectividad del proceso y la herramienta en empresas de desarrollo. De igual modo, se recomienda actualizar constantemente la versión móvil a fin mantener la consistencia con la guía de diseño de Google Material Design y el proceso planteado en esta investigación.

Los resultados del proceso de evaluación de usabilidad en una cantidad no significativa de productos, permitieron reconocer las heurísticas con mayor cantidad de problemas. Por esta razón, se recomienda realizar una nueva investigación donde se evalúe una muestra representativa, de modo que se logre inferir en términos generalizables.

Las matrices de recomendaciones obtenidas son de utilidad reflexiva, dado que los productos no aplicarán las sugerencias, es el caso de SAC que su vida útil, según su administrador llega hasta Agosto del 2019, por lo anterior se recomienda

usar el proceso de inspección de usabilidad en productos software en desarrollo para que las oportunidades de mejora puedan ser implementadas, de esa manera, los problemas de usabilidad considerados de prioridad alta no sean liberados a entornos de producción donde el usuario final tiene que hacer uso del sistema.

BIBLIOGRAFIA

A Revised Set of Usability Heuristics for the Evaluation of Interactive Systems. Pribeanu Costin, Bucarest, Academy of Romanian Scientists, 21 Marzo 2017, Informatica Economica, Vol. 21, págs.31-38. (ISSN: 1453-1305) .

AjibolaA. S., GoosenL. *Development of Heuristics for Usability Evaluation of M-Commerce Applications.* Thaba Nchu, Sudafrica, ACM Library, UNISA - Department of Science and Technology Education, 26 Septiembre 2017. Proceedings of SAICSIT. (978-1-4503-5250-5) .

Al-Dossari Hmood *A Heuristic-Based Approach for Usability Evaluation of Academic Portals.* s.l., Riyadh, Saudi Arabia, Semantic Scholar, International Journal of Computer Science & Information Technology, Junio 2017. Vol. 9. .

Apache Friends *¿Qué es XAMPP?XAMPP Apache + MariaDB + PHP + Perl.* [En línea]7.2.3, 2018. [Citado el: 17 March 2017.]<https://www.apachefriends.org/es/index.html>.

Arturo Jose Guarin Villalba *Procedimiento Para la Valoracion de la Usabilidad en Portales Web.* Pamplona, s.n., 2013.

Avilés Monroy Jorge *Study on Heuristic Usability Evaluation for Mobile Applications.* [Tesis de Maestria]Madrid, España, Universidad Politécnica de Madrid, Julio 2015. (37202) .

Bass Len, Clements Paul, Kazman Rick *Software Architecture in Practice.* Addison-Wesleyed.. s.l., Pearson Education, Inc., Third Edition, 2013, págs.237-239. (978-0-321-81573-6) .

Bastidas Delgado Juan Gabriel, Erazo Carlosama Oscar Algemiroy, Molina MartinezLucioStefen *Construcción de una herramienta dashboard para la visualización inteligente de datos de indicadores claves de gestión académica en la Universidad de Nariño.* Ingeniería de Sitemas, Universidad de Nariño. Pasto, s.n., 2017. págs.26-27, Trabajo de Grado.

Burak TekinFevzi , Tufekci Alihan A Case Study for the Usability of Public Institutions: Turkish State Meteorological Service web site. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. [En línea]04 Julio 2013. [Citado el: 18 Enero 2017.]<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042813012688>.

Centro Virtual de Negocios Cuáles son los sectores económicos de Colombia. *Centro Virtual de Negocios*. [En línea]31 October 2016. [Citado el: 8 April 2018.]<https://www.cvn.com.co/cuales-son-los-sectores-economicos-de-colombia/>.

Chapid Vela Jhon Alexander, Luna LeitonAngelalsabel SAC - *Sistema Orientado a la Web para Soportar el Proceso de Autoevaluación con Fines de Acreditación de los Programas de Pregrado de la Universidad de Nariño*. Ingeniería de Sistemas, Universidad de Nariño. Pasto, s.n., 2015. págs.24-25.

ChenSherry Y., Macredie Robert D. *The assessment of usability of electronic shopping: A heuristic evaluation*. Uxbridge, Reino Unido, Elsevier , Diciembre 2005. *International Journal of Information Management*, Vol. 25. .

Díaz Clavijo David A *Practical Comparison of Agile Web Frameworks*. Las Palmas, España, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 2014.

Díaz Jaime, Rusu Cristian, Collazos CésarA. *Experimental Validation of a Set of Cultural-Oriented Usability Heuristics: e-Commerce Websites Evaluation*. Popayan, Cauca, Colombia, Elsevier, Universidad del Cuaca, Febrero 2017. *Computer Standards & Interfaces*, Vol. 50. . (0920-5489) .

Elberkawi EbitisanK y otros *Evaluation of Web-based Systems: A New Method and Results*. Agadir, Morocco , Libia, Jordania, s.n., 17 Noviembre 2016.

Estrada Sapuyes Luis Obeymar *Inspección de la Usabilidad en la herramienta SAC - Sistema orientado a la web para la autoevaluación y acreditación de la Univerisidad de Nariño*. Guadir AzaHernanCarlosentrev.. 29 Enero 2019.

Fajardo Jonhatan, Artega Mayra Agroceres. *The Social Agro Marketplace*. [En línea] 2019. [Citado el: 8 Enero 2019.] <https://agroceres.org/>.

Fernandez Adrian, Insfran Emilia, AbrahãoSilvia *Usability evaluation methods for the web: A systematic mapping study*. Valencia, España, 2011 Elsevier B.V., Elsevier, 17 Marzo 2011.

Fleck Renee Dribbble. *What is UI Design?* [En línea] Dribbble announcements, 18 Enero 2019. [Citado el: 25 Enero 2019.] <https://dribbble.com/stories/2019/01/18/what-is-ui-design>.

Folmer Eelke, Van Gorp Jilles, Bosch Jan *Software Architecture Analysis of Usability*. [Documento PDF] Hamburgo, Alemania, IFIP International Federation for Information Processing 2005, ACM Digital Library, 11 July 2004. (3-540-26097-8 978-3-540-26097-4) .

Garret Jesse James *The elements of User Experience: User-Centered Design for the Web and Beyond*. Berkeley, s.n., Second Edition, 2011, Vol. 1, págs.10-16. (ISBN: 978-0-321-68368-7) .

Gonzales Maria Paula, Lores Jesus, Pascual Afra *Evaluación Heurística*. [En línea] 2011. [Citado el: 10 Junio 2017.] <http://interaccion2011.m.aipo.es/libro/pdf/15-Evaluacion-Heuristica.pdf>.

Griguera Julian y otros *Automatic detection of usability smells in web applications*. La Plata, Argentina, Elsevier, 19 Diciembre 2016. *Int. J. Human-Computer Studies*.

Gumussoy Cigdem Altin *Usability guideline for banking software design*. Estambul, Turquía, Elsevier, Istanbul Technical University, 1 Abril 2016. *Computers in Human Behavior*, Vol. 62. . (ISSN: 0747-5632) .

Hernández Sampieri Roberto, Fernández ColladoCarlos, Baptista LucioMaria Del Pilar *Metodología De La Investigación*. ChacónMaresJesúsed.. Interamericana

Editores S. A. Trad. Mexico D.F., Mc Graw Hill, Quinta Edición, 2010. (978-607-15-0291-9) .

Heuristics to Evaluate the Usability of Ubiquitous Systems. Rocha Larissa C. y otros Ceará, Springer International, 18 Mayo 2017, Distributed, Ambient and Pervasive Interactions, Vol. 4. (ISBN: 978-3-319-58697-7) .

Inostroza Rodolfo y otros *Developing SMASH: A set of SMARTphone's uSability Heuristics.* Valparaíso, Chile, Elsevier, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Universidad de Playa Ancha de Ciencias de la Educación, Universidad del Cauca, 22 Agosto 2015. Computer Standards & Interfaces, Vol. 43. . (ISBN: 0920-5489) .

ISO 25000 Standards Usability. <http://iso25000.com>. [En línea] ISO/IEC, 2017. [Citado el: 08 Marzo 2017.] <http://iso25000.com/index.php/en/iso-25000-standards/iso-25010/61-usability>.

ISO/IEC 9126 What is Usability? *Usability Net.* [En línea] 2006. [Citado el: 28 Febrero 2018.] http://www.usabilitynet.org/management/b_what.htm.

ISO/IEC ISO 25000 - Calidad del Producto Software. <http://iso25000.com>. [En línea] 2, ISO/IEC Standard, March 2014. [Citado el: 28 Febrero 2018.] <http://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010?limit=3&start=3>. (ISO/IEC 25000:2014) .

Jimenez Cristhy, Lozada Pablo, Rosas Pablo *Usability Heuristics: A Systematic Review.* Quito, Chimborazo, Ecuador, s.n., 30 Septiembre 2016. IEEE.

Katzmaier Alexander, Hanneghan Martin *Design Pattern Evaluation of Mobile and Web Based Application Frameworks.* [PDF] Abu Dhabi, United Arab Emirates, s.n., 12 Febrero 2015. Developments in eSystems Engineering (DeSE). (978-1-4799-5263-2) .

Landeau Rebeca *Elaboración de Trabajos de Investigación.* s.l., Editorial ALFA, 2007, Vol. Colección Trópicos.

Lund Malin, Sieverthson Hanna *USABILITY CHALLENGES FOR THE MOBILE WEB AN ENTERPRISE PERSPECTIVE*. Boras, Suecia, s.n., 03 Junio 2017. Information Systems.

Maat Mnsay otros *Usability Heuristic Evaluation of Scientific Data Analysis and Visualization Tools*. Berkley, California, USA, Advances in Usability and User Experience, © Springer International Publishing AG 2017, 2017. Advances in Intelligent Systems and Computing.

Martin Robert C. *Clean Architecture: A Craftsman's Guide to Software Structure and Design*. s.l., Prentice Hall, First Edition, 2017, pág.17%. (978-0134494166) .

Marulanda López Jaime Eduardo Aseguramiento de la calidad en el diseño del software. [En línea]2014. [Citado el: 11 Febrero 2017.]

Mascheroni Maximiliano A. y otros Ingeniería de Usabilidad. Una Propuesta Tecnológica para Contribuir a la Evaluación de la Usabilidad del Software. *Sistemas UNLA*. [En línea]2013. [Citado el: 18 Mayo 2017.]<http://sistemas.unla.edu.ar/sistemas/redisla/ReLAIS/relais-v1-n4-p-125-134.pdf>.

Mazo Erdely Marin, Largo Garcia Carlos Alberto *GUIA TECNICA PARA EVALUACION DE SOFTWARE*. 2009.

McKay Everett N *UI is Communication - How to design intuitive, user-centered interfaces by focusing on effective communication*. DunkerleyMeged.. Walthman, Morgan Kaufmann, 2013, págs.3-16. (ISBN: 978-0-12-396980-4) .

Microsoft Get building ASP.NET. *ASP.NET*. [En línea]© 2018 Microsoft, 2018. [Citado el: 21 March 2018.]<https://www.asp.net/>.

Ministerio TIC *El Gobierno Digital y Las Tendencias Mundiales*. Bogota, s.n., 2016.

Mobile Application Usability: Heuristic Evaluation and Evaluation of Heuristics. Joyce Gery otros Hertfordshire, Springer International, 30 Junio 2016, Advances in Human Factors, Software, and Systems Engineering, Vol. 492, págs.77 - 86. (ISBN: 978-3-319-41935-0) .

Mohammed Salman Hasanin, Wan Ahmad Wan Fatimah, Salaiman Suziah *Usability Evaluation of the Smartphone User Interface in Supporting Elderly Users From Experts' Perspective.* Seri Iskandar, Perak, Malasia, IEEE Explore, Universidad de Teknologi PETRONAS, 17 Abril 2018. (ISSN: 2169-3536) .

Morits Franka, Meinel Christoph *Mobile Web Usability Evaluation - Combining the Modified Think Aloud Method with the Testing of Emotional, Cognitive and Conative Aspects of the Usage of a Web Application.* Potsdam, Germany, IEEE, 20 Agosto 2010. Mobile Web Usability Evaluation.

Morville Peter, Rosenfeld Louis, Arango Jorge *Information Architecture for the World Wide Web - Designin for the Web and Beyond.* Sebastopol, O'Reilly Media, Inc., Fourth Edition, 2015, págs.21-36.

Nagpal Renuka, Mehrotra Deepti, Kumar Bhatia Pradeep *The State of Art in Website Usability Evaluation Methods.* GlobalGIprod.. Uttar Pradesh, India, British Cataloguing in Publication Data, 2017.

Ndako Victor Adama y otros *Towards Designing Mobile Banking User Interfaces for Novice Users.* Minna, Nigeria, Lecture Notes in Computer Science, 14 Mayo 2017.

Nielsen Jakob Usability 101: Introduction to Usability. <https://www.nngroup.com>. [En línea] Nielsen Norman Group, 4 Enero 2012. [Citado el: 15 Diciembre 2016.]<https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>.

NN/g10 Usability Heuristics for User Interface Design. *Nielsen Norman Group*. [En línea]Enero 2005. [Citado el: 10 Marzo 2017.]<https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>. (ISSN 1548-5552) .

Noll John y otros A Study of the Scrum Master's Role. [En línea]2017. [Citado el: 21 March 2018.]<http://usir.salford.ac.uk/44468/1/top.pdf>.

Omar Khalil, Rapp Barbara, Marx Gómez Jorge *Heuristic Evaluation Checklist for Mobile ERP User Interfaces*. Oldenburg, Alemania, IEEE Explore, Abril 5 2016. 7th International Conference on Information and Communication Systems (ICICS). (978-1-4673-8614-2) .

Paiva Guimarães Marcelo de, Farinazzo Martins Valéria *A checklist to evaluate Augmented Reality Applications*. s.l., Sao Paulo, Brasil, IEEE Explore, Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2 Octubre 2014. (978-1-4799-4261-9) .

Pardo D. Juan Se Buscan Ingenieras. *El Tiempo*. [En línea]25 August 2016. [Citado el: 10 April 2018.]<http://www.eltiempo.com/carrusel/las-mujeres-en-la-ingenieria-en-colombia-38494>.

Paz Freddy, Paz Freddy A., Pow-Sang José Antonio *Evaluation of Usability Heuristics for Transactional Web Sites: A Comparative Study*. 448, San Miguel, Lima, Peru, Springer International, Advances in Intelligent Systems and Computing, 29 Marzo 2016. Information Technology: New Generations. (ISBN: 978-3-319-32467-8) .

Paz Freddy, Villanueva Daniela, Pow Sang Jose Antonio *Heuristic Evaluation as a Complement to Usability Testing - A Case Study in Web Domain*. Lima, Peru, IEEE Explore, 1 Junio 2015. 2015 12th International Conference on Information Technology - New Generations.

Peláez Valencia Luiz Eduardo, [int.] Aseguramiento De La Calidad de Software. *3er Congreso Andino en Computación, Informática y Computación*. Pasto, s.n., 2017. Archivo de audio particular.

Phetcharakarn Kwandee, Senivongse Twittie *Heuristic-Based Usability Evaluation Tool for Android Applications*. Bangkok, Tailandia, Chulalongkorn University, International Conference on Applied Computing and Information Technology, 2018. Applied Computing & Information Technology. (ISBN: 978-3-319-64051-8) .

Plekhanova Juli *Evaluating web development frameworks: Django, Ruby on Rails and CakePHP*. FademBruce, MandivivallaMunired.. Philadelphia, Pensilvania, EE. UU., Temple University, September 2009.

Pressman Roger S., Maxim Bruce R. *Software Engineering - A Practitioner's Approach*. New York, McGraw-Hill Education, Eighth Edition, 2015, pág.385. (978-0-07-802212-8) .

Quiñones Daniel, Rusu Cristian, Roncagliolo Silvana *Redefining Usability Heuristics for Transactional Web Applications*. Valparaíso, Chile, IEEE Explore, Universidad Católica de Valparaíso, 7 Abril 2014. 2014 11th International Conference on Information Technology: New Generations. (ISBN: 978-1-4799-3188-0) .

Quiñones Daniela, Rusu Cristian, Rusu Virginica *A Methodology to Develop Usability/User eXperience Heuristics*. s.l., Valparaíso, Chile, Elsevier, Universidad de Playa Ancha, 23 Marzo 2018.

Richards Mark *Software Architecture Patterns - Understanding Common Architecture Patterns and When to Use Them*. SchererHeathered.. Sebastopol, O'Reilly Media, First Edition, 2015, págs.1-8. (978-1-491-92424-2) .

Robinson Simon, Marsden Gary, Jones Matt *There´s Not An App For That - Mobile User Experience Design For Life*. DunkerleyMeged.. Waltham, Morgan Kaufmann, 2015, págs.17 -18. (978-0-12-416691-2) .

Rubin Jeffrey, Chisnell Dana, Spool Jared *Handbook of Usability Testing - How to Plan, Desing, and Conduct Effective Tests*. Indiana, Wiley Publishing, Second, 2008. (ISBN: 978-0-470-18548-3) .

Saleh Ashraf, Ismail Roesnita, Fabil Norasikin *Evaluating Usability for Mobile Application: A MAUEM Approach*. Hong Kong, China, ACM Library, 28 Diciembre 2017. (ISBN: 978-1-4503-5488-2) .

Sanchez Walter La usabilidad en Ingeniería de Software: definición y características. *Redicces Org*. [En línea] Agosto 2011. [Citado el: 18 Septiembre 2016.]<http://www.redicces.org.sv/jspui/bitstream/10972/1937/1/2.%20La%20usabilidad%20en%20Ingenieria%20de%20Software-%20definicion%20y%20caracteristicas.pdf>.

Sihara Satoru Diogo *Study About the Relationship Between the Model-View-Controller Pattern and Usability*. [Documento PDF] Madrid, España, Department of Systems and Software Engineering, Universidad Politécnica de Madrid, 2009. European Master on Software Engineering.

Spiliotopoulos Tasos, Papadopoulou Panagiota, Markatos Drakoulis *Integrating Usabiity Engineering for Designing the Web Experience - Methodologies and Principles*. GlobalGled.. Hershey, Information Science Reference, 2010, pág.1. (978-1605668963) .

Stat Counter Operating System Market Share Colombia. *Global Stats*. [En línea]Aprill 2018. [Citado el: 9 April 2018.]<http://gs.statcounter.com/os-market-share/all/colombia/>.

Taylor & Francis Group *Computing Handbook - Information Systems and Information Technology*. Waltham, CRC Press, Third Edition, 2014.

Thitichaimongkhol Kritpapon, Senivongse Twittie *Enhancing Usability Heuristics for Android Applications on Mobile Devices*. [PDF]San Francisco, USA, Google Scholar, Chulalongkorn University, 21 Octubre 2016. Proceedings of World Congress on Engineering and Computer Science, Vol. I. . (ISBN: 978-988-14047-1-8) .

Tsakonas Giannis, Papatheodorou Christos *Analysing and evaluating usefulness and usability in electronic information*. Service& InformationLibraryed.. Patras, Grecia, s.n., 28 Diciembre 2005.

WilsonChauncey *User Interface Inspection - A User-Centered Design Method*. Miami, Morgan Kaufmann, 2014, págs.2-29. (ISBN: 978-0-12-410391-7) .

Wood D.Scott, Brinck Tom, Gergle Darren *Usability for the Web - Designing Web Sites that Work*. PressAcademiced.. San Diego, Morgan Kaufmann Publishers, 2002, págs.404-441.

Yáñez Gómez Rosa, Cascado Caballero Daniel, SevillanaJoséLuis *Heuristic Evaluation on Mobile Interfaces: A New Checklist*. Sevilla, España, Universidad de Sevilla, Hindawi Publishing Corporation, 11 Septiembre 2014. The Scientific World Journal, Vol. 2014. . (434326) .

Zygo Blaxell Extreme Roles. *Wiki*. [En línea]25 June 2006. [Citado el: 21 March 2018.]<http://wiki.c2.com/?ExtremeRoles>.

ANEXOS

Anexo A Instrumento de recolección de la información, para caracterizar de las aplicaciones web.

La matriz utilizada para la recolección de información se encuentra en Google Forms, y puede ser alcanzada con el enlace.

[Ver formulario en línea.](#)

Anexo B Matriz de colección de datos, de los trabajos de grado programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño años 2010 – 2018

[Ver matriz colección de datos trabajo de grado en general en línea.](#)

[Ver matriz colección de datos aplicaciones web en línea.](#)

Anexo C Matriz de contextos evaluados por las investigaciones

Investigación	Dominio	Plataforma	Biblioteca
Development of Heuristics for Usability Evaluation of M-Commerce Applications (Ajibolay otros, 2017)	Comercio Móvil	Móvil	ACM Library
A checklist to evaluate Augmented Reality Applications (Paiva Guimarãesy otros, 2014)	Realidad Aumentada	Móvil	IEEE Explore
Heuristic Evaluation Checklist for Mobile ERP User Interfaces (Omary otros, 2016)	Planificación de Recursos Empresariales	Móvil	IEEE Explore
Redefining Usability Heuristics for Transactional Web Applications (Quiñonesy otros, 2014)	Aplicaciones Transaccionales	Web	IEEE Explore

Investigación	Dominio	Plataforma	Biblioteca
Usability Evaluation of the Smartphone User Interface in Supporting Elderly Users from Experts' Perspective (Mohammed Salmany otros, 2018)	Interfaz de Usuarios Mayores de Edad	Móvil	IEEE Explore
Developing SMASH: A set of SMARtphone's usability Heuristics (Inostrozay otros, 2015)	Genérico Aplicaciones Móviles	Móvil	ScienceDirect
Experimental validation of a set of cultural-oriented usability heuristics: e-Commerce websites evaluation (Díazy otros, 2017)	Comercio Electrónico	Web	ScienceDirect
Usability guideline for banking software design (Gumussoy, 2016)	Mercado Financiero	Web	ScienceDirect
Evaluation of Usability Heuristics for Transactional Web Sites: A Comparative Study (Pazy otros, 2016)	Comercio Electrónico	Web	Springer Link
Heuristic-Based Usability Evaluation Tool for Android Applications (Phetcharakarny otros, 2018)	Genérico Aplicaciones Android	Móvil	Springer Link
Heuristics to Evaluate the Usability of Ubiquitous Systems (Heuristics to Evaluate the Usability of Ubiquitous Systems, 2017)	Sistemas Ubicuos	Genérico	Springer Link
Mobile Application Usability: Heuristic Evaluation and Evaluation of Heuristics (Mobile Application Usability: Heuristic Evaluation and Evaluation of Heuristics, 2016)	Genérico	Móvil	Springer Link

Investigación	Dominio	Plataforma	Biblioteca
A Heuristic-based Approach for Usability Evaluation of Academic Portals (Al-Dossari, 2017)	Portales Académicos	Web	Google Scholar
A Revised Set of Usability Heuristics for the Evaluation of Interactive Systems (A Revised Set of Usability Heuristics for the Evaluation of Interactive Systems, 2017)	Sistemas Interactivos	Genérico	Google Scholar
Enhancing Usability Heuristics for Android Applications on Mobile Devices (Thitichaimongkholy otros, 2016)	Genérico Aplicaciones Android	Móvil	Google Scholar
Heuristic Evaluation on Mobile Interfaces: A New Checklist (Yáñez Gómezy otros, 2014)	Genérico Aplicaciones Android	Móvil	Google Scholar
Study on Heuristic Usability Evaluation for Mobile Applications (Avilés Monroy, 2015)	Genérico Aplicaciones Móviles	Móvil	Google Scholar

Fuente: Esta investigación

Anexo D Primer instrumento de diseño obtenido en la selección de heurísticas.

Para ver el instrumento siga el enlace, donde podrá obtener el recurso en hojas de Excel.

[Ver documento en línea.](#)

Anexo E Instrumento de diseño final para la evaluación de usabilidad con heurísticas de Nielsen.

El instrumento de diseño contiene 380 ítems agrupados y organizados por características, heurísticas, sub-características, patrones de diseño. Para ver el archivo siga el enlace.

[Ver documento en línea.](#)

Anexo F Resultados y recomendaciones inspección SAC

Tabla 18 Perfil de usuario SAC

Perfil de Usuario

Categorías	Funcionarios Docentes Egresados Estudiantes Empresas
Rango de Edad	17 años en adelante
Nivel de escolaridad	Bachiller en adelante
Genero	Todos los géneros

Tabla 19 Proceso de inspección de usabilidad SAC

Etapas	Descripción
Selección de Plataforma	Aplicación web
Selección experiencia evaluador	Experto

Selección objetos y tareas a evaluar	Ver tabla
Inspección del producto	Realizado progresivamente en observación de capturas de pantalla del sistema, dado que el acceso es restringido y las políticas de uso no permiten inspeccionar el producto de manera directa, el sistema se encuentra en producción en la ruta https://udenar.edu.co/autoevaluacion .
Unificación de pruebas	Procesamiento de datos automatizado por Ally
Interpretación de resultados	<p>De los patrones inspeccionados se logró detectar que la tipografía no presenta consistencia ya que el sistema provee de textos con diferentes familias de fuente, el caso para botones también obedece a la consistencia, ya que se ofrece diseños diferentes para mismas acciones en los casos de uso guardar formularios, de igual forma para tema de colores, el sistema no se limita al diseño tricromático, más el uso de colores especiales. Por otra parte, se encontró que a pesar de que las salidas de los diálogos están presentes, las opciones de deshacer o cancelación no se proveen, el resumen completo de los porcentajes alcanzados por los patrones evaluados se puede ver en la <i>Tabla 4</i>.</p> <p>En cuanto a los sub-atributos de usabilidad se encontró que SAC tiene un nivel medio en aprendizaje y carga de memoria, además no es satisfactoria en un 20% lo cual indica que genera niveles de estrés al usuario, así mismo tiene un nivel de eficiencia bajo, por lo cual se infiere que las tareas a realizar requieren de esfuerzo alto, de igual manera el manejo de error se encuentra por debajo del 50%, es decir la aplicación no ayuda al usuario a resolver los problemas a la hora de realizar un tarea-actividad.</p>

Al agrupar las oportunidades de mejora en orden de prioridad se determinó que el 58% corresponden a problemas catastróficos lo cuales no deben liberarse a entornos de producción, en este caso los problemas corresponden a consistencia y estándar en un 60%, esta heurística ayuda a que los usuario puedan aprender a usar el sistema de manera intuitiva dado que los elementos se presentan de manera similar en todo el sistema, de modo que el usuario puede ir logrando las tareas a través de la exploración, además, al tener en cuenta esta heurística se disminuye la tasa de errores cometidos por los usuarios.

Los problemas mayores fueron el 24%, de los cuales, los más representativos esta la prevención de error, flexibilidad y eficiencia de uso, la *Tabla 5* muestra los porcentajes alcanzados el sistema software SAC en las heurísticas de Nielsen.

Formulación de
recomendaciones

Ver matriz de recomendaciones *Tabla 6*

Fuente: Esta investigación

Tabla 20 Objetos y tareas inspeccionados en SAC

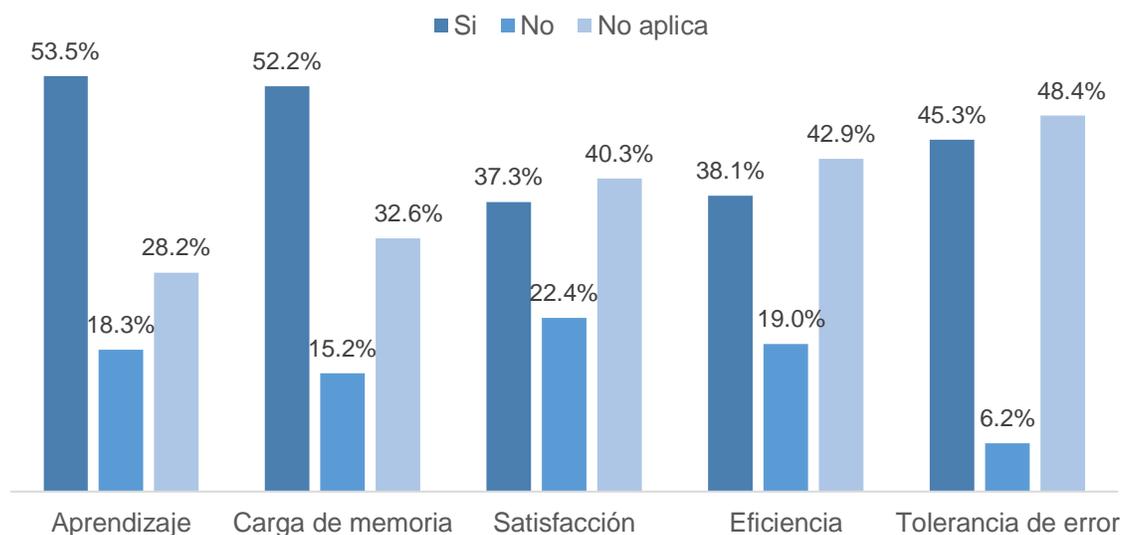
Objetos UI	Nro. Ítems	Tareas de usuario	Nro. Ítems
Botones	3	Acciones explícitas	12
Color	9	Acciones mínimas	5
Contenido multimedia	3	Adaptabilidad de contenido	2
Diseño consistente	28	Adecuación de soporte a las tareas	14
Elemento UI	39	Deshacer o cancelación	7
Enlaces	7	Manejo de error	8
Entrada de datos	20	Navegación	25
Formulario	4	Reportes	2
Guía de usuario	19		
Logos e iconos	13		
Información	32		
Mensajes de reacción	21		
Menú	29		
Tablas, listas e ítems	8		
Tipografía	2		
Cuestionario	3		
Ítems objetos ui	240	Ítems tareas de usuario	75
Ítems evaluados en SAC			315

Fuente: Esta investigación

Tabla 21 Porcentajes alcanzados patrones de objetos ui y tareas SAC

Patrones Evaluados	Si cumple	No cumple	No aplica
Tipografía	--	100%	--
Botones	33,3%	66,7%	--
Deshacer o cancelación	--	57,1%	42,9%
Color	44,4%	44,4%	11,1%
Acciones mínimas	20%	40%	40%
Diseño consistente	50%	32,1%	17,9%
Entradas de datos	30%	25%	45%
Formulario	50%	25%	25%
Adecuación de soporte a las tareas	21,4%	21,4%	57,1%
Mensajes de reacción	28,6%	19%	52,4%
Elemento UI	56,4%	17,9%	25,6%
Logos e iconos	76,9%	15,4%	7,7%
Acciones explícitas	41,7%	8,3%	50%
Navegación	48%	8%	44%
Menú	75,9%	6,9%	17,2%
Manejo de error	25%	--	75%
Guía de usuario	42,1%	--	57,9%
Información	43,8%	--	56,2%
Reportes	50%	--	50%
Tablas, listas, ítems	50%	--	50%
Enlaces	85,7%	--	14,3%
Contenido multimedia	100%	--	--
Adaptabilidad de contenido	--	--	100%

Fuente: Esta investigación



Gráfica 14 Porcentajes oportunidades de mejora por sub-atributos de usabilidad SAC

Tabla 22 Porcentaje y prioridad de problemas de usabilidad SAC-heurísticas de Nielsen

Heurística	Nro. recomendaciones	FO	FO%	Prioridad
Visibilidad estado del sistema	2			
Afinidad entre el mundo real y el sistema	5	28	56%	Catástrofe de usabilidad
Libertad y control del usuario	4			
Consistencia y estándar	17			
Flexibilidad y eficiencia de uso	4			
Prevención de error	3	12	24%	Problema mayor
Ayudar al usuario a reconocer, diagnosticar y recuperarse de	5			

errores.

Ayuda y documentación	--			
Estética y diseño minimalista	4	4	8%	Problema menor
Reconocimiento en lugar de recordar	6	6	12%	Problema cosmético
	Total	50	100%	

Fuente: Esta investigación

Tabla 23 Matriz de recomendaciones sistema software SAC

Recomendación	UX/UI	Heurística	Ítem
En la iconografía del proceso de autoevaluación cada etapa muestra un icono con colores diferentes, se recomienda usar diseño con no más de cuatro colores. Aplique el principio para todos los objetos del sistema.	UI	Consistencia y estándar	¿El número de colores utilizados está limitado a dos o tres colores (diseño tricromático)?
El botón guardar se presenta en formas, tamaños, colores y diseños diferentes, por en el diálogo de insertar actor, el botó se presenta con etiqueta sin el icono representativo, además, en comparación con el botón guardar del diálogo de agregar evidencia documental, el botón tiene un tamaño menor. Lo mismo para el diálogo de agregar pregunta tiene icono a diferencia de los anteriores. Así mismo el botón de iniciar autoevaluación presenta icono representativo sin etiqueta. Se recomienda dar visibilidad única a esta acción para permitir identificar la tarea de modo similar en todo el sistema.	UX	Visibilidad estado del sistema	¿Los botones de la aplicación se han diseñado en tamaños o colores diferentes para indicar que botón es más importante, o que tipo de acción se ejecuta?

Recomendación	UX/UI	Heurística	Ítem
Los botones de eliminar y descargar de la tabla registros en el diálogo de documentos tienen colores espectralmente extremos, se recomienda usar tonos saturados.	UI	Consistencia y estándar	¿Los colores seleccionados para el sistema software, están muy bien separados a lo largo del espectro visible?
En los diálogos modales se muestra el botón de guardar en el centro, para el caso de agregar pregunta, sin embargo, para el diálogo de agregar evidencia documental el botón se lo ubica en la parte inferior derecha. Se recomienda ubicarlo siempre en un mismo lugar.	UX	Consistencia y estándar	¿El sistema visualiza objetos similares (ventanas, menús, botones de salida, etc.) de la misma manera y en la misma ubicación?
Al no poseer una estructura jerárquica de contenido, no se logra identificar niveles, por ejemplo, en el diálogo agregar pregunta, el título tiene el mismo tamaño de las etiquetas de campos de entrada de datos. Se recomienda implementar señales visuales que revelen la importancia jerárquica de la información, en el caso de los modales visibilizar el título del diálogo con un tamaño de fuente grande, implementar encabezado (h2) de nivel dos.	UX	Consistencia y estándar	¿La información más importante se coloca al comienzo del aviso, diálogo, ventana, actividad, etc.?

Recomendación	UX/UI	Heurística	Ítem
<p>El orden jerárquico en las diferentes vistas no se logra identificar, por ejemplo, en el proceso de autoevaluación de un programa, se muestran dos títulos con un mismo nivel, genera confusión dado que no se logra identificar que parte es la tarea primaria en la vista mostrada. Se recomienda definir una jerarquía de la información y de las tareas de modo que el usuario conozca el punto de partida y las posibles tareas realizables en cada vista. Si se requieren más de dos niveles organice de mayor a menor señalando que las instrucciones menores corresponden a una funcionalidad principal.</p>	UI	Consistencia y estándar	¿La intensidad de los elementos (niveles de importancia) se mantiene solo en dos niveles?

Recomendación	UX/UI	Heurística	Ítem
<p>Los títulos de los factores se encuentran en mayúsculas, al igual que el diálogo de agregar aspecto. Así mismo, los títulos para estructurar encuesta, el título que ofrece el instrumento encuesta a un estudiante, todo el menú de ponderación de factores. Por lo anterior, se recomienda no usar textos en mayúsculas de manera intensiva solo en casos excepcionales, es categórico aplicar la táctica para todos los objetos del sistema para evitar textos en mayúsculas.</p>	UI	Consistencia y estándar	¿Se ha evitado el uso intensivo de textos en letras mayúsculas en una pantalla?
<p>El menú de autoevaluación requiere de etiquetas en los iconos para dar la posibilidad de comprender lo que se va a mostrar en cada fase.</p>	UI	Prevención de error	¿El sistema software trata de ser explícito respecto a cada opción y funcionalidad?
<p>Las entradas de texto, no presentan en todos los casos el texto de ayuda (<i>placeholder</i>), se recomienda usar la táctica de manera consistente en todo el sistema software.</p>	UI	Consistencia y estándar	¿Hay un diseño consistente en el elemento de entrada de datos, cuadro de texto, menú desplegable?

Recomendación	UX/UI	Heurística	Ítem
El botón guardar en los diálogos modales se encuentra a la derecha, en la actividad de subir evidencia documental, por otro lado, en el modal de insertar actor el botón está centrado, se recomienda usar el botón siempre a la derecha del diálogo. Aplicar táctica en los demás objetos del mismo tipo.	UX	Consistencia y estándar	¿Los elementos importantes en los que se puede hacer clic (touch) están ubicados de forma consistente para estimar su ubicación claramente?
La acción guardar en los cuadros de diálogo está centrada, consideré dejar el botón a lado derecho, para generar la sensación de progreso en una actividad del usuario.	UX	Consistencia y estándar	Si aparece un cuadro de diálogo/modal, ¿La ubicación del botón positivo (aceptar, siguiente) está a la derecha, y el botón negativo (cancelar, atrás) a la izquierda?
En el menú de proceso de autoevaluación no se indica que etapa esta seleccionada en los iconos. Se recomienda usar una señal visual que permita reconocer la etapa que ha sido seleccionada por el usuario.	UI	Afinidad entre el mundo real y el sistema	Si el sistema utiliza una estructura jerárquica, ¿Están balanceadas la profundidad y la altura?
El título de todos los diálogos con formularios no es reconocible, se recomienda usar una fuente de encabezado de nivel 2 para resaltar la función del formulario.	UI	Estética y diseño minimalista	¿Cada pantalla de entrada de datos tiene un título corto, simple, claro y distintivo?

Recomendación	UX/UI	Heurística	Ítem
Consideré aplicar la táctica de texto de ayuda para todas las entradas de texto con la propiedad <i>placeholder</i> . Los mensajes deben permitir reconocer el tipo de información requerida en la entrada.	UX	Reconocimiento en lugar de recordar	¿El sistema proporciona una entrada de datos (input) de ejemplo de información compleja, o específica de formato?
Se recomienda usar un tipo de fuente de 18 puntos para las etiquetas y campos de entrada de texto, con el propósito de proveer de un sistema accesible para personas con visibilidad baja.	UI	Prevención de error	¿Las entradas de datos son sensibles a usuarios con baja visibilidad (ceguera) siempre que sea posible?
Aunque en algunos diálogos se indica en el <i>placeholder</i> que son requeridos en otros casos como el de crear una nueva evidencia documental no se indica cuáles son los campos obligatorios. Aplique esta táctica para todos los formularios, de manera que existan señales visuales de los campos obligatorios y los opcionales.	UX	Reconocimiento en lugar de recordar	¿Los campos de entrada de datos (inputs) opcionales están claramente marcados? ¿Los campos de entrada de datos (inputs) que son obligatorios están claramente marcados?
Los iconos presentan tamaños variados, se recomienda mantener un estándar de tamaño para los iconos, solo en casos excepcionales se debe proveer de tamaños diferentes.	UI	Consistencia y estándar	¿Todos los iconos están etiquetados correctamente y tienen la misma longitud?

Recomendación	UX/UI	Heurística	Ítem
<p>Cuando un formulario tiene un error de entrada de datos, indique en el lado cliente y muestre de un mensaje constructivo para resolver el problema, además, ubique el cursor en el campo con error. Aplique misma táctica para todos los formularios del sistema software.</p>	UI	Ayudar al usuario a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores	<p>Al señalar un error en la entrada/input/caja de texto de un formulario, ¿El cuadro de texto que debe de modificarse está marcado específicamente? ¿Se coloca el cursor sobre el campo a corregir?</p>
<p>En el formulario de autenticación no se valida los campos requeridos y no se provee de retroalimentación cuando el campo este vacío, considere validar en el cliente indicando que es un campo obligatorio antes de enviar al servidor la petición. Implementar misma táctica para todos los formularios del sistema.</p>	UX	Ayudar al usuario a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores	<p>Para pantallas de entradas de datos, ¿Se proporciona retroalimentación a nivel de campo, de manera que el usuario pueda ver el campo con el error?</p>

Recomendación	UX/UI	Heurística	Ítem
En el menú (<i>navbar</i>) entre la etiqueta nombre del programa y el icono no hay espaciados en blanco, lo mismo para los botones de la acción guardar con icono, no hay un separado, además no presenta simetría vertical entre los bordes del botón. Aplique esta táctica para todos los iconos del sistema, utilizando un espaciado consistente entre iconografía y etiquetas u objetos contiguos.	UI	Reconocimiento en lugar de recordar	Respecto a otros elementos que los rodean, ¿Los iconos están separados por al menos un espacio?
Cuando se ingresa al sistema no se ha seleccionado una opción por defecto, se recomienda iniciar una acción por defecto, la tarea principal definida en la arquitectura de información.	UX	Reconocimiento en lugar de recordar	¿Hay opciones de menú seleccionados por defecto?
Defina estrategia de jerarquía de información para permitir al usuario iniciar con la tarea principal. La táctica en este caso es iniciar la acción principal una vez el usuario ha ingresado al sistema.	UX	Flexibilidad y eficiencia de uso	¿Se ha decidido cuál es la acción más importante en la aplicación, y se ha hecho que esta sea fácil de encontrar y de usar?

Recomendación	UX/UI	Heurística	Ítem
Hay diferentes tipos de tipografía, la etiqueta del menú del usuario autenticado es diferente a la fuente de las opciones que lo rodean, lo mismo en el diálogo de agregar pregunta, la tipografía de la propiedad <i>placeholder</i> pregunta es diferente a las otras etiquetas del diálogo. Se recomienda usar una tipografía estándar como táctica para todo el sistema.	UI	Consistencia y estándar	¿Hay una tipografía consistente en todo el sistema? ¿Hay un diseño consistente en el tamaño físico (tamaño fuente, tamaño elemento) a través del tamaño de pantalla y la densidad de la pantalla?
La ausencia de etiquetas en las opciones de menú del proceso de autoevaluación exige altos niveles de concentración y experiencia previa, implemente táctica para todo el sistema, ofreciendo etiquetas descriptivas de cada opción-acción del sistema software.	UX	Reconocimiento en lugar de recordar	¿No se requieren de altos niveles de concentración, y recordar la información no toma más de dos a quince segundos?
El sistema no provee en los cuadros de diálogo la opción de cancelación de la tarea, la señal visual de salida (icono salir) tiene un tamaño menor a 1cm. Provea de salidas claras para todos los diálogos o actividades para permitir al usuario deshacer o cancelar acciones.	UX	Libertad y control del usuario	¿Hay una función de "deshacer " a nivel de una sola acción, una entrada de datos, y un grupo completo de acciones"?

Fuente: Esta investigación

Anexo G Resultados y recomendaciones inspección Agroceres

Tabla 24 Perfil de usuario Agroceres.

Perfil de Usuario

	Campeños productores.
Categorías	Cientes consumidores.
	Campeños mayores de 18 años en adelante.
Rango de Edad	Cientes mayores de 18 años en adelante.
Nivel de escolaridad	Primaria básica en adelante.

Fuente: Esta investigación

Tabla 25 Proceso de inspección de usabilidad Agroceres.

Etapa	Descripción
Selección de Plataforma	Aplicación web
Selección experiencia evaluador	Experto
Selección objetos y tareas a evaluar	Se seleccionan los objetos y tareas que correspondan con las características de una aplicación web, de lo cual se obtuvo automáticamente con la herramienta Ally, dado que es posible mostrar aquellas opciones que poseen ítems evaluables, de lo contrario no se admite la selección. La <i>Tabla 9</i> indica los patrones a inspeccionados en Agroceres.
Inspección del producto	Realizado progresivamente en observación directa, bajo el dominio de producción https://agroceres.org , se logró completar cinco iteraciones que posteriormente, con la ayuda de la sistematización del proceso se realiza con funciones estadísticas de manera automática.
Unificación de pruebas	Procesamiento de datos automatizado por Ally
Interpretación de resultados	De los patrones evaluados se observó que: la aplicación no adapta su contenido, existen actividades que requieren más de dos pasos, la listas necesitan agregar detalles para permitir al usuario comprender la información mostrada, los mensajes de reacción no tienen un estándar globalizado, sin embargo, se identificó que una cuarta parte de los patrones se encuentra por encima del 90% de aceptabilidad lo cual es significativamente alto. Las recomendaciones encontradas corresponden a la arquitectura de navegación, arquitectura de información y consistencia dentro del sistema, la <i>Tabla 10</i> muestra los porcentajes alcanzados ordenados por aquellos que tienen mayor número de oportunidades.

En cuanto a los sub-atributos de usabilidad Agroceres, se encontró presenta porcentajes de aceptación altos, con porcentajes superiores al 70%, como se observa en la *Gráfica 2* las oportunidades de mejora varían entre un 6% y 20%. De estos resultados se infiere que la aplicación presenta dificultades en eficiencia (20%) y satisfacción (18%).

Por otra parte, el 58% de las oportunidades de mejora se consideran de prioridad alta, no recomendable para liberar a producción, así mismo el 13% de los problemas mayores requieren de atención para ajustar rediseño, ver *Tabla 11* sobre la prioridad de las oportunidades encontradas en Agroceres.

Formulación de recomendaciones

Ver matriz de recomendaciones Agroceres (Ver tabla 6)

Fuente: Esta investigación

Tabla 26 Objetos y tareas inspeccionados en Agroceres

Objetos UI	Nro. Ítems	Tareas de usuario	Nro. Ítems
Animaciones y efectos de interacción	1	Acciones explicitas	12
Botones	2	Acciones mínimas	5
Búsqueda	10	Adaptabilidad de contenido	1
Color	8	Adecuación de soporte a las tareas	14
Contenido multimedia	10	Deshacer o cancelación	7
Diseño consistente	28	Manejo de error	8
Elemento UI	41	Navegación	26

Enlaces	7	Personalización	11
Entrada de datos	22	Reportes	2
Formulario	5	Tiempo de espera	4
Logos e iconos	14	Transacciones	2
Información	32		
Mensajes de reacción	21		
Menú	29		
Tablas, listas e ítems	8		
Tipografía	2		
<hr/>		<hr/>	
Ítems objetos UI	259	Ítems tareas de usuario	92
		Ítems evaluados en Agrocerec	351
		<hr/>	

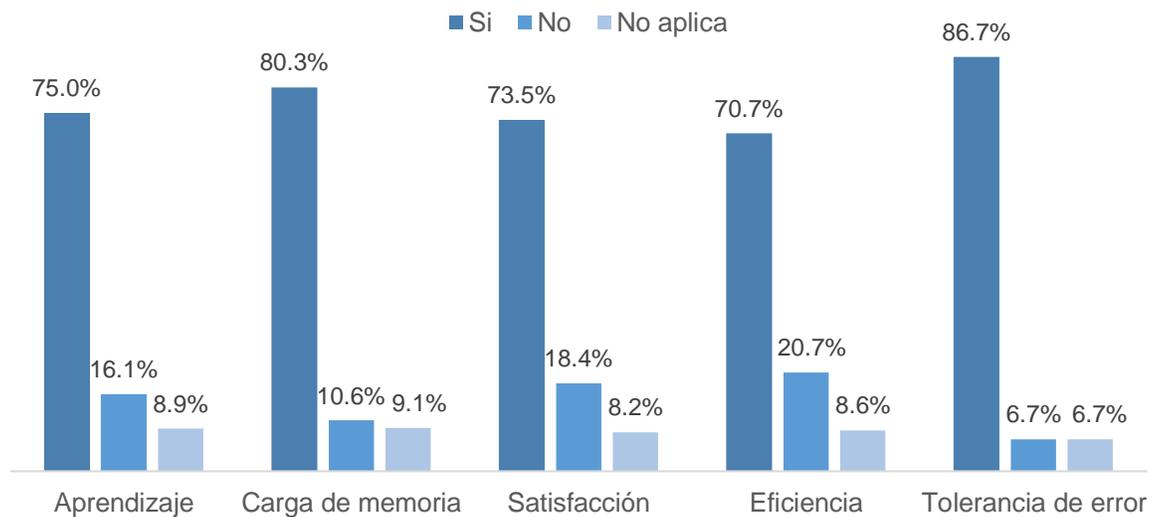
Fuente: Esta investigación

Tabla 27 Porcentajes alcanzados patrones de objetos UI y tareas Agrocerec

Patrones Evaluados	Si cumple	No cumple	No aplica
Adaptabilidad de presentación	--	100%	--
Acciones mínimas	33,3%	66,7%	--
Tablas, listas, ítems	50%	50%	--
Manejo de error	60%	40%	--
Mensajes de reacción	62,5%	31,2%	6,2%
Búsqueda	50%	30%	20%
Deshacer o cancelación	75%	25%	--
Logos e iconos	76,9%	23,1%	--
Contenido multimedia	44,4%	22,2%	33,3%
Acciones explícitas	77,8%	22,2%	--
Adecuación de soporte a las tareas	42,9%	14,3%	42,9%
Color	71,4%	14,3%	14,3%
Elemento UI	79,4%	14,7%	5,9%
Menú	80,8%	11,5%	7,7%

Información	90%	10%	--
Entradas de datos	83,3%	8.3%	8,3%
Diseño consistente	80%	4%	16%
Navegación	94,4%	--	5,6%
Personalización	50%	--	50%
Botones	100%	--	--
Animaciones y efectos de interacción	100%	--	--
Tipografía	100%	--	--
Enlaces	100%	--	--
Formulario	100%	--	--
Adaptabilidad de contenido	100%	--	--

Fuente: Esta investigación



Gráfica 15 Porcentajes oportunidades de mejora por atributos de usabilidad Agroceres

Tabla 28 Porcentaje y prioridad problemas de usabilidad Agroceres-heurísticas de Nielsen

Heurística	Nro. recomendaciones	FO	FO%	Prioridad
Visibilidad estado del sistema	6			
Afinidad entre el mundo real y el sistema	2	15	56,8%	Catástrofe de usabilidad
Libertad y control del usuario	1			
Consistencia y estándar	6			
Flexibilidad y eficiencia de uso	7			
Prevención de error	2			
Ayudar al usuario a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores.	6	15	13,6%	Problema mayor
Ayuda y documentación	--			
Estética y diseño minimalista	4	4	18,2%	Problema menor
Reconocimiento en lugar de recordar	4	4	11,4%	Problema cosmético
	Total	38	100%	

Fuente: Esta investigación

Tabla 29 Matriz de recomendaciones Agroceres

Recomendación	UX/UI	Heurística	Ítem
La tarea para comprar productos no presenta una señalización visual intuitiva, se recomienda marcar un flujo distintivo para la compra de productos, del mismo modo para vender productos. De manera que los usuarios puedan alcanzar el objetivo de un modo fácil y rápido.	UX	Eficiencia	¿El sistema software hace uso de una ruta de navegación clara para completar la tarea ¿El sistema proporciona un procedimiento que describa los pasos que un usuario debe seguir?
En móvil, el menú no se adapta a la condición del dispositivo. Consideré implementar responsivedesign, y modificar el tipo de menú en web-móvil.	UX	Flexibilidad y eficiencia de uso	¿La aplicación adapta su presentación de diseño y contenido automáticamente al contexto de uso?
Los atajos son para usuarios expertos. Considere la opción de "Añadir al carrito" en las tarjetas de los productos sin la necesidad de abrir detalle, para aplicaciones e-commerce el botón de comprar debe estar siempre visible. Se recomienda aplicar misma táctica para casos de uso similares.	UX	Flexibilidad y eficiencia de uso	¿Los usuarios con experiencia pueden utilizar la aplicación en una manera optimizada? ¿El sistema provee de atajos para usuarios avanzados?
Cuando la se agrega al carrito notifique con un mensaje, no es necesario el modal. Añada la opción ir al carrito sin interrupción.	UX	Prevención de error	¿El usuario recibe instrucciones acerca de las posibles acciones, durante la interacción?

Recomendación	UX/UI	Heurística	Ítem
Cuando se elimina un producto del carrito no hay retroalimentación, considere informar que el producto fue será quitado del carrito de compras.	UX	Prevención de error	¿El sistema solicita a los usuarios que confirmen acciones que tienen consecuencias drásticas y destructivas?
Para deshacer una compra hay que ir al carrito de compras, se podría hacer desde el producto que se está comprando, con lo anterior el usuario puede deshacer una compra sin la necesidad de un extenso dialogo. De igual manera, cuando se encuentre en el carrito, ofrecer la opción de quitar un producto del carrito.	UX	Libertad y control de usuario	¿El usuario puede deshacer y rehacer las acciones de una manera simple e intuitiva?
Cuando se muestra los productos de una búsqueda, ofrezca la oportunidad de filtrar por categorías, en objetos de tipo chips.	UI	Flexibilidad y eficiencia de uso	Si una lista contiene elementos que pertenecen a diferentes categorías, ¿El sistema proporciona filtros para que los usuarios reduzcan el número de elementos que necesitan inspeccionar?

Recomendación	UX/UI	Heurística	Ítem
Las granjas y geo-granjas son incluyentes. Considere combinar las funciones en el menú, de tal forma que los usuarios puedan ver dentro de las granjas la ubicación geográfica añadiendo un mapa dentro del detalle.	UX	Afinidad entre el mundo real y el sistema software.	¿Las opciones de menú encajan lógicamente en categorías que permiten comprender los significados ¿Las opciones de menú son lógicas, distintivas, y mutuamente excluyentes?
No existe la definición de un orden en las opciones de menú. Considere planificar un orden lógico de las tareas y luego implemente las opciones de menú con el orden obtenido, de ese modo las tareas consideradas de poca frecuencia se deben ubicar al fondo de las demás.	UX	Afinidad entre el mundo real y el sistema software.	¿Los títulos de menú son gramaticalmente paralelos? ¿Se ha utilizado una secuencia natural de opciones de menú?
En los resultados de búsqueda la lista tiene dos columnas, lo mismo en las secciones del menú principal, considere usar una columna. Las columnas dificultan el escaneo de la información.	UI	Visibilidad estado del sistema	¿Las listas están diseñadas o tienen un formato que facilita el escaneo (visualización)?

Recomendación	UX/UI	Heurística	Ítem
No use la palabra "Problema" en los mensajes de reacción, notificaciones o cualquier otro objeto de reacción, para efectos los mensajes deben indicar la causa y sugerir una recomendación constructiva sin culpar al usuario.	UX	Ayudar al usuario a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores	¿Los mensajes de error evitan el uso de palabras violentas u hostiles?
No use la palabra "tenemos", "hemos" o cualquier tono que tome postura antropomorfa, los mensajes son para el sistema.	UI	Ayudar al usuario a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores	¿Los mensajes de error evitan un tono antropomórfico?
El mensaje de inicio de sesión con error no sugiere una solución, indique que acciones debe tomar para poder reintentar la acción.	UX	Ayudar al usuario a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores	¿Los mensajes de error indican qué acción debe tomar el usuario para corregir el error?
El mensaje de error de credenciales en inicio de sesión contiene signos de exclamación, considere no usar signos de exclamación en este, o cualquier otro mensaje de error.	UX	Ayudar al usuario a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores	¿Los mensajes de error evitan el uso de signos de exclamación?
El icono de "Geogranjas" en el menú lateral tienes detalles no identificables, considere utilizar iconografía con menos detalles, para admitir el reconocimiento de su función sin esfuerzo.	UI	Estética y diseño minimalista	¿Se han evitado los detalles excesivos en el diseño del icono?

Recomendación	UX/UI	Heurística	Ítem
El menú lateral izquierdo, los iconos y etiquetas no tiene espaciado respecto a la etiqueta. Se recomienda mantener un espaciado para mejorar la visibilidad.	UI	Reconocimiento en lugar de recordar	Respecto a otros elementos que los rodean, ¿Los iconos están separados por al menos un espacio?
Cuando se envía una sugerencia y la acción es satisfactoria se muestra un mensaje en un objeto Badge, cuando se inicia sesión y las credenciales no son correctas se muestra un objeto Alert. Las dos funciones cumplen con la retroalimentación, pero tienen diseños diferentes, consideré mantener un mismo diseño utilizando colores para indicar el tipo de mensaje.	UI	Consistencia y estándar	¿La retroalimentación de acciones es estandarizada?
El contenido textual de problema - solución tiene una extensión considerable. Se recomienda resumir en tres o cuatro líneas cada párrafo. Además, el título "La solución" es arriesgado en términos de promesas, consideré añadir un título propositivo realista, ejemplo "Nuestra propuesta".	UI	Consistencia y estándar	¿Dónde están los objetivos del sistema software? ¿Están bien definidos?

Recomendación	UX/UI	Heurística	Ítem
El sistema actualiza todo el contenido en la navegación de cada sección, se recomienda solo renderizar el contenido que ha cambiado a través de funciones reactivas que permitan actualizar porciones de interfaz de usuario y de ese modo disminuir los tiempos de carga de la información.	UX	Visibilidad estado del sistema	¿El sistema software es capaz de actualizar solamente el contenido que realmente ha cambiado, tales como actualización de noticias?
El icono de "carrito de compras" y la etiqueta "productos" no se encuentra marcado en el menú principal navbar cuando se inicia la sección "Tu carrito de compras". Se recomienda marcarlo con una señal visual para indicar que está activo.	UI	Visibilidad estado del sistema	¿Si un solo icono está seleccionado, este se encuentra claramente marcado cuando está rodeado de iconos no seleccionados?
Los encabezados entre secciones de menú disminuyen la importancia del contenido de la sección. Por ejemplo, en productos se muestra una imagen con descripción, seguidamente están los productos listados en tarjetas. La imagen de la sección disminuye la visibilidad de los productos, consideré usar un encabezado no intrusivo.	UI	Estética y diseño minimalista	¿El sistema software no contiene información que es irrelevante o que rara vez se necesite?

Recomendación	UX/UI	Heurística	Ítem
En el formulario buzón de sugerencias no se indica cuáles son los campos obligatorios y cuáles son opcionales.	UX	Reconocimiento en lugar de recordar	¿Los campos de entrada de datos (inputs) opcionales están claramente marcados? ¿Los campos de entrada de datos (inputs) que son obligatorios están claramente marcados?
El diseño de los campos de entrada en el formulario buzón de sugerencias, es diferente con los campos de entrada en formulario de sesión y registro, considere mantener un estándar para todo el sistema con el mismo diseño.	UI	Consistencia y estándar	¿Hay un diseño consistente en el elemento de entrada de datos, cuadro de texto, menú desplegable?
Las opciones de “Ingresar” y “Regístrate” no indican la visibilidad para la tarea que cumplen, se considera estas opciones de alta jerarquía, por tal razón se recomienda añadir señal visual para hacer identificable su función.	UI	Visibilidad estado del sistema	¿El sistema software permite a los usuarios detectar los objetos que son tangibles, destacándose en apariencia para facilitar su visibilidad?

Recomendación	UX/UI	Heurística	Ítem
El menú del navbar en las opciones de carrito de compras, ingresar y registrar no tiene retroalimentación cuando el puntero esta sobre las opciones. Se recomienda añadir una señal visual en la acción “onhover” que indique la opción que se va iniciar.	UI	Visibilidad estado del sistema	¿Hay retroalimentación visual cuando los objetos/elementos son seleccionados o movidos?
En las imágenes del carrusel del producto, se recomienda añadir una descripción para dar detalles de la información, por ejemplo, el estado del producto, el lugar de donde proviene, el agricultor que lo produce, etc.	UI	Estética y diseño minimalista	¿Las leyendas ayudan a comprender las imágenes que son parte de un artículo si su significado no está claro en el contexto del artículo?
Las transiciones del carrusel de un producto tienen periodos de tiempo cortos y dan una sensación cíclica infinita. Se recomienda aumentar el tiempo de transición y añadir un efecto acorde con el mundo real o considere no emplear la transacción automática, dejar que el usuario navegue manualmente por el carrusel a través de los controles.	UI	Estética y diseño minimalista	¿Se evita el uso de carruseles animados? Y si existen, ¿Los usuarios pueden controlarlos?

Recomendación	UX/UI	Heurística	Ítem
En dispositivos móviles, la versión web muestra el menú en cascada al iniciar y permanece constante, se recomienda ubicarlo en un menú lateral (sidenav) para permitir la navegación sin interrupción al contenido que el usuario necesita.	UX	Consistencia y estándar	¿La aplicación es coherente con los estándares y convenciones de la plataforma? ¿Utiliza correctamente los controles, vistas e iconos proporcionados por el sistema? ¿Incorpora características del dispositivo de manera que los usuarios esperan?
El cuadro de búsqueda no almacena las búsquedas previamente realizadas, consideré añadir en cache una lista de las frases empleadas para autocompletar la búsqueda.	UX	Flexibilidad y eficiencia de uso	¿Las cadenas de búsqueda se preservan entre búsquedas? ¿Hay autocompletado y sugerencias?
Cuando la búsqueda tiene más de 15 resultados se recomienda usar paginación o proporcione filtros por categorías para evitar que el usuario navegue por una lista, en una búsqueda manual de la información que necesita.	UI	Flexibilidad y eficiencia de uso	Si la lista de resultados de búsqueda es demasiado larga, ¿El sistema software proporciona herramientas para filtrar o desplazarse más rápido?

Recomendación	UX/UI	Heurística	Ítem
El cuadro de búsqueda tiene un tamaño de 260px, se recomienda usar todo el espacio posible dentro del contenedor del menú principal (navbar).	UI	Reconocimiento en lugar de recordar	¿El cuadro de búsqueda es fácilmente reconocible? ¿El cuadro de búsqueda tiene el tamaño más grande posible que se ajuste a la pantalla?
En el formulario inicio de sesión las etiquetas de error tienen un tono pastel, se recomienda añadir un tono fuerte que indique la necesidad de corrección del campo vacío. Misma recomendación para el resto de formularios.	UI	Consistencia y estándar	¿Los tonos de colores suaves se utilizan para la retroalimentación positiva regular y los tonos fuertes para condiciones críticas?

Fuente: Esta investigación

Anexo H Resultados y recomendaciones inspección Kamachix

Tabla 30 Prioridad Recomendaciones encontradas inspección Kamachix

Heurística	Prioridad	Nro. recomendaciones	FO	FO%
Visibilidad estado del sistema		8		
Afinidad entre el mundo real y el sistema	Problema mayor	4	25	56,8%
Consistencia y estándar		13		
Flexibilidad y eficiencia de uso		1		
Prevención de error		1		
Ayudar al usuario a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores.	Catástrofe de usabilidad	2	6	13,6%
Ayuda y documentación		2		
Estética y diseño minimalista	Problema menor	8	8	18,2%
Reconocimiento en lugar de recordar	Problema cosmético	5	5	11,4%
		Totales	44	100%

Fuente: Esta investigación

Tabla 31 Matriz de recomendaciones Kamachix

Recomendación	UX/UI	Heurística	Ítem
Las opciones de indicadores y sus títulos largos bloquean la retención de la información en la memoria cognitiva. Tome las recomendaciones realizadas para el problema encontrado, utilizando títulos con etiquetas de no más de cinco palabras.	UX	Flexibilidad y eficiencia de uso	Si el sistema usa una estrategia de escritura anticipada, ¿Los elementos del menú tienen códigos mnemotécnicos?
Agregué convenciones de diseño, implementar minimalismo y montar recursos de imágenes con resolución mayor a 512px en formatos PNG o SVG. Deje solo y toda la información importante para la toma de decisiones.	UX	Estética y diseño minimalista	¿El sistema presenta un diseño de interfaz agradable?
El menú principal tiene etiquetas extensas, consideré minimizar a término medio, no más de cinco palabras.	UX	Estética y diseño minimalista	¿El sistema muestra el historial de navegación?
Existen tres niveles en la opción "Indicadores Académicos", implementar máximo dos niveles.	UI	Estética y diseño minimalista	¿Los menús son amplios (varios elementos) en lugar de profundos (varios niveles)?
El ancho de la aplicación no se ajusta con el ancho máximo de la pantalla, implementar para ajustar ancho máximo del dispositivo.	UI	Reconocimiento en lugar de recordar	¿Se controla la longitud (vertical, horizontal) de los elementos en pantalla?

Recomendación	UX/UI	Heurística	Ítem
<p>Cuando el sistema inicia no existe una opción de menú principal marcada como predeterminada, implementar señal visual en la opción marcada.</p>	UX	Reconocimiento en lugar de recordar	¿Hay opciones de menú seleccionados por defecto?
<p>Los menús de tercer nivel requieren de tres pasos. Utilizar una estructura de dos niveles.</p>	UI	Reconocimiento en lugar de recordar	¿El sistema ha minimizado el número de pasos (no más de dos) para seleccionar un elemento del menú?
<p>Se recomienda agrupaciones para el menú principal a fin de tener opciones visibles y poco profundas.</p>	UX	Afinidad entre el mundo real y el sistema	¿Las opciones de menú encajan lógicamente en categorías que permiten comprender los significados ¿Las opciones de menú son lógicas, distintivas, y mutuamente excluyentes?
<p>Cuando el puntero del mouse esta sobre una opción esta debe marcarse para indicar que la opción seleccionada se desmarcará cuando el usuario cambie de opción. Implementar las señales visuales necesarias para mejorar la interacción del usuario.</p>	UI	Visibilidad estado del sistema	¿Los menús de la interfaz gráfica de usuario permiten visualizar claramente si el desmarcado es posible?

Recomendación	UX/UI	Heurística	Ítem
<p>La opción de inicio requiere de señales visuales para marcarle como opción seleccionable explícita. En la versión inspeccionada no es visible si esta seleccionada.</p>	UI	Visibilidad estado del sistema	¿Hay retroalimentación visual en los menús o cuadros de diálogo sobre las opciones que se pueden seleccionar?
<p>El menú principal no muestra cuál es la opción actualmente marcada. Se recomienda implementar una señal visual para el elemento seleccionado, en todas las opciones de menú.</p>	UI	Visibilidad estado del sistema	¿Los menús de la interfaz gráfica de usuario resaltan el elemento seleccionado de manera clara?
<p>La pantalla de inicio no tiene utilidad, y no muestra información relevante además del menú principal. Considere marcar una opción del sistema para mostrar como predeterminada en la página de inicio.</p> <p>La pantalla de bienvenida es estática y no sugiere que puede hacer el usuario después de haber iniciado.</p>	UX	Ayudar al usuario a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores	¿Se han evitado las pantallas de presentación que no hacen nada?
<p>En los reportes gráficos, o los gráficos o las tablas, deben estar ordenados jerárquicamente. Se realiza con el fin de priorizar la información, alguno de los elementos mencionados debe ser opcionalmente visible.</p>	UX	Estética y diseño minimalista	¿El sistema software oculta las opciones que no son esenciales en el momento, y enseña al usuario sobre la marcha?

Recomendación	UX/UI	Heurística	Ítem
La etiqueta "Ingresar" tiene una familia de fuente diferente. Lo mismo el isologo Kamachix. El modal de sesión su título tiene un tipo de fuente diferente a la del sistema. Se recomienda estandarizar la tipografía.	UI	Consistencia y estándar	¿Hay una tipografía consistente en todo el sistema? ¿Hay un diseño consistente en el tamaño físico (tamaño fuente, tamaño elemento) a través del tamaño de pantalla y la densidad de la pantalla?
El menú no tiene un orden lógico, dada su extensión es difícil para el usuario detectar cual es la secuencia de acciones a seguir. Aplicar una secuencia de tareas que el usuario puede ejecutar y ordene las opciones de menú acorde a unas necesidades a suplir.	UX	Afinidad entre el mundo real y el sistema	¿Todos los elementos tienen un orden de manera que coincida con las necesidades de las tareas para facilitar la eficiencia y desempeño exitoso del usuario?
En la sección acreditación, el icono junto al título se confunde con el icono de opción ayuda en el menú principal. Reemplazar iconografía acorde con la funcionalidad, por ejemplo, icono de información.	UI	Ayudar al usuario a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores	¿Es posible reconocer la función del icono desde el título, la imagen o la forma de los iconos?

Recomendación	UX/UI	Heurística	Ítem
Al fijar arquitectura de información es posible que algunos elementos de cada informe en las secciones disponibles, sea opcional. Se recomienda establecer que información es necesaria y que no lo es.	UI	Estética y diseño minimalista	¿El número de objetos (elementos) en cada interfaz es apropiado? ¿El sistema evita mostrar información irrelevante sobrecargando la pantalla? ¿Es solo (y toda) la información esencial para la toma de decisiones que se muestra en la pantalla?
El isologo de Kamachix debe separarse del nombre de la aplicación. Usar el nombre de la aplicación como contenido externo a isologo.	UI	Estética y diseño minimalista	¿Se han evitado los detalles excesivos en el diseño del icono?
El icono home del menú de la aplicación está muy cerca de su etiqueta "Inicio" se recomienda usar un estándar de espaciados para etiqueta e iconos.	UI	Reconocimiento en lugar de recordar	Respecto a otros elementos que los rodean, ¿Los iconos están separados por al menos un espacio?

Recomendación	UX/UI	Heurística	Ítem
La presentación de la documentación no es coherente porque se muestra en PDF formato externo, se recomienda usar contenido web para la implementación de ayuda.	UI	Consistencia y estándar	¿La interfaz de ayuda del sistema (navegación, presentación y conversación) es coherente con las interfaces de navegación, presentación y conversación de la aplicación que soporta/respalda?
La etiqueta “área” en los combos dropdown de tipos de gráficos se encuentra sin tilde.	UI	Consistencia y estándar	¿Hay uso apropiado de espacios y signos de puntuación en el contenido de tipo texto?
El icono de opción de menú “inicio” es más grande que icono de opción “ayuda”. Estandarizar iconografía a un tamaño no menor a 1cm independiente de la densidad de pantalla.	UI	Consistencia y estándar	¿Existe un esquema de diseño de iconos consistente, y un tratamiento estilístico en todo el sistema?

Recomendación	UX/UI	Heurística	Ítem
La documentación es extensa en detalles, se recomienda simplificar la ayuda a pasos importantes para tareas esenciales del usuario.	UI	Ayuda y documentación	Si se proporciona instrucciones para el usuario por primera vez, pueden caracterizarse de la siguiente manera; ¿Son simples y claras? ¿Están centradas en características de uso frecuente? ¿Son tareas necesarias para que el usuario comience?
Implementar feedback sobre las actividades que se pueden realizar inmediatamente ha iniciado la aplicación.	UI	Ayuda y documentación	Cuando los usuarios comienzan a usar el sistema por primera vez, ¿El sistema proporciona instrucciones o consejos?
Cuando los datos no se descargan las gráficas quedan en blanco. Implementar retroalimentación del estado de los recursos no encontrados.	UX	Visibilidad estado del sistema	¿Existe alguna forma de retroalimentación para recursos no disponibles al ejecutar ciertas operaciones?
Los elementos gráficos están muy cercanos entre sí. Implementar espacios en blanco para facilitar la interpretación del reporte.	UI	Visibilidad estado del sistema	¿El sistema software utiliza el espacio de la pantalla de forma adecuada cuando se muestra información?

Recomendación	UX/UI	Heurística	Ítem
El logo Kamachix tiene resolución menor a 512px. Considere usar imágenes vectorizadas en formatos SVG o PNG.	UI	Visibilidad estado del sistema	¿El logo de la aplicación es significativo, identificable, y suficientemente visible?
Adicionar espacios en blanco entre los títulos de las secciones/páginas y de ser necesario agregar una línea para dividir los grupos de gráficos.	UI	Reconocimiento en lugar de recordar	¿Hay áreas blancas entre los objetos informativos y áreas de texto, para relajación visual?
En gráficos relacionados implementar señal visual de color para evidenciar la relación. La mixtura de colores entre los elementos gráficos y las tablas, disponibles en las secciones de la aplicación dificultan la interpretación de los índices mostrados. Considere adicionar espacios en blanco entre los elementos gráficos y tablas.	UI	Reconocimiento en lugar de recordar	¿Se ha usado el mismo color para agrupar elementos relacionados?
Las tablas de visualización tienen un punto de color extremadamente rojo o verde, implementar color con tonos livianos.	UI	Consistencia y estándar	¿Se han evitado combinaciones de colores de croma alta y colores espectralmente extremos?
Las gráficas tienen colores variados, determinar un color base para todos los elementos de tipo gráfico.	UX	Consistencia y estándar	¿Existe un esquema de diseño consistente y un tratamiento estilístico en todo el sistema?

Recomendación	UX/UI	Heurística	Ítem
Los reportes no siguen un patrón visual y no se logra determinar que es primero en la información disponible.	UI	Consistencia y estándar	¿La intensidad de los elementos (niveles de importancia) se mantiene solo en dos niveles?
Adicionar personalización de fuente letra o implementar un tamaño moderado de 18 puntos como estándar para todo el sistema.	UI	Consistencia y estándar	¿Es posible (se puede) cambiar la apariencia de la fuente del sistema software (tamaño, tipo de letra) para ser consistente con la apariencia de la fuente del sistema del dispositivo?
Ubicar los botones de los modales en el lado derecho del diálogo. Le brinda al usuario la sensación de progreso en las tareas.	UX	Consistencia y estándar	Si aparece un cuadro de diálogo/modal, ¿La ubicación del botón positivo (aceptar, siguiente) está a la derecha, y el botón negativo (cancelar, atrás) a la izquierda?
Los colores no coinciden con el tema principal de la Universidad, sobre todo en los gráficos con tonos azulados. Considere usar los colores de la universidad en todos los elementos del sistema web Kamachix.	UI	Consistencia y estándar	¿Se han seguido los estándares de formato de la industria o de la empresa de manera consistente en todas las pantallas del sistema software?

Recomendación	UX/UI	Heurística	Ítem
El botón de filtro dentro del cuadro de diálogo filtros está centrado, se recomienda ubicarlo en el extremo derecho de la ventana, debajo del último combo para dar proximidad y eficiencia.	UX	Consistencia y estándar	¿Los elementos importantes en los que se puede hacer clic (touch) están ubicados de forma consistente para estimar su ubicación claramente?
Los botones filtro e histórico en la ruta acreditación están juntos sin espacios en blanco, del mismo modo los <i>selectoption</i> o combos de opciones de tipo de gráfico están muy apegados a los elementos cercanos, se recomienda dejar espacios en blanco. Se recomienda usar un estándar de espaciado para que cada elemento se claramente visible.	UI	Prevención de error	¿Se evitan el hacinamiento de objetos?
El menú principal posee una profundidad de tercer nivel, se recomienda máximo dos niveles. Se recomienda agrupar opciones de menú.	UI	Afinidad entre el mundo real y el sistema	Si el sistema utiliza una estructura jerárquica, ¿Están balanceadas la profundidad y la altura?
La estructura jerárquica del menú principal no permite visualizar la opción seleccionada. Considere la agrupación recomendada, e implemente señal visual para que la opción seleccionada en el menú se encuentre marcada.	UI	Visibilidad estado del sistema	¿El enlace, opción seleccionado está etiquetado de forma clara y distintiva de los no seleccionados?

Recomendación	UX/UI	Heurística	Ítem
Tanto la imagen de inicio utilizada en el cubo animado, el isologo de Kamachix son de resolución menor a 512px. Se recomienda usar recursos multimedia vectorizados en formatos PNG o SVG.	UI	Estética y diseño minimalista	¿El usuario es asistido si los resultados de búsqueda son imposibles de calcular? ¿Se ofrecen algunas búsquedas alternativas o un enlace a los resultados de búsqueda en la página completa?
Icono de inicio con animación cíclica. Se recomienda no utilizar animaciones cíclicas.			
En la página de inicio el icono se mueve en ciclos, esto puede causar mareos en el usuario y eventualmente estrés. Se recomienda usar animaciones con el propósito de llamar la atención de Usuario.	UX	Estética y diseño minimalista	¿Se ha evitado las animaciones de información en movimiento innecesarias?
Existen demasiados más de tres colores en la aplicación. Aplicar paleta de colores minimalista de tres a cuatro tonos, no espectralmente extremos.	UI	Consistencia y estándar	¿El número de colores utilizados está limitado a dos o tres colores (diseño tricromático)?

Recomendación	UX/UI	Heurística	Ítem
Las gráficas cambian de colores de modos drásticos, como si no hubiera relación alguna. Por ejemplo, la tabla de la parte superior izquierda o derecha mantiene su coloración en todas las visitas. Se recomienda aplicar mismo principio en elementos de tipo gráfico.	UI	Consistencia y estándar	¿La codificación de color es consistente en todo el sistema?
Dado que los colores base son poco identificables, no se logra determinar los códigos de colores, se recomienda usar una paleta con colores acorde a inteligencia de negocios.	UI	Afinidad entre el mundo real y el sistema	¿Los colores seleccionados como base del sistema software corresponden a las expectativas comunes sobre los códigos de color?
El botón de filtro en Deserción por cohorte tiene un tamaño menor a 1cm X 1cm, los <i>select option</i> de tipo de gráficos tiene un color no identificable y se dificulta su función, además, se encuentra cerca con la gráfica contigua. el botón de descargar gráfico tiene un color poco identificable en contraste con el fondo.	UI	Visibilidad estado del sistema	¿Las áreas de baja identificación como botones táctiles/clicables son altamente reconocibles?

Fuente: Esta investigación