



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN (SISTEMAS E INFORMÁTICA)**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO EN SISTEMAS E INFORMÁTICA**

TEMA:

“MEJORAMIENTO DE LA USABILIDAD DEL MÓDULO DE
ALUMNOS DEL PORTAL WEB MIESPE DE LA UNIVERSIDAD
DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE A TRAVÉS DE
APLICACIONES MÓVILES MULTIPLATAFORMA”

AUTORES:

LIGER GUERRERO, ANDRÉS GUILLERMO
QUIROZ MEDINA, DENNYS VINICIO

DIRECTOR:

PHD, DELGADO RODRÍGUEZ, RAMIRO NANAC

SANGOLQUÍ

2017



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

CERTIFICADO

Certifico que el trabajo de titulación, "*Mejoramiento de la Usabilidad del Módulo de Alumnos del Portal Web MiESPE de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE a través de Aplicaciones Móviles Multiplataforma*" realizado por los señores Andrés Guillermo Liger Guerrero y Dennys Vinicio Quiroz Medina, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software antiplagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar a los señores Andrés Guillermo Liger Guerrero y Dennys Vinicio Quiroz Medina para que lo sustenten públicamente.

Quito, 29 de Julio de 2017

PhD. Delgado Rodríguez Ramiro Nanac

DIRECTOR



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Andrés Guillermo Liger Guerrero y Dennys Vinicio Quiroz Medina, con cédulas de identidad N° 1724170152 y 0604133546 respectivamente, declaramos que este trabajo de titulación “Mejoramiento de la Usabilidad del Módulo de Alumnos del Portal Web MiESPE de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE a través de Aplicaciones Móviles Multiplataforma” ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaramos que este trabajo es de nuestra autoría, en virtud de ello nos declaramos responsables del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Quito, 29 de Julio de 2017

Andrés Guillermo Liger Guerrero
1724170152

Dennys Vinicio Quiroz Medina
0604133546



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

AUTORIZACIÓN

Nosotros, Andrés Guillermo Liger Guerrero y Dennys Vinicio Quiroz Medina, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación “Mejoramiento de la Usabilidad del Módulo de Alumnos del Portal Web MiESPE de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE a través de Aplicaciones Móviles Multiplataforma” cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra autoría y responsabilidad.

Quito, 29 de Julio de 2017



Andrés Guillermo Liger Guerrero
1724170152



Dennys Vinicio Quiroz Medina
0604133546

DEDICATORIA

*A mis padres, hermanos y demás familiares, son el motor de mi vida.
A mis amigos quienes se han convertido en fuertes aliados en momentos de
tristeza y de regocijos.*

*A mis profesores quienes me brindaron su conocimiento sin esperar nada a
cambio.*

A mi abuelita Beatriz, siempre mi cuidadora.

A mi abuelita Elisa, la admiro mucho.

*A mi tía Angelita, quién me demostró que los verdaderos obstáculos no son
físicos.*

A mi tía Teresita, mi apoyo sincero.

A todos quienes confían en mí.

Dennys Quiroz

*A Dios quien guía mi vida, a mi madre, padre y hermana quienes siempre se
preocupan de mí y han permitido que salga adelante, con su ayuda y
consejos.*

*A mi familia y amigos, pues con ellos se encuentra el aprendizaje, se forjan
los valores y consigue ser determinante en situaciones de la vida.*

*A mi abuelita Teresa que la quiero mucho y siempre ha estado pendiente de
la unión y éxito familiar.*

*A Dennys mi gran amigo con quien hemos conseguido este logro tan
importante que será el inicio de nuevas metas y objetivos.*

Al destino, que siempre nos prepara nuevas aventuras.

Andrés Liger

AGRADECIMIENTO

A mis padres, Anita y Marco por haberme permitido realizarme como ser humano, por la confianza depositada, por todo el amor que me han dado. A mis hermanos, Mónica y Mateo, quienes me han dado razones para cumplir mis sueños, quiero lo mejor para ellos. A mis primos Naty, Gaby, Danny, Santy Julián, a mi tía Judith, mis tíos Hugo y Fernando, quienes me acompañan en todo momento, los quiero mucho. A mi tía, madrina y mi ejemplo Marita, colega!. A mi tío Angel, ejemplo de trabajo y amor.

A mis amigos de la Universidad Michell, Andrés, Shane, Freddy, Kevin, Víctor, Ricardo, Juan, José, nunca cambien su forma de ser. A mis amigos del colegio Anita, mi amiga incondicional, admiro tu resiliencia y determinación, a Jorge Ma., Luis, Jorge M., Carlos M., a los HBK, con los cuales compartí momentos inolvidables. A todos mis familiares y demás amigos que me supieron alentar para que alcance mi profesión.

A la empresa Alterbios, donde inicie mi vida laboral.

Michell, gracias por estar conmigo durante una etapa muy bonita, por tu cariño sincero y por tu tiempo. Andrés Liger, mis sinceras expectativas de éxitos para tí, espero encontrarte a la vuelta de la esquina, nunca cambies Andresin.

Al estimado catedrático Ramiro Delgado PhD, director de proyecto, quien nos ha sabido guiar sabiamente.

A Dios y a la Madre Dolorosa.

Dennys Quiroz

Agradezco a Dios que permitió haber culminado satisfactoriamente esta etapa especial de mi vida.

A mis padres Luisa y Milton y mi ñaña Pauly que como núcleo familiar me enseñaron muchos valores.

A aquellas personas que hicieron de la universidad un capítulo muy alegre del libro de la vida a ellos quienes considero grandes amigos de corazón, a Dennys, Andrés, Diana, Edu, Michu, Freddy, Jeanpierre, Alex, José, Ricky.

A mi tío Franciné y mi abuelita Teresa, que me han aconsejado y acompañado en varios de mis logros personales.

A nuestro director de proyecto PhD. Delgado Rodríguez Ramiro quien ha sido una excelente persona y de gran motivación a lo largo de esta investigación.

A Dennys quien lo conocí al inicio de la carrera y ahora la estamos finalizando, gracias amigo por tu amistad has llegado a ser como un hermano para mí, sigue adelante nunca cambies y sigue con tu perspectiva de Steve Jobs.

“We can be better than this!”.

Andres Liger

ÍNDICE

CERTIFICADO	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
ÍNDICE	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE ECUACIONES	xiv
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Planteamiento del Problema.....	3
1.3. Justificación	4
1.4. Objetivos	5
1.4.1. Objetivo General	5
1.4.2. Objetivos Específicos	5
1.5. Alcance	6
1.5.1. Alcance de la Evaluación de Usabilidad.....	6
1.5.2. Alcance del Desarrollo de la Propuesta.....	6
1.6. Metodología de la Investigación	7
CAPÍTULO II	9
CONTEXTO DEL PROBLEMA.....	9
2.1. El Diseño de Software	9
2.2. Interacción Humano Computadora (HCI)	10
2.3. Experiencia de usuario UX	14
2.3.1. Importancia del diseño de experiencia de usuario	14
2.3.2. Experiencia de usuario académica	15
2.4. Interfaz de Usuario UI	17
2.4.1. Importancia de la interfaz de usuario.....	17
2.4.2. Diseño de Interfaces de Usuario	18
2.4.3. Interfaces de usuario Académicas.....	18

2.4.4. Construcción de buenas interfaces de usuario.....	19
2.5. Diseño centrado en el Usuario	20
2.5.1. Inclusión del usuario en el ciclo de desarrollo	21
2.5.2. Equipos multidisciplinarios.....	22
2.5.3. Inclusión de usabilidad	22
2.5.4. Una perspectiva de “Aprende como avances”.....	22
2.5.5. Objetivos de usabilidad definidos	23
2.5.6. Inclusión del Usuario	23
2.5.7. Ventajas y desventajas	24
2.6. Usabilidad	25
2.6.1. Definición	25
2.6.1.1. Funciones del sistema	26
2.6.1.2. Características de las tareas	27
2.6.1.3. Características de los usuarios.....	27
2.6.1.4. Reacción del Usuario.....	28
2.6.2. ISO/DIS 9241-11.2	28
2.6.2.1. Usabilidad: Definiciones y Conceptos	28
2.6.2.2. Términos y Definiciones	29
2.6.3. La usabilidad como atributo de calidad del software	30
2.6.4. Costo - Beneficio de la Usabilidad.....	31
2.6.5. Contexto académico	34
2.6.6. Usabilidad de Aplicaciones Web	35
2.6.7. Usabilidad de Aplicaciones Móviles.....	36
2.7. Evaluación de Usabilidad	41
2.7.1. Métricas de Usabilidad	43
2.7.2. Eficiencia	45
2.7.3. Eficacia	46
2.7.4. Satisfacción	48
2.8. Métodos de Evaluación	51
2.8.1. Evaluación Heurística	53
2.8.2. Pruebas de Usabilidad.....	56
2.8.2.1. Planificación de las Pruebas de Usabilidad	58
2.8.2.2. Equipo básico, herramientas y accesorios	59
2.8.2.3. Roles.....	59
2.9. Proceso de Pruebas de Usabilidad	61
2.9.1. Actividades previas a la prueba	61
2.9.2. Antes de cada sesión	61
2.9.3. Durante cada sesión.....	62
2.9.4. Despues de cada sesión	62
2.10. Pruebas de Usabilidad de aplicaciones móviles.....	63
2.11. Metas de la Investigación	64
2.11.1. Metas de contexto social	64
2.11.2. Metas del DSR	65
2.12. Diseño del Problema	65
2.12.1. Preguntas de conocimiento	65
2.12.2. Instrumento.....	66
2.12.3. Artefacto	66
CAPÍTULO III	68

3. EL ARTEFACTO: DISEÑO Y DESARROLLO.....	68
3.1. Desarrollo Ágil	68
3.1.1. Scrum	68
3.2. Desarrollo móvil multiplataforma	70
3.2.1. Aplicaciones nativas	71
3.2.2. Aplicaciones web	71
3.2.3. Aplicaciones multiplataforma	72
3.2.4. Selección del marco de desarrollo móvil multiplataforma.....	72
3.2.4.1. Xamarin	73
3.2.4.2. Ionic 3	74
3.3. Lineamientos de usabilidad en el desarrollo móvil	75
3.3.1. Efectividad	76
3.3.2. Eficiencia	76
3.3.3. Aprendizaje	77
3.3.4. Atención del usuario	78
3.3.5. Satisfacción	78
3.3.6. Presentación.....	78
3.3.7. Interacción Humano Computador (HCI)	79
3.3.8. Navegación	80
3.3.9. Suministros para Mapas	80
3.3.10. Instalación	80
3.3.11. Contexto móvil.....	81
3.3.12. Soporte	81
3.3.13. Memorización	82
3.4. Desarrollo	83
3.4.1. Actividades	83
3.4.2. Mapa de equivalencias	83
3.4.3. Cumplimiento de lineamientos.....	84
3.4.4. Flujo de tareas	85
CAPÍTULO IV.....	87
EVALUACIÓN.....	87
4. VALIDACIÓN Y RESULTADOS	87
4.1. Plan de Evaluación	87
4.1.1. Objetivos generales del estudio.....	87
4.1.2. Preguntas de investigación.....	88
4.1.3. Metodología	88
4.1.4. Descripción de los participantes:	89
4.1.5. Distribución de la sesión.....	90
4.1.6. Disposiciones previas a la prueba	90
4.1.7. Introducción a la sesión (3 minutos)	90
4.1.8. Entrevista Inicial (3 minutos).....	91
4.1.9. Tareas (20 minutos).....	91
4.1.10. Post-prueba (4 minutos)	91
4.2. Descripción de las Tareas	91
4.2.1. Tarea 1	92
4.2.2. Tarea 2	92

4.2.3.	Tarea 3	92
4.2.4.	Tarea 4	92
4.2.5.	Tarea 5	93
4.3.	Entorno de prueba	93
4.4.	Función del moderador	94
4.5.	Métricas	94
4.6.	Contenido del informe.....	94
4.7.	Informe.....	95
4.7.1.	Resumen	95
4.7.2.	Análisis de resultados	96
4.7.2.1.	Evaluación Heurística	96
4.7.2.2.	Eficiencia	104
4.7.2.3.	Eficacia	109
4.7.2.4.	Satisfacción	112
4.7.2.4.1.	Satisfacción de Desempeño.....	112
4.7.2.4.2.	Satisfacción de Percepción	116
4.7.2.5.	Resultados Cualitativos	118
4.7.2.5.1.	Observaciones de las pruebas con los usuarios	118
4.7.2.5.2.	Opiniones de los usuarios	120
	CAPÍTULO V	125
5.	Conclusiones y Recomendaciones.....	125
5.1.	Conclusiones	125
5.2.	Recomendaciones	127
	ANEXOS	129
	ANEXO A: Casos de Uso	129
	ANEXO B: Diagrama de Arquitectura	132
	ANEXO C: Diagrama de Base de Datos	133
	ANEXO D: Formularios de Acuerdos y Permisos	135
	ANEXO E: Cuestionario General	137
	ANEXO F: Cuestionario Single Ease Question (SEQ).....	138
	ANEXO G: Cuestionario System Usability Scale (SUS)	139
	ANEXO H: Evaluación De Usabilidad	140
	Bibliografía	144

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Marco de desarrollo de HCI	11
Tabla 2 Heurísticas de Usabilidad para Interfaces de Diseño de Nielsen J..	19
Tabla 3 Involucrar a los usuarios en el proceso de diseño	23
Tabla 4 Objetivos de las métricas internas de la ISO/IEC 9126	30
Tabla 5 Descripción de los sub atributos de Usabilidad.....	31
Tabla 6. Marco analítico de los costos y beneficios de la usabilidad.....	32
Tabla 7 Evaluación de usabilidad basado en la ISO/IEC 9126	35
Tabla 8 Factores de Usabilidad según varios autores y estándares.....	43
Tabla 9 Métodos de evaluación de Usabilidad.....	52
Tabla 10 Ejemplo de reporte de una evaluación heurística	54
Tabla 11 Escala de Severidad para los problemas de Usabilidad	55
Tabla 12 Ventajas y Desventajas de la Evaluación Heurística	56
Tabla 13 Documentación sobre el desarrollo del artefacto	70
Tabla 14 Herramientas y frameworks para el desarrollo multiplataforma	73
Tabla 15 Características de los participantes	89
Tabla 16 Distribución de grupos de usuarios para pruebas de usabilidad....	90
Tabla 17 Resumen de Evaluación Heurística	102
Tabla 18 Problemas de usabilidad agrupados por Heurística.....	103
Tabla 19 Problemas de usabilidad agrupados por Severidad.....	103
Tabla 20 Resultados de las Métricas de Usabilidad – Grupo de Usuarios.	104
Tabla 21 Resultados de las Métricas de Usabilidad – Vers. del Sistema. ..	104
Tabla 22 Colegio – Tiempo Promedio por Tarea	105
Tabla 23 Universidad – Tiempo Promedio por Tarea	106
Tabla 24 Todos los usuarios - Tiempo Promedio por Tarea	108
Tabla 25 Colegio – Eficacia Portal Web vs Aplicación Móvil	109
Tabla 26 Universidad – Eficacia Portal Web vs Aplicación Móvil.....	110
Tabla 27 Todos los usuarios: Portal Web vs Aplicación Móvil	111
Tabla 28 Colegio - Promedio de dificultad por tarea	113
Tabla 29 Universidad - Promedio de dificultad por tarea	114
Tabla 30 Todos los usuarios - Promedio de dificultad por tarea	115
Tabla 31 Satisfacción de percepción Portal Web vs Aplicación móvil	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Causas de fallo de proyectos	9
Figura 2 Framework para HCI.....	12
Figura 3. El enfoque de diseño móvil centrado en el usuario.	21
Figura 4. Ventajas y desventajas del Diseño Centrado en el Usuario	25
Figura 6. Laboratorio de usabilidad en las instalaciones de IBM	41
Figura 7 Métodos de evaluación de usabilidad comunes	42
Figura 8 Laboratorio de Usabilidad Completo	57
Figura 9 Laboratorio de Usabilidad Simple	58
Figura 10 El proceso de Evaluación.....	63
Figura 11 Herramientas para pruebas de usabilidad	64
Figura 12 Estructura Del Proyecto De Investigación.....	67
Figura 13 Ciclo de desarrollo Scrum	69
Figura 14 Mapa de equivalencias Android	83
Figura 15 Lineamientos de usabilidad CALIFICACIONES.....	84
Figura 16 Diagrama de flujo de INICIO SESIÓN	85
Figura 17 Incidencias de problemas de Usabilidad de la pantalla Login	102
Figura 17 Colegio – Tiempo Promedio por Tarea	105
Figura 18 Universidad – Tiempo Promedio por Tarea	106
Figura 19 Todos los usuarios – Tiempo Promedio por Tarea	108
Figura 20 Colegio – Eficacia Portal Web vs Aplicación Móvil	110
Figura 21 Universidad – Eficacia Portal Web vs Aplicación Móvil	111
Figura 22 Todos los usuarios – Eficacia Portal Web vs Aplicación Móvil ..	112
Figura 23 Colegio - Promedio de dificultad por tarea.....	113
Figura 24 Universidad - Promedio de dificultad por tarea	114
Figura 25 Todos los usuarios - Promedio de dificultad por tarea	116
Figura 26 Score de usabilidad detallado	117
Figura 27 Score de usabilidad global	117

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Tiempo de tarea	45
Ecuación 2 Eficiencia basada en tiempo.....	45
Ecuación 3 Eficiencia Relativa Global.....	46
Ecuación 4 Tasa de cumplimiento de tarea	46

RESUMEN

La usabilidad de un sistema es un factor determinante en el éxito o fracaso del mismo. Sin embargo, el portal web MiESPE, por varios factores carece de buenas prácticas de usabilidad, lo cual ocasiona insatisfacción en los estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE al utilizarlo para realizar algunas consultas académicas tales como: ver el horario de clase, consultar calificaciones, visualizar el historial académico y verificar si existe algún impedimento. Por lo tanto, se propone realizar una evaluación de usabilidad al portal web MiESPE con el fin de identificar los problemas existentes, y el desarrollo de una aplicación móvil multiplataforma utilizando un Diseño Centrado en el Usuario. Consecuentemente se requiere incluir lineamientos de usabilidad en las fases de diseño y desarrollo que, en conjunto con los resultados obtenidos de la evaluación de usabilidad, asegurarán una mejora eficiencia, eficacia y satisfacción al realizar dichas actividades. Esto se verificó a través de una prueba de usabilidad con las mismas características de la evaluación inicial realizada al portal web, donde adicionalmente se determinó que, efectivamente los usuarios se sintieron más cómodos al utilizar la aplicación móvil. Finalmente, al mantener un diseño centrado en el usuario en el desarrollo de la aplicación móvil y en base a los resultados de las evaluaciones, se solventó la problemática de usabilidad existente en el portal web incrementando la eficiencia, eficacia y satisfacción de los estudiantes al utilizar la aplicación móvil multiplataforma.

Palabras clave:

USABILIDAD

EXPERIENCIA DE USUARIO

APLICACIONES MÓVILES MULTIPLATAFORMA

DISEÑO CENTRADO EN EL USUARIO

EDUCACIÓN SUPERIOR

ABSTRACT

The usability of a system is a determining factor in its success or failure. However, MiESPE web portal, due to several factors, lacks of good usability practices, this causes dissatisfaction among the students of the Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE when using it to carry out some academic queries such as: see the class schedule, check grades, view the academic records and verify if there is any impediment. Therefore, we propose to perform a usability assessment to MiESPE web portal to identify the problems, and the development of a cross-platform mobile application using a User-Centered Design. Consequently, it is necessary to include usability guidelines in the design and development phases which, together with the results obtained from the usability evaluation, will ensure an improvement in efficiency, effectiveness and satisfaction in performing these activities. This was verified through a usability test with the same characteristics of the initial evaluation made to the web portal, where it was also determined that, in fact, the users felt more comfortable when using the mobile application. Finally, by maintaining a user-centered design in the development of the mobile application and based on the results of the evaluations, the problem of usability in the web portal was solved by increasing the efficiency, effectiveness and satisfaction of the students when using the mobile application.

Key words:

USABILITY

USER EXPERIENCE

CROSS PLATFORM MOBILE APPLICATIONS

USER CENTER DESIGN

HIGHER EDUCATION

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

En los últimos años, las Instituciones de Educación Superior (IES) procuran adoptar nuevas herramientas que vayan de acuerdo con la evolución tecnológica. Como resultado de esto surgen ideas innovadoras que buscan aprovechar los recursos tecnológicos en beneficio de las mismas, algunos ejemplos de ello son: sistemas académicos, sitios web, aulas virtuales, aplicaciones móviles entre otros (Damewood, 2016).

Actualmente la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, cuya matriz se encuentra en Sangolquí-Ecuador, que para futuras referencias en el presente documento será (ESPE), cuenta con el sistema de gestión académica BANNER del cuál uno de sus componentes será tratado como objeto de estudio es el portal web denominado MiESPE. Dicho portal es utilizado por estudiantes, docentes e investigadores de la Universidad para diversas consultas académicas. Se aclara también, que para futuras referencias se denominará “estudiante” y no “alumno”, ya que es un término más exacto de este actor en la presente investigación.

Previo a la presente investigación se realizó una encuesta utilizando la herramienta Google Forms¹, la misma que fue socializada a través de redes sociales entre la comunidad universitaria con el objetivo de indagar sobre el uso actual de los servicios académicos ofertados por la Universidad. Los servicios académicos que se identificaron como los más importantes son los siguientes:

1. Visualización de calificaciones.
2. Visualización de horarios.
3. Visualización de noticias.
4. Visualización del calendario académico.

¹ Google Forms Formularios de Google

5. Acceso al aula virtual.
6. Acceso al servicio de mensajería interna.
7. Visualización de información departamental.

Debido a que el portal web MiESPE es accedido por toda la comunidad universitaria, se debe asegurar que exista una interacción satisfactoria y de agrado con los usuarios. A partir de esta necesidad es oportuno referirse a la usabilidad, que en Ingeniería de Software se define como “un atributo del modelo de evaluación de calidad, a veces considerada como el más importante desde el punto de vista del usuario” (International Organization for Standardization, 2001).

El principal objetivo de la usabilidad, es medir el grado en que un producto software puede ser utilizado por usuarios específicos al realizar tareas con: eficacia, eficiencia y satisfacción (Polgár et al., 2011). Además, gracias a la evaluación de usabilidad se puede confirmar si el sistema es: visualmente práctico, fácil de usar, fácil de aprender y fácil de recordar (Tomayess & Isaias, 2015).

La rápida acogida de las tecnologías móviles juega un papel importante en el contexto académico, pues existe un gran nivel de aceptación de los estudiantes con el uso de dispositivos smartphones o tablets. Su principal objetivo es acceder de una manera fácil, rápida y oportuna a la información mediante unos pocos pasos (Singh & Ranjan, 2016).

Esto conlleva a considerar además de criterios de usabilidad, otros aspectos durante el desarrollo del software, tales como: la necesidad de adaptarse al contexto móvil, conectividad limitada, tamaño de pantalla, diferentes resoluciones, capacidad de procesamiento limitada, diversidad de métodos de acceso a datos y diversidad de plataformas (Mendes & Dias-Neto, 2016).

1.2. Planteamiento del Problema

La ESPE procura entregar información integra, confiable y disponible de manera oportuna, pese a ello existe incertidumbre por parte de los estudiantes, principalmente por la falta de usabilidad en sus medios de difusión, motivo por el cual, el acceso a la información se ha convertido en una debilidad. Si bien los sitios web de la universidad reúnen gran cantidad de información, esto no garantiza que los estudiantes se sientan cómodos con su uso y como consecuencia se genera descontento al realizar tareas como:

- La visualización de calificaciones.
- Búsqueda de horarios.
- Configuración del perfil.
- Consulta de retenciones, impedimentos, historial, récord académico.
- Acceso a noticias o eventos.

Todas las tareas mencionadas se pueden llevar a cabo en el portal web MiESPE y por lo mismo se deben aplicar buenas prácticas de usabilidad, de lo contrario esto afectaría negativamente en la experiencia de usuario y a su vez indirectamente en el desempeño de las consultas académicas relacionadas.

Adicionalmente, al no existir medios de notificación oportuna no se garantiza que el estudiante tenga conocimiento de sucesos relevantes dentro de la universidad, algunos ejemplos son: el registro de calificaciones, el control de asistencias y comunicados oficiales.

Las consecuencias de estos problemas son: no poder verificar inmediatamente las calificaciones para corregirlas en caso de algún error, además la posibilidad de reprobar el semestre al desconocer el porcentaje de inasistencias.

1.3. Justificación

Hoy en día, el portal web MiESPE es el medio más usado por los estudiantes, docentes y personal administrativo de la ESPE, motivo por el cual su usabilidad se ha considerado como principal objeto de estudio. Donde la usabilidad como la experiencia de usuario son factores de éxito de los productos, servicios, páginas web y software (Kraft citado en Kamau, et al., 2016).

La consideración e investigación de técnicas de usabilidad para la evaluación del portal web MiESPE es fundamental, pues según (Hassenzahl & Tractinsky citado en Kamau et al., 2016) “la ausencia de investigación relacionada a la usabilidad, sea cualitativa o cuantitativa, impide el avance teórico y restringe el entendimiento de la experiencia de usuario, como concepto y su futuro desarrollo”.

La inclusión de aplicaciones móviles en el presente proyecto también se justifica de acuerdo a la aceptación que se tiene por parte de los miembros de la ESPE, ésto según resultados de una encuesta aplicada por los autores a 566 participantes (95.8% estudiantes, 3.4% egresados, 0.5% investigadores, 0.2% administrativos y 0.2% docentes) de la comunidad académica de la ESPE, donde se obtuvo un porcentaje de aceptación del 98,6% respecto de la creación de una aplicación móvil. La encuesta está publicada en línea y puede ser accedida a través del link: <https://goo.gl/forms/IP2P41bFd0YDsKWG2>.

Además, a consecuencia de la predicción realizada por Gartner, Inc. “Más del 50 por ciento de las aplicaciones móviles desplegadas en 2016 serán aplicaciones móviles híbridas” (Rivera and van der Meulen, 2013). Se ha considerado mantener el carácter multiplataforma en el desarrollo pues el construir simultáneamente aplicaciones para iOS y Android en lugar de codificar dos veces utilizando el lenguaje propio para cada plataforma da como resultado dos aplicaciones con la mitad del trabajo (Kraus, 2015).

Algunas IES a nivel mundial han optado por la utilización de aplicaciones móviles en sus procesos de administración dando un uso eficiente y eficaz a los dispositivos móviles, un caso de éxito es el de la Universidad de Florida,

ésta aplicación esta diseñada para estudiantes, profesores, y personal administrativo para que interactúen fácilmente por la aplicación permitiendo el acceso a los recursos académicos y administrativos de la universidad (Singh & Ranjan, 2016).

Al finalizar la investigación, la ESPE podrá contar con un medio alternativo que satisfaga los requerimientos de usabilidad para el módulo de alumnos del portal web MiESPE, el mismo que se denominará MiESPE Móvil.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Mejorar la usabilidad del módulo de alumnos del portal web MiESPE mediante el desarrollo de una aplicación móvil multiplataforma para solventar los problemas de usabilidad del mismo.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Identificar las técnicas, métodos y atributos que serán utilizados para la evaluación de usabilidad del portal web MiESPE.
- Realizar la evaluación de usabilidad del portal web MiESPE para la obtención de datos.
- Analizar e interpretar los resultados obtenidos de la evaluación.
- Desarrollar una propuesta a través de una aplicación móvil multiplataforma que fortalezca las debilidades de usabilidad del portal web MiESPE.
- Evaluar la propuesta mediante pruebas de usabilidad y comparar los resultados obtenidos.
- Establecer conclusiones y recomendaciones.

1.5. Alcance

1.5.1. Alcance de la Evaluación de Usabilidad

En lo referente a la evaluación de usabilidad del portal web MiESPE. Se considerará las opciones específicas del perfil de usuario “estudiante” tomando en cuenta el siguiente plan de evaluación:

- Planificación de la evaluación
 - Objetivos de la evaluación.
 - Metodología.
- Diseño de la evaluación
 - Identificación de escenarios, tareas y participantes.
 - Elaboración de las directrices acorde a los atributos de usabilidad a medir.
 - Uso de metodologías de evaluación de usabilidad adaptadas a la web tales como:
 - i. Evaluación heurística.
 - ii. Cuestionarios.
 - iii. Pruebas de Usabilidad en Laboratorio.
 - El presente proyecto se enfoca en los estudiantes de la ESPE de su sede Matriz en Sangolquí.
- Ejecución y Evaluación de Resultados
 - Analizar y procesar los datos obtenidos enmarcados en la efectividad, eficacia y satisfacción que tiene el usuario al realizar determinadas tareas dentro del portal web MiESPE.

1.5.2. Alcance del Desarrollo de la Propuesta

Los servicios que se implementarán están acorde a un análisis de factibilidad y priorización. Estos servicios son:

- Autenticación: La aplicación se autenticará con las credenciales de usuario del sistema de gestión académica BANNER.

- Información Básica del usuario: Datos básicos de interés para el estudiante.
- Notificaciones: La aplicación permitirá notificar las siguientes actividades: Horarios, actualizaciones de calificaciones y asistencias.
- Horario de clase: La aplicación permitirá desplegar a los estudiantes sus correspondientes horarios de clases.
- Calificaciones: Visualizar las calificaciones del estudiante del periodo activo.
- Reportes: La aplicación permitirá al usuario visualizar: Retenciones o impedimentos, listado de cursos, historial y récord académico.

También se debe considerar que la aplicación no involucra ningún tipo de servicio transaccional por motivos de seguridad, es decir permitirá sólo la ejecución de consultas y visualización de información.

Las plataformas móviles a considerarse para el desarrollo son:

- Android
- iOS

1.6. Metodología de la Investigación

El presente proyecto se enmarca en la metodología Design Science Research² (DSR), la cual consiste en el diseño e investigación de un artefacto (componente de software, hardware, un proceso de negocio, un servicio, entre otros) y su interacción con el contexto de un problema (Wieringa, 2014). Mediante el DSR se identifican claramente dos componentes principales: (i) el artefacto, en este caso el componente de software “MiEspe Móvil”, y (ii) el contexto, que se enfoca en “la usabilidad del portal web MiEspe utilizado para la difusión de información a los estudiantes de la ESPE”.

De acuerdo a Wieringa (2014) “el objetivo principal del DSR consiste en que tanto el conocimiento como la comprensión de un problema y su

² Design Science Research denominado investigación de diseño de ciencia.

solución se adquiere mediante el proceso de elaboración del artefacto.” En el proceso de investigación del DSR se identificarán las preguntas de conocimiento y el diseño del problema, las cuales permitirán generar conocimiento y alcanzar las metas fijadas tanto por los stakeholders³ y por el equipo de investigación. Estas preguntas tienen soporte en una base de conocimiento seleccionado de varias ramas de ingeniería.

De acuerdo al nivel de conocimiento el presente proyecto corresponde a la generación de preguntas explicativas, abiertas, que permiten preguntar que ha pasado y cómo ha llegado a suceder. Según la finalidad de la investigación, este proyecto se enmarca en una investigación exploratoria y descriptiva ya que su principal objetivo es buscar retratar un fenómeno o acontecimiento y descubrir lo que está sucediendo, buscar nuevas ideas y generar hipótesis para nuevas investigaciones (Wieringa, 2014).

Adicionalmente de acuerdo al DSR este proyecto de investigación utilizará el método inductivo que permitirá obtener, de datos particulares, conclusiones generales (Newman, 1998).

³ Stakeholders denominado involucrados en el contexto del problema.

CAPÍTULO II

CONTEXTO DEL PROBLEMA

2.1. El Diseño de Software

Actualmente a nivel mundial, la mayoría de Instituciones de Educación Superior cuentan con varios medios de gestión académica como: sitios web, sistemas académicos y aplicaciones móviles, una evidencia de esto se aprecia en la plataforma de Amazon Web Services, la misma que ha dedicado una nube exclusiva, que cuenta con más de 7000 clientes del sector académico, uno de sus casos de éxito es el de Ellucian el cual utiliza AWS como plataforma innovadora, segura, escalable y global a fin de hospedar sus aplicaciones y prestar un mejor servicio a los clientes de educación superior en todo el mundo (Amazon Web Services, 2017).

Pese a esta gran cantidad de sistemas, hay que considerar que todo proyecto de software puede llegar a tener éxito o no. Los porcentajes de fracaso de los proyectos de software, debido a su baja calidad, son del 16%, 12% y 11% en proyectos pequeños, medianos y de larga escala respectivamente tal y como se aprecia en la Figura 1 (Mieritz, 2012).

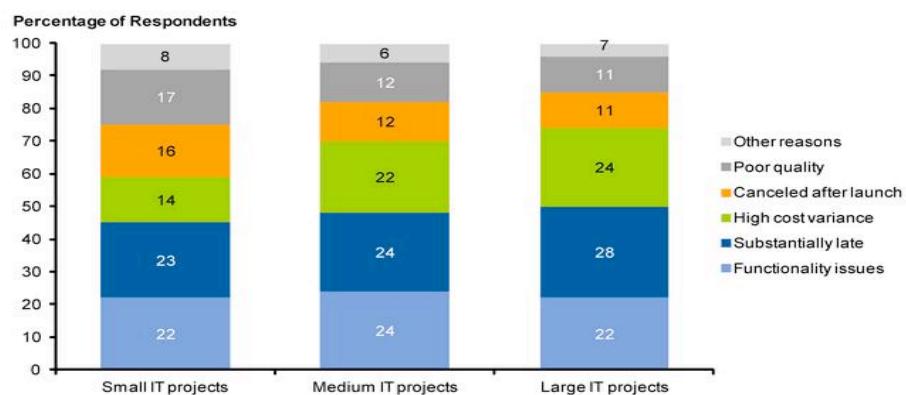


Figura 1 Causas de fallo de proyectos
Fuente: (Gartner, Inc 2012)

Con esta premisa se plantea un enfoque de investigación relacionado a la mejora de la calidad del software sustentado por cinco temáticas principales correspondientes al área de Ingeniería de Software:

- Interacción Hombre Computadora (HCI)
- Experiencia de usuario (UX)
- Interfaz de Usuario (UI)
- Diseño Centrado en el Usuario (UCD)
- Usabilidad

A continuación, se explica la importancia que tiene cada uno de los elementos mencionados permitiendo evidenciar de una manera objetiva la relevancia del problema y determinar las soluciones factibles al mismo.

2.2. Interacción Humano Computadora (HCI)

También conocido como (HCI) por sus siglas en inglés “Human Computer Interaction”. Es una disciplina relacionada con el diseño, evaluación e implementación de sistemas computacionales considerando su interacción con las personas y su desenvolvimiento con los principales fenómenos que los rodean (Issa & Isaias, 2015).

Esta disciplina relaciona gran cantidad de contenidos, para su mayor entendimiento ha planteado un marco de desarrollo como se muestra en la Tabla 1 se ilustra de una manera gráfica en la Figura 2, la cual muestra la interrelación entre cada uno de los componentes que conforman el marco de desarrollo de HCI. La interacción humano computador depende de factores externos que son:

- La organización social en la que los usuarios interactúan con el sistema (U1).
- El área de aplicación del sistema, esto indica a qué área pertenece el software: de sistema, de programación o de aplicación. (U2) La adaptación que tendrá el usuario con la aplicación, se considera un análisis de conceptos generales, terminología apropiada, etc. (U3).

Tabla 1**Marco de desarrollo de HCI****NATURALEZA DE HCI**

N1 Modelos de HCI: Conceptualiza generalidades de HCI, paradigmas, el trabajo centrado desde un punto de vista humano/sistema/tarea.

USO Y CONTEXTO DE LAS COMPUTADORAS

U1 Organizaciones sociales y trabajos: Como los humanos se comportan en distintos ambientes sociales y cómo se adaptan a estos entornos.

U2 Áreas de aplicación: Corresponde al tipo de aplicación donde la interfaz se debe desenvolver, orientadas a: texto, diseño, comunicación, tutoriales, multimedia, control de sistemas, sistemas embebidos.

U3 Adaptación del humano y máquina: Indica cómo se adaptará el humano al componente y su uso.

CARACTERÍSTICAS HUMANAS

H1 Procesamiento de información: Cómo los humanos procesan la información, el modelo de conocimiento, teorías de la memoria, percepción, motivación, aprendizaje.

H2 Lenguaje, comunicación e interacción: Fenómeno de la comunicación, sintaxis, semántica y pragmática, formas de comunicación con la interfaz.

H3 Ergonomía: Antropometría y características psicológicas de las personas y su desenvolvimiento en el ambiente.

SISTEMA Y ARQUITECTURA DE LA INTERFACE

C1 Dispositivos de entrada y salida: Componentes físicos que permiten interactuar directamente con el sistema, y a su vez mostrar salidas.

C2 Técnicas de diálogo: Técnicas de arquitectura para interactuar con el sistema.

- De entrada: Manejo de diálogos de ingreso de texto, voz, imagen.
- De salida: Manejo adecuado de mensajes de respuesta.
- De interacción: Manejo apropiado de medios de comunicación: imágenes, palabras, lenguaje natural, etc.

C3 Género del diálogo: Los usos conceptuales de los medios de comunicación como diseño gráfico, estilo y estética.

C4 Computación gráfica: Uso adecuado de recursos gráficos en el proceso de comunicación.

C5 Diálogo de arquitectura: Arquitectura de software y estándares para las interfaces de usuario, "Look and feel", estandarización e interoperabilidad.

PROCESO DE DESARROLLO

D1 Diseño: El proceso de diseño dentro del desarrollo de software de acuerdo a la metodología utilizada.

D2 Implementación: Técnicas y herramientas para la implementación, prototipado, representación de datos y algoritmos.

D3 Evaluación: Métodos de evaluación, test de usabilidad y experiencia de usuario

D4 Se llega concretar un ejemplo de sistema y se lo compara con otros en busca de detección y corrección de errores para una mejora continua.

PRESENTACIÓN

Fuente: (Krug, 2000)

Adicional se considera el análisis del ser humano:

- Su manera de razonar, aprender, memorizar y generar conocimiento (H1),
- La manera de comunicarse con el medio ambiente (H2) y
- sus características en general además de sus limitantes (H3).

El computador y sistema juega un rol importante pues en él se:

- Analiza los componentes de entrada y salida. (C1).
- Define las técnicas de diálogo, mensajes y comunicación (C2).
- Plantea los medios de comunicación apropiados de tal manera que mantengan armonía y estética (C3).
- Identifica un adecuado recurso gráfico (C4).
- Se establece la interoperabilidad y look and feel del sistema (C5).
- Al tener bien definido estos componentes y de acuerdo a una metodología se continúa con el desarrollo del sistema, donde se procede a considerar un ciclo de vida del software.

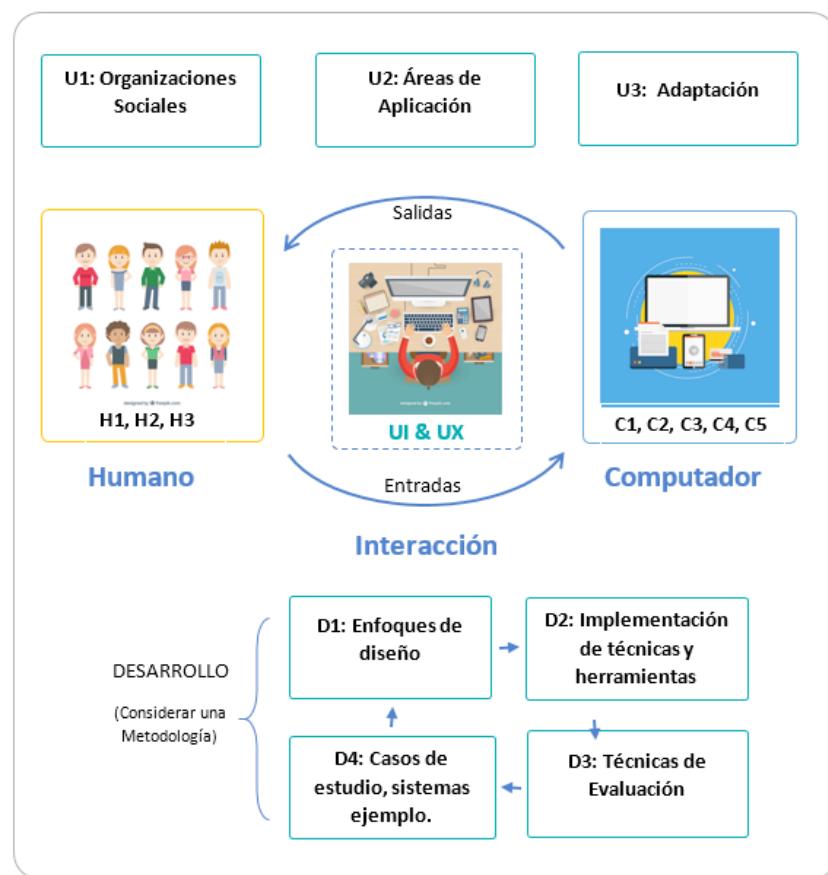


Figura 2 Framework para HCI

Fuente: (Krug, 2000) Adaptado de ACM SIGCHI Curriculum Development Group

De este modo al seguir correctamente las sugerencias que implica HCI se obtendrá en el producto final un sistema que posea una interfaz de usuario con alto nivel de experiencia de usuario y usabilidad.

En muchas ocasiones la implementación de HCI en el desarrollo de software logra ser dificultoso pues requiere un alto rango de comprensión y habilidades, incluyendo el conocimiento de ingeniería de software y requiere contar con una aplicación donde las interfaces de usuario sean apropiadas (Tomayess & Isaias, 2015).

Los principales objetivos de HCI son los siguientes:

- Entender los factores sociales, organizacionales y psicográficos que determinen cómo las personas operan y hacen uso de la tecnología efectivamente.
- Desarrollar herramientas y técnicas que ayuden a los diseñadores a asegurar que los sistemas computacionales son adecuados para las actividades que las personas lo usarán.
- Conseguir con eficiencia, efectividad e interacción segura, en términos individuales y grupales con un sistema.

Los propósitos de HCI según menciona (Issa & Isaias, 2015) son los siguientes:

- Involucrar al usuario: (involucrar al usuario tanto como sea posible para que pueda influenciar el diseño del sistema).
- Integrar diferentes tipos de conocimiento y experiencia: (integrar conocimientos y experiencias de diferentes disciplinas que contribuyen al diseño de HCI).
- Hacer el proceso de diseño iterativo: (se puede hacer una prueba para verificar que el diseño cumple efectivamente con los requisitos de los usuarios).

2.3. Experiencia de usuario UX

El diseño de experiencia de usuario o también llamado (UXD) forma parte del diseño de software y su objetivo consiste en la creación de interfaces de usuario que resuelvan necesidades concretas, alcanzando los niveles de satisfacción y aceptación por parte de los usuarios (Arriaga, 2017).

Un buen diseño de experiencia de usuario se obtiene cuando:

- La interfaz creada es: útil y usable
- Las entradas son fáciles de entender
- Las salidas proporcionan los resultados
- La ejecución de la tarea se llevó a cabo con satisfacción, eficiencia y eficacia.

Un criterio adicional es el que define Schulze & Krömker citado en Kamau (2016) “La experiencia de usuario es una calificación positiva o negativa de las emociones que experimenta un usuario cuando utiliza un producto en un contexto determinado”. El diseño de experiencia de usuario considera tres fundamentos claves: asequibilidad, los significantes y la retroalimentación. (Nielsen Norman Group, 2017).

- La asequibilidad consiste en la identificación de las propiedades que determinan, cómo los elementos podrían ser usados, esto de acuerdo a cómo los usuarios relacionan los elementos con la realidad en la que se desenvuelven.
- Los significantes nos indican cómo llegar a interactuar con dichos elementos por ejemplo: al hacer un clic, deslizar la pantalla, etc.
- La retroalimentación que se proporciona al usuario para hacerle saber que acción se acaba de realizar como respuesta del sistema.

2.3.1. Importancia del diseño de experiencia de usuario

El diseño de experiencia de usuario se centra en brindar satisfacción al usuario mediante el mejoramiento de la interacción con: sitios web, aplicaciones y dispositivos móviles. En otras palabras, UXD hace que las

cosas complejas sean fáciles de usar (Kucheravy, 2015). Varios autores mencionan lo siguiente de acuerdo a la importancia de la experiencia de usuario:

- La experiencia de usuario va más allá de ser el resultado de la interfaz de usuario, la UX es el Núcleo de una marca pues es la suma de experiencias que siente el usuario al usar el sistema y genera un vínculo con toda una organización. Shawn Borsky citado en (Pacholczyk, 2017).
- El diseño de la experiencia del usuario (UX) es un componente cada vez más crítico de fuerza competitiva. Con la elevación de la disciplina UX, lo que alguna vez se limitó al diseño web ahora lidera la innovación en el desarrollo de productos, la estrategia de los clientes e incluso la transformación del negocio. (Fouts & Hopkins, 2014)
- Los servicios de UXD son de mayor perfil, las inversiones son más grandes y la atención ejecutiva hacia UX está encontrando su camino hacia las agendas de la sala de juntas (Fouts and Hopkins, 2014).
- La UX es también extremadamente importante en la evaluación de la usabilidad de herramientas profesionales. Esto se debe a que la experiencia del usuario se relaciona directamente con la identidad profesional. (Nuutinen citado en Lai-Chong et al., 2008)

2.3.2. Experiencia de usuario académica

Para conseguir un buen diseño de experiencia de usuario es necesario la inclusión de los clientes en el proceso de desarrollo, es decir definir bien el mercado objetivo. Los equipos UX son responsables de crear experiencias deseables para los usuarios. Sin embargo, muchas organizaciones no los incluyen. Sin este aporte del cliente, las organizaciones se arriesgan a crear interfaces que fallan. (Loranger, 2014).

Debido a esto para crear una experiencia de usuario que se enmarque en un contexto académico es necesario realizar una identificación previa de los

usuarios objetivos, en este caso los estudiantes, considerar su comportamiento, determinar sus características demográficas y culturales que influencian el uso del sistema. Los estudiantes son multitareas, navegan en varios sitios a la vez, realizan varias actividades en el computador utilizan redes sociales como medio de comunicación privado (Nielsen J. , 2010). estas características entre otras son fundamentales para conseguir un mejor diseño de experiencia de usuario.

Adicionalmente Nielsen posterior a una investigación de usuario realizada a un conjunto de varios estudiantes de distintos lugares del mundo navegando por la web determina las siguientes recomendaciones que permiten identificar conducta y comportamiento de los estudiantes (Nielsen J. , 2010).

1. Los estudiantes no son expertos tecnológicos, no por el hecho de ser estudiantes significa que todos sepan cómo utilizar las herramientas web, en muchos casos algunos estudiantes las desconocen y evitan usar ciertos elementos por miedo y percepción.
2. En particular, a los estudiantes no les gusta aprender nuevos estilos de interfaz de usuario. Prefieren los sitios web que emplean patrones de interacción conocidos. Si un sitio no funciona de la manera esperada, la mayoría de los estudiantes pierden la paciencia y se van en lugar de tratar de decodificar un diseño difícil.
3. Los estudiantes aprecian el contenido multimedia, y generalmente en ocasiones visitan sitios como YouTube, pero eso no significa que ellos quieren ser atacados con animaciones y audio todo el tiempo.
4. Los estudiantes prefieren sitios que mantengan su interfaz limpia y sencilla en lugar de que sea llamativa y compleja. Un usuario dijo que “Los sitios web deberían mantener la simplicidad en el diseño, pero no llegar a ser anticuado, mantener menús claros, no demasiadas cosas llamativas o en movimiento, ya que puede causar confusión”.

5. Es verdad que los estudiantes usan sus redes sociales gran cantidad de tiempo pero eso no significa que quieran que todo sea como una red social. Los estudiantes asocian Facebook y sitios similares con discusiones privadas y personales, no con sitios corporativos o institucionales. Cuando los estudiantes quieren aprender acerca de una empresa, universidad, agencia gubernamental u organización sin fines de lucro recurren a los motores de búsqueda para encontrar el sitio web oficial de esa organización. No buscan la página de Facebook de la organización.
6. Los estudiantes de educación superior son más orientados a objetivos, consideran los sitios web como herramientas, un buen sitio es aquel que ayuda rápidamente a alcanzar sus metas.

2.4. Interfaz de Usuario UI

La interfaz de usuario, también denominada UI es el medio que usan las personas para llevar a cabo alguna tarea, en sistemas computacionales esta interfaz por lo general es un conjunto de elementos visuales y las tareas son alguna funcionalidad del sistema (Pacholczyk, 2017). Las interfaces de usuario han evolucionado de acuerdo al crecimiento tecnológico, pasando de ser simples pantallas estáticas con colores neutrales y básicos a interfaces con un diseño y estilo: único, dinámico y agradable al usuario (Loranger, 2014).

2.4.1. Importancia de la interfaz de usuario

Además de ser el medio principal de comunicación entre usuario y sistema, varios autores destacan su importancia:

- La interfaz de usuario es la parte más importante de un sistema, debido a que muchos usuarios la consideran como la totalidad del sistema, a la misma se la puede ver, escuchar y controlar, mientras que el código y funcionalidad del sistema es invisible al usuario (Galitz, 2007).

- Es importante mantener un diseño adecuado de la interfaz de usuario, pues al no hacerlo se convierte en un problema en la usabilidad en un producto de software (Oppermann, 2002).
- Un pobre diseño de interfaz puede implicar que muchos usuarios no quieran volver a entrar al sitio nunca más (Galitz, 2007).

2.4.2. Diseño de Interfaces de Usuario

Diseñar es el arte de solucionar problemas continuamente, es un ciclo activo de investigaciones, validaciones de necesidades, elaboración y desarrollo de ideas y soluciones (Google, Inc., 2017).

Grandes compañías han implementado sus propias líneas guía para el desarrollo de sus aplicaciones como son:

- “Human Interface Guidelines” en el caso de Mac,
- “Material Design Guidelines” en el caso de Google y
- “Microsoft Design” en el caso de Windows.

El éxito del diseño depende mucho del conocimiento relacionado sobre quién va a usar el sistema, cuando se mantiene un enfoque sobre los usuarios durante el proceso de diseño se obtiene una mayor ventaja de entregar productos que serán aceptados por los usuarios (Apple, Inc., 2017).

2.4.3. Interfaces de usuario Académicas

El software académico requiere características particulares para su propósito específico, incluso pese a la gran cantidad de literatura acerca del diseño de interfaz de usuario, sólo hay unos pocos relacionados a los entornos académicos (Jones et al., citado en Oppermann, 2002). Cuando se desarrolla interfaces de usuario académicas se requiere consideraciones adicionales pues cada nuevo usuario deberá utilizar este sistema como una nueva rutina por un periodo determinado de tiempo, por lo tanto, el mismo debe ser auto descriptivo y de fácil aprendizaje en un rango mucho más alto que los sistemas tradicionales (Oppermann, 2002).

Un sistema educativo no está bajo el control del usuario como lo son otras aplicaciones, esto debido a que el sistema se rige a lineamientos académicos. Esta particularidad no excluye la capacidad de control que tiene el usuario, pero requiere mucha más orientación para comunicar el significado de determinados elementos y secuencias particulares del sistema educativo (Oppermann, 2002).

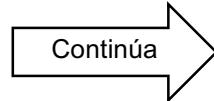
2.4.4. Construcción de buenas interfaces de usuario

De acuerdo con Jakob Nielsen (1995) se menciona 10 principios generales a considerar en el diseño de la interfaz los llama "heurísticas" porque son reglas generales amplias y no directrices de usabilidad específicas, en la Tabla 2 se puede apreciar cada una de ellas con su descripción respectiva haciendo énfasis en su objetivo. A partir de estas heurísticas se considera su uso posterior en el documento para llevar a cabo la evaluación heurística.

Tabla 2

Heurísticas de Usabilidad para Interfaces de Diseño de Nielsen J.

Heurística	Descripción
1.Visibilidad del estado del sistema	El sistema siempre debe mantener a los usuarios informados sobre lo que está pasando, a través de una retroalimentación adecuada dentro de un tiempo razonable.
2.Correspondencia entre el sistema y el mundo real	El sistema debe hablar el lenguaje de los usuarios, con palabras, frases y conceptos familiares para el usuario, en lugar de términos orientados al sistema. Sigue las convenciones del mundo real, haciendo que la información aparezca en un orden natural y lógico.
3.Control y libertad del usuario	Los usuarios a menudo eligen las funciones del sistema por error y necesitarán una "salida de emergencia" claramente marcada para dejar el estado no deseado sin tener que pasar por un diálogo extendido. Soporte para deshacer yrehacer.
4.Cohesión y estándares	Los usuarios no deben preguntarse si diferentes palabras, situaciones o acciones significan lo mismo. Siga las convenciones de la plataforma.
5. Prevención de errores	Incluso mejor que los buenos mensajes de error es un diseño cuidadoso que impide que se produzca un problema en primer lugar.



Continúa

6.Reconocimiento en lugar de recordar	Haga visibles los objetos, acciones y opciones. El usuario no debe tener que recordar la información de una parte del diálogo a otra. Las instrucciones de uso del sistema deben ser visibles o fácilmente recuperables cuando sea apropiado.
7.Flexibilidad y eficiencia de uso	Los atajos o aceleradores, que no son vistos por el usuario novato, pueden a menudo acelerar la interacción para el usuario experto hasta el punto de que el sistema puede atender a usuarios inexpertos y experimentados. Permite a los usuarios adaptar acciones frecuentes.
8.Diseño estético y minimalista	Los diálogos no deben contener información que sea irrelevante o raramente necesaria. Cada unidad extra de información en un diálogo compite con las unidades relevantes de información y disminuye su visibilidad relativa.
9.Ayudar a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperar errores	Los mensajes de error deben expresarse en un lenguaje sencillo (sin códigos), de tal manera que indiquen con precisión el problema y sugieran constructivamente una solución.
10.Ayuda y documentación	A pesar de que es mejor si el sistema se pueda utilizar sin documentación, puede ser necesario proporcionar ayuda y documentación. Cualquier información de este tipo debería ser fácil de buscar, centrada en la tarea del usuario, debiendo enumerar los pasos concretos que se deben llevar a cabo y no ser demasiado extenso.

Fuente (Nielsen J. , 1995)

2.5. Diseño centrado en el Usuario

El diseño centrado en el usuario (UCD) es un término general de la filosofía que incluye métodos y técnicas que involucran al usuario en el diseño de sistemas. Un claro ejemplo de esta inclusión se consigue al realizar el levantamiento de requisitos, la identificación de las necesidades del usuario y pruebas de usabilidad (Abras et al., 2004).

Para conseguir un UCD es necesario involucrar al usuario y reconocer sus necesidades e intereses, además de la inclusión de usabilidad en el diseño y para ello a continuación se muestran recomendaciones que sitúan al usuario como eje principal en la fase de diseño y desarrollo del producto (Norman, 1988):

- Facilitar la determinación de las acciones posibles en cualquier momento.
- Hacer visibles las cosas, incluyendo el modelo conceptual del sistema, las acciones alternativas y los resultados de las acciones.
- Facilitar la evaluación del estado actual del sistema.

- Seguir asignaciones naturales entre: (i) las intenciones y las acciones requeridas, (ii) entre acciones y el efecto resultante y (iii) entre la información que es visible y la interpretación del estado del sistema.

En este punto los diseñadores debían facilitar las tareas para el usuario y asegurarse que el usuario sea capaz de usar el producto como se pretendía y con un esfuerzo mínimo al aprender a usarlo y con esto se necesitará una mínima explicación. (Abras et al., 2004). Norman señaló que los largos e incómodos manuales ininteligibles que acompañan a los productos no están centrados en el usuario. Cómo sugerencia se propone que los productos vayan acompañados de un pequeño folleto que pueda leerse muy rápidamente y se base en el conocimiento del usuario. (Abras et al., 2004).

El diseño centrado en el usuario exige un replanteamiento en la forma en que la mayoría de las empresas desarrollan productos y piensan en sus clientes. Actualmente no existe una fórmula para el éxito, pero se ha considerado atributos comunes de UCD que son de gran ayuda en el desarrollo de productos (Rubin & Chisnell, 2008). Los mismos se describen a continuación:

2.5.1. Inclusión del usuario en el ciclo de desarrollo

El ciclo de desarrollo en el presente proyecto de investigación, como se ha mencionado previamente maneja una metodología SCRUM, con sus respectivas fases de desarrollo, pero para la inclusión del usuario de manera general de acuerdo a (The Interaction Design Foundation, 2017) mantiene el siguiente ciclo centrado en el usuario como se aprecia en la Figura 3.

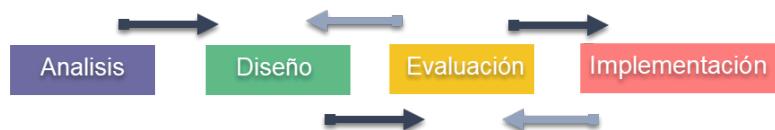


Figura 3. El enfoque de diseño móvil centrado en el usuario.

En donde las flechas más oscuras indican el flujo normal del desarrollo, y las flechas grises indican la retroalimentación que se tiene al finalizar cada

fase lo que permite refinar el diseño, fijar las necesidades de los usuarios y priorizar las funciones por plataforma móvil. (The Interaction Design Foundation, 2017).

2.5.2. Equipos multidisciplinarios

El diseño centrado en el usuario requiere una variedad de habilidades, conocimientos, y la mayor cantidad de información sobre el usuario. Hoy en día, los equipos se componen por especialistas de muchos campos, como ingeniería, marketing, formación, diseño de interfaces de usuario, talento humano y multimedia. A su vez, muchos de estos especialistas tienen formación en áreas, por lo que el trabajo interdisciplinario es más fácil y dinámico que nunca (Rubin & Chisnell, 2008).

2.5.3. Inclusión de usabilidad

Se refiere al grado de usabilidad que se incluye en el producto final en el cual las empresas orientan el ciclo de vida del proyecto y adaptan directrices que permitan alcanzar el grado mencionado como por ejemplo documentos, guías, estándares (Rubin & Chisnell, 2008).

2.5.4. Una perspectiva de “Aprende como avances”

El UCD es un proceso evolutivo mediante el cual el producto final se forma en el transcurso del tiempo. El éxito de esto requiere que los diseñadores alcancen un diseño óptimo, mediante el resultado conseguido de las pruebas, en donde las entradas son descubrimientos y permiten conseguir un refinamiento. En este concepto no aplica las suposiciones, pues requiere que se concrete una vez realizado una evaluación con el usuario final (Rubin & Chisnell, 2008).

2.5.5. Objetivos de usabilidad definidos

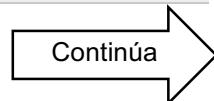
Al diseñar un producto que sea útil se debe tener un proceso estructurado y sistemático, comenzando con metas de alto nivel y moviéndose a objetivos específicos. No se puede lograr una meta de usabilidad o no siguiendo una nebulosa mal concebida, para ello es necesario definir el término de usabilidad en la organización e identificar qué elementos caracterizarán al producto (Rubin & Chisnell, 2008).

2.5.6. Inclusión del Usuario

Siendo el usuario el ente principal en el UCD es necesario ser cuidadoso con la inclusión del mismo en el diseño del producto para ello Eason citado en (Abras et al., 2004) define a los usuarios categorizándolos en tres tipos de usuarios: (i) Los usuarios primarios son aquellas personas que realmente utilizan la aplicación, (ii) secundarios son aquellos que ocasionalmente usarán la aplicación o aquellos que la usen a través de un intermediario y (iii) los usuarios terciarios son personas que serán afectadas por el uso de la aplicación. Por lo tanto, para conseguir un diseño exitoso del producto se debe tomar en consideración dicho rango de usuarios.

Tabla 3
Involucrar a los usuarios en el proceso de diseño

Técnica	Propósito	Etapa del ciclo
Entrevistas y cuestionarios.	Recolectar datos relacionados a las necesidades de los usuarios. Evaluar el diseño que tendrá el producto.	Inicio del diseño
Secuencia de entrevistas y cuestionarios	Recolección de datos relacionados con la secuencia de trabajo a realizar con el artefacto	Inicio del diseño
Focus Group	Incluir a las partes interesadas para definir cuestiones y requisitos.	Inicio del diseño
Observación en sitio	Recopilar información sobre el entorno en el que se utilizará el artefacto	Inicio del diseño
Simulaciones	Evaluación de diseños prototipo alternativos y	Etapa media del



Continúa

	obtención de información adicional sobre las necesidades y expectativas de los usuarios.	diseño
Pruebas de usabilidad	Recopilación de datos cuantificados, relacionados con métricas de usabilidad.	Finalización del diseño
Entrevistas y cuestionarios	Recopilación de datos cualitativos relacionados con la satisfacción del usuario.	Finalización del diseño

Fuente: (Abras et al.,2004)

Para el presente proyecto de investigación las equivalencias de usuarios serían las siguientes:

- Usuarios primarios: Estudiantes de la ESPE.
- Usuarios secundarios: No aplica al ser de uso personal.
- Usuarios terciarios: Comunidad universitaria.

Una vez identificado los usuarios es necesario determinar de qué manera involucrar al usuario, por ello (Abras et al., 2004) menciona las técnicas que se deben utilizar como se describen en la Tabla 3.

2.5.7. Ventajas y desventajas

Si el diseño no está centrado en el usuario, podría conducir a diseños que no se conceptualicen bien y esto implica que las expectativas de los usuarios no se cumplan causando frustración o incluso enojo. A continuación, la Figura 4 muestra las ventajas y desventajas de la inclusión de UCD en la fase de diseño (Abras et al.2004):

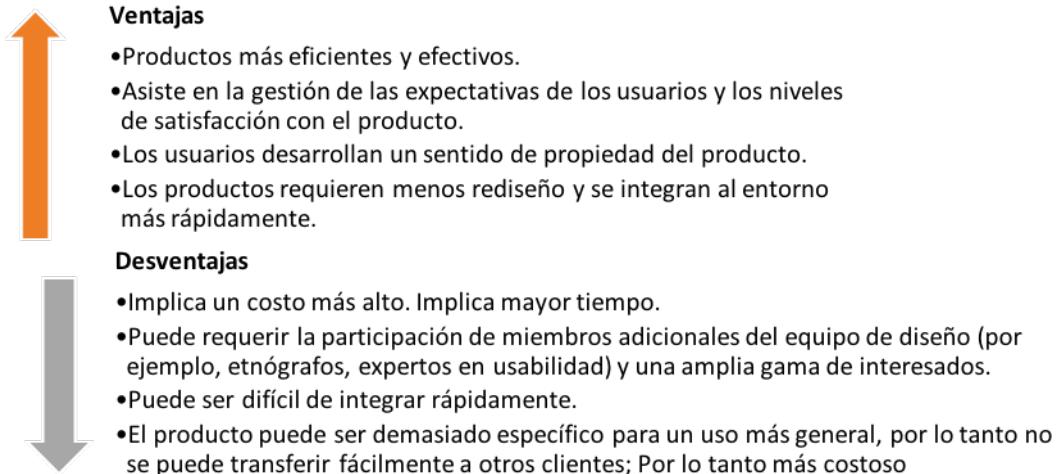


Figura 4. Ventajas y desventajas del Diseño Centrado en el Usuario

2.6. Usabilidad

2.6.1. Definición

Definir la usabilidad, según la literatura actual, todavía tiene un poco de controversias (Lewis, 2014). Por tanto, citaremos las definiciones más utilizadas, según (Tomayess & Isaias, 2015):

La usabilidad se refiere a la "calidad de la interacción en términos de parámetros tales como el tiempo que se tarda en realizar las tareas, el número de errores cometidos y el tiempo para convertirse en un usuario competente" (Benyon et al. 2005, p 52). Alternativamente, la Usabilidad "es un atributo de calidad que evalúa la facilidad con que las interfaces de usuario se utilizan. La palabra "usabilidad" también se refiere a métodos para mejorar la facilidad de uso durante el proceso de diseño "(Nielsen 2003). La etapa de evaluación de la usabilidad es un método eficaz mediante el cual un equipo de desarrollo de software puede establecer los aspectos positivos y negativos de sus lanzamientos de prototipo y realizar los cambios necesarios antes de que el sistema sea entregado a los usuarios objetivo. La evaluación de la usabilidad consiste en observar a los usuarios para "ver qué se puede mejorar, qué nuevos productos se

pueden desarrollar" (McGovern 2003). Está "basada en la psicología humana y la investigación de los usuarios" (Rhodes 2000). Los especialistas en HCI "observan y hablan con los participantes mientras intentan realizar tareas reales en un sitio (o sistema), lo que les permite formar una imagen detallada del sitio según la experiencia del usuario" (Carroll 2004) (p. 29).

La ISO/IEC 9126-1 estándar orientado en la calidad de los productos de software, la define como la capacidad que tiene el producto de ser entendido, aprendido, utilizado y de ser atractivo para el usuario, cuando se usa bajo condiciones especificadas, posicionándolo como uno de los atributos principales de calidad de un producto software. (International Organization for Standardization, 2001).

La norma ISO 9241-11 centrada en los requerimientos ergonómicos para el trabajo en la oficina con terminales visuales, en sus lineamientos de usabilidad la define como "La medida en que un producto puede ser utilizado por usuarios específicos para alcanzar objetivos específicos con eficacia, eficiencia y satisfacción en un contexto específico de uso" (International Organization for Standardization, 1998).

Como se aprecia en las definiciones, proponer un nuevo concepto de usabilidad no resulta conveniente pues las bases de los estudios de usabilidad reflejan su juventud como una rama de la Ingeniería (Nielsen J. , 1993). Acertadamente (Eason, 1984) a través de la su marco de desarrollo refleja de manera gráfica la abstracción de conceptos detrás del término de "Usabilidad".

En el marco causal de usabilidad de Eason se evidencia:

2.6.1.1. Funciones del sistema

Uno de los pilares fundamentales del estudio de usabilidad ya que aborda las tres variables principales de un sistema en su ciclo de desarrollo. Estas variables son:

- Facilidad de uso: Esfuerzo que es necesario para operar un sistema una vez que ha sido comprendido y dominado por el usuario (Booth, citado en Tomayessa, 1989, p.107).
- Facilidad de aprendizaje: La facilidad de aprendizaje es determinada por el esfuerzo necesario para comprender y operar un sistema desconocido (Booth citado en Tomayess & Isaias, 2015), por lo cual también depende del conocimiento del usuario.
- Abstracción de tareas: Medida en que la información y las funciones que un sistema proporciona coinciden con las necesidades del usuario (Booth citado en Tomayess & Isaias, 2015).

2.6.1.2. Características de las tareas

Booth citado en Tomayess & Isaias (2015) menciona las siguientes características con su respectiva definición:

- Frecuencia: El número de veces que una tarea particular es realizada por un usuario.
- Apertura: medida en que una tarea es modificable.

2.6.1.3. Características de los usuarios

- Conocimiento: nivel de conocimiento del usuario sobre las computadoras y las tareas requeridas (Issa et al., 2015).
- Motivación: Si el usuario "tiene un alto grado de motivación, entonces dedicará más esfuerzo a superar problemas y malentendidos" (Booth en Issa et al., 2015).
- Discreción: capacidad del usuario para elegir no utilizar alguna parte, o incluso todo el sistema (Booth en Issa et al., 2015). En otras palabras, la alta discreción significa que debe haber satisfacción y cumplimiento, a través del trabajo con el nuevo sistema, o el usuario se molestará.

2.6.1.4. Reacción del Usuario

Eason la describe como el resultado del análisis de costo-beneficio. Por lo tanto, esta variable se centra en dos tipos de resultados de la adopción del nuevo sistema:

- **Resultados negativos:** darán lugar a la suspensión y la discontinuidad del sistema.
- **Resultados positivos:** conducen al éxito del sistema.

Es decir, la reacción del usuario hacia el sistema depende de la correcta comprensión de las variables independientes. Los resultados positivos de usabilidad estarán acorde a la armonía que se logre entre las variables. De la misma manera pueden existir resultados negativos ya que muchos productos han demostrado ser ineficaces a pesar de que cumplieron todos los aspectos de diseño científico y técnico (Elberkawi et al., 2016).

En otras palabras, el sistema proporcionará las funciones necesarias que son esenciales, así como la información que el usuario necesita para lograr sus objetivos.

En conclusión, la usabilidad está definida por la interacción entre las funciones del sistema, las tareas y el usuario y se mide como el grado de valor, sea este positivo o negativo, que el sistema ofrece.

2.6.2. ISO/DIS 9241-11.2

2.6.2.1. Usabilidad: Definiciones y Conceptos

El estándar ISO/DIS 9241-11.2 es la segunda edición del estándar ISO 9241-11 de 1998. Este documento provee y define de manera concreta el contexto y los términos relacionados al campo de usabilidad y su aplicación en sistemas, productos o servicios (International Organization for Standardization, 2015).

El estándar:

- Explica el concepto de usabilidad como el resultado de una interacción.
- Provee definiciones.
- Identifica los fundamentos de usabilidad.
- Describe la aplicación del concepto de usabilidad.

Lo que no debemos aseverar es que el estándar es una guía de metodologías y procesos de evaluación de usabilidad, es decir sólo describe a la usabilidad en un nivel superior que se aplica a:

- Sistemas: Sistemas interactivos y ambientes controlados
- Productos: Productos industriales y de consumidores
- Servicios: Servicios Técnicos y personales.

2.6.2.2. Términos y Definiciones

Los conceptos explicados en este estándar son concretos y ayuda a la rápida comprensión de la presente investigación. En otras palabras, el estándar define la usabilidad como la habilidad de hacer las cosas bien, rápido y ser feliz con ello (Sauro, 2010, p. 8).

- **Usabilidad:** El grado en que un sistema, producto o servicio puede ser utilizado por usuarios especificados para alcanzar las metas especificadas con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto específico de uso.
- **Producto:** Artículo manufacturado destinado a un cliente.
- **Producto del Consumidor:** Producto que está destinado a ser adquirido y utilizado por un individuo para uso personal en lugar de uso profesional.
- **Sistema:** Combinación de elementos organizados que interactúan entre sí para lograr uno o más propósitos definidos.
- **Usuario:** Persona que interactúa con un sistema, producto o servicio.
- **Grupo de Usuarios:** Grupo de usuarios diferenciados por sus características, tareas o entornos que pudieran influir en la usabilidad.

- **Parte Interesada (Stakeholder):** Persona u organización que pueda afectar, verse afectada o percibirse afectada por una decisión o actividad.
- **Meta:** Resultado deseado.
- **Tarea:** Actividades emprendidas para alcanzar una meta (estas actividades pueden ser físicas, perceptuales y/o cognitivas).
- **Eficacia:** Precisión e Integridad con la que los usuarios logran los objetivos especificados.
- **Eficiencia:** Recursos utilizados en relación a los resultados.
- **Satisfacción:** Percepciones y respuestas de la persona que resultan del uso de un sistema, producto o servicio.
- **Contexto de Uso:** Combinación de usuarios, objetivos y tareas, recursos y entorno.
- **Accesibilidad:** Facilidad de uso de un producto, servicio, entorno o facilidad por personas con la más amplia gama de capacidades.
- **Experiencia de Usuario:** Percepciones y respuestas de la persona que resultan del uso y/o uso anticipado de un sistema, producto o servicio.

2.6.3. La usabilidad como atributo de calidad del software

El aseguramiento de la calidad del software es necesario por los desarrolladores de software porque estas actividades se utilizan para controlar la conformidad del software con los requisitos.

Tabla 4

Objetivos de las métricas internas de la ISO/IEC 9126

Atributo	Objetivo de medición
Funcionalidad	Predecir el nivel de satisfacción de la funcionalidad basado en sus requisitos funcionales
Fiabilidad	Evaluar el nivel de confiabilidad de los sistemas de software
Usabilidad	Determinar el nivel de facilidad de uso del software
Eficiencia	Medir el nivel de eficiencia del comportamiento del software durante las pruebas y el funcionamiento

Mantenimiento	Calcular el esfuerzo en el mantenimiento
Portabilidad	Determinar la capacidad del software cuando cambia de entorno
Fuente: (Rochimah, Rahmani, & Yuhana, 2015)	

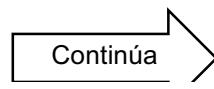
La ISO/IEC 9126, el estándar internacional para la evaluación de la calidad del software, determina tres métricas a medir, que son: interna, externa y el uso de métricas de calidad. La usabilidad es una de las métricas internas como se aprecia en la Tabla 4. La usabilidad a la vez se divide en cinco sub atributos descritos en la Tabla 5 (Rochimah et al., 2015).

2.6.4. Costo - Beneficio de la Usabilidad

La usabilidad conlleva beneficios potenciales para las empresas de desarrollo, tales como el aumento de la productividad y la satisfacción del cliente. Sin embargo, hoy en día hay muy pocas empresas de desarrollo que han incorporado actividades de usabilidad en su proceso de desarrollo de productos (Rajaniemi & Iivari, 2007).

Tabla 5
Descripción de los sub atributos de Usabilidad

Atributo de	Descripción
Usabilidad	
Comprensión	Las métricas de comprensión se utilizan para evaluar el nivel de entendimiento necesario del usuario del software. Además, estas métricas también se utilizan para evaluar la comprensión del usuario del software para completar una tarea. La Comprensión tiene un peso medio.
Operatividad	Las métricas en operatividad se utilizan para evaluar y controlar el nivel de uso del software por parte del usuario. La operatividad tiene un alto peso.
Aprendizaje	Las métricas en la capacidad de aprendizaje se utilizan para evaluar la duración del tiempo en que los usuarios aprenden a usar una función parcial del software, y la eficacia del sistema de ayuda y documentación. La capacidad de aprendizaje tiene un bajo peso.
Atractivo	Las métricas que se utilizan para evaluar el atractivo del software están influenciadas por varios factores, por ejemplo, el diseño y el color de la pantalla. La atracción tiene peso medio.



Continúa

Cumplimiento de usabilidad	Las métricas de cumplimiento de usabilidad son utilizadas para medir la capacidad del software para cumplir con las pautas de usabilidad del software. Estas métricas en el cumplimiento de la usabilidad aseguran que el software no viole las reglas de la organización pertinente sobre la usabilidad del software. El cumplimiento de la usabilidad tiene un alto peso.
-----------------------------------	---

Fuente: (Rochimah, Rahmani, & Yuhana, 2015)

El costo beneficio asociado a la usabilidad ha sido motivo de varias investigaciones, llegando a conclusiones donde se evidencia que la inclusión de la usabilidad en los proyectos resulta beneficiosa. La empresa y el equipo de desarrollo deben estar conscientes de las ventajas de la usabilidad, sin embargo, los recursos deben estar bien planificados y presupuestados según Aucella (citado en Rajanen & Iivari, 2007) y se debe asegurar que la usabilidad no incremente los costos y el tiempo de desarrollo Bloomer (citado en Rajanen & Iivari, 2007). El análisis de los modelos existentes se resume en la Tabla 6.

Tabla 6.
Marco analítico del análisis empírico del costo y beneficio de la usabilidad.

	Contexto de desarrollo	Contexto de uso
Beneficios	Incremento de ventas Reducción de costos de soporte Reducción de costos de capacitación	Reducción del tiempo de capacitación Incremento de la productividad Incremento de la satisfacción del usuario
Costos	Costos únicos Costos recurrentes Costos de rediseño	

Fuente: Traducido de (Rajanen & Iivari, 2007)

La Tabla 6 reúne en términos generales todos los factores de los modelos de costo beneficio de usabilidad existentes en la actualidad. Los costos pueden clasificarse en tres grupos: costos únicos, costos recurrentes y costos de rediseño. Los costos únicos o los costos iniciales cubren, por ejemplo, los costos de establecer un laboratorio para pruebas de usabilidad.

Por lo tanto, el costo es una inversión de una sola vez para la usabilidad. Los costos recurrentes son, por ejemplo, los costos salariales de los profesionales de usabilidad empleados en el laboratorio de pruebas de usabilidad. Por lo tanto, los costos recurrentes son necesarios para realizar las actividades de usabilidad. Los costos de rediseño cubren los costos de rediseñar los prototipos basados, por ejemplo, en los resultados de la prueba de usabilidad. Por lo tanto, los costos de rediseño sólo se aplican cuando se construyen y prueban los prototipos y existe una necesidad identificada de rediseño. Estos costos suelen afectar directamente al producto en desarrollo, mientras que los costos únicos y los costos recurrentes afectan generalmente al equipo de usabilidad.

Otra perspectiva es la de Nielsen J., quien es el fundador del movimiento de "Ingeniería de usabilidad con descuento", la misma que enfatiza métodos rápidos y eficientes para mejorar la calidad de las interfaces de usuario a un bajo costo. Este autor es uno de los principales investigadores en el campo de la Usabilidad, se enfoca en tres procedimientos de usabilidad que pueden aplicados a un bajo costo, estos son (Nielsen J. , 1989):

- **Pruebas de usuario simplificadas**, que incluyen un puñado de participantes, un enfoque en estudios cualitativos y el uso del método de pensar en voz alta (aunque pensar en voz alta ya venía siendo utilizado algunos años atrás, antes de convertirlo en un método de descuento), la idea de que realizar pruebas con 5 usuarios era "lo suficientemente bueno" iba en contra de los factores humanos ortodoxia en el momento.
- **Prototipos reducidos**, usualmente prototipos de papel que soportan un solo camino a través de la interfaz de usuario. Es mucho más rápido diseñar prototipos de papel que algo que encarna toda la experiencia del usuario. Usted puede así probar en etapas tempranas de desarrollo e iterar a través de muchas rondas de diseño.

- **Evaluación heurística**, en la que se evalúan los diseños de interfaz de usuario al inspeccionarlos en relación con las directrices de usabilidad establecidas.

Nielsen J., concluye que la usabilidad de descuento a menudo da mejores resultados que la usabilidad tradicional debido a sus métodos enfocados en la iteración temprana y rápida con la inclusión frecuente de usabilidad.

2.6.5. Contexto académico

El software cumple con funciones muy importantes y en diversos campos, que van desde productos pequeños a complejos, llegando incluso a utilizarse en sistemas críticos dónde está en juego la vida de las personas, como ejemplo el transporte. En ambientes académicos, los portales web de los estudiantes apoyan al proceso académico. Si hay algún problema en estos sistemas de información académica, perturbaran las actividades de aprendizaje, como tomar un curso para los estudiantes, registrar la calificación del estudiante, validar el curso, y así sucesivamente (Rochimah et al., 2015).

Refiriéndonos a un estudio llevado a cabo por Rochimah S. en el Instituto Tecnológico de Surabaya (Institute of Technology Surabaya) de Indonesia, cuyos resultados se describen en la Tabla 7, se concluye que el módulo de administración de estudiantes tiene un resultado regular basado en las características de usabilidad. Estos resultados se deben a que hay un conjunto de métricas que no se han implementado correctamente debido a la ausencia de los atributos de apoyo. Para un mayor desarrollo, el módulo de administración de estudiantes requiere una evolución para obtener el máximo resultado.

Tabla 7**Evaluación de usabilidad basado en la ISO/IEC 9126**

Sub atributo	Resultado	Peso	Resultado Final
Comprensión	0.667	2	1.333
Aprendizaje	0.0	1	0.0
Operatividad	0.685	3	2.056
Atractivo	0.458	2	0.917
Cumplimiento de Usabilidad	N/A	3	N/A

Fuente: (Rochimah, Rahmani, & Yuhana, 2015)

2.6.6. Usabilidad de Aplicaciones Web

Las aplicaciones basadas en la Web se han convertido en un medio estándar y multiplataforma para que las empresas puedan comunicarse entre sí y con los consumidores (Batra & Bishu, 2007). El auge de este tipo de sistemas de información requiere tal atención que últimamente es evidente que los esfuerzos de mejoramiento apuntan a los sitios web, y es por eso que la usabilidad no se ha rezagado en esta tendencia, a tal punto que el diseño de interfaces y sitios web tienen un papel importante e integral en el comercio contemporáneo (Batra & Bishu, 2007), dado que una experiencia de servicio altamente útil y convincente conduce a una mayor atracción y retención de clientes según Xue & Harker citado en (Lewis, 2014).

Uno de los principales retos de la usabilidad web es la diversidad cultural de los usuarios. Como hemos visto la usabilidad resalta a la experiencia del usuario sobre todo lo demás (Batra & Bishu, 2007), y consecuentemente en las páginas web emergen cuestiones de ¿Cómo saber que un sitio web es lo suficientemente bueno para el usuario y cómo evaluarlo?

Con el rápido crecimiento de la tecnología de la información, las páginas web son usadas no sólo para las empresas, sino para las organizaciones que creían que estaban sujetos a la competencia. Los sitios web hoy en día simbolizan la imagen de las empresas, ya que es una plataforma importante para proporcionar información y servir como un medio público para acumular recursos empresariales, por lo cual asegurar su usabilidad es una tarea muy importante (Wang et al., 2012).

La usabilidad probablemente es el factor más importante que describe la medida en que un sitio web puede ser utilizado por los usuarios (Kamau et al., 2016).

2.6.7. Usabilidad de Aplicaciones Móviles

A medida que la tecnología avanza, la usabilidad también ha ido evolucionando y adaptándose a los nuevos tiempos, un ejemplo de ello es la usabilidad en dispositivos móviles, como referencia de su importancia (Sauro, 2017) reúne 15 datos interesantes acerca del uso de dispositivos móviles en la actualidad:

- **Los teléfonos celulares son omnipresentes.** Un informe de Pew Research sugiere que el 95% de los estadounidenses poseen un teléfono celular; Alrededor del 77% de los adultos estadounidenses poseen un teléfono inteligente, lo que representa un aumento del 68% con respecto al informe del año pasado. La tasa de propiedad de teléfonos inteligentes es más alta en Corea del Sur (88%) y más baja en Etiopía (4%). Esta tasa también varía según la edad, con 97-98% de millennials (18-34) que posee un teléfono inteligente.
- **Las tasas de propiedad de teléfonos inteligentes en países emergentes y en desarrollo continúan aumentando** a un ritmo extraordinario, pasando de un 21% en 2013 a un 37% en 2015. Sigue habiendo una brecha de género, con más hombres que mujeres en cuanto a la propiedad de teléfonos inteligentes y acceso a Internet. Los pronosticadores esperan que los usuarios de teléfonos inteligentes lleguen a 2,32 mil millones en todo el mundo en 2017.
- **Alrededor de la mitad de la población estadounidense posee una tableta.** Esto no ha cambiado mucho desde hace años. La propiedad de la tableta difiere según el nivel de educación reportado: 62% de los graduados universitarios versus 35% de aquellos con un diploma de secundaria que poseen una tableta.

- **Se espera que la propiedad de teléfonos móviles sobrepase la propiedad de computadoras de escritorio para el año 2018.** La gente usa tabletas principalmente para usar motores de búsqueda, consultar correo electrónico, ver videos en línea y visitar redes sociales. Los teléfonos inteligentes se utilizan principalmente para acceder a Internet, tomar fotos / videos, recibir / enviar mensajes de texto y buscar direcciones.
- **El uso del escritorio sigue siendo importante para el trabajo diurno, pero los smartphones y las tabletas dominan por la noche.** Las personas usan tabletas para revisar los motores de búsqueda (23%), visitar las redes sociales (19%) y revisar el correo electrónico (19%).
- **Android se usa más que iOS y ahora Windows también. Android es dominante en los EE.UU.** con alrededor de 64% de cuota de mercado (hasta un 3% nominal del informe del año pasado) y su cuota es aún más dominante en todo el mundo.
- **En promedio alrededor de 27 aplicaciones se utilizan por mes y alrededor de 6-10 se utilizan en una semana.** La gente gasta, en promedio, unas 40 horas al mes en sus aplicaciones para móviles. Las mujeres pasan, en promedio, unas 42 horas al mes, mientras que los hombres pasan 39 horas al mes. El uso de la aplicación también varía según la edad. Los usuarios de teléfonos inteligentes, de edades comprendidas entre 18 y 24 años, tienen acceso a alrededor de 25 aplicaciones por mes. Los adultos de 25 a 49 años acceden a 28 aplicaciones, los de 50 a 60 años acceden a 25 aplicaciones y 65 tienen acceso a un promedio de 21 aplicaciones al mes.
- **Las aplicaciones móviles se utilizan principalmente para matar el tiempo,** pero un gran porcentaje de las compras en línea ahora suceden en los teléfonos móviles. Se prevé que el comercio móvil alcance el 45% del mercado de comercio electrónico o 284.000 millones de dólares en 2020.

- **Alrededor del 69% de los adultos estadounidenses utilizan los medios sociales.** A partir de mayo de 2017, las aplicaciones de redes sociales más populares en Estados Unidos son: Facebook (114 millones de usuarios móviles), Facebook Messenger (104 millones), Instagram (56 millones) y Google Hangouts (45 millones). Continuando con las cifras de uso, alrededor de la mitad del tiempo se gasta en una sola aplicación, y el 80% se gasta en las tres aplicaciones principales. En los Estados Unidos, el año pasado Pokemon GO rompió récords por su uso, pero ahora 4 de cada 5 usuarios han renunciado.
- **La gente usa sus teléfonos alrededor de 80 veces al día;** El 69% del tiempo digital se gasta en móviles, frente al 31% en el escritorio.
- **Los retrasos en los móviles son peores que estar en una fila y** se consideran más estresantes que ver películas de terror.
- **El tiempo de los usuarios dedicados a los teléfonos inteligentes sigue aumentando** (sobre todo en los días festivos), y la gente sigue prefiriendo comprar en sitios web para móviles que en aplicaciones. El 58% de los ingresos móviles proviene de los sitios web móviles versus las aplicaciones nativas.
- **La mayoría de los compradores de teléfonos inteligentes (72%) investigan un artículo antes de realizar una compra,** incluidos los que comprueban los precios de artículos (70%) y los que buscan una tienda para realizar la compra deseada (60%).
- **Las tasas de conversión de tabletas son todavía más altas que los teléfonos inteligentes** y los códigos QR aún no son muy populares.
- **Aunque la orientación vertical es un poco más preferida que el paisaje** (60% frente al 40%), los usuarios señalaron que la forma en que tienen sus dispositivos depende tanto del tamaño del dispositivo como de la actividad, como ver videos, jugar, leer o navegar por Internet.

Con estos antecedentes es notable la importancia de la medición de usabilidad en dispositivos móviles, pero para entender la aplicabilidad de la usabilidad en este tipo de dispositivos hay que considerar sus particularidades, tales como:

- **Capacidad Computacional:** La potencia computacional y la capacidad de memoria de los dispositivos móviles están muy por detrás de las computadoras de escritorio. Algunas aplicaciones que requieren una gran cantidad de memoria para soporte gráfico o velocidad rápida de procesamiento, como la aplicación de mapas de ciudades tridimensionales para PDAs (Rakkolainen & Vainio, 2001, citado en Dongsong & Boonlit, 2005), pueden no ser prácticas para dispositivos móviles. Debido a la limitada capacidad de procesamiento de los dispositivos móviles, los desarrolladores pueden tener que desactivar algunas funciones (por ejemplo, imágenes de alta resolución y movimientos dinámicos del marco).
- **Tamaño de la pantalla:** Las restricciones físicas de los dispositivos móviles, especialmente el tamaño de la pantalla, la cual es pequeña, puede afectar significativamente la usabilidad de las aplicaciones móviles (Jones et al., 1999; L. Kim & Albers, 2001, citados en Dongsong & Boonlit, 2005). La presentación directa de la mayoría de las páginas de la World Wide Web en dispositivos móviles pequeños puede ser estéticamente desgradable, no navegable y, en el peor de los casos, completamente ilegible (Bickmore & Schilit, 1997, citado en Dongsong & Boonlit, 2005).
- **Resolución de pantalla:** La capacidad de visualización de los dispositivos móviles soporta una resolución de pantalla mucho menor en comparación con los escritorios. La baja resolución puede degradar la calidad de la información multimedia que se muestra en la pantalla de un dispositivo móvil. Como resultado, diferentes niveles de resolución de pantalla en diferentes dispositivos móviles pueden causar diferentes resultados en las pruebas de usabilidad (Jones et al., 1999, citado en Dongsong & Boonlit, 2005).

- **Métodos de entrada y salida:** Proporcionar métodos de entrada a dispositivos pequeños es difícil y requiere cierto nivel de competencia (Longoria, 2001, citado en Dongsong & Boonlit, 2005). Pequeños botones y etiquetas limitan la eficacia y la eficiencia de los usuarios al introducir datos, lo que puede reducir la velocidad de entrada y aumentar los errores. Los resultados de un estudio de usabilidad pueden verse afectados por el uso de diferentes métodos de introducción de datos (por ejemplo, teclados blandos frente a físicos, MacKenzie y Zhang, 1999, Soukoreff y MacKenzie, 1995, S. X. Zhang, 1998). Diferentes estados de usuario (por ejemplo, sentarse frente a caminar, sostener un dispositivo en la mano o ponerlo sobre una mesa) mientras se usa un dispositivo móvil pueden exacerbar aún más el problema de entrada de datos.
- **Conexión a internet:** Cuando se altera el intercambio de datos, la solicitud no puede cumplir su propósito. Esto conduce a problemas de usabilidad, pues los usuarios siguen insatisfechos porque no pueden realizar sus tareas específicas y alcanzar sus objetivos.
- **Consumo de Energía:** Es conocido que el talón de Aquiles de los dispositivos móviles es la duración de su batería. Un estudio que realizado en 170.000 revisiones de usuarios recopiladas en la tienda de aplicaciones de Google Play reveló que los usuarios tienen más probabilidades de desinstalar una aplicación si muestra un comportamiento ineficiente en cuanto a la energía en comparación con otros tipos de comportamientos ineficiente. Un uso ineficiente de energía de aplicaciones es un efecto negativo que puede influenciar en factores de usabilidad como la satisfacción, ya que un usuario insatisfecho puede llegar a remover la aplicación de su dispositivo.
- **Sensores:** Los sensores dan cuenta de los cambios de entorno (contexto de uso). De esta manera las aplicaciones "conocen" los factores adecuados del dispositivo externo que pueden afectar la comunicación entre el software y el usuario en un aspecto negativo (Nacheva, 2017).

Todos estos factores determinan la usabilidad como un criterio dependiente del contexto (Dongsong & Boonlit, 2005). Los métodos y herramientas considerados no cubren completamente todo el proceso de exploración de la usabilidad, por lo cual propone una arquitectura de sistemas basada en web para la evaluación de usabilidad en aplicaciones móviles (Nacheva, 2017).

2.7. Evaluación de Usabilidad

Dumas (citado en Lewis, 2014) menciona que la medición de usabilidad es compleja porque la usabilidad no es una propiedad específica de una persona o cosa, es decir, no existe un termómetro de usabilidad que facilite esta tarea.

Existe una clasificación bien conocida en usabilidad: Formativa y Sumativa, y se diferencian a través de su enfoque, por cuanto las mediciones de la usabilidad sumativa se basan en métricas asociadas con las metas del producto o tareas globales, y la usabilidad formativa se encarga de encontrar problemas de usabilidad y a su vez trata de mitigarlos (Lewis, 2012, citado en Lewis, 2014).

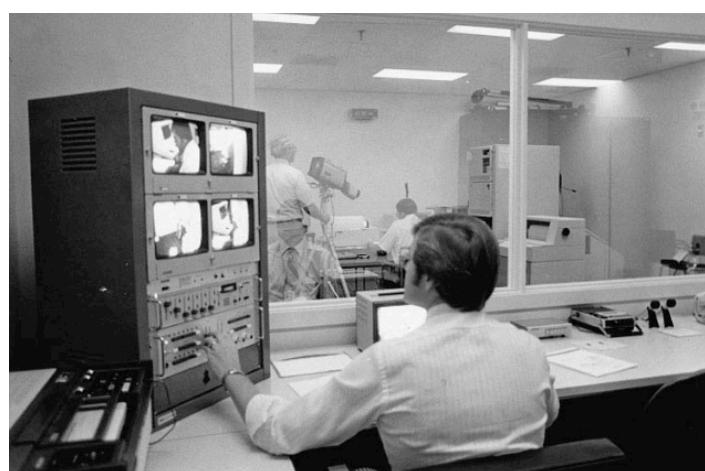


Figura 5. Laboratorio de usabilidad en las instalaciones de IBM
Fuente: (Lewis, 2014)

IBM alrededor de 1978 ya contaba con un laboratorio de usabilidad en Rancon, Florida como se muestra en la Figura 5., es decir, desde hace 39 años la evaluación de usabilidad empezó a tomar fuerza debido a su importancia, ya que no solo basta con desarrollar buenos productos, si no que estos deben ser usables.

Según encuestas llevadas a cabo por Measuring Usability LLC, una firma de investigación cuantitativa de usabilidad, los métodos para medir la experiencia del usuario se distribuyen según la Figura 6 a través del tiempo. Contiene datos de más de 1200 encuestados de 37 países recopilados en el 2016. Datos similares se recogieron en 2014 y 2011 con muestras de tamaño similar (Sauro, 2017).

Como ha sido el caso, desde el año 2011, la prueba de usabilidad (con usuarios) es el método más común, con alrededor del 80% de los encuestados. Las pruebas de usabilidad han evolucionado en la última década con muchas más opciones que ofrecen pruebas no moderadas y moderadas remotas, además de pruebas tradicionales basadas en laboratorio (Sauro, 2017).

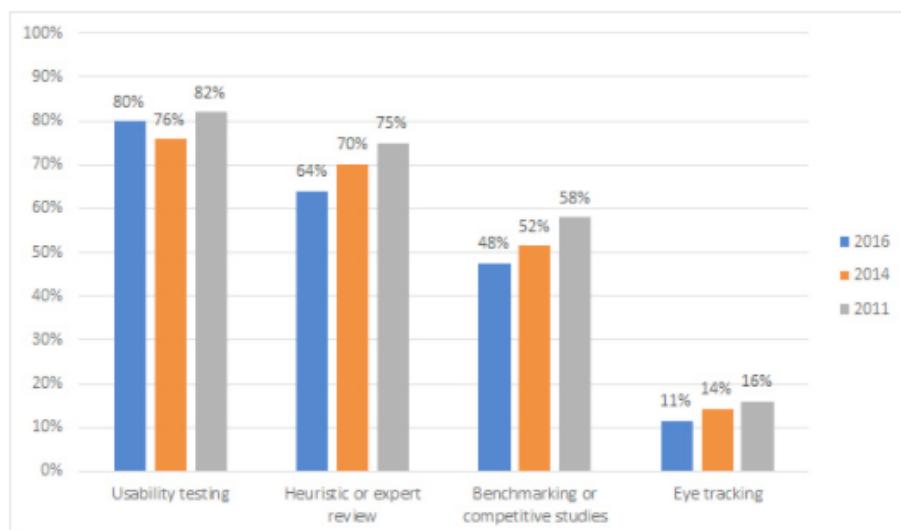


Figura 6 Métodos de evaluación de usabilidad comunes

Fuente: (Sauro, 2017)

Las pruebas no moderadas se refieren a las pruebas de usabilidad que usan software que administra las tareas y preguntas para los participantes de todo el mundo sin la necesidad de un facilitador/moderador. Es una técnica altamente eficaz para recoger una gran cantidad de datos

rápidamente. Sin embargo, no es adecuado que las evaluaciones sean auto administradas en todo el proceso, porque los usuarios son mecánicamente receptivos en algunas situaciones, sin pensar en el problema. En este caso los expertos en usabilidad no son capaces de observar las expresiones faciales, la entonación vocal y las reacciones al dar respuestas (Nacheva, 2017).

2.7.1. Métricas de Usabilidad

Los resultados de las evaluaciones de usabilidad se demuestran a través de varias métricas, pero para ello es importante entender los factores o atributos que se van a medir, en la Tabla 8 se muestra un resumen de los atributos de usabilidad considerados por varios autores y estándares adicionalmente se añadió los atributos de usabilidad de la ISO/IEC 9126.

Tabla 8
Factores de Usabilidad según varios autores y estándares

ISO/DIS 9241-11.2	Nielsen	Quesenberry	Preece	ISO/IEC 9126
Eficiencia	Eficiencia	Eficiencia	Eficiencia	Comprensión
Eficacia	Satisfacción	Eficacia	Eficacia	Operatividad
Satisfacción	Aprendizaje Errores Memoria	Facilidad de Aprendizaje Tolerancia a Errores Atractivo	Aprendizaje Memoria Seguridad Utilidad	Aprendizaje Atractivo Cumplimiento de Usabilidad

Fuente: Traducido y adaptado de (Nacheva, 2017)

En el análisis previo ya se definieron algunos términos correspondientes a los estándares ISO/DIS 9241-11.2 y la ISO/IEC 9126. A continuación, se va a describir los otros factores para un mejor entendimiento de las métricas que se utilizan en cada uno de ellos.

- **Errores:** ¿Cuántos errores hacen los usuarios?, ¿qué tan graves son estos errores y qué tan fácil pueden recuperarse de los errores? (Nielsen J. , 2012).
- **Memoria:** Cuando los usuarios vuelven al diseño después de un período de no usarlo, ¿con qué facilidad pueden restablecer su experiencia? (Nielsen J. , 2012)

- **Tolerancia a errores:** Capacidad del producto de software para mantener un nivel de rendimiento especificado en casos de fallas de software o de infracción de sus especificaciones (International Organization for Standardization, 2001)
- **Seguridad:** Capacidad del producto de software para proteger la información y los datos para que personas o sistemas no autorizados no puedan leerlos o modificarlos y para proveer acceso a personas o sistemas autorizados (International Organization for Standardization, 2008)
- **Utilidad:** Utilidad se refiere a la funcionalidad para que los usuarios puedan "hacer lo que necesitan o quieren hacer" (Preece, Rogers, & Sharp, 2002). Lo que significa, "¿hace lo que los usuarios necesitan?" (Nielsen J. , 2012).

Algunas métricas son básicamente funciones que se definen en términos de una fórmula, pero otras son simplemente datos contables sencillos. Las métricas contables se pueden extraer de los datos brutos recopilados de diversas fuentes, como logs⁴, observaciones en video, entrevistas o encuestas. Ejemplos de métricas contables incluyen el porcentaje de una tarea completada, la proporción de éxitos de tarea a fallos, la frecuencia de uso de la ayuda de programa, el tiempo dedicado a tratar errores de programa y el número de elementos de interfaz de usuario en pantalla. Las métricas son los resultados de cálculos matemáticos, algoritmos o heurísticas basados en datos observacionales crudos o métricas contables. (Seffah et al., 2006)

Al conocer los conceptos de los factores o atributos de usabilidad, talvez resulte dificultoso entender el cómo se mide, la realidad es que la usabilidad se mide con personas realizando tareas reales en una interface. Los evaluadores observan informalmente, remotamente o en un laboratorio. La meta principal es mirar y entender cuál es el comportamiento del entorno y de los usuarios cuando intentan completar una tarea. ¿Pueden completar la tarea correctamente? ¿Esa tarea le tomó mucho tiempo? ¿Cometió algún

⁴ Logs denominado archivo de registro de eventos en un sistema.

error? ¿Qué problemas tuvo? ¿Qué piensan los usuarios de la aplicación luego de haberla usado? ¿Le gustó, le disgustó, o le es indiferente? Estas son algunas de las preguntas que se intentan contestar con las pruebas de usabilidad (Sauro, 2010).

Para la presente investigación especificaremos más a fondo el procedimiento de las mediciones de eficiencia, eficacia y satisfacción.

2.7.2. Eficiencia

La eficiencia se mide en base al tiempo en tareas:

Ecuación 1 Tiempo de tarea

$$\text{Tiempo de Tarea} = \text{Tiempo Fin}-\text{Tiempo Inicio}$$

Cuando se proporciona una estimación del tiempo medio de la tarea para estudios de muestras pequeñas ($n < 25$), la media geométrica es la mejor estimación del centro de la población (la mediana) (Sauro & Lewis, 2010).

Existen dos maneras de representar la eficiencia (Sergeev, 2010):

- **Eficiencia Basada en Tiempo**

Ecuación 2 Eficiencia basada en tiempo

$$\text{Eficiencia basada en Tiempo} = \frac{\sum_{j=1}^R \sum_{i=1}^N \frac{n_{ij}}{t_{ij}}}{NR}$$

Donde:

N = El número total de tareas.

R = El número de usuarios.

n_{ij} = El resultado de la tarea i por el usuario j; Si el usuario completa con éxito la tarea, entonces $n_{ij} = 1$, si no, entonces $n_{ij} = 0$

t_{ij} = Tiempo empleado por el usuario j para completar la tarea i. Si la tarea no se completa correctamente, el tiempo se mide hasta el momento en que el usuario abandona la tarea.

- **Eficiencia Relativa Global**

Ecuación 3 Eficiencia Relativa Global

$$\text{Eficiencia Relativa Global} = \frac{\sum_{j=1}^R \sum_{i=1}^N n_{ij} t_{ij}}{\sum_{j=1}^R \sum_{i=1}^N t_{ij}} \times 100\%$$

Donde:

N = El número total de tareas.

R = El número de usuarios.

n_{ij} = El resultado de la tarea i por el usuario j; Si el usuario completa con éxito la tarea, entonces n_{ij} = 1, si no, entonces n_{ij} = 0

t_{ij} = Tiempo empleado por el usuario j para completar la tarea i. Si la tarea no se completa correctamente, el tiempo se mide hasta el momento en que el usuario abandona la tarea.

2.7.3. Eficacia

- **Tasa de éxito**

También es conocida como tasa de finalización o tasa de terminación de tarea. Es la proporción de tareas completadas en relación las tareas totales.

Ecuación 4 Tasa de cumplimiento de tarea

$$\text{Tasa de C.} = \frac{\# \text{ de Tareas Completadas Correctamente}}{\# \text{ de Tareas}} \times 100\%$$

La tasa de Cumplimiento de Tareas es 78% (basado en un análisis de 1.100 tareas) (Sauro, 2010). Al medir la tasa de cumplimiento Jeff Sauro recomienda (Sauro & Lewis, 2006):

- Calcule siempre un intervalo de confianza, ya que es más informativo que una estimación puntual. Para la mayoría de los trabajos de usabilidad, recomendamos un intervalo Wald ajustado al 95% (Sauro & Lewis, 2005).
- Si realiza pruebas de usabilidad en las que las tasas de cumplimiento de tareas típicamente toman una amplia gama de

valores, distribuidas uniformemente entre 0 y 1, debe utilizar el método Laplace. Cuanto menor sea el tamaño de su muestra y cuanto más lejos su estimación inicial de p es de .5, más mejorará su estimación de p .

- Si realiza pruebas de usabilidad en las que las tasas de cumplimiento de tareas se restringen aproximadamente al rango de 0,5 a 1,0, entonces el mejor método de estimación depende del valor de x / n . Si $x / n \leq .5$, utilice el método de Wilson (que se obtiene como parte del proceso de cálculo de un intervalo de confianza binomial Wald ajustado). Si x / n está entre .5 y .9, utilice el MLE. Cualquier intento de mejorarlo es tan probable que disminuya como para aumentar la precisión de la estimación. Si $x / n \geq .9$, pero menor que 1.0, aplique el método de Laplace o Jeffreys. No utilice Wilson en este rango para estimar p , aunque haya calculado un intervalo de confianza de Wald ajustado al 95%. Si $x / n = 1.0$, utilice el método de Laplace.
- Utilice siempre un ajuste cuando el tamaño de la muestra sea pequeño ($n < 20$). (No hace ningún daño usar un ajuste cuando el tamaño de la muestra es mayor).

• Número de Errores

Esta medida consiste en contar el número de errores que comete el participante al intentar completar una tarea. Los errores pueden ser acciones involuntarias, resbalones, errores u omisiones que un usuario comete al intentar una tarea. Idealmente se debe asignar una breve descripción, una calificación de severidad y clasificar cada error en la categoría respectiva. Aunque puede tomar mucho tiempo, contar el número de errores proporciona una excelente información de diagnóstico (Sauro, 2011).

Basado en un análisis de 719 tareas realizadas utilizando software de consumo y de negocios, Jeff Sauro concluyó que el promedio de

errores por tarea es de 0,7, y 2 de cada 3 usuarios cometen un error. Sólo el 10% de las tareas observadas se realizaron sin errores, lo que lleva a la conclusión de que es perfectamente normal que los usuarios cometan errores al realizar tareas. Los errores suelen ser el "por qué" detrás de los tiempos de tareas más largas, las tareas fallidas y los índices de satisfacción más bajos (Sauro, 2010).

2.7.4. Satisfacción

De acuerdo con (Sauro, 2009) clasifica las métricas de satisfacción en dos:

- **Satisfacción de Desempeño (Post-Tarea):** Es la actitud de los usuarios sobre la tarea que acaba de intentar. Por eso se la denomina satisfacción de desempeño. Las calificaciones posteriores a las tareas de usabilidad le permiten identificar rápidamente áreas problemáticas en una interfaz, ya que se toman inmediatamente después de una tarea. Si desea saber dónde comenzar a mejorar la experiencia, empieza con la funcionalidad encontrada en la tarea que generó calificaciones bajas. Los cuestionarios post-tarea no necesitan ser largos o complejos (1-3 preguntas bastarán).
- **Satisfacción de Percepción (Post-Prueba):** A la inversa, cuando los usuarios responden a cuestionarios posteriores a la prueba como el *System Usability Scale* (SUS), tienden a proporcionar actitudes generales sobre la aplicación en general y no necesariamente su desempeño en la tarea, de ahí la denominación de satisfacción de percepción. La satisfacción de la percepción post-prueba le dirá lo que los usuarios piensan de su sitio web o aplicación.

Es recomendable tomar ambas pruebas si es posible. La satisfacción de rendimiento a nivel de tarea le indicará qué solucionar para mejorar las impresiones generales.

Cuestionarios Post-Tarea

Los cuestionarios Post-Tarea más populares son:

- **ASQ:** After Scenario Questionnaire (Cuestionario pos escenario) (3 preguntas).
- **NASA-TLX:** El índice de carga de tareas de la NASA es una medida del esfuerzo mental (5 preguntas).
- **SMEQ:** Subjective Mental Effort Questionnaire (Cuestionario de esfuerzo mental subjetivo) (1 pregunta).
- **UME:** Usability Magnitude Estimation (Magnitud de Estimación de Usabilidad) (1 pregunta).
- **SEQ:** Single Ease Question (Pregunta de Facilidad Individual) (1 pregunta).

De los cuestionarios mencionados, es recomendable usar *Single Ease Question* (SEQ), ya que es fácil de responder, administrar y puntuar (Sauro, 2011).

Cuestionarios Post-Prueba

En este caso, la satisfacción se mide mediante el completamiento de un cuestionario al final de la sesión de prueba a cada participante. Esto sirve para medir su impresión de la facilidad general de uso del sistema que se está probando. Para ello se pueden utilizar los siguientes cuestionarios (clasificados en orden ascendente por número de preguntas):

- **SUS:** *System Usability Scale* (Escala de Usabilidad del Sistema) (10 preguntas).
- **SUPR-Q:** *Standardized User Experience Percentile Rank Questionnaire* (Cuestionario Estándar Percentil de la Experiencia del Usuario) (13 preguntas).
- **CSUQ:** *Computer System Usability Questionnaire* (Cuestionario de usabilidad del sistema informático) (19 preguntas).

- **QUIS:** *Questionnaire For User Interaction Satisfaction* (Cuestionario para la satisfacción de la interacción del usuario) (24 preguntas).
- **SUMI:** *Software Usability Measurement Inventory* (Inventario de medición de usabilidad del software) (50 preguntas).

Se recomienda que, para software general, hardware y dispositivos móviles, se considere usar *System Usability Scale* (SUS), y para sitios web usar el SUPR-Q Sauro (2011).

Existe una correlación fuerte de 0.51 entre las calificaciones post-tarea de la usabilidad y las tasas de éxito. Es decir, si un usuario falla en una tarea tiende a calificarla como menos fácil de usar. (Sauro, 2009)

2.7.5. Escenarios y Tareas

La redacción de escenarios y tareas es una parte importante en la evaluación de usabilidad con usuarios, ya que la tasa de cumplimiento depende en gran medida del contexto de la tarea evaluada (Sauro, 2010). Es decir, una tarea bien redactada es esencial ya que los resultados de la evaluación no serán influenciados por la redacción de la tarea, si no de problemas de usabilidad reales.

Una vez elegidas las tareas a evaluarse, se decide cómo se deben presentar esas tareas a los usuarios, y la mejor manera es proporcionar a los usuarios los escenarios que contextualizan esas tareas, es decir situaciones en las cuales las tareas están inmersas dentro de un relato razonable y breve (Redish & Dumas, 1991).

Un escenario comunica al usuario cual es el objetivo de la tarea a realizarse, haciéndola ver más realista. En un escenario se describe la meta de la tarea y cualquier otra información que el usuario debería saber para completar la tarea. No se deben proveer los pasos a seguir. El objetivo de la evaluación es observar si un usuario típico puede imaginar los pasos a seguir que el sistema requiere. Adicionalmente menciona características para un buen escenario (Redish & Dumas, 1991):

- Es breve.
- Se redacta en el lenguaje del usuario, no del sistema.
- No es ambiguo, con ello todos los usuarios lo comprenderían.
- Provee al participante, información suficiente para realizar la tarea.
- Está directamente relacionada con la tarea y los objetivos de la evaluación.

Según Sauro J., (2016), un escenario:

- Es específico.
- No le dice al usuario en donde tiene que dar click.
- Emplea el lenguaje del usuario y no de la empresa.
- Tiene una solución correcta.
- En lo posible no debe depender de otra tarea.

Nielsen J., (2014) proporciona tres recomendaciones para escribir escenarios:

- Hacer de la tarea realista.
- Hacer de la tarea accionable, es decir que cumpla con un propósito específico.
- Evitar dar pistas o descripciones de los pasos a seguir.

Ejemplo:

“Estás planeando unas vacaciones a Nueva York, del 3 de marzo al 14 de marzo. Necesitas comprar pasajes aéreos y hotel. Vaya al sitio de American Airlines y al sitio de JetBlue Airlines y vea quién tiene las mejores ofertas.”

2.8. Métodos de Evaluación

Los métodos de evaluación son variados y dependen del objetivo de la evaluación de usabilidad. Mediante la Tabla 9 resume los métodos de evaluación existentes, donde el autor divide los tipos de métodos en principal y de soporte. Los métodos principales se pueden aplicar de forma

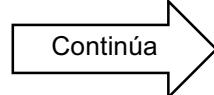
independiente, mientras que los métodos de soporte deben ser utilizados un método principal (Nacheva, 2017).

Como se puede apreciar los métodos son aplicables a sólo una o dos etapas del proceso de exploración de usabilidad, pero no cubren el resto. El método que proporciona máxima libertad en el trabajo es la prueba remota. Se implementa con herramientas de software para pruebas de usabilidad. Proporciona independencia de hardware, tiempo y ubicación física de los usuarios que interactúan con el sistema. Su desventaja está relacionada con su insuficiencia de reproducir resultados relevantes. Por lo tanto, debe aplicarse conjuntamente con otro método (Nacheva, 2017).

Para propósitos de esta investigación se van a describir en detalle el procedimiento de los métodos de evaluación heurística y de pruebas de laboratorio con usuarios que implica medición de eficiencia, eficacia y satisfacción.

Tabla 9
Métodos de evaluación de Usabilidad

Método	Tipo	Etapa	Herramientas	Lugar	Cuantitativo
Pensar en voz alta	Principal	P	Escenarios, Audio y Video	Laboratorio	No
Protocolo Preguntar-Responder	Principal, Soporte	P	Escenarios, Audio y Video, Cuestionario	Laboratorio	No
Pruebas Remotas	Principal, Soporte	P	Software de Acceso Remoto	Remoto	Si
Desempeño	Principal	P	Escenarios, Audio y Video	Laboratorio	Si
Mago de Oz	Principal	P	Prototipo, Escenarios, Video	Laboratorio	No
Grupos Focales	Soporte	P	Cuestionario, Audio y Video	Laboratorio, externo	No
Entrevistas	Soporte	P	Cuestionario, Audio y Video	Remoto, Personalmente	No
Investigación Contextual	Soporte	P	Cuestionario	Personalmente	No
Encuestas	Soporte	P	Cuestionario	Remoto,	No



Continúa

Personalmente					
Evaluación Heurística	Principal	AU	Prototipo, Soft. de Pruebas Automát.	Remoto, Personalmente	No
Recorrido Cognitivo	Principal	P, AU	Prototipo	Remoto	No
Recorrido en Conjunto	Principal	P, AU	Prototipo	Remoto	No
Inspección de Características	Principal	P, AU	Prototipo	Remoto	No
Inspección de Estándares	Principal	AU	Prototipo, Producto Final	Remoto	No

Fuente: Traducido de (Nacheva, 2017), donde P=Pruebas y AU=Análisis de Usabilidad.

2.8.1. Evaluación Heurística

La Evaluación Heurística, propuesta por Nielsen J., es un método de ingeniería de usabilidad para encontrar los problemas de usabilidad en un diseño de interfaz de usuario para que puedan ser atendidos como parte de un proceso de diseño iterativo. La evaluación heurística es un proceso en el que participa un grupo de evaluadores expertos en usabilidad quienes examinan la interfaz del sistema y la juzgan de acuerdo a su cumplimiento con los “principios de usabilidad reconocidos” también denominados “heurísticas. (Nielsen & Robert, 1994). La lista de Heurísticas está descrita previamente en la Tabla 2.

La evaluación se divide en 2 sesiones, en la primera sesión se identificarán los problemas de usabilidad y en la segunda sesión se establecerá el rango de severidad de cada problema identificado. Una vez terminada la primera sesión de evaluación heurística, los moderadores recolectarán y depurarán los datos obtenidos, para lo cual tomaremos en cuenta las siguientes recomendaciones según Nielsen J:

- Es recomendable que el evaluador inspeccione las interfaces por lo menos dos veces:
 - Primera Inspección: Explore la interfaz.
 - Segunda Inspección: Identifique los problemas de usabilidad más obvios.

- La evaluación se enfoca en la exploración de las interfaces de usuario, debe considerar realizar una tarea real en el sistema, ya que puede ser útil para analizar heurísticas como la de prevención de errores.
- El evaluador debe enfocarse en identificar un problema, no en resolverlo.
- El criterio del evaluador debe fundamentarse en las heurísticas propuestas, de tal manera que justifique el problema encontrado.
- Para las justificaciones, se debe tomar en cuenta el grupo de usuarios y el dominio del sistema.
- Como ayuda, se puede encontrar ejemplos prácticos de aplicaciones de heurísticas de usabilidad en el siguiente enlace:
<http://designingwebinterfaces.com/6-tips-for-a-great-flex-ux-part-5>

Cuando el evaluador haya culminado, se prepara el reporte de problemas de usabilidad se puede basar en la Tabla 10, tomando en cuenta que se puede infringir la misma heurística en más de una ocasión.

Tabla 10
Ejemplo de reporte de una evaluación heurística

No.	Heurística Infringida	URL	Justificación
1	Diseño estético y minimalista	http://www.ejemplo.com/login	<i>En esta página se muestra información en diferentes tamaños de letra, también se pretende resaltar cierta información mediante un color rojo que no mantiene consistencia con los colores principales de la página web. Además, la información no está agrupada, al contrario, está desordenada. La página no sigue los estándares de diseño recomendados como márgenes y espacios entre elementos. La información adicional distrae de la finalidad de la página.</i>
...

En la segunda sesión el evaluador calificará la severidad según los factores y la escala (véase la Tabla 11) de cada problema encontrado, para lo cual los moderadores proporcionarán una lista que agrupa todos los

problemas de usabilidad identificados. En esta última fase no se requerirá más de 30 minutos del tiempo del evaluador.

Tabla 11

Escala de Severidad para los problemas de Usabilidad

Punto	Descripción
0	No estoy de acuerdo en que es un problema de usabilidad en absoluto.
1	Problema estético solamente: no es necesario fijar un tiempo extra a menos que se lo disponga en el proyecto.
2	Problema de usabilidad de menor importancia : la fijación de este problema debe tener poca prioridad.
3	Problema de usabilidad mayor : importante para arreglar, por lo que se debe dar alta prioridad.
4	Catástrofe de usabilidad : imperativo para solucionar esto antes de que el producto pueda ser liberado.

Fuente: (Nielsen J. , 1995)

Los factores a considerar para justificar la severidad según Nielsen J. son:

- **Impacto del problema**: ¿Será fácil o difícil de superar para los usuarios?
- **Persistencia del problema**: ¿Es un problema de una sola vez que los usuarios pueden superar una vez que saben acerca de él o los usuarios repetidamente se molestan por el problema?
- **Frecuencia del problema**: ¿es común o raro?
- **Efectos en el mercado/contexto**: Ciertos problemas de usabilidad pueden tener un efecto devastador sobre la popularidad de un producto, incluso si son "objetivamente" bastante fácil de superar.

Hay ciertas consideraciones que debemos tener en cuenta al elegir el método de evaluación heurística, pues la misma no se la realiza con usuarios reales y depende de la experticia y el criterio personal de los evaluadores, es por ello que se recomienda usar este método como complemento a una prueba de laboratorio con usuarios reales, ya que ambos métodos identifican diferentes tipos de problemas de usabilidad

(Batra & Bishu, 2007). En la Tabla 12 se detallan las ventajas y desventajas de la Evaluación Heurística.

Tabla 12**Ventajas y Desventajas de la Evaluación Heurística**

Ventajas	Desventajas
Puede proporcionar algunos comentarios rápidos y relativamente baratos a los diseñadores.	Requiere conocimientos y experiencia para aplicar eficazmente la heurística
Asignar la heurística correcta puede ayudar a sugerir las mejores medidas correctivas a los diseñadores	Los expertos en usabilidad capacitados son a veces difíciles de encontrar y pueden ser caros
Puede usarlo junto con otras metodologías de prueba de usabilidad	Debe utilizar varios expertos y agregar sus resultados
Puede realizar pruebas de usabilidad para examinar más a fondo posibles problemas	La evaluación puede identificar más problemas menores y menos problemas importantes

Fuente: (usability.gov, 2013)

2.8.2. Pruebas de Usabilidad

La Prueba o Evaluación de usabilidad es un proceso que emplea a personas como participantes de prueba, que son representativos del público objetivo, para evaluar el grado en que un producto cumple con criterios de usabilidad específicos. Las pruebas de usabilidad son una herramienta de investigación, con sus raíces en la metodología experimental clásica (Rubin & Chisnell, 2008).

En la Figura 7 se ilustra cómo está distribuido un laboratorio completo de usabilidad. Consta de una sala designada como sala de pruebas y una segunda sala designada como una sala de observación y control. El único individuo dentro de la sala de pruebas es el participante. Todo el personal de prueba, incluido el moderador de la prueba, los observadores, el operador de la cámara, etc. están ubicados dentro de la sala de control mirando los procedimientos a través de un espejo unidireccional. Toda comunicación entre el moderador de la prueba y el participante ocurre a través de un intercomunicador. En los laboratorios más elaborados, la prueba es

ampliamente monitoreada con múltiples cámaras de video, grabadoras de audio, logs y otros equipos electrónicos modernos (Rubin & Chisnell, 2008).

Sin embargo, como alternativa, dependiendo del tipo de prueba, el moderador de la prueba también podría estar en la sala de pruebas con el participante (Rubin & Chisnell, 2008).

Esta configuración requiere un gran desembolso de capital y el compromiso por parte de la administración. Empresas de investigación, investigadores de mercado, universidades y otras corporaciones pueden tener espacios de laboratorio que pueden alquilar. La mayoría tienen el apoyo de una recepcionista y otras delicadezas. Muchos también ofrecen reclutamiento de los participantes. En caso de no contar con un presupuesto muy alto, la Figura 8 ilustra una distribución de laboratorio más simple (Rubin & Chisnell, 2008).

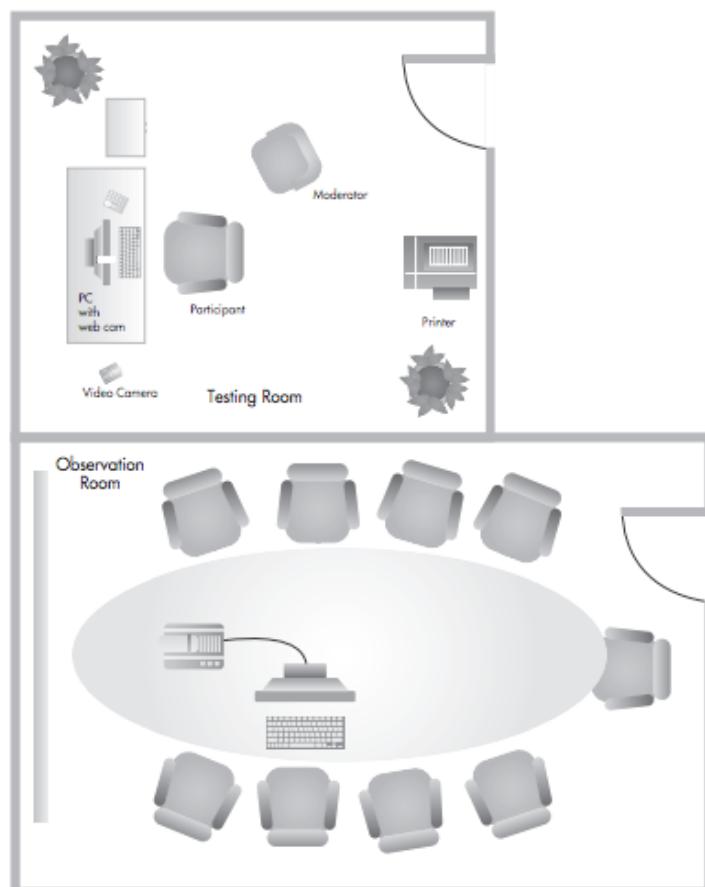


Figura 7 Laboratorio de Usabilidad Completo

Fuente (Rubin & Chisnell, 2008)

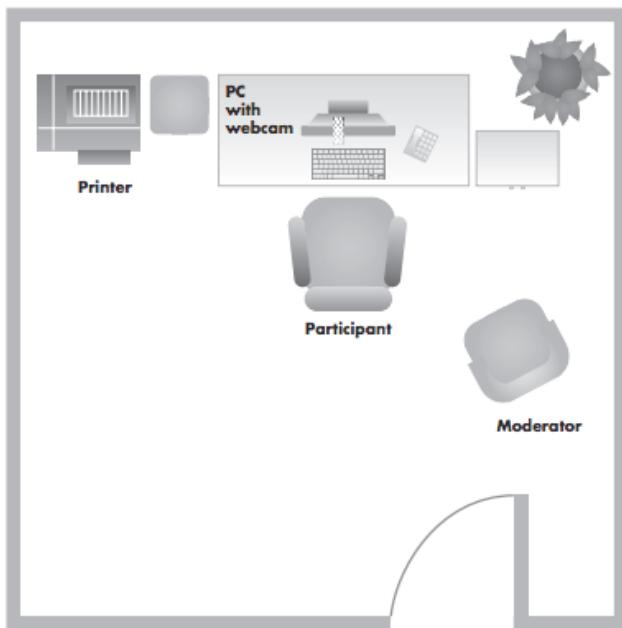


Figura 8 Laboratorio de Usabilidad Simple

Fuente: (Rubin & Chisnell, 2008)

2.8.2.1. Planificación de las Pruebas de Usabilidad

El plan de prueba es la base para toda la evaluación. Se describe el cómo, cuándo, dónde, quién, por qué y para qué de la prueba de usabilidad. Los formatos del plan de prueba variarán según el tipo de prueba y el grado de formalidad requerido en la organización. Sin embargo, las siguientes son las secciones típicas para incluir (Rubin & Chisnell, 2008):

1. Finalidad, metas y objetivos de la prueba
2. Preguntas de investigación
3. Características de los participantes
4. Métodos (diseño de la prueba)
5. Lista de tareas
6. Entorno de prueba, equipo y logística
7. Rol del moderador de la Prueba
8. Datos a recopilar y medidas de evaluación
9. Contenido del informe y presentación

2.8.2.2. Equipo básico, herramientas y accesorios

Para llevar a cabo correctamente las pruebas de usabilidad precisamos de algunos instrumentos, los cuales deben estar preparados antes de iniciar el proceso de evaluación con los usuarios, estos son (Rubin & Chisnell, 2008):

- Equipo básico.
 - PC o computador portátil.
 - Software de grabación.
 - Cámara de vídeo web o tradicional.
- Formularios y Herramientas para tomar notas.
 - Autorización de grabación.
 - Formularios de no divulgación (si es pertinente).
 - Formularios de consentimiento.
 - Cuestionarios.
 - Resumen de las características de los participantes.
 - Secuencia de comandos de sesión.
 - Escenarios para los participantes.
 - Instrucciones para los observadores.
 - Horarios de las sesiones.
 - Formularios de recibo para honorarios.
- Artefactos y accesorios.
 - Prototipo o producto final de lo que se está probando.
 - Números de cuenta.
 - ID de usuario y contraseñas.
 - Datos de prueba u otros elementos para hacer de la sesión realista (por ejemplo, un teléfono celular con mensajes, una cámara con imágenes para descargar).

2.8.2.3. Roles

Los roles en las pruebas de usabilidad son (Rubin & Chisnell, 2008):

- **Moderador:** El papel del moderador de la prueba o administrador de la prueba es el más crítico de todos los miembros del equipo de la prueba, presumiendo que se cuenta con el lujo de un equipo de prueba. De hecho, el moderador es el único miembro del equipo que debe tener para llevar a cabo la prueba. El moderador es responsable en última instancia de todos los preparativos, incluidos los materiales de prueba, los arreglos de los participantes y la coordinación de los esfuerzos de otros miembros del equipo de prueba.
- **Recolector de datos / observador:** Un recolector de datos toma notas o clasifica las actividades críticas y eventos esperados de una prueba en categorías codificadas.
- **Cronometrador:** Los cronometradores son responsables del seguimiento del tiempo de inicio, fin y que ha transcurrido en las actividades de prueba. Normalmente, el tiempo de cada tarea se registrará por separado.
- **Experto Técnico o del Producto:** Esta es una o más personas que conocen los aspectos técnicos del producto que se está probando. Su función es asegurar que el producto no funcione mal durante la prueba. Por ejemplo, si un sistema se bloquea y pone en peligro la prueba, alguien debe estar disponible para restaurarlo o proporcionar una copia de seguridad de trabajo. Esto es crucial si usted está probando en una etapa temprana de desarrollo cuando el producto es temperamental y con defectos.
- **Roles de prueba adicionales:** Las funciones adicionales dependerán de la naturaleza de la prueba. Una o más personas podrían ser necesarias para simular diferentes roles durante la prueba, como parte del diseño de la prueba. Es posible que necesite a alguien para ayudar a una línea telefónica para simular llamadas de ayuda durante la prueba. O, puede que necesite alguien para enviar un mensaje de texto a un teléfono celular o imitar a una persona de reparación enviada por la empresa.

- **Observadores de prueba:** Un observador de prueba no es particularmente un papel de prueba por así decirlo. Más bien, se refiere a cualquier otra persona que asista a una prueba, ya sea miembros del equipo de desarrollo, miembros de otros proyectos, gerentes o incluso miembros de otras compañías que están desarrollando productos que interactúan con los suyos.

2.9. Proceso de Pruebas de Usabilidad

Cuando el lugar, los equipos y el personal están listo para iniciar las pruebas, el siguiente proceso genérico, asegurará un correcto flujo de la evaluación en el laboratorio (Cao, 2017):

2.9.1. Actividades previas a la prueba

- Determine la hipótesis de la prueba
- Describa escenarios y tareas para la prueba
- Reclute participantes
- Programe las sesiones

2.9.2. Antes de cada sesión

- Asegúrese de conocer el nombre del participante
- Imprima "Tarea y escenarios" para los participantes
- Asegúrese de conocer el nombre del participante
- Asegúrese de tener dos bolígrafos (uno para usted, uno para el participante).
- Compruebe si su software de grabación funciona
- Compruebe si tiene su cable ethernet conectado y wifi configurado como respaldo para la conexión a Internet
- Compruebe el ratón y el teclado (configure los valores por defecto)
- Si está usando un computador portátil, conéctelo a la fuente de alimentación

- Asegúrese de que no tiene ningún atajo de teclado personalizado activado
- Cierre cualquier software innecesario
- Abra el navegador web (si se utiliza) en una página neutral (por ejemplo, Google)

2.9.3. Durante cada sesión

- Dar la bienvenida al participante y presentarse
- Explicar el motivo de la sesión
- Explicar el protocolo "Pensar en voz alta", si se aplica
- Dar a los participantes el formulario "Permiso de grabación"
- Dar a los participantes otros formularios (si aplica)
- Encender la grabadora de pantalla
- Pida al usuario que responda unas preguntas fáciles de responder durante la introducción (para que se sienta más cómodo).
- Leer la primera tarea y entregarla al participante
- Por cada tarea pregunte a los participantes sobre sus dudas
- Observe al participante realizar las tareas y anote cualquier incidencia
- Aplique el Cuestionario de post-prueba manual
- Agradecimiento y compensación al usuario por su participación

2.9.4. Despues de cada sesión

- Asegúrese de tener todos los documentos firmados
- Hacer una copia de seguridad de la grabación
- Analizar la grabación tan pronto como sea posible

En la Figura 9 se puede apreciar como es el flujo de trabajo de una evaluación de usabilidad en relación al usuario y su desempeño en las tareas, el modelo considera el tiempo en el que el usuario demora en recuperarse de los errores mientras realiza una tarea.

2.10. Pruebas de Usabilidad de aplicaciones móviles

Cuando se realizan las pruebas de usabilidad de aplicaciones móviles el procedimiento no cambia, lo que si difiere son las herramientas de evaluación y las consideraciones del contexto de uso que caracteriza a los dispositivos móviles (Véase Cap. 2.6.7).

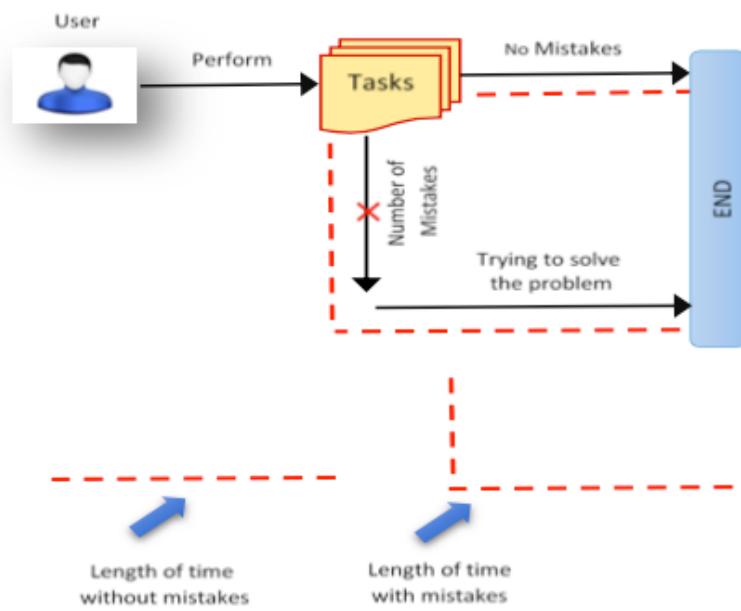


Figura 9 El proceso de Evaluación

Fuente: (Elberkawi, El-firjani, Maatuk, & Aljawarneh, 2016).

En la Figura 10 se evidencia como se preparan las herramientas para una prueba de usabilidad de aplicaciones móviles, para ello se usa una cámara que graba las reacciones del participante y otra que enfoca las acciones sobre dispositivo móvil. La cámara de documentos registra la pantalla del teléfono; La captura se proyecta en vivo en una computadora portátil.



Figura 10 Herramientas para pruebas de usabilidad
Fuente: (Budiu, 2014).

En la actualidad existe software para grabar la sesión de usabilidad directamente desde el dispositivo móvil, como es el caso de lookback (Lookback, 2017), que ofrece opciones como pruebas no moderadas o moderadas.

2.11. Metas de la Investigación

De acuerdo a la metodología (DSR) y una vez conceptualizado la problemática y el contexto, se determina las siguientes metas de investigación que de acuerdo a Wieringa (2014) “Las metas de investigación se clasifican en metas de contexto social y metas de DSR”.

2.11.1. Metas de contexto social

La ESPE como centro de educación superior y la Unidad de Tecnologías de Información como principal auspiciante del proyecto de investigación tiene como metas definidas las siguientes:

- Determinar la problemática existente del portal web MiESPE.

- Fomentar la constante innovación y aporte al desarrollo productivo mediante la posibilidad de proveer un medio innovador.

2.11.2. Metas del DSR

La presente investigación de acuerdo a los autores del proyecto tiene las siguientes metas:

- Medir la usabilidad del módulo de estudiantes del portal web MiESPE.
- Mejorar la satisfacción de los estudiantes al realizar actividades definidas en el portal web MiESPE.

2.12. Diseño del Problema

Para el diseño del problema de acuerdo a Wieringa (2014) “se requiere definir tanto como él (Artefacto) y el (Instrumento) y las preguntas de conocimiento” que, para su determinación se consideró:

- El problema planteado en 1.2,
- el contexto revisado en el presente capítulo y
- las metas de investigación.

2.12.1. Preguntas de conocimiento

De acuerdo a Wieringa (2014) las preguntas de conocimiento “son preguntas relacionadas al mundo real cuyo objetivo es generar conocimiento de la situación actual”.

De acuerdo al portal web MiESPE, módulo de estudiantes, se plantea las siguientes preguntas:

- **Descriptivas**
 - ¿Qué tareas comúnmente se hacen?
 - ¿Cuánto tiempo se lo lleva usando?
 - ¿Quiénes actualmente lo utilizan?

- **Explicativas**

- ¿Qué ocurre actualmente con la usabilidad del portal web MiESPE?
- ¿Cuál es el nivel de satisfacción de los usuarios utilizando el portal web MiESPE?

2.12.2. Instrumento

De acuerdo con Wieringa (2014) el instrumento de diseño es aquel que permite responder a las preguntas de conocimiento.

Para la solución de las preguntas descriptivas se ha considerado la participación de UTIC's como auspiciante de la investigación siendo quien conoce más del objeto de estudio, el portal web MiESPE; y para dar razón a las preguntas de conocimiento se aplicó las siguientes técnicas de evaluación de usabilidad y experiencia de usuario:

- Cuestionario Demográfico
- Cuestionario Post-tarea
- Cuestionario SUS

Los cuestionarios mencionados se aplican con el fin de responder a las preguntas de conocimiento y se realizan al final con la finalidad de evidenciar resultado y relacionarlo con las metas de la investigación.

2.12.3. Artefacto

De acuerdo a Peffers et al., (2008) “el artefacto puede ser un modelo, método, cualquier objeto diseñado cuyo objetivo sea el de solventar el problema en donde su principal valor, está incluido en el diseño del mismo”.

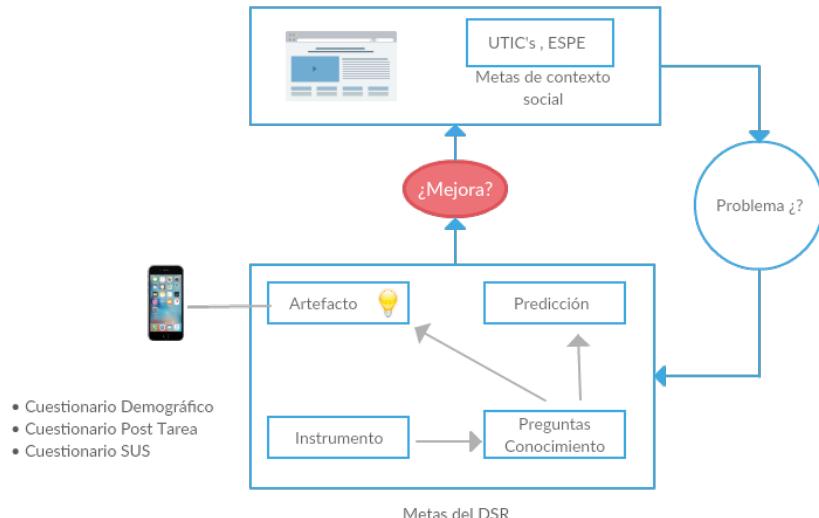


Figura 11 Estructura Del Proyecto De Investigación

Con estas consideraciones se determina como artefacto a:

- Aplicación móvil multiplataforma MiESPE Móvil.

Como resultado se obtiene la siguiente estructura del proyecto de investigación enmarcado en la metodología DSR, como se aprecia en la Figura 11.

El proyecto de investigación se origina a partir de la interacción existente del portal web MiESPE con el contexto académico, el mismo sirve de entradas para la generación de las preguntas de conocimiento, las cuales deben ser resueltas mediante los instrumentos definidos relacionados a usabilidad y experiencia de usuario, posterior a ello se centra en el desarrollo de la aplicación móvil multiplataforma considerando el modelo PACMAD y lineamientos de usabilidad de varias normas y autores, lo cual fortalecerá el diseño y así, posterior a la evaluación se identifica si existe una mejora o no.

CAPÍTULO III

EL ARTEFACTO

3. El Artefacto: Diseño y Desarrollo

Una vez identificado al artefacto como una aplicación móvil multiplataforma, es necesario enriquecer el diseño de dicho artefacto con técnicas, métodos y buenas prácticas que aumenten la posibilidad de solucionar el problema existente.

Para el entendimiento del contexto del desarrollo del artefacto se debe considerar lo siguiente:

- Desarrollo Ágil
- Desarrollo móvil multiplataforma
- Lineamientos de usabilidad en el desarrollo móvil

3.1. Desarrollo Ágil

El desarrollo de software ágil como manifiesta la IEEE Computer citado en (Dingsøyr et al., 2007) “está ligado con la retroalimentación y el cambio, indicando que el éxito se encuentra en pequeños ciclos de retroalimentación necesaria, para obtener un producto deseable”. De este modo se tiene un mayor control sobre el cambio existente permitiendo que se realice correcciones a tiempo.

3.1.1. Scrum

De acuerdo a (Schwaber & Sutherland, 2016) Scrum “es un marco de trabajo que permite incluir técnicas y métodos con el cual el equipo de trabajo puede direccionar problemas complejos mediante una solución que se destaque por su alto nivel de valor”. Scrum, de este modo es un método ágil el cuál basado en la priorización de trabajo en periodos cortos de tiempo (3-4 semanas) denominados Sprints, en ellos se consigue resultados que

pueden ser evaluados en cada iteración y sobrellevar bien la adaptación al cambio.

La Figura 12 indica el ciclo de desarrollo ágil utilizado en el marco de desarrollo Scrum:



Figura 12 Ciclo de desarrollo Scrum

Fuente: (ScrumAlliance, 2017)

Lo que describe la figura es el ciclo Scrum iniciando en base a los requisitos de donde se obtiene el “product backlog”, posterior a ello se realiza una junta con los miembros del equipo denominada “sprint planning” en la que se decide que tareas se comprometerán a realizarse y quienes serán los responsables, esto queda registrado en el “sprint backlog” y luego se lleva a cabo el desarrollo de dichas actividades consiguiendo al final, un producto que puede ser probado y entregado, al finalizar se realiza una reunión retrospectiva indicando lo bueno, malo y acciones de cambio para el siguiente sprint.

Scrum se sustenta en tres ejes principales que según menciona (Schwaber & Sutherland, 2016) son sus cualidades, estas son:

- Transparencia: El estado del proceso de desarrollo siempre se encuentra visible para el equipo de desarrollo.
- Inspección: En Scrum se puede manejar una inspección ya sea en las juntas retrospectivas o en las reuniones del día a día en la cual se puede solventar problemas o bloqueantes existentes.

- Adaptación: De este modo se puede reajustar y controlar el sprint con el objetivo de llevar a cabo las tareas comprometidas.

Si bien Scrum no dice que tipo de documentación realizar, para el presente proyecto se utilizó un modelo de documentación acorde a lo mencionado en Parnas, (2010) La documentación de un software debe ser específica, concisa y bien detallada, además debe ser escrita para entendimiento de distintas personas con roles variados de acuerdo a las necesidades de cada proyecto.

Adicional la documentación entregada se acordó con lo requerido con UTIC, detalla en la Tabla 13 y en la que se especifica su anexo correspondiente:

Tabla 13
Documentación sobre el desarrollo del artefacto

Fase de desarrollo	Documento	Anexo
Análisis	Casos de uso	ANEXO A
	Diagrama de base de datos	ANEXO C
Pruebas	Pruebas de Usabilidad	Véase en Cap 4
Implementación	Diagrama de arquitectura	ANEXO B

3.2. Desarrollo móvil multiplataforma

De acuerdo a un análisis de (DubLabs, 2015) “las aplicaciones móviles continúan dominando sobre las aplicaciones web móviles, siendo los estudiantes quienes tienen preferencia sobre los dispositivos móviles”.

“Una aplicación es aquel programa diseñado para correr sobre un dispositivo móvil y su propósito es realizar diversas funcionalidades y usualmente se encuentran para descargar en las tiendas de aplicaciones”. (El-Kassas citado en Steczko, 2016).

“El desarrollo móvil se clasifica principalmente por su arquitectura y su principal diferencia radica en rendimiento y costos” (Mohamed & Abdelmounaïm, 2017).

3.2.1. Aplicaciones nativas

Son aquellas aplicaciones que tienen un mejor rendimiento al ser desarrolladas de acuerdo a (Xanthopoulos citado en Steczko, 2016) con un lenguaje de programación y API dedicado para cada plataforma. Donde la plataforma líder al momento es Android con alrededor de 64% de las ventas en el mercado (Sauro, 2017).

Para el desarrollo de aplicaciones nativas se requiere de un entorno de desarrollo integrado (IDE) independiente por plataforma, en este caso Android Studio y X-Code para Android e IOS respectivamente lo que implica un doble esfuerzo al equipo de desarrollo.

Algunas de las ventajas de desarrollar aplicaciones móviles nativas son las siguientes, acorde a (Mohamed & Abdelmounaïm, 2017):

- Alto rendimiento
- Diseño de interfaz nativo
- Acceso a los recursos físicos del celular como cámara, GPS, sensores, entre otros.

3.2.2. Aplicaciones web

Las aplicaciones web son programas que para su creación utilizan tecnologías web como HTML, CSS, Javascript y funcionarán únicamente sobre un navegador, en este caso el navegador por defecto del dispositivo móvil, no se deben instalar y son dependientes de internet (Raj & Tolety citado en Steczko, 2016).

Como desventajas de las aplicaciones web se tiene que éstas son dependientes de internet, no proporcionan modo fuera de línea, el tiempo de respuesta no es el más rápido y principalmente no se puede acceder libremente a todos los recursos físicos de un dispositivo móvil (Steczko, 2016).

La ventaja de este tipo de aplicaciones es que las tecnologías web crecen a gran medida y son de fácil desarrollo incluso se puede incluir diseño responsivo para visualizar en la mayoría de dispositivos. En la actualidad se

espera sobrellevar el desarrollo web sobre el móvil con el término de Aplicaciones Web Progresivas (PWA), las mismas que buscan vencer las limitantes mencionadas previamente (Steczko, 2016).

Las PWA son una manera sorprendente de conseguir una experiencia de usuario confiable, rápida e inmersiva que sin duda ocuparán un lugar en la pantalla de inicio de dispositivos móviles (Google, Inc., 2017).

3.2.3. Aplicaciones multiplataforma

Las aplicaciones móviles multiplataforma tienen una arquitectura interesante pues combinan las aplicaciones web con aplicaciones nativas, todo esto mediante un Web View (Mohamed & Abdelmounaïm, 2017).

A diferencia de las aplicaciones web una aplicación multiplataforma puede acceder a los recursos físicos de un dispositivo móvil por medio de plugins creados en Javascript y ésta se puede publicar en las tiendas de aplicaciones (Cordova, 2017).

Las desventajas del desarrollo móvil multiplataforma, similares a las aplicaciones web se solventan gracias a Cordova, marco de desarrollo que permite, mediante código javascript acceder a los recursos nativos de cada dispositivo móvil, independiente de la plataforma (Cordova, 2017).

3.2.4. Selección del marco de desarrollo móvil multiplataforma

Siendo “el artefacto” del presente proyecto el desarrollo de una aplicación móvil multiplataforma, es necesario indicar, sobre cuál marco de desarrollo de aplicaciones híbridas se va a trabajar.

Para ello se realizó un análisis orientado al cumplimiento de tres tipos de objetivos propuestos por (Unyscape, 2016):

- **Objetivos de negocio:** Obtener una aplicación móvil multiplataforma (iOS, Android), bajo costo de licencias, desarrollo rápido.
- **Objetivos Técnicos:** Alto rendimiento, alto nivel de usabilidad y experiencia de usuario, tiempo de respuesta rápido, de fácil

mantenimiento, esfuerzo mínimo, alto soporte técnico, tecnologías actuales.

- **Objetivos operativos:** De fácil instalación y soporte, curva de aprendizaje controlada, de fácil integración con la metodología.

A continuación, en la Tabla 14 se muestra algunas de las herramientas multiplataforma más conocidas y populares (Linus, 2015):

Tabla 14

Herramientas y frameworks populares para el desarrollo multiplataforma

Fabricante	Framework	Tipo
Xamarin	Xamarin	Framework de aplicaciones
Apache	Cordova	Framework desarrollo móvil
Drifty Co	Ionic	Framework HTML5/Javascript
Facebook	React.js	Librería de Javascript
Telerik	Kendo UI	Librería de Javascript
Sencha	Sencha touch	Librería de Javascript
jQuery	jQuery Mobile	Librería de Javascript

Fuente: (Linus, 2015)

De estas se seleccionaron dos candidatas debido a su popularidad, acogida en el mercado y a la comunidad de desarrolladores, así como por la cantidad de información de estudios realizados en donde, a continuación, se muestra sus ventajas y desventajas.

3.2.4.1. Xamarin

Es una de las herramientas de desarrollo híbrido multiplataforma que permite crear aplicaciones nativas para iOS, Android y Windows phone teniendo como lenguaje base C# (Xamarin, 2017).

Ventajas:

- Xamarin permite integrar todas las funcionalidades de una aplicación móvil nativa, por lo cual permite mejorar el rendimiento de la aplicación permitiendo la integración de herramientas de desarrollo (SDK) de terceros (Xamarin, 2017).

- Únicamente requiere del conocimiento del lenguaje C# para realizar las mismas operaciones que se consiguen al usar Objective-C, Swift o Java (Xamarin, 2017).
- Al desarrollar aplicaciones con Xamarin se tiene acceso a todo el espectro de funcionalidades expuestas por cada plataforma siendo así que permite beneficiarse de las capacidades propias de la arquitectura de la plataforma tales como iBeacons⁵ y Fragments⁶ en iOS y Android respectivamente (Xamarin, 2017).

Desventajas:

- Para utilizar Xamarin es necesario contar con las licencias respectivas, ya que existe una versión community integrada con Visual Studio que lamentablemente aún tiene algunos bugs (Linus, 2015).
- Los aplicativos móviles construidos en Xamarin tienden a ser muy pesados, por lo que al ser descargados de las tiendas de aplicaciones tienden a crear incomodidad a los usuarios cuyos dispositivos tengan una reducida capacidad de almacenamiento (Linus, 2015).

3.2.4.2. Ionic 3

Ionic se describe como el mejor framework para desarrollo de aplicaciones móviles, además ofrece los mejores componentes de aplicaciones web y nativas permitiendo la creación de aplicaciones web progresivas y aplicaciones móviles multiplataforma. Sus tecnologías de desarrollo son HTML5, Angular JS, Typescript, Javascript y SCSS (Ionic, 2017).

Ventajas:

- Tiene un diseño de alta calidad: claro, simple y funcional en todos los dispositivos y posee una gran variedad de componentes donde la mayoría ya están construidos, reduciendo el tiempo de desarrollo. (Linus, 2015)

⁵ iBeacons donde son elementos de iOS nativo para geolocalización

⁶ Fragments elementos de construcción nativo de Android

- Ionic emula una interfaz nativa de acuerdo a los lineamientos de cada plataforma y permite la utilización de SDKs nativos con la ayuda de Cordova o Phonegap y Angular JS.
- La documentación de Ionic es una de las mejores y posee una guía de introducción excelente además al utilizar cordova las comunidades como Stackoverflow o de Ionic proporcionan un alto soporte. (Linus, 2015).
- Ionic no tiene costo y requiere solamente de un editor de texto y Node JS para su desarrollo pues al no tener un IDE oficial su instalación y configuración depende de una interfaz de consola denominada (CLI) lo cual da un control al usuario al momento de agregar librerías de terceros.

Desventajas:

- Difícil adaptación de nuevos elementos pues Ionic provee de la mayoría de componentes predefinidos, lo que resulta dificultoso para desarrollar interfaces complejas como las de videojuegos. (Linus, 2015)
- Ionic se encuentra en constante cambio por lo que implica la constante actualización del proyecto para poder utilizar las nuevas actualizaciones que se adapten en algunos casos a cambios en librerías. (Linus, 2015)

De acuerdo a lo mencionado el equipo de desarrollo decidió escoger Ionic 3 como marco de desarrollo en la elaboración del artefacto denominado MiESPE Móvil.

3.3. Lineamientos de usabilidad en el desarrollo móvil

Harrison citado en (Mendes & Dias-Neto, 2016) propuso un modelo de usabilidad llamado PACMAD (Personas como el centro del desarrollo de aplicaciones móviles). Este modelo de usabilidad apunta a abordar algunas de las deficiencias de los modelos de usabilidad existentes cuando se

emplea en aplicaciones móviles. El modelo PACMAD identifica siete atributos utilizados para las métricas finas para usabilidad, en aplicaciones móviles cada atributo tiene un impacto en la aplicación general.

Además de PACMAD (Norleyza, Zuraidah, & Abu, 2015) en su trabajo expone una serie de lineamientos de usabilidad los cuales fueron seleccionados en base a una comparativa de elementos de usabilidad empleados en varios modelos y lineamientos (i) ISO 9241-11, (ii) ISO 9126-1, (iii) Nielsen, (iv) Zhang, (v) PACMAD, (vi) Moe, (vii) Voelle. De los cuales se obtuvo el siguiente conjunto de lineamientos con sus directrices para su cumplimiento.

3.3.1. Efectividad

Se refiere a la habilidad que el usuario complete una tarea específica, su métrica es el número de tareas no cumplidas. Además, se refiere a la precisión y completitud de los objetivos fijados por el usuario. La interfaz debe ser capaz de acelerar el flujo de trabajo y muestra la salida deseada como esperaba el usuario. La eficacia se alcanza cuando la aplicación se desarrolla para adaptar las siguientes características (Norleyza et al., 2015):

- La interfaz está diseñada para realizar una tarea a la vez.
- La interfaz debe reducir la cantidad de entrada de texto a un mínimo mediante el uso de funciones como el cuadro combinado o el filtrado. Funcionalidad para facilitar las búsquedas.
- La interfaz es diseñada para permitir que cualquier acción sea repetida o replicada fácilmente.

3.3.2. Eficiencia

Este elemento se refiere a los recursos utilizados en relación con la exactitud e integridad de los objetivos del usuario. La interfaz debe ser capaz de mejorar la velocidad y exactitud de los datos como el usuario pretendía. También se refiere a la inmediatez de la respuesta ante las acciones

realizadas por usuarios. La eficiencia se puede lograr cuando una aplicación se adapta las siguientes características (Norleyza et al., 2015):

- La interfaz debe considerar una mínima cantidad de datos ingresados por el usuario por medio de la inclusión de los elementos como combo box o filtros.
- La aplicación debe estar diseñada para permitir la búsqueda de información mediante palabras clave y con la función de autocompletar.
- La Interfaz debe estar libre de errores.
- La aplicación debe proveer una actualización automática a la última versión.

3.3.3. Aprendizaje

Se refiere a la capacidad de la aplicación para ser fácilmente aprendida por todos los niveles de usuarios. La interfaz debe diseñarse para ser capaz de simplificar y acelerar el proceso de aprendizaje, la aplicación cumple con este atributo cuando adapte las siguientes características (Norleyza et al., 2015):

- La aplicación debe tener la capacidad de facilitar y acelerar el aprendizaje, es decir mejorar el proceso de cómo utilizar la aplicación.
- La estructura o flujo de la aplicación no debe ser demasiado compleja y confusa.
- La interfaz debe ser intuitiva, rápida y consistente en todas las pantallas.
- Las aplicaciones deben utilizar los métodos de entrada familiares en cada plataforma.

3.3.4. Atención del usuario

Se refiere al nivel mínimo de atención que debe prestar el usuario para utilizar la aplicación, este elemento es de gran importancia pues el usuario puede desviar su atención a otras tareas mientras usa la aplicación. La demanda de atención del usuario se consigue cuando se adapta lo siguiente (Norleyza et al., 2015):

- La aplicación utiliza notificaciones y mensajes de advertencia que comprenden mensajes de texto breves.
- La aplicación utiliza un sistema visual y señales de audio que no son demasiado distracción para que el usuario realiza la tarea principal.

3.3.5. Satisfacción

Se considera satisfacción al nivel de confort y satisfacción del usuario al usar el sistema, es decir a las actitudes positivas hacia el uso de la aplicación. Actualmente las aplicaciones deben permitir calificar e indicar el nivel de satisfacción que se tiene con la aplicación. La satisfacción del usuario se consigue mediante la adaptación de las siguientes características (Norleyza et al., 2015):

- La interfaz debe proporcionar un usuario personalizado para evaluar su experiencia, además de proporcionar retroalimentación por parte del equipo de desarrollo para cualquier consulta o sugerencia.
- La interfaz debe ser fácil e intuitiva.
- La interfaz debe ser cómoda para el usuario.

3.3.6. Presentación

El siguiente elemento se refiere a la apariencia de la interfaz de usuario, la cual debe ser fácil, intuitiva y emocionante. La composición de imágenes debe ser estructurada y consistente en todas las pantallas y utilizar una adecuada combinación de colores de tal modo se consiga una lectura

agradable del contenido. La presentación se puede conseguir mediante la adaptación de las siguientes características (Norleyza et al., 2015):

- La interfaz debe emplear iconos familiares o de fácil comprensión siguiendo los estándares de cada plataforma, los gráficos y animaciones de igual manera siempre y cuando sean necesarios
- Debido a la necesidad de que la aplicación se adapte con el usuario, se debe desarrollar y buscar el cumplimiento de las metas y objetivos del usuario, evitando causar distracciones, si se prioriza el desplegar información al usuario la aplicación se debe desarrollar con una interfaz amigable lo que se denomina centrado en la información. Por otro lado, si la prioridad es completar un proceso se debe desarrollar centrado en la velocidad para completar el objetivo a lo que se denomina centrada en el proceso.

3.3.7. Interacción Humano Computador (HCI)

Se refiere al diseño de la interfaz para facilitar y simplificar la interacción del usuario con la aplicación. Las metas de HCI se pueden lograr cuando las aplicaciones adopten las siguientes características:

- La aplicación proporcione un teclado virtual para entrada.
- La aplicación utiliza los diversos gestos humanos tales como acercar y alejar con los gestos del dedo maximizar y desplazarse o al sacar el menú.
- La aplicación maximiza y diversifica el uso del lápiz óptico en una pantalla táctil.
- La aplicación móvil es capaz de recibir una entrada de voz utilizando entradas como el micrófono.
- La aplicación permite controlar los tipos de entradas, por ejemplo: texto, numérico, contraseñas, correos con varias técnicas de entrada adecuadas para móviles y posibles de realizar con una sola mano.

3.3.8. Navegación

Este elemento es importante pues contempla la navegación que manejará el usuario dentro de la aplicación. La interfaz está diseñada para proporcionar flexibilidad y libertad para el usuario de moverse entre cualquier pantalla en que se encuentre. El criterio de navegación puede lograrse cuando se adopte las siguientes características (Norleyza et al., 2015):

- La Aplicación proporciona accesos directos convenientes como “Atrás”, “Inicio” e “Ir a” en caso de ser enlaces.
- La aplicación utiliza la técnica de “Migajas de pan” con el fin de conocer el proceso en el que se encuentra o en caso de ser una navegación extensa.
- La aplicación utiliza segmentos, vista de tabla, barras de navegación y manejar una arquitectura modelo vista controlador.

3.3.9. Suministros para Mapas

En el caso de aplicaciones que utilicen mapas este elemento se refiere a la capacidad de mostrar información relevante relacionada como por ejemplo: Información sobre la ubicación y carreteras. Esto se logra mediante de la adaptación de los siguientes puntos (Norleyza et al., 2015):

- La aplicación es compatible con fuentes de información como Google Maps, Apple Maps, Bing y Waze.
- La aplicación debe poseer características como la ubicación de búsqueda cercana, con la distancia y dirección de su ubicación.
- La aplicación debe permitir utilizar el GPS del dispositivo.

3.3.10. Instalación

Este atributo se refiere a la facilidad de instalación y configuración de la aplicación en el móvil en el dispositivo o teléfono inteligente. Para cumplir con el criterio de instalación se debe adoptar lo siguiente (Norleyza et al., 2015):

- Limita el tamaño de los archivos que se deben descargar para el funcionamiento de la aplicación. Si es absolutamente necesario para que el usuario descargue datos debe ser descargado como actualizaciones después de una instalación inicial.
- La aplicación se distribuye a través de fuente de distribución común y fácilmente accesible, Google Play para Android y App Store para iOS.
- Debe poseer un código QR que permita facilitar al usuario la descarga de la aplicación a través de App Store o Google Play.

3.3.11. Contexto móvil

Se refiere a la consideración de aspectos ambientales como el frío, la luz solar y la oscuridad que puede inhibir el uso de la aplicación. Permitir la realización de tareas en segundo plano, así como debe ser fácil la transición entre diferentes aplicaciones. Para el cumplimiento del contexto móvil se debe incluir las siguientes características:

- La aplicación permite a los usuarios recibir o realizar llamadas tan fácilmente como un solo botón.
- La interfaz tiene en cuenta el tamaño de la pantalla al momento de desplegar la información o solicitar ingreso de datos.
- La interfaz debe utilizar colores de alto contraste, para distinguirse de los widgets.
- La interfaz debe omitir los adornos innecesarios para facilitar el uso en la luz brillante.
- Se puede utilizar un control que permita variar entre los temas siempre que los cambios manejen un tema brillante y uno oscuro.

3.3.12. Soporte

Este elemento se refiere a proporcionar recursos de ayuda para el usuario dentro de la aplicación. Su objetivo es facilitar el acceso a recursos de ayuda en caso de que los usuarios tengan dificultades.

El soporte se logra conseguir al adoptar las siguientes características (Norleyza et al., 2015):

- La aplicación provee información, preguntas frecuentes y lista de verificación de procedimientos.
- La aplicación proporciona una directriz de procedimiento para un proceso para realizar una tarea en particular por ejemplo los tutoriales.
- La aplicación proporciona una breve referencia de vídeo sobre cómo operar cierto aspecto de la aplicación.
- La aplicación debe manejar conceptos para poder prevenir errores simples que ocurren frecuentemente.
- La información facilitada deberá cumplir las necesidades y aumentar el nivel de satisfacción y comodidad del usuario, esta no debe ser complicada ni confusa, que en su efecto causará disgusto a los usuarios.

3.3.13. Memorización

Consiste en la habilidad del usuario para retener información y utilizar la aplicación efectivamente, esto se puede conseguir con la minimización de carga cognitiva como indica (Whitenton, 2013) la carga cognitiva se reduce cuando se aplica lo siguiente:

- Evitar el desorden visual, es decir los enlaces redundantes, las imágenes irrelevantes y tipografía inadecuada pues la exageración de uso de dichos recursos llega a causar confusión en los usuarios.
- Mantener una construcción basada en modelos mentales existentes, es decir utilizar elementos de diseño que sean familiares pues ya se han utilizado en otras aplicaciones.
- Mantener informado al usuario de información que haya ingresado previamente, esto será de gran ayuda al momento de tomar decisiones dentro de la aplicación.

3.4. Desarrollo

3.4.1. Actividades

De acuerdo al proyecto de investigación se consideró aplicar el desarrollo de la aplicación en base a las mismas tareas evaluadas al sitio web MiESPE, éstas son las siguientes:

- Inicio de sesión
- Horarios
- Calificaciones
- Historial Académico
- Retenciones e impedimentos

3.4.2. Mapa de equivalencias

A continuación, en la Figura 13 se muestra el mapa de equivalencias de las actividades conseguidas en Android, cada una de las actividades corresponde a una pantalla principal, la cual sirve de ayuda al realizar el test de usabilidad y también para comparar y contrastar diferencias con las demás plataformas.

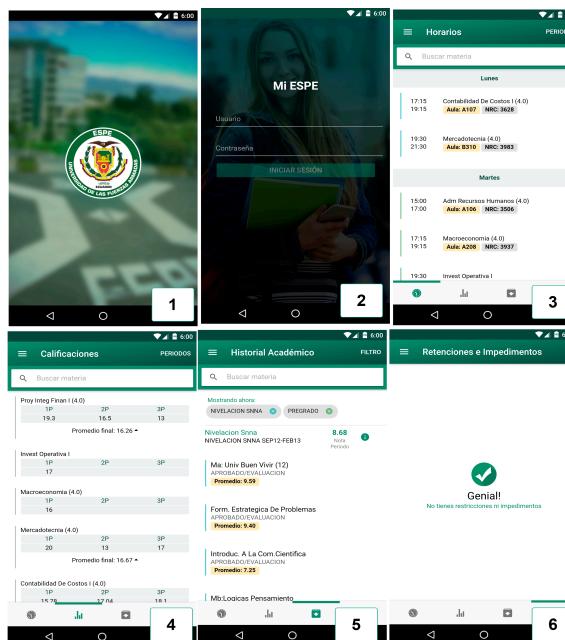


Figura 13 Mapa de equivalencias Android

En donde:

1. Pantalla de carga de la aplicación (Splash Screen).
2. Pantalla de Inicio de Sesión.
3. Pantalla de Horarios.
4. Pantalla de Calificaciones.
5. Pantalla de Historial Académico.
6. Pantalla de Retenciones e impedimentos.

3.4.3. Cumplimiento de lineamientos

Cada pantalla se enfoca en el cumplimiento de algunos de los lineamientos revisados previamente dependiendo si aplica o no. A continuación, se muestra un ejemplo en la Figura 14 para la tarea de búsqueda de calificaciones.

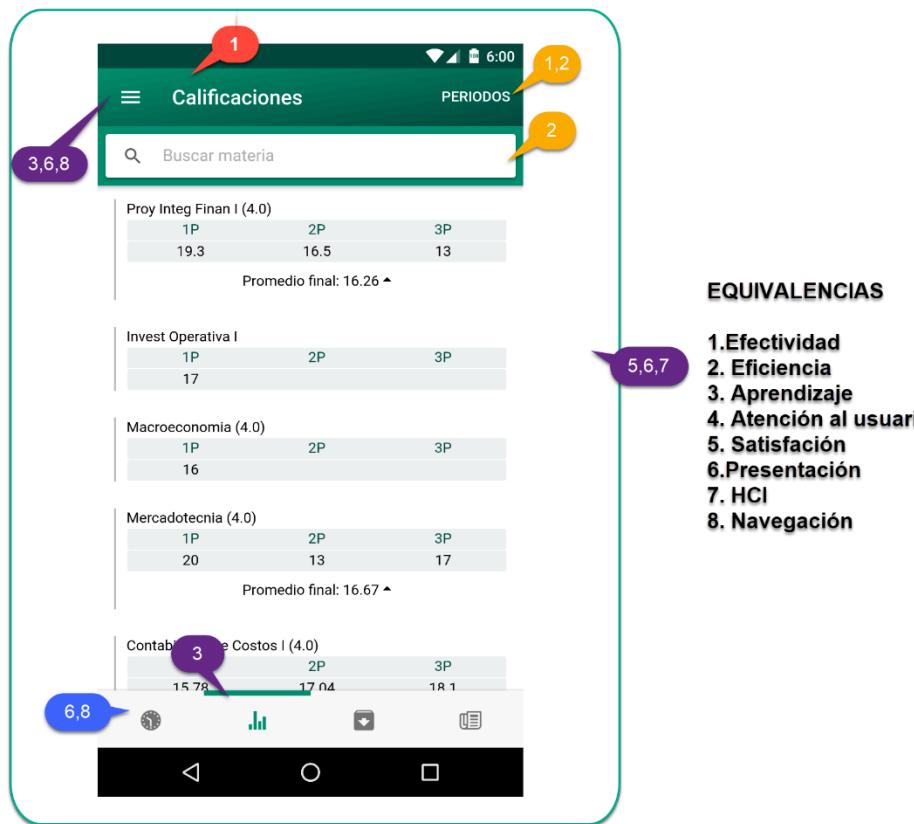


Figura 14 Lineamientos de usabilidad de la pantalla CALIFICACIONES

Donde cada componente se encuentra indicando a que lineamiento de usabilidad corresponde. El éxito de incluir estos lineamientos en la fase de desarrollo es conseguir un test de usabilidad favorable y de esta manera disminuir el riesgo que el producto final contenga problemas de usabilidad.

3.4.4. Flujo de tareas

Las tareas fueron conceptualizadas de tal modo que sean centradas en la información, por lo que deben ser precisas y no confundir al usuario, para ello se muestra un ejemplo de la navegación estándar incluido la detección y manejo de errores en la tarea de Inicio de Sesión, revisar Figura 15.

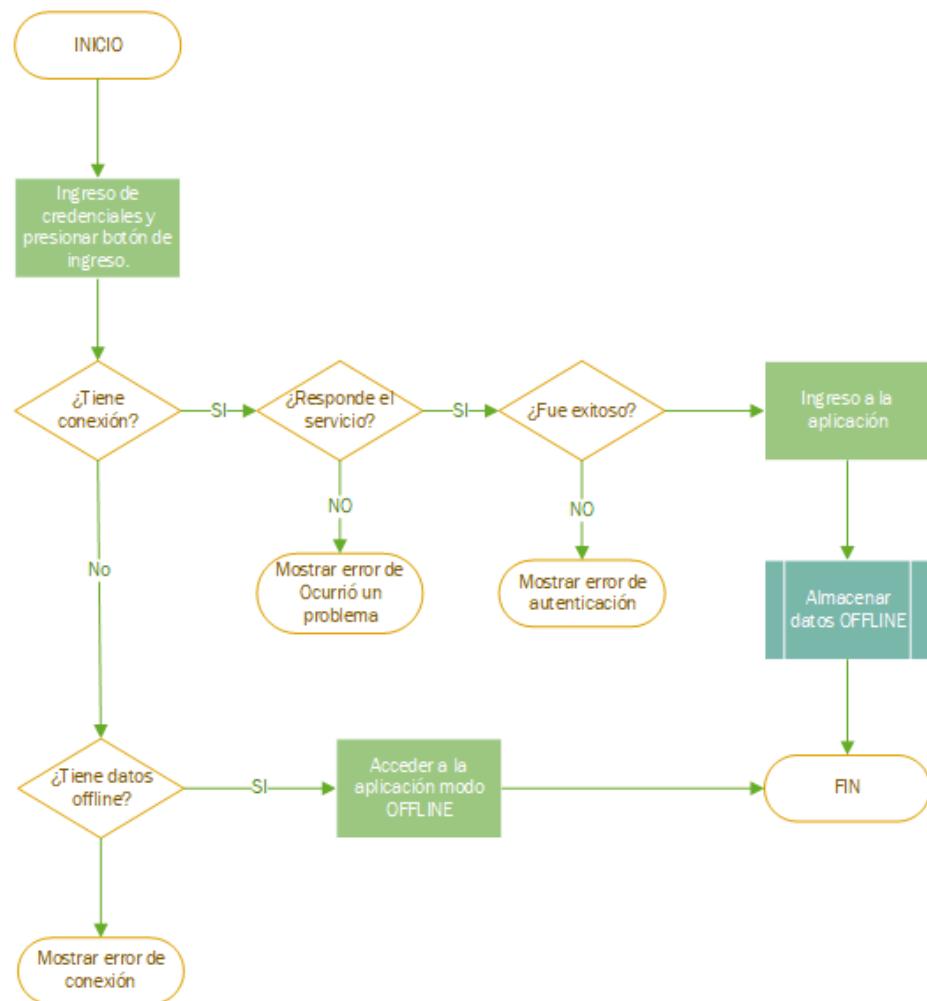


Figura 15 Diagrama de flujo de INICIO SESIÓN

De este modo se controla los posibles errores que pueden ocurrir al iniciar sesión y así mantener informado al usuario de lo que sucede en el sistema.

Como resultado se obtuvo una aplicación móvil denominada MiESPE Móvil la cual en su diseño, desarrollo y construcción de interfaces contempla estándares, lineamientos y normas de usabilidad de varios autores, orientada al cumplimiento de objetivos y lista para ser evaluada.

CAPÍTULO IV

EVALUACIÓN

4. Validación y Resultados

Continuando con la metodología de investigación, luego de haber descrito el contexto del problema y el desarrollo del artefacto, en este capítulo se abordará el proceso de evaluación de Usabilidad y validación de los resultados del módulo de estudiantes del portal web en contraste con la aplicación móvil multiplataforma “MiESPE”. El desarrollo del artefacto y las pruebas de usabilidad se llevaron a cabo en las instalaciones de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE y con el auspicio de la Unidad de Tecnologías de la Información y Comunicación.

Para mayor entendimiento, este capítulo se dividirá en plan de evaluación, análisis de resultados y recomendaciones. El plan de evaluación describe en detalle el cómo, cuándo, dónde, porqué y para qué se va a llevar a cabo las pruebas de usabilidad. En el apartado de los resultados se tabularán los datos obtenidos, así como las gráficas descriptivas y comparativas, se analizarán los resultados y se propondrán soluciones a los problemas de usabilidad encontrados.

4.1. Plan de Evaluación

4.1.1. Objetivos generales del estudio

- Realizar una evaluación heurística del módulo de estudiantes del portal web “MiESPE”, para identificar problemas de usabilidad.
- Evaluar la usabilidad en eficacia, eficiencia y satisfacción del módulo de estudiantes del portal web “MiESPE” (miespe.espe.edu.ec) para diferentes tipos de usuarios realizando tareas básicas y comunes.
- Evaluar la usabilidad en eficacia, eficiencia y satisfacción del módulo de estudiantes de la aplicación móvil multiplataforma “MiESPE”.

Móvil” para diferentes tipos de usuarios realizando tareas básicas y comunes.

- Comparar los resultados de las evaluaciones del módulo de estudiantes del portal web “MiESPE” y la aplicación móvil multiplataforma “MiESPE Móvil” para establecer conclusiones y recomendaciones.

4.1.2. Preguntas de investigación

- ¿Con qué facilidad y éxito los estudiantes realizan las tareas comunes de consultas académicas?
- ¿Cuáles son los problemas de usabilidad identificados en el Portal Web “MiESPE” por parte de los expertos en usabilidad?
- ¿La eficacia de las tareas es mayor en la aplicación móvil multiplataforma?
- ¿La eficiencia de las tareas es mayor en la aplicación móvil multiplataforma?
- ¿La satisfacción de los usuarios es mayor en la aplicación móvil multiplataforma?
- ¿Cuál son las diferencias de los resultados de usabilidad entre el grupo de usuarios “Colegio” y grupo de usuarios de la “Universidad”?
- ¿Cuántos y cuáles son los problemas de usabilidad identificados por los expertos en la evaluación heurística del portal web “MiESPE”?
- ¿La inclusión de aplicaciones móviles multiplataforma mejorará la usabilidad del módulo de estudiantes del portal web “MiESPE”? Si es así, ¿cuáles son las conclusiones?

4.1.3. Metodología

El estudio de usabilidad es de tipo exploratorio y sumativo mediante usando los métodos de evaluación heurística y pruebas de usabilidad moderadas.

La evaluación heurística es aplicada sólo al portal web debido a la falta de expertos en usabilidad y al alcance en el tiempo. Sin embargo, la información proporcionada por esta evaluación será útil para el desarrollo del artefacto (aplicación móvil) de la presente investigación y brindará pautas a considerarse en un próximo desarrollo de la plataforma web.

Se realizarán las pruebas a 70 participantes (6 de ellos son para pruebas piloto), y se dividirán en 2 grupos según su nivel de instrucción: superior (universidad) o secundaria (colegio). Los artefactos evaluados son 2: El portal web MiESPE y la aplicación móvil multiplataforma MiESPE Móvil. Recopilaremos datos sobre tiempo de tareas, tasas de éxito y satisfacción, así como datos cualitativos sobre las experiencias de los participantes. Las pruebas piloto ayudarán a establecer los tiempos límite por tarea y a prevenir cualquier tipo de inconvenientes a la hora de realizar las pruebas válidas.

4.1.4. Descripción de los participantes:

Los 70 participantes tendrán las siguientes características como lo indica la Tabla 15.

Tabla 15
Características de los participantes

Características	Número deseado de participantes
Tipo de Participante	
Piloto	6
Regular	64
Total	70
Nivel de Educación	
Secundaria (Colegio)	32
Superior (Universidad)	32
Género	
Femenino	32
Masculino	32
Experiencia digital	
Mínimo 2 años	64

Se utilizará el diseño basado en pruebas a grupos de usuario múltiples y versión de productos múltiples (Rubin & Chisnell, 2008), tal como se lo detalla en la Tabla 16. Aclaramos que, desde ahora en adelante en el presente documento, el grupo de usuarios “secundaria” se denominará “colegio” y el grupo de usuarios “superior” se denominará “universidad”.

Tabla 16**Distribución de grupos de usuarios para las pruebas de usabilidad.**

Grupo	Portal Web	Aplicación Móvil
Colegio	16	16
Universidad	16	16

4.1.5. Distribución de la sesión

Cada sesión durará 30 minutos, de los cuales se utilizará 10 minutos para la introducción y disposiciones generales para los participantes y 20 minutos para el desarrollo de la prueba, tiempo en el cual el participante realizará 5 tareas, mismas que están descritas en la sección “Descripción de las Tareas”. Las sesiones se llevarán a cabo en la Universidad de las Fuerzas Armadas y en el Colegio Giordano Bruno.

4.1.6. Disposiciones previas a la prueba

El participante debe:

- Revisar y firmar el acuerdo de no divulgación y el permiso de grabación. (ANEXO D)
- Completar el cuestionario inicial. (ANEXO E)

4.1.7. Introducción a la sesión (3 minutos)

Discutir:

- Experiencia del participante en estudios de usabilidad y grupos focales.
- Importancia de su participación en el estudio.

- Función del moderador.
- Configuración de la sala, sistemas de grabación, observadores, etc.
- El protocolo para el resto de la sesión.
- Protocolo Pensar en voz alta (si aplica).

4.1.8. Entrevista Inicial (3 minutos)

Discuta con los participantes:

- Experiencias con aplicaciones web académicas, cuando se hagan pruebas del portal web
- Experiencias con aplicaciones móviles académicas, cuando se hagan pruebas de la aplicación móvil.

4.1.9. Tareas (20 minutos)

Los participantes realizarán cada una de las tareas, luego de haberse despejado cualquier duda. Se preparará el software de grabación de audio y video antes de que el participante inicie la tarea. Al finalizar cada tarea el participante contestará el cuestionario de facilidad de tarea *Single Ease Question* (SEQ), como modelo se adjunta el ANEXO F.

4.1.10. Post-prueba (4 minutos)

Haga preguntas generales para recolectar la preferencia y otros datos cualitativos. El participante completará el cuestionario de usabilidad *System Usability Scale* (SUS), el modelo de este cuestionario se puede encontrar en el ANEXO G

4.2. Descripción de las Tareas

Las tareas se van a realizar en secuencia, con la condición de que una vez realizada la primera tarea (iniciar sesión), las siguientes tareas se llevarán a cabo desde la pantalla principal de la aplicación web o móvil. Es

decir, para las tareas 2, 3, 4 y 5, ya no se iniciará sesión y el moderador debe navegar a la pantalla principal en cada nueva tarea que realice el participante. A continuación, se describe cada tarea con su escenario:

4.2.1. Tarea 1

Escenario: Felicitaciones, ahora eres estudiante de nivel de Pregrado de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. La Universidad ha creado un usuario en la aplicación móvil / portal web MiESPE para ti, pero falta un último paso para que pertenezcas a la institución, sólo debes iniciar sesión y tu cuenta se activará. Tu nombre de usuario y contraseña son...

Tarea: Probar tu nueva cuenta de usuario

4.2.2. Tarea 2

Escenario: Es martes y acabas de llegar a la Universidad, es tu segundo día como estudiante. Mientras estas caminando, te empiezas a cuestionar ¿Hacia dónde me estoy dirigiendo?, averígualo en la aplicación móvil / portal web MiESPE para no atrasarte en tu segundo día de clase.

Tarea: Consulta y selecciona el lugar y la materia que tienes agendada el día martes a las 5:15 pm

4.2.3. Tarea 3

Escenario: Quieres acceder a una beca, para lo cual necesitas un puntaje mínimo en el semestre. Vas a utilizar la aplicación móvil / portal web MiESPE para ver tus notas.

Tarea: Consulta y selecciona el promedio de la materia de Mercadotecnia

4.2.4. Tarea 4

Escenario: Ya tienes casi todos los requisitos para solicitar tu beca, y omitiste uno: el récord académico. Un amigo te aconsejó que uses la aplicación móvil MiESPE para verificar este requisito.

Tarea: Consulta tu récord académico y selecciona el promedio del semestre octubre 2015 - febrero 2016 de Pregrado.

4.2.5. Tarea 5

Escenario: El último paso para solicitar tu beca es verificar si tienes algún impedimento (académico o económico) en el sistema de la Universidad. Usa la aplicación móvil / portal web MiESPE para verificar este último requisito.

Tarea: Consulta si tienes algún impedimento y si lo tienes, selecciónalo.

4.3. Entorno de prueba

Utilizaremos un entorno controlado para realizar las sesiones. El estudio tendrá lugar en la Universidad de las Fuerzas Armadas en el laboratorio de Usabilidad del Departamento de Ciencias de la Computación. Los participantes utilizarán un computador portátil con las siguientes características:

- Software
 - Sistema Operativo: Windows 10
 - Navegadores: Google Chrome / Mozilla Firefox
 - Software de Grabación: Usability Studio 5
- Hardware
 - Cámara Web Integrada
 - Mouse

Para el caso de la evaluación de la aplicación móvil corresponde las siguientes características:

- Software
 - Sistema Operativo: Android API 19+, iOS8+
 - Navegadores: El que venga integrado en el dispositivo.
 - Software de Grabación: Lookback
- Hardware
 - Dispositivo móvil: Sony Xperia XA Ultra, iPhone7, Moto X Pure

En el ANEXO H se puede apreciar algunas tomas realizadas durante la evaluación, tanto para la evaluación del portal web y la aplicación móvil.

4.4. Función del moderador

El moderador se sentará en la sala al lado derecho del participante mientras realiza la sesión. Se presentará y dará una introducción acerca del estudio, luego explicará las tareas que se van a realizar según corresponda y los cuestionarios que se deben completar. También tomará notas detalladas y registrará el comportamiento y los comentarios de los participantes.

4.5. Métricas

Para responder a las preguntas de investigación se recolectarán métricas de eficiencia, eficacia y satisfacción:

- Eficacia:
 - Número de tareas completadas y no completadas.
- Eficiencia:
 - El tiempo que tomó el participante para completar la tarea.
- Satisfacción:
 - Satisfacción de desempeño post-tarea a través del cuestionario *Single Ease Question* (SEQ).
 - Satisfacción de percepción post-prueba a través del cuestionario *System Usability Scale* (SUS).

4.6. Contenido del informe

- Brevemente resume los antecedentes del estudio, incluyendo los objetivos, la metodología, logística y características de los participantes.
- Presenta hallazgos para las preguntas originales a investigar.
- Proporciona resultados cuantitativos y discute los detalles específicos según los datos.

- Proporciona imágenes que son relevantes para preguntas específicas que ayudarán a los revisores a entender de lo que se está hablando.
- Discute las implicaciones de los resultados.
- Proporciona recomendaciones.

4.7. Informe

4.7.1. Resumen

Actualmente la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, cuya matriz se encuentra en Sangolquí-Ecuador, que para futuras referencias en el presente documento será “ESPE”, cuenta con el sistema de gestión académica “BANNER”, uno de sus componentes y que será tratado como objeto de estudio es el portal web denominado MiESPE. Dicho portal es utilizado por estudiantes, docentes e investigadores de la Universidad para diversas consultas académicas. El portal web MiESPE está basado en Luminis Platform v4, perteneciente al sistema BANNER de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Después de analizar los casos de uso básico del portal Web MiESPE se determinó que un análisis más profundo y una prueba con usuarios reales es crucial para mejorar la usabilidad general. La evaluación que se realizó es de tipo sumativa.

La presente evaluación se dirigió en respuesta a las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Con qué facilidad y éxito los estudiantes realizan las tareas comunes de consultas académicas?
- ¿Cuáles son los problemas de usabilidad identificados en el Portal Web “MiESPE” por parte de los expertos en usabilidad?
- ¿La eficacia de las tareas es mayor en la aplicación móvil multiplataforma?
- ¿La eficiencia de las tareas es mayor en la aplicación móvil multiplataforma?

- ¿La satisfacción de los usuarios es mayor en la aplicación móvil multiplataforma?
- ¿Cuál son las diferencias de los resultados de usabilidad entre el grupo de usuarios “Colegio” y grupo de usuarios de la “Universidad”?
- ¿Cuántos y cuáles son los problemas de usabilidad identificados por los expertos en la evaluación heurística del portal web “MiESPE”?
- ¿La inclusión de aplicaciones móviles multiplataforma mejorará la usabilidad del módulo de estudiantes del portal web “MiESPE”? Si es así, ¿cuáles son las conclusiones?

En el anexo K se adjunta las fotos donde se puede evidenciar a los evaluadores realizando las pruebas de usabilidad a los participantes.

4.7.2. Análisis de resultados

4.7.2.1. Evaluación Heurística

La evaluación heurística fue llevada a cabo con la colaboración de 3 expertos en Usabilidad de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, los evaluadores fueron:

- Ing. Danilo Martínez, Msc
- Ing. Geovanny Raura, Msc
- Ing. Rodrigo Fonseca, PhD

La evaluación se la hizo vía email, en el anexo J se muestra la plantilla que se usó para la comunicación con los evaluadores a través de este medio. Para determinar la severidad de los problemas identificados se utilizó el siguiente formulario en línea: <https://goo.gl/forms/tA7ABM0WeaDlI8ed2>.

En total los expertos identificaron 31 problemas de usabilidad basados en las heurísticas de Nielsen J., los mismos se detallan a continuación y están agrupados por heurística infringida:

Visibilidad del estado del sistema

1. “Al acceder a las opciones de Hoja de salida y Prácticas profesionales, el sistema cambia drásticamente su apariencia y no me informa en que parte se encuentra”. Severidad: Problema de Usabilidad Mayor (3).
2. “El sistema no indica al usuario el momento en que va a finalizar la sesión”. Severidad: Problema de Usabilidad Menor (2).
3. “No se conoce el progreso del sistema cuando se ocultan las calificaciones”. Severidad: Problema de Usabilidad Menor (2).

Correspondencia entre el sistema y el mundo real

4. “Al desplegar el menú de selección de periodos académicos, se presentan las opciones en un lenguaje de difícil comprensión”. Severidad: Problema de Usabilidad Mayor (3).
5. “Se utilizan códigos de identificación que al parecer son generados por el sistema (201705, 201710) que debe significar algo para el sistema, pero que al usuario le puede causar confusión o puede tratar de interpretarlo a su manera, y no siempre va a ser la acertada”. Severidad: Problema de Usabilidad Mayor (3).
6. “Existen atajos rápidos que no tienen coherencia en pantallas de temáticas distintas. Por ejemplo, en la pantalla de los detalles de calificaciones hay accesos a Matriculación, Impuestos, Evaluación de docentes, etc”. Severidad: Problema de Usabilidad Mayor (3).
7. “Cuando se accede al sistema, se muestra enlaces o atajos que no corresponde al tipo de usuario ingresado o que no son requisitos del perfil de usuario ingresado. Por ejemplo, los estudiantes tienen opción a las pestañas Workflow y SGC las que no presentan”. Severidad: Problema de Usabilidad Mayor (3).
8. “Existe palabras que al parecer corresponden al nombre del objeto de programación que aparase en el interfaz (ini_manuales)”. Severidad: Problema de Usabilidad Menor (2).

Control y libertad del usuario

9. "En la opción de revisión de horarios, si se selecciona la opción Alumno o Información personal por error, no hay forma de regresar a la opción anterior. Por ejemplo, una opción de volver al Home Page". Severidad: Catástrofe de usabilidad (4).
10. "Se accedió a la opción de Hoja de Salida, lo que direcciona a otra página en la que se pide otros datos, pero no existe forma de volver al sistema. Falta un botón de regresar". Severidad: Problema de Usabilidad Mayor (3).
11. "Las opciones de Gestión Académica se vinculan con otro sistema generando otra ventana, y al parecer por estar fuera del país, no se conectó. Por lo tanto, no se puede apreciar si al escoger una de estas opciones el sistema presenta la salida de emergencia". Severidad: Problema de Usabilidad Mayor (3).
12. "Al acceder por error a la primera opción del apartado "Prácticas pre profesionales", se encuentra un botón que dice "Salir" el cual al oprimirlo se mostró el mensaje "Ha iniciado el proceso de prácticas. Espere la aprobación de su coordinador para continuar con el proceso". No era lo que se esperaba al escoger la opción de "Salir" sin haber realizado ninguna operación. Luego no se da la opción de regresar al sistema". Severidad: Problema de Usabilidad Mayor (3).

Coherencia y estándares

13. "Existe una mala distribución del espacio visual, ya que el tercio superior de la pantalla se la utiliza para el logotipo de la institución, los datos del usuario y las opciones de acceso al correo, grupos, salir y ayuda. Generalmente el ícono de salir es el último en esta clase de menú". Severidad: Problema estético (1).
14. "En los enlaces se utiliza letra tipo negrita en unos casos y en otros normal, no se entiende cual es el significado de esta distinción". Severidad: Problema estético (1).
15. "El sistema cambia drásticamente de apariencia al ingresar a alguna de sus opciones Ej: Hoja de Salida, Prácticas pre profesionales". Severidad: Problema de Usabilidad Mayor (3).

16. "Existe una mezcla de tipografías, en unas partes se utilizan letras tipo bastón y en otras letras tipo serifas, lo que, visualmente es poco atractivo y dificulta la lectura". Severidad: Problema estético (1).
17. "Las opciones de la Unidad de Educación a Distancia ocupan mucho espacio y hay opciones que tal vez no se deberían presentar de acuerdo al perfil del usuario. Considerando que esta opción se debería llamar "Educación Virtual" o "Aula Virtual" o "Espe Virtual", ya que en la actualidad no solo la Unidad de Educación a distancia utiliza la plataforma de educación virtual". Severidad: Problema de Usabilidad Menor (2).
18. "La combinación de colores en las opciones de Unidad de Educación a Distancia no es la más adecuada, ya que en algunas opciones las letras se confunden con el fondo lo que dificulta su lectura". Severidad: Problema estético (1).
19. "Se presentan incoherencias en la información de registro de calificaciones. Por ejemplo, el título "Puntaje", aparecen calificaciones como 11.5/100. Lo cual es incorrecto. El título, Calificación en Letra, muestra calificaciones en números". Severidad: Problema de Usabilidad Mayor (3).
20. "El sistema en muchos casos muestra información en inglés y español, sin mantener un estándar de lenguaje". Severidad: Problema de Usabilidad Menor (2).
21. "Se utiliza indistintamente las letras mayúsculas y minúsculas (MANUALES, Workflow, alumno, SGC), no se sabe si es para dar relevancia a algo o para definir una jerarquía en las operaciones o en los usuarios". Severidad: Problema estético (1).

Prevención de errores

22. "La ayuda contextual que el sistema debería presentar para evitar errores no existe, ya que únicamente presenta las opciones del sistema y listo". Severidad: Problema de Usabilidad Mayor (3).

Reconocimiento en lugar de recordar

23. "Al iniciar sesión no es posible identificar fácilmente las opciones del estudiante". Severidad: Problema de Usabilidad Mayor (3).

Flexibilidad y eficiencia de uso

24. "No hay ningún tipo de atajo que el usuario pueda acceder o que sea visible. El sistema es muy rígido". Severidad: Problema de Usabilidad Mayor (3).

Diseño Estético y Minimalista

25. "La página se muestra sobrecargada de información, no posee un concepto minimalista". Severidad: Problema de Usabilidad Mayor (3).

26. "El diseño de la opción de Estudiante está muy cargado, existen muchas opciones lo que dificulta su operación y causa distracción. Es muy difícil identificar fácilmente la operación a utilizar". Severidad: Problema de Usabilidad Mayor (3).

27. "El diseño de la página principal presenta mucha información poco relevante para el estudiante. Existen opciones del menú que contienen una sola operación (workflow) y el espacio es poco utilizado". Severidad: Problema de Usabilidad Menor (2).

Ayudar a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperar errores

28. "Al acceder por error a la opción de "Fase 1 Inicio de prácticas pre profesionales" el sistema no permite recuperar el último estado". Severidad: Problema de Usabilidad Mayor (3).

Ayuda y documentación

29. "Los manuales de uso no se encuentran en formatos comunes para lectura de archivos como por ejemplo pdf. Se encuentran como archivos tipo swf de Adobe Flash". Severidad: Problema de Usabilidad Mayor (3).

30. "La ayuda contextual es escasa. Existen 23 manuales para manejar el sistema, un número muy elevado. Se trató de acceder a los manuales cuyo formato es "html" o "pdf" y se obtuvo el error 404: Not Found The requested URL /portal /files/manuales /POLITICAS_WORKFLOW.pdf was not found on this server". Severidad: Problema de Usabilidad Mayor (3).
31. "No existe ayuda en el momento exacto en donde se necesita". Severidad: Problema de Usabilidad Mayor (3).

Comentarios adicionales de los expertos:

1. "El sistema académico no guarda relación visual con el nuevo portal de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, lo que hace pensar que estamos en un sistema que pertenece a otra institución".
2. "El Sistema académico no se apega a ningún patrón de diseño conocido".
3. "La interfaz del sistema se asemeja mucho a los sistemas de antaño que llenaban la pantalla de opciones y cada opción direccionaba al usuario a una nueva pantalla, en aquella época era lógico, ya que esas interfaces eran basadas en texto o en línea de comandos".
4. "Existen demasiados manuales para la operación del sistema, lo que hace pensar que la operación del sistema es muy difícil o que se trata de un sistema de "máxima seguridad" o poco intuitivo".
5. "Se debería propender a utilizar un patrón de diseño intuitivo, basado en aplicaciones que todos los estudiantes manejen y que permitan la colaboración y comunicación entre estudiantes, profesores, autoridades, etc".
6. "En general el sistema adolece de muchos problemas de usabilidad y también de accesibilidad para el caso de personas con discapacidades. Adicionalmente el mismo no es Web Responsive lo que lo hace poco usable en dispositivos móviles. La tecnología es obsoleta, y ya no está acorde a los nuevos estándares de diseño y desarrollo web, por ejemplo, el uso de HTM5, CSS, Ajax, etc".

La Figura 17 vincula los problemas de usabilidad encontrados con la interfaz, en este caso de ejemplo se utilizó la pantalla inicial (login), en donde en total se registraron 6 infracciones.



Figura 16 Incidencias de problemas de Usabilidad de la pantalla Login

La Tabla 17 resume los resultados de la evaluación heurística, donde se aprecia que el promedio de severidad es 3, es decir, en general el portal web tiene problemas de usabilidad importantes, por lo que se debe dar alta prioridad.

Tabla 17
Resumen de Evaluación Heurística

Criterio	Resultado
Problemas de Usabilidad	31
Severidad	
Promedio	Problema de Usabilidad Mayor (3)
Mínimo	Problema Estético (1)
Máximo	Catástrofe de Usabilidad (4)
Comentarios Adicionales	6

La Tabla 18 muestra el número de problemas de usabilidad en relación de la heurística infringida, siendo la más recurrente la heurística “Coherencia y estándares” con 9 incidencias.

Tabla 18
Problemas de usabilidad agrupados por Heurística

Heurística	Problemas identificados
1. Visibilidad del estado del sistema	3
2. Correspondencia entre el sistema y el mundo real	5
3. Control y libertad del usuario	4
4. Coherencia y estándares	9
5. Prevención de errores	1
6. Reconocimiento en lugar de recordar	1
7. Flexibilidad y eficiencia de uso	1
8. Diseño estético y minimalista	3
9. Ayudar a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperar errores	1
10. Ayuda y documentación	3
Total	31

La Tabla 19 muestra el número de problemas de usabilidad en relación de la severidad, donde 19 de los problemas identificados son calificados como problema de usabilidad mayor.

Tabla 19
Problemas de usabilidad agrupados por Severidad

Severidad	Problemas identificados
0. No es un problema de usabilidad.	0
1. Problema Estético	5
2. Problema de usabilidad menor	6
3. Problema de Usabilidad mayor	19
4. Catástrofe de usabilidad	1
Total	31

Para las métricas de eficiencia, eficacia y satisfacción del portal web “MiESPE” (Portal Web) y de la aplicación móvil multiplataforma “MiESPE Móvil” (Aplicación Móvil), las gráficas y las tablas que se mostrarán a continuación serán comparativas y en el siguiente orden:

1. Grupo de usuarios “Colegio”: Portal Web vs Aplicación Móvil
2. Grupo de usuarios “Universidad”: Portal Web vs Aplicación Móvil
3. Todos los usuarios: Portal Web vs Aplicación Móvil

4.7.2.2. Eficiencia

La eficiencia es una medida importante de usabilidad y se mide en base al tiempo que cada participante toma para completar con éxito una tarea determinada. En la Tabla 20 se detalla las métricas de eficiencia basada en tiempo y la eficiencia relativa global acorde a cada grupo de usuarios y en la

Tabla 21 las mismas métricas, pero en relación a las versiones del sistema (Portal Web vs Aplicación Móvil).

Tabla 20
Resultados de las Métricas de Usabilidad – Grupos de Usuarios.

	Eficiencia Basada en Tiempo		Eficiencia Global Relativa	
	(tareas/segundo)		(%)	
Colegio	0.014	0.046	29.31	87.15
Universidad	0.036	0.060	81.34	95.06

Tabla 21
Resultados de las Métricas de Usabilidad – Versiones del Sistema.

	Eficiencia basada en Tiempo		Eficiencia Global Relativa	
	(tareas/segundo)		(%)	
Portal Web	0.025		42.53	
Aplicación Móvil	0.053		90.29	

1. Grupo de usuarios “Colegio”: Portal Web vs Aplicación Móvil

La Tabla 22 muestra los promedios de tiempo por tarea en segundos del grupo de usuarios “Colegio”. Esta medida es el resultado de calcular el mejor promedio estimado tomando en cuenta los tiempos de las tareas de aquellos usuarios que las completaron con éxito. Si el número de observaciones (n) es menor a 25 el promedio se obtiene a través de la media geométrica, caso contrario la mediana es la que mejor estima el promedio de la población (véase cap. 2.7).

La Figura 17 ilustra como los usuarios del colegio tienden a emplear más tiempo en completar una tarea usando el portal web que usando la aplicación móvil. Hay dos tareas particulares en la gráfica que requieren análisis, estas tareas son: “Iniciar Sesión” (Tarea 1) y “Consultar el promedio del semestre Octubre 2015 – Febrero 2016” (Tarea 4), y son especiales porque no registran una diferencia de tiempo muy evidente. El análisis de estas tareas se lo realizará más adelante.

Tabla 22
Colegio – Tiempo Promedio por Tarea

Colegio		
	Portal Web	Aplicación Móvil
Tarea 1	36.98	40.35
Tarea 2	62.73	25.13
Tarea 3	116.06	28.48
Tarea 4	120.99	97.33
Tarea 5	21.41	12.01

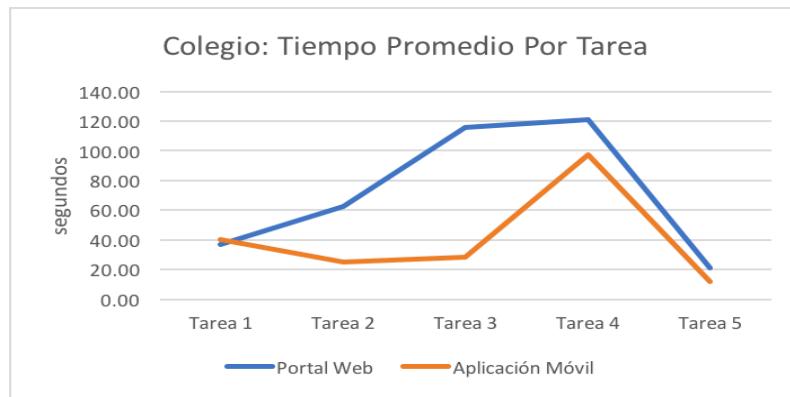


Figura 17 Colegio – Tiempo Promedio por Tarea

2. Grupo de usuarios “Universidad”: Portal Web vs Aplicación Móvil

La Tabla 23 muestra los promedios de tiempo por tarea en segundos del grupo de usuarios “Universidad”. La Figura 17 utiliza la misma escala que la Figura 18 debido a que de esta manera es notable que los usuarios de la universidad tienden a emplear menos tiempo en completar las tareas que los usuarios de colegio, esto se debe a la experiencia, ya que los usuarios de universidad ya han utilizado el sistema al menos 6 meses, lo mismo no sucede con los usuarios de colegio, quienes no han utilizado anteriormente el portal web. Cabe recalcar que la aplicación móvil es totalmente nueva y ambos grupos de usuario no han tenido ninguna experiencia previa con la misma, sin embargo, los resultados siguen siendo favorables para la aplicación móvil. En este caso las Tareas 1 y 4 también presentan particularidades, especialmente porque en estos dos casos la eficiencia no mejoró con la aplicación móvil.

Tabla 23
Universidad – Tiempo Promedio por Tarea

	Universidad	
	Portal Web	Aplicación Móvil
Tarea 1	28.24	37.69
Tarea 2	28.97	20.17
Tarea 3	39.53	19.16
Tarea 4	53.69	60.14
Tarea 5	15.96	7.40

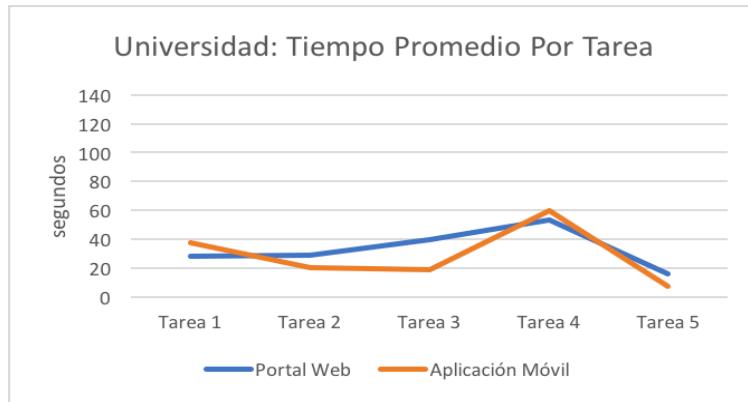


Figura 18 Universidad – Tiempo Promedio por Tarea

3. Todos los usuarios: Portal Web vs Aplicación Móvil

La Tabla 24 muestra los promedios de tiempo por tarea en segundos en relación a las versiones del sistema (Portal Web Y Aplicación Móvil). La Figura 19 muestra de manera gráfica la diferencia de tiempos entre el portal web y la aplicación móvil. Por ejemplo, para encontrar el promedio final de la materia de Mercadotecnia (Tarea 3), los usuarios con el portal web emplearon en promedio alrededor de 1 minuto (51.73 segundos), mientras que los usuarios de la aplicación móvil solo necesitaron de 22 segundos.

Ahora bien, en la Figura 19 también es evidente que el tiempo empleado en la Tarea 1 no mejoró notablemente (7.5 segundos de diferencia) con el uso de la aplicación móvil, esto se justifica debido a los métodos de entrada y la intermitencia de red en los teléfonos móviles, problema que se evidenció en las grabaciones de las pruebas, ya que el usuario se equivocó más fácilmente en un teclado táctil que en un teclado tradicional y el teléfono en ocasiones se desconectaba de la red de datos. En la sección de recomendaciones se propondrá mejoras a esta incidencia.

Consultar el promedio del semestre Octubre 2015 – Febrero 2016 en el Historial Académico (Tarea 4) no fue una tarea fácil (ver resultados de satisfacción por tarea) para los usuarios, en promedio se empleó el mismo tiempo al usar tanto el portal web como la aplicación móvil. Se observó que este hallazgo se debía principalmente a:

- La cantidad de información relacionada al historial académico, ya que en ambas versiones del sistema el usuario tenía que buscar hacia abajo hasta encontrar la información solicitada, este problema se percibió más en la aplicación móvil debido al tamaño de la pantalla.
- La meta de la tarea implicaba encontrar el promedio de un semestre que se encontraba al final del historial académico, el mismo que, en ambos sistemas, estaba ordenado cronológicamente en orden ascendente, lo cual requirió más esfuerzo y tiempo por parte del usuario.
- En el portal web no existía la función de búsqueda en la página del historial académico, y en la aplicación móvil, aunque se implementó la

búsqueda, la misma solo buscaba por nombre de materia, mas no por nombre del semestre. Además, pocos usuarios utilizaron esta característica en el teléfono móvil.

La Figura 17, 18 y 19 muestran que las Tareas 2, 3 y 5 mejoraron en eficiencia con el uso de la aplicación móvil, también se evidencia que las tareas que requirieron menos tiempo fueron la Tarea 1 (Inicio de sesión) y la Tarea 5 (Consultar retenciones e impedimentos), más adelante se encontrará que estos resultados se relacionan con las métricas de satisfacción por tarea.

Tabla 24
Todos los usuarios - Tiempo Promedio por Tarea

Todos los usuarios		
	Portal Web	Aplicación Móvil
Tarea 1	28.50	36.00
Tarea 2	32.55	25.00
Tarea 3	51.72	22.00
Tarea 4	72.43	71.50
Tarea 5	19.00	8.00

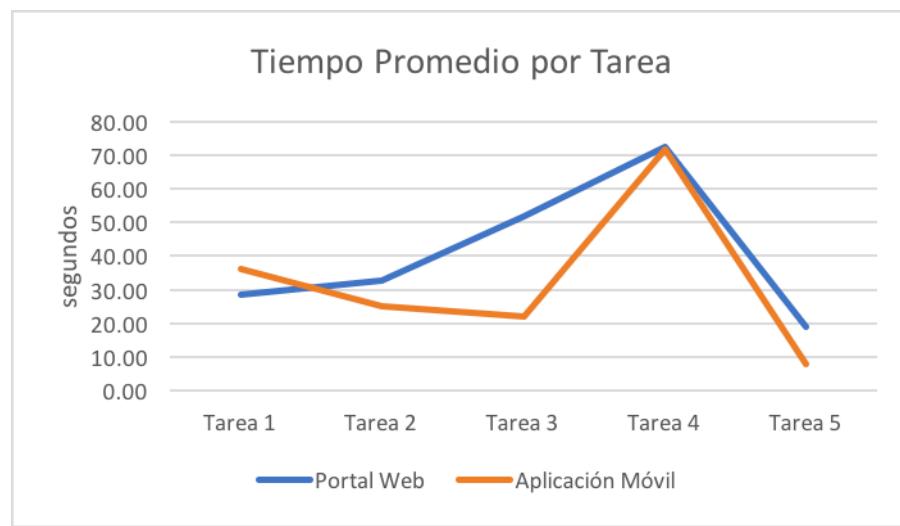


Figura 19 Todos los usuarios – Tiempo Promedio por Tarea

4.7.2.3. Eficacia

La eficacia nos indica en qué medida los usuarios pudieron culminar con éxito la tarea, en todos los gráficos de eficacia se emplea un promedio referencial, por motivos de comparación, la cual corresponde al promedio aceptable o promedio de la industria, que según Sauro J. es de 78% (Sauro, 2010). Para calcular el porcentaje de éxito se utilizó la fórmula de Laplace $(x+1) / (n+2)$, donde x es el número de tareas completadas con éxito y n es el número total de tareas. Se utilizó esta fórmula porque según Sauro J. y Lewis J., es la que mejor estima la proporción de la población, debido a que el tamaño de la muestra es pequeño (Sauro & Lewis, 2006).

1. Grupo de usuarios “Colegio”: Portal Web vs Aplicación Móvil

El porcentaje de eficacia del grupo de usuarios del colegio en relación a la versión del sistema se detalla en la Tabla 25. La Figura 20 nos muestra que en general la aplicación móvil tiene un porcentaje de éxito acorde con el promedio aceptable, lo cual no ocurre con la eficacia del portal web, ya que la Tarea 2 (22.22%), Tarea 3 (38.89%) y Tarea 4 (38.89%) están por debajo del promedio aceptable y marcan una gran diferencia con los resultados de la aplicación móvil, siendo la Tarea 2 (encontrar la materia agendada el día martes a las 17:15) la menos eficaz. En cambio, la tasa de éxito más alta es de la aplicación móvil en la Tarea 2 y en la Tarea 5, con un 94.44% de éxito.

La Tarea 5 es considerada una de las más fáciles por parte de los evaluadores, sin embargo, la tasa de éxito de dicha tarea en el portal web está por debajo del promedio aceptable con un (61,11%).

Tabla 25
Colegio – Eficacia Portal Web vs Aplicación Móvil

Colegio	Portal Web	Aplicación Móvil
Tarea 1	88.89	88.89
Tarea 2	22.22	94.44
Tarea 3	38.89	77.78
Tarea 4	38.89	77.78

Continúa

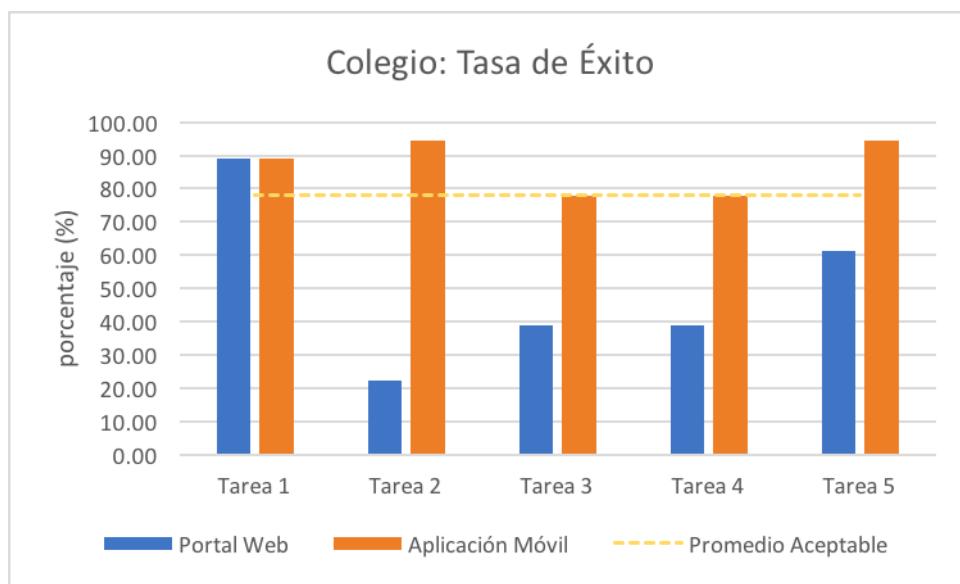


Figura 20 Colegio – Eficacia Portal Web vs Aplicación Móvil

2. Grupo de usuarios “Universidad”: Portal Web vs Aplicación Móvil

Es importante recordar que los usuarios de universidad tienen experiencia previa con el portal web y cuyos resultados que se encuentran en la Tabla 26 evidencian una tasa de éxito alta para ambas versiones del sistema. Sin embargo, si analizamos la Figura 21, hay excepciones como en el caso de la eficiencia de la Tarea 3 (66.67%) y la Tarea 4 (72.22%) del portal web, ya que estos resultados están por debajo del promedio aceptable y son menores en comparación a los resultados de la aplicación móvil. Las tasas más altas de éxito corresponden a la Tarea 1 y a la Tarea 5, con un porcentaje de 94.44% en ambas versiones del sistema.

Tabla 26

Universidad – Eficacia Portal Web vs Aplicación Móvil

Universidad		
	Portal Web	Aplicación Móvil
Tarea 1	94.44	94.44
Tarea 2	88.89	88.89
Tarea 3	66.67	88.89
Tarea 4	72.22	88.89
Tarea 5	94.44	94.44

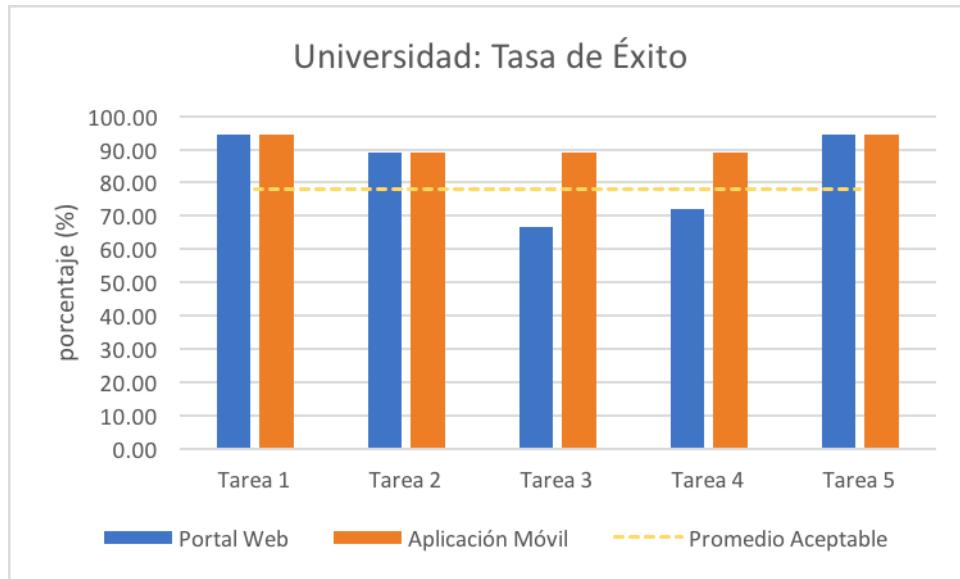


Figura 21 Universidad – Eficacia Portal Web vs Aplicación Móvil

3. Todos los usuarios: Portal Web vs Aplicación Móvil

La Tabla 27 muestra en detalle los resultados de eficiencia por tarea de todos los usuarios con una perspectiva en base a las versiones del sistema. Al analizar la Figura 22 se evidencia que existe una mejora en eficacia al utilizar la aplicación móvil y que en todas las tareas la tasa de éxito supera el promedio aceptable. El promedio de incremento de la eficacia de todas las tareas es de 24.12%

Tabla 27
Todos los usuarios: Portal Web vs Aplicación Móvil

Todos los Usuarios		
	Portal Web	Aplicación Móvil
Tarea 1	94.12	97.06
Tarea 2	55.88	94.12
Tarea 3	52.94	85.29
Tarea 4	55.88	85.29
Tarea 5	79.41	97.06

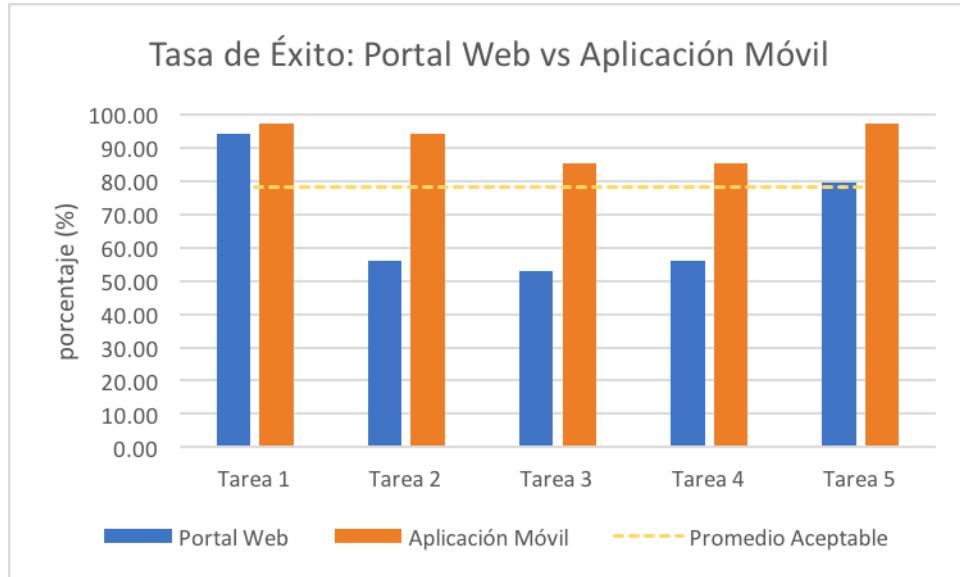


Figura 22 Todos los usuarios – Eficacia Portal Web vs Aplicación Móvil

4.7.2.4. Satisfacción

La satisfacción de los usuarios nos provee información valiosa como la percepción de dificultad de las tareas (Satisfacción de desempeño) y la percepción general del sistema (Satisfacción por percepción). En primer lugar, se mostrará los resultados basados en el cuestionario post tarea *Single Ease Question* (SEQ), y en segundo lugar los resultados basados en el cuestionario post prueba *System Usability Scale* (SUS).

4.7.2.4.1. Satisfacción de Desempeño

En el análisis de la satisfacción de desempeño, se podrá evidenciar que las tareas que los usuarios calificaron como más difíciles, son las que emplearon más tiempo en completarse (ver análisis de eficiencia). En la Figura 23, 24 y 25 se compara con un promedio referencial que según Sauro J., el promedio de dificultad en la industria es de 5.1 (Sauro, 2010). A este promedio lo llamaremos promedio aceptable.

1. Grupo de usuarios “Colegio”: Portal Web vs Aplicación Móvil

La Tabla 28 detalla la dificultad promedio percibida por los usuarios del colegio en relación al portal web y a la aplicación móvil. La Figura 23 indica claramente que la Tarea 2 (2.38), 3 (3.5) y 4 (2.88) tiene una calificación inferior al promedio aceptable (5.1) cuando se usó el portal web. Respecto al uso de la aplicación móvil, la Tarea 3 (4.88) y 4 (4.25) registran una calificación promedio de dificultad inferior al promedio aceptable pero superior a los promedios conseguidos con el portal Web. Esto quiere decir que las tareas antes mencionadas fueron las más difíciles según la percepción de los usuarios, por lo cual en esas tareas se deben centrar los esfuerzos de mejoras de usabilidad.

Tabla 28
Colegio - Promedio de dificultad por tarea

Colegio		
	Portal Web	Aplicación Móvil
Tarea 1	6.31	6.63
Tarea 2	2.38	5.38
Tarea 3	3.50	4.88
Tarea 4	2.88	4.25
Tarea 5	5.06	6.44

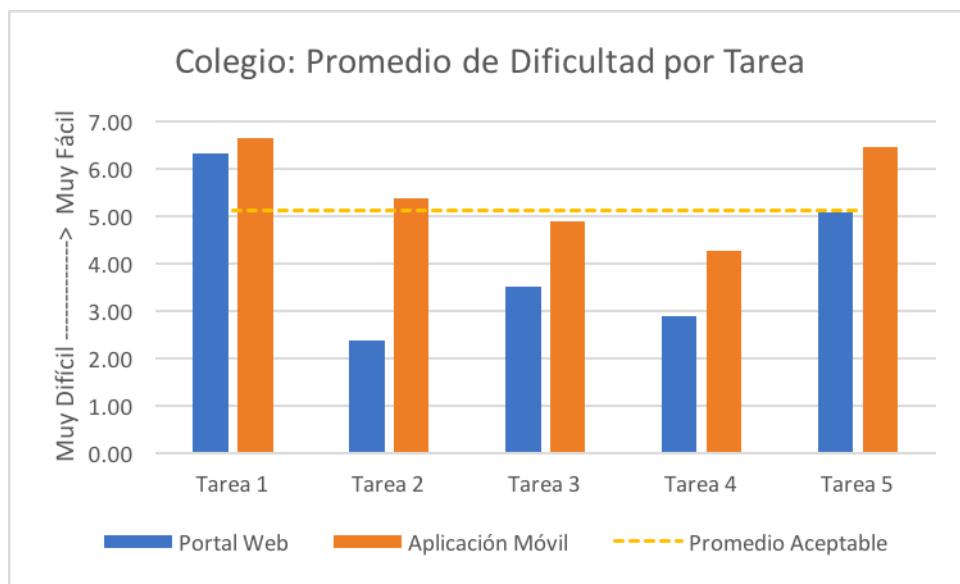


Figura 23 Colegio - Promedio de dificultad por tarea

2. Grupo de usuarios “Universidad”: Portal Web vs Aplicación Móvil

La Tabla 29 detalla la dificultad promedio percibida por los usuarios de la universidad en relación al portal web y a la aplicación móvil. En este caso, debida a la experiencia y conocimiento de dominio de este grupo de usuarios, la percepción de dificultad de todas las tareas realizadas en ambas versiones del sistema es superior al promedio aceptable. La Figura 24 demuestra también que existe una mejora al usar la aplicación móvil, siendo la diferencia más notable en la Tarea 3, donde el promedio de dificultad en el portal web es de 5.63 y en la aplicación móvil es de 6.44.

Tabla 29

Universidad - Promedio de dificultad por tarea

Universidad		
	Portal Web	Aplicación Móvil
Tarea 1	6.81	6.94
Tarea 2	6.00	6.50
Tarea 3	5.63	6.44
Tarea 4	5.63	5.19
Tarea 5	6.69	7.00

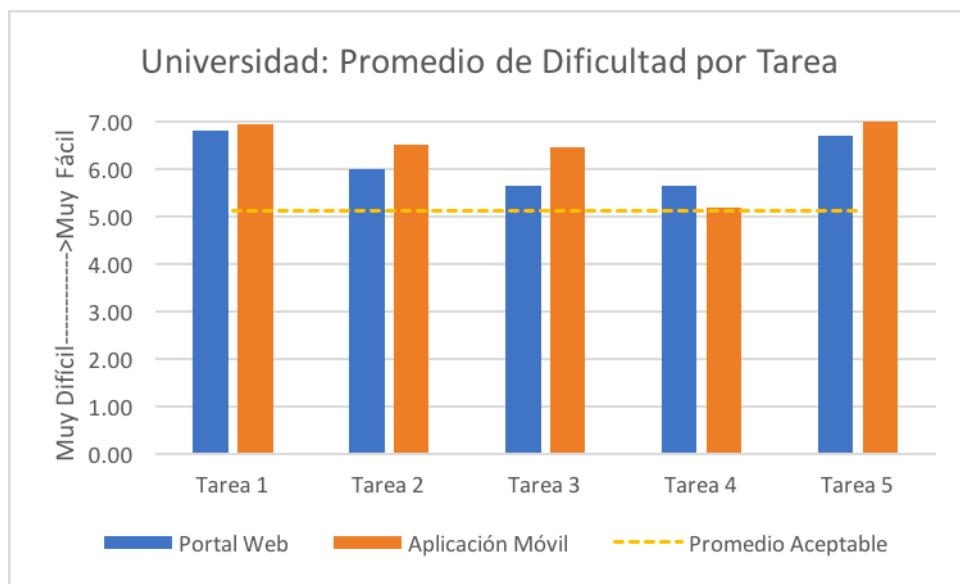


Figura 24 Universidad - Promedio de dificultad por tarea

3. Todos los usuarios: Portal Web vs Aplicación Móvil

La Tabla 30 detalla la dificultad promedio percibida por todos los usuarios en relación al portal web y a la aplicación móvil. Al analizar estos promedios, nos enfocaremos en las Tareas 2 (4.19), 3 (4.56) y 4 (4.25) que tienen un promedio no aceptable, esto no quiere decir que las tareas tienen serios problemas de usabilidad, al contrario, es favorable porque nos provee de un punto de partida para aplicar mejoras de usabilidad.

Sin embargo, en la Figura 25 es evidente que la Tarea 4 requiere más atención porque a pesar de haber mejorado su usabilidad a través de la aplicación móvil, el promedio de dificultad sigue siendo bajo con respecto al promedio aceptable. Además, los promedios de dificultad de la Tarea 4 son coherentes con los tiempos encontrados en el análisis de eficiencia, lo cual confirma la relación que existe entre la percepción de dificultad y el tiempo empleado en la tarea, es decir mientras más se demora el usuario en completar una tarea, más difícil le resulta (véase sección de métricas de usabilidad).

Tabla 30
Todos los usuarios - Promedio de dificultad por tarea

	Todos los Usuarios	
	Portal Web	Aplicación Móvil
Tarea 1	6.56	6.78
Tarea 2	4.19	5.94
Tarea 3	4.56	5.66
Tarea 4	4.25	4.72
Tarea 5	5.88	6.72

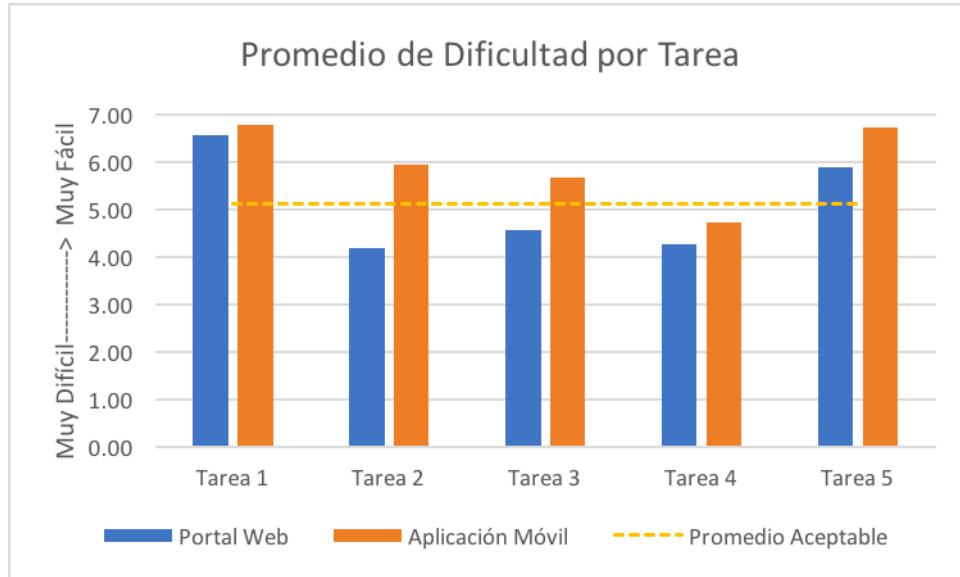


Figura 25 Todos los usuarios - Promedio de dificultad por tarea

4.7.2.4.2. Satisfacción de Percepción

La satisfacción de percepción se consigue al evaluar de una manera global (véase capítulo 2.7.5). La satisfacción de la percepción le dirá lo que los usuarios piensan de su sitio web o aplicación. En este caso de acuerdo a la base de conocimiento de Sauro J., el promedio aceptable debe ser de 68, además no se debe confundir la escala, pese a que es de 1 a 100 esto no quiere decir que se mide en porcentajes. La Tabla 31 muestra los puntajes alcanzados por cada versión del sistema y por cada grupo de usuarios.

Adicionalmente la Figura 26 representa gráficamente dichos resultados y además permite apreciar que el nivel de satisfacción de los usuarios del colegio al usar el portal web es menor en comparación al uso de la aplicación móvil, de hecho, existe una diferencia de 19.84 puntos lo que ubica al portal web por debajo del promedio aceptable y a la aplicación móvil por encima del promedio aceptable. En el caso de la universidad se tiene el mismo escenario, pero la diferencia es de 16.72 puntos favorables para la aplicación móvil, pese a esto, ambos superan el promedio aceptable. Sin embargo, hay que considerar que el portal web apenas superó con 2 puntos el promedio aceptable. En la Figura 27 también se evidencia el incremento

que se obtuvo con el uso de la aplicación móvil, la diferencia es de 18.28 puntos porcentuales a favor de la propuesta desarrollada.

Tabla 31
Satisfacción de percepción Portal Web vs Aplicación móvil

Score SUS		
	Portal Web	Aplicación Móvil
Colegio	60.47	80.31
Universidad	70.47	87.19

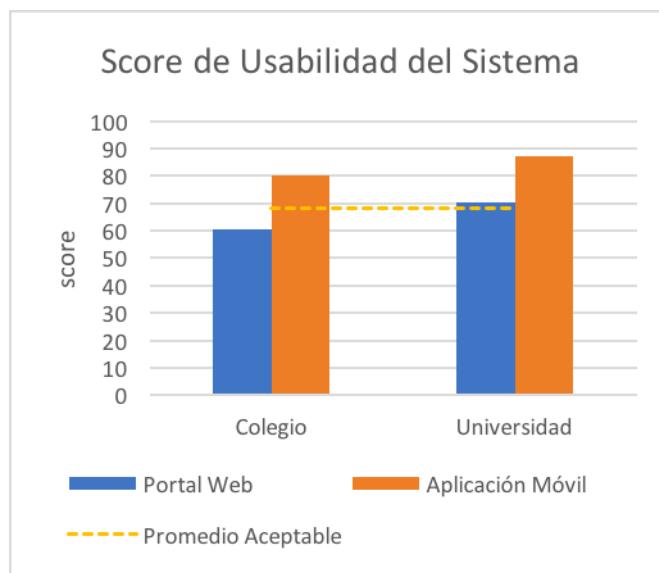


Figura 26 Score de usabilidad detallado

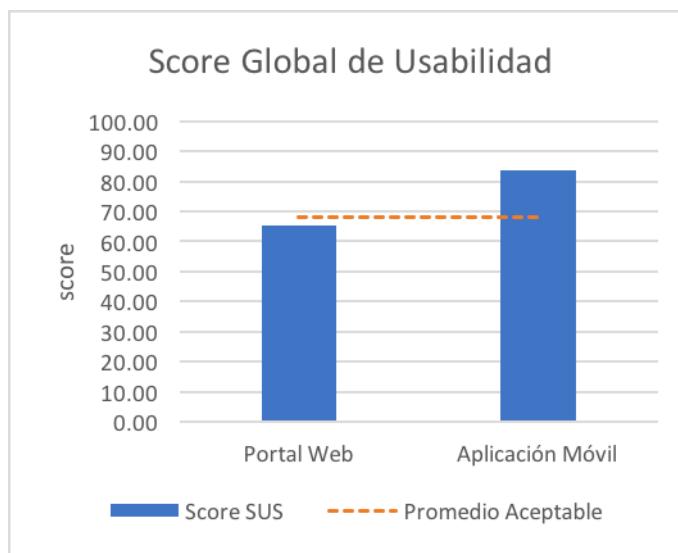


Figura 27 Score de usabilidad global

4.7.2.5. Resultados Cualitativos

Los resultados cualitativos en el presente estudio son extraídos de las notas del observador y de las opiniones de los usuarios en base a la experiencia que tuvieron al usar las versiones del sistema.

4.7.2.5.1. Observaciones de las pruebas con los usuarios

- **Portal Web**

- “No entendió, está perdida, está buscando en los manuales, no completó”
- “expiró sesión en el último error”
- “completo la tarea por otro camino (ingresó por calificaciones)”
- “error en impedimentos (se mostró un mensaje raro)”
- “falló el acceso”
- “se fue a otra pestaña, se fue a asistencia”
- “uso la búsqueda sin éxito, ya encontró la solución a la tarea 4 pero la sigue intentando”
- “perdido en la página inicial”
- “sin éxito, sigue perdido en la página de inicio”
- “encontró la opción alumno, pero regresó al manual”
- “error de credenciales/como regresar”
- “se dedica a leer los manuales - no encuentra”
- “sigue sin poder- se encuentra en manuales”
- “se volvió a perder”
- “busca manuales espe”
- “ya encontró”
- “no se da cuenta del botón enviar”
- “error de digitación, 2do intento ok”
- “siguen buscando los manuales al principio”
- “siguen en manuales, encontró, pero con problemas de navegación”
- “perdido en los manuales”

- “segundo 45 empezó”
- “no vio el botón enviar ni la selección del periodo, casi pero no”
- “no completó bien porque digitó mal, la tarea paso de incompleta a completo”
- “no completó bien porque digitó mal, la tarea paso de incompleta a completa”
- “vio un video, la búsqueda confunde al usuario en la pantalla de calificaciones”
- “ingreso a ayuda y el contenido no está actualizado”
- “casi, pero se confunde por mucho texto”
- “algunos manuales no están disponibles o son de una versión antigua del portal web”
- “volvió a iniciar sesión porque se perdía en la navegación”

• **Aplicación Móvil**

- “Utilizó la función de búsqueda con éxito”
- “Se equivocó al digitar la contraseña dos veces”
- “Se desconectó de internet”
- “Intentó buscar las notas desde el horario, no completó”
- “Intentó buscar el nombre del semestre sin éxito, falta implementar la búsqueda por nombre de semestre, sólo busca por materia”
- “No entendió bien el filtro, hizo que desaparezca la información porque desactivó todos los períodos en el filtro, luego entendió, pero se confundió y se demoró”.
- “se desconectó de la red de nuevo”
- “No se dio cuenta de las demás opciones, no abrió el menú, sigue en horarios”
- “Se equivocó, eligió la materia incorrecta”
- “Se puso nerviosa y no quiso explorar el resto de la interfaz en la segunda tarea”
- “No encuentra el promedio del semestre solicitado porque está muy abajo en la interfaz”

- “No se diferencian bien los nombres del semestre”
- “Piensa que las notas se encuentran en el detalle de la materia cuando accede por horario”
- “Se demoró en obtener la respuesta en el inicio de sesión, debido posiblemente a que la red está lenta”

4.7.2.5.2. Opiniones de los usuarios

Las opiniones a continuación descritas fueron obtenidas del cuestionario post-sesión *System Usability Scale* (SUS), este comentario fue opcional, ya que pensamos que el aporte voluntario provee una mejor retroalimentación.

- **Colegio - Portal Web:**

- “Incorporar funciones de búsqueda avanzada”
- “El sistema está muy bueno pero lo más solicitado sería que sea un poco más específico para poder utilizarlo”
- “Debe haber más opciones que se pueda entender”
- “Mantener una guía para los estudiantes, ya que no todos podían acceder a su información con facilidad”
- “Que sería mejor que el sistema este organizado en especial cuando se tratan de preguntas frecuentes por lo general el sistema no tenía una; un proceso que indique como ingresar al lugar requerido exactamente deberían hacerle más simple de ser posible para que así esté al alcance de todos los que deseen averiguar cosas en la página”
- “Me gustó mucho y el programa fue fácil de utilizarlo”

- **Colegio – Aplicación Móvil (No Opinaron)**

- **Universidad – Portal Web (No Opinaron)**

- **Universidad – Aplicación Móvil**

- “Los iconos no son de mucha ayuda al momento de buscar opciones”

- “Me gustó mucho la aplicación, en el apartado del promedio por periodo sería mejor segmentar o filtrar los períodos”
- “Dar opción de seleccionar el periodo académico para obtener el record académico”
- “El orden por fechas de la información (récord, notas) deberían estar ordenados desde los más recientes y luego los anteriores períodos”
- “El sistema está bien aplicado, tiene funciones necesarias para saber información que necesitemos para las notas u horarios de la universidad”

4.7.3. Recomendaciones de Usabilidad

Las siguientes recomendaciones corresponden al informe de resultados basado en los datos obtenidos tanto cualitativos como cuantitativos. Con el fin de mejorar la usabilidad del portal web y del prototipo propuesto, de acuerdo a los investigadores se pone a consideración lo siguiente:

4.7.3.1 Portal Web:

- En algunas pantallas del portal web, las opciones del sistema no están bien traducidas al idioma español, como por ejemplo en el historial académico donde el término “PGA”, no representa bien la información a la que hace referencia, la cual es el promedio del estudiante, lo mismo sucede con el término “Current Program”. Es importante corregir esta incidencia ya que permitiría reducir la confusión del estudiante
- En la medida de lo posible tratar de no mostrar códigos del sistema, ya que los mismos no ofrecen valor a los usuarios e incluso pueden llegar a confundirlos. Un ejemplo de ello se evidencia en el horario académico, donde se muestra el NRC y el código del semestre (201710), en lugar del nombre del profesor, lo cual sería más recomendable.
- Mantener consistencia entre las pantallas, respetando el estándar de márgenes, colores y tamaño de fuente. Si se desarrolla un

componente adicional como el de prácticas pre profesionales, diseñar las interfaces de la manera más similar al sistema principal, es decir mantener los mismos colores la misma distribución de contenido y siguiendo lineamientos de usabilidad básicos.

- Verificar que la función de búsqueda se haya implementado correctamente en las pantallas donde existe esta opción, ya que se evidenció que esta funcionalidad no cumplía con su objetivo. Por lo mismo se recomienda implementar correctamente esta funcionalidad.
- En la pantalla de inicio del alumno, mostrar en primer lugar las opciones más utilizadas, ya que actualmente el usuario tiene que navegar a la pestaña alumno para poder consultar su horario, sus calificaciones, y demás opciones. En tal caso, la solución más rápida es hace de la pestaña alumno la pestaña de inicio.
- Crear atajos rápidos para las opciones más utilizadas.
- Verificar y corregir los errores de navegación, que son recurrentes al utilizar las opciones de horario, calificaciones, ya que el usuario tiende a perderse y no puede regresar a una opción anterior.
- Actualizar los manuales de ayuda acorde a la versión del sistema que se está usando.
- Organizar el contenido de una mejor manera, para que cada pantalla no se muestre sobrecargada de información, es decir sólo debe mostrar información estrictamente relevante relacionada a la página que se está mostrando en ese instante.

4.7.3.2 Aplicación Móvil:

- Para mejorar la tarea de Inicio de Sesión incluir la opción de visualizar contraseña, ya que con ello se previene errores de tipeo.
- En la tarea de visualización de horarios incluir un enlace a visualización de calificaciones.
- Soportar la búsqueda por varios filtros: materia, periodo, en el historial académico.

- Considerar un modo de visualización calendarizada del horario, de tal modo sea más acorde al mundo real.
- Establecer un color distinto para los elementos “Sticky headers” (Título flotante fijos) para brindar un mayor entendimiento del título en la lista de materias del historial académico.
- En lugar de mostrar la lista completa de todas las materias del historial académico, utilizar un menu dropdown (que se despliega hacia abajo), donde se seleccione el periodo académico, y junto con esa selección se visualice la información de las materias correspondientes.
- Disminuir los espacios entre los elementos de las listas con el fin de mostrar más contenido en la pantalla.
- En el menú cambiar los iconos, además agregar títulos a estos íconos para que el usuario pueda identificar más rápidamente el significado de los items del menú.
- En aplicaciones móviles, el contenido no comprometedor debería tener la opción de compartir (vía redes sociales, email, entre otras), ya que usualmente copiar y pegar texto resulta una tarea un poco complicada para el usuario, además la opción de compartir ya se ha convertido en un estándar en las aplicaciones móviles.
- En el historial académico resaltar más la nota del periodo y no resaltar tanto las notas de las materias.
- Mostrar la nota acumulada (promedio de todos los semestres) del historial académico en un apartado donde sea claramente visible.
- Decidir que término usar para referirse a las calificaciones (notas o calificaciones), para tener coherencia de términos en todas las pantallas.
- Al iniciar sesión mostrar desplegado el menú lateral, ya que algunos usuarios no se percataron de la presencia del menú y con ello hubieran observado las opciones que tenían y mejorado el tiempo de realización de las tareas.

- Se debe internacionalizar (traducir a los lenguajes soportados por la aplicación) el mensaje “Network was disconnected” para que aparezca cuando el teléfono móvil está en idioma español.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

Para la evaluación del portal web MiESPE se empleó las dos técnicas más utilizadas en usabilidad (véase Capítulo 2.7), la evaluación heurística y las pruebas de usabilidad. Al combinar estos métodos se obtuvo distintos tipos de problemas de usabilidad (complementarios) como: la no traducción adecuada de mensajes como “Calificación en letra” y “Puntaje” identificada por los expertos de usabilidad en la opción de “Visualización de calificaciones” en el portal web, repercute en la eficiencia al realizar esta tarea, reflejado en el tiempo de finalización de la misma, donde los usuarios en promedio ahorraron 29.72 segundos al usar la aplicación móvil.

Al evaluar la usabilidad del portal web MiESPE mediante la evaluación heurística se identificó 31 problemas de usabilidad de severidad considerable (véase Capítulo 4.7.2) y mediante las pruebas de usabilidad con usuarios, los resultados demostraron que la eficiencia, eficacia y satisfacción están por debajo del promedio aceptable en la mayoría de los casos.

Como solución se realizó una aplicación móvil multiplataforma. Se utilizó Scrum como metodología de desarrollo ágil, y se incluyó un diseño centrado en el usuario (UCD) que se fundamentó en varios lineamientos de usabilidad de la metodología PACMAD. Obteniéndose un producto escalable, mantenable y de alta usabilidad, cuya arquitectura da apertura a que más funcionalidades del portal web se puedan integrar fácilmente.

Al realizar las pruebas usabilidad del portal web MiESPE y de la aplicación móvil multiplataforma, se obtuvieron resultados favorables para el artefacto, donde:

1. La eficiencia global relativa se incrementó en un 47.76%.

2. El indicador de eficacia (tasa de éxito) fue superior 24.12% en promedio en todas las tareas.
3. El score de satisfacción se incrementó 18.28 puntos en relación al score del portal web (65.47).
4. En todas las métricas se superó el promedio aceptable.

El portal web tiene debilidades de usabilidad (problema) que requieren de una atención inmediata, por lo tanto, sustendándose en los resultados de la presente investigación, se puede corroborar que la aplicación móvil (solución) cumple con los requisitos para solventar dichas debilidades.

5.2. Recomendaciones

Al desarrollar un producto software considerar la inclusión del diseño centrado en el usuario, pese a que necesite más presupuesto, proporcionará productos más eficientes, eficaces, y de calidad, además reducirá la probabilidad de presentar problemas de usabilidad posteriores, lo que implicaría costos de mantenimiento.

Se recomienda a UTIC adquirir y mantener las licencias para publicar y realizar el respectivo lanzamiento del producto en las tiendas virtuales AppStore y PlayStore, adicionalmente se sugiere analizar la factibilidad de migrar el sistema actual a una versión más reciente que utilice tecnologías actuales y que a su vez puede resultar más usable. Además, considerar las recomendaciones descritas en el informe de usabilidad (véase capítulo 4.7).

Para calcular los promedios de las métricas de usabilidad, y debido al tamaño de la muestra, se debe considerar fórmulas de ajuste que estimen con menor rango de error el promedio de la población.

Para el desarrollo de una aplicación móvil, considerar lo siguiente:

- Seleccionar las tecnologías en base a la experticia de los desarrolladores y al tiempo planificado,
- usar una metodología de desarrollo ágil, como por ejemplo Scrum,
- usar una metodología de diseño centrado en el usuario, como por ejemplo PACMAD, y
- considerar el desarrollo móvil multiplataforma, lo cual permite codificar una sola vez y generar el producto para las distintas plataformas, reduciendo costos de mantenimiento y agilizando el desarrollo.

Para realizar las pruebas de usabilidad seguir adecuadamente los lineamientos, ser minuciosos con los roles y responsabilidades, preparar el lugar adecuadamente antes de las pruebas y mantener un trato amable con el participante.

Durante la evaluación si se observa que el participante se siente incómodo o nervioso analizar los motivos de ello, pues puede ser que su comportamiento natural sea el causante, más no el uso del sistema. Para evitar estos inconvenientes asegurarse de contar con el compromiso voluntario por parte de los participantes antes de la sesión.

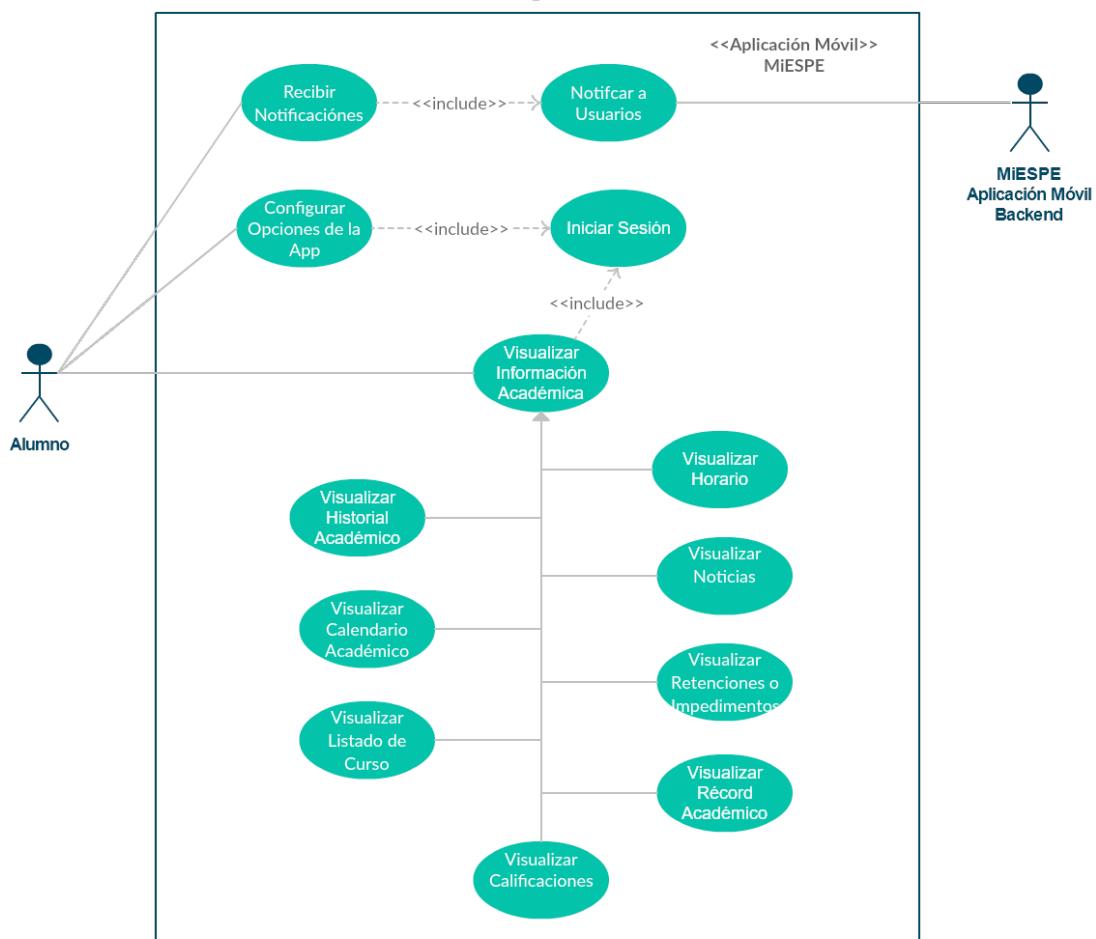
Al realizar estudios comparativos como en esta investigación, es importante que se utilicen las mismas tareas para los distintos grupos de usuarios, y para las distintas versiones de la aplicación.

ANEXOS

ANEXO A: Casos de Uso

A continuación, se muestra el diagrama de casos de uso para la elaboración de la aplicación móvil MiESPE, teniendo en consideración las tareas que fueron evaluadas desde el portal web MiESPE.

Como actores en el sistema se tiene a: (i) el alumno (estudiante) de la ESPE, quien es el actor principal, que interactúa directamente y (ii) a



la aplicación que integra el uso Firebase⁷, el mismo que se encarga de enviar notificaciones a los usuarios en determinados eventos como por ejemplo la actualización de calificaciones. A continuación, se describe los casos de uso requeridos para la evaluación de usabilidad.

Inicio de Sesión

⁷ Firebase donde es Plataforma de Google con varias funcionalidades

Tarea 1	
Caso de Uso	Iniciar Sesión
Actor	Alumno
Tipo	Primario
Descripción	El alumno inicia sesión con sus credenciales (usuario y contraseña) de la ESPE en la aplicación móvil.
Acción del alumno	Respuesta del sistema
1. Obtiene una interfaz que muestra los campos para ingreso de usuario y contraseña.	
2. Ingresá las credenciales mediante el teclado del dispositivo, y selecciona iniciar sesión.	3. Se valida el usuario y contraseña en el sistema.
4. Recibe una respuesta del sistema.	
Flujo y manejo de excepciones	
El sistema debe considerar los posibles errores:	
<ul style="list-style-type: none"> • No exista conexión a internet. • Las credenciales de acceso sean incorrectas. 	
En caso de ser exitoso	
<ul style="list-style-type: none"> • El sistema envía una notificación al correo electrónico. • Accede a la página principal de la aplicación. 	

Visualización de Horario

Tarea 2	
Caso de Uso	Visualizar Horario
Actor	Alumno
Tipo	Primario
Descripción	<p>El alumno podrá visualizar su horario de clases adicionalmente el detalle de la materia con los siguientes atributos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hora de inicio y fin • Asignatura • Lugar • NRC • Docente • Listado de estudiantes.
Acción del usuario	Respuesta del sistema
<p>1. Obtiene una interfaz que muestra información referente al horario de clase.</p> <p>2. Utiliza filtros de búsqueda o selecciona el detalle de horario.</p> <p>4. Recibe una respuesta del sistema.</p>	<p>3. Filtra o consigue la información solicitada.</p>
Excepciones	
El sistema debe considerar los posibles errores:	
<ul style="list-style-type: none"> • No exista conexión a internet. • Posible información incompleta. 	

Visualización de Calificaciones

Tarea 3

Caso de Uso	Visualizar Calificaciones
Actor	Alumno
Tipo	Primario
Descripción	<p>El alumno podrá visualizar sus calificaciones adicionalmente el detalle de cada una logrando identificar los siguientes atributos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Materia • Periodo • Nota parcial • Nombre de la nota parcial • Peso de la nota parcial
Acción del usuario	Respuesta del sistema
<ol style="list-style-type: none"> 1. Obtiene una interfaz que muestra información referente a las calificaciones conseguidas de una materia. 2. Utiliza filtros de búsqueda o selecciona el detalle de una calificación. 	<ol style="list-style-type: none"> 3. Filtra o consigue la información solicitada.
Excepciones	
<p>El sistema debe considerar los posibles errores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No exista conexión a internet. • Las calificaciones no han sido subidas. • Posible información incompleta. 	

Visualización de Historial Académico

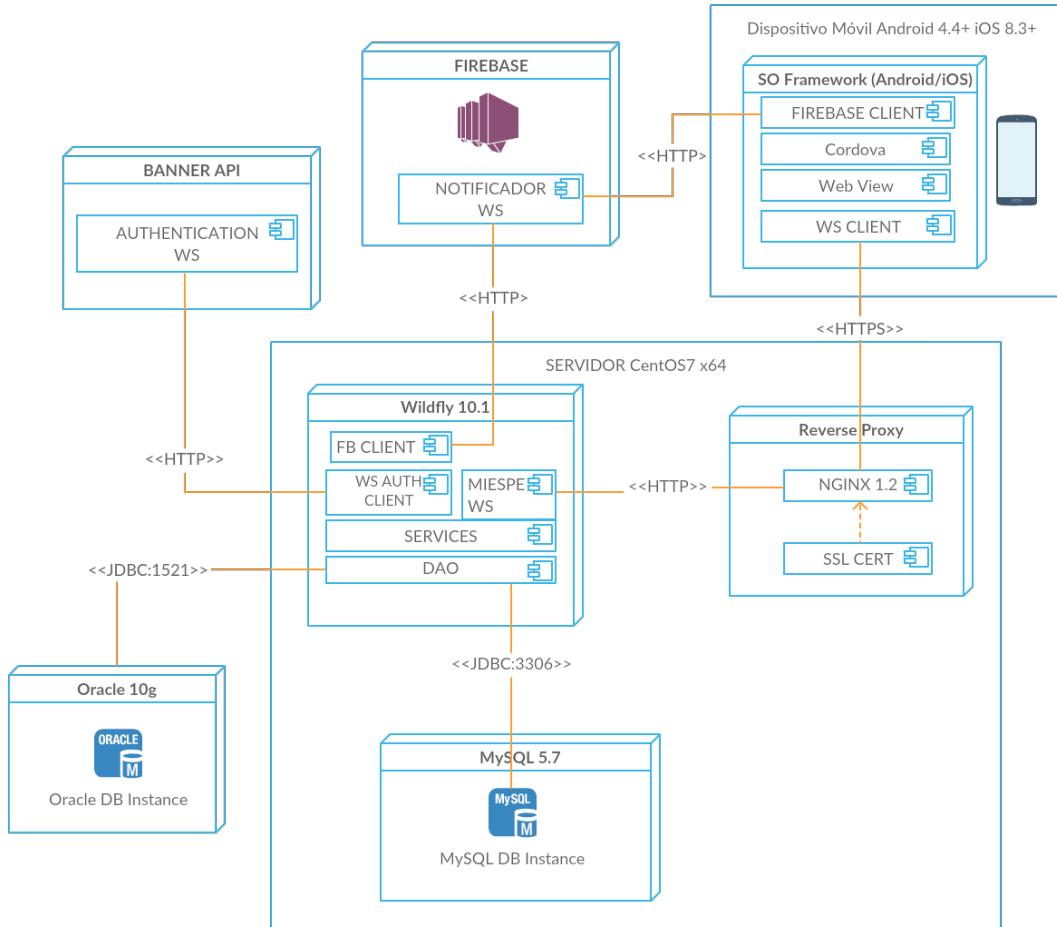
Tarea 4	
Caso de Uso	Visualizar de Historial Académico
Actor	Alumno
Tipo	Primario
Descripción	<p>El alumno podrá visualizar su historial académico adicionalmente el detalle las materias y periodo logrando identificar los siguientes atributos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Materia: Nombre, departamento, créditos, promedio, estado • Periodo: Nombre, duración, estado, nota del periodo
Acción del usuario	Respuesta del sistema
<ol style="list-style-type: none"> 1. Obtiene una interfaz que muestra información referente al historial académico (materias y periodo). 2. Utiliza filtros de búsqueda o selecciona el detalle de una materia o periodo. 	<ol style="list-style-type: none"> 3. Filtra o consigue la información solicitada.
Excepciones	
<p>El sistema debe considerar los posibles errores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No exista conexión a internet. • Posible información incompleta. 	

Visualización de Retenciones e impedimentos

Tarea 5	
Caso de Uso	Visualizar Retenciones e impedimentos

Actor	Alumno
Tipo	Primario
Descripción	<p>El alumno podrá visualizar si tiene o no retenciones o impedimentos, estos pueden ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Académicos • Económicos <p>Especificando los siguientes atributos: Tipo y descripción</p>
Acción del usuario	Respuesta del sistema
1. Obtiene una interfaz que muestra información referente a las retenciones e impedimentos.	Consigue la información solicitada.
Excepciones	<p>El sistema debe considerar los posibles errores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No exista conexión a internet. • No existan retenciones.

ANEXO B: Diagrama de Arquitectura



El presente diagrama ilustra la Arquitectura del sistema, en ella se expone los componentes necesarios para el funcionamiento, así como también los protocolos de conexión y la manera en que interactúan, finalmente se especifica las versiones del software instalado de cada servidor.

ANEXO C: Diagrama de Base de Datos



ANEXO D: Formularios de Acuerdos y Permisos

Codigo Usuario: _____

Fecha: _____

**Acuerdo de no divulgación del estudio
“Usabilidad del portal web MiESPE”**

En esta sesión, estará trabajando como parte de un grupo exclusivo para la evaluación del estudio de: “Usabilidad del portal web MiESPE”, sitio web oficial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, el mismo que es usado para la gestión académica. Al firmar este acuerdo, usted se compromete a no compartir información proporcionada sobre el mismo, de tal forma que usted sólo pueda utilizarla durante la evaluación. Al firmar este acuerdo, usted también se compromete a no compartir información sobre su sesión con nadie, especialmente aquellos que usted sabe que también pueden participar en este estudio. Agradecemos su estricta adhesión a este acuerdo.

Nombre: _____

Firma: _____

Código Usuario: _____ Fecha: _____

**Autorización para grabar durante la evaluación
“Usabilidad del portal web MiESPE”**

Gracias por participar en la evaluación de usabilidad del estudio “Usabilidad del portal web MiESPE”. Nosotros grabaremos tu sesión para permitir realizar un análisis más a fondo y detallado del mismo,

Por favor lea la declaración a continuación y firme donde se indique.

- Entiendo que mi sesión para la evaluación de usabilidad del estudio: “Usabilidad del portal web MiESPE” será registrada.
- Doy permiso a los integrantes del equipo de investigación del estudio: “Usabilidad del portal web MiESPE” para usar esta grabación para uso interno solamente, con el propósito de mejorar los diseños que se están probando.

Nombre: _____

Firma: _____

ANEXO E: Cuestionario General

Cuestionario para el estudio: “Usabilidad del portal web MiESPE”

Código Usuario: _____ **Fecha:** _____
 El siguiente cuestionario es parte de un estudio de usabilidad para el portal web MiESPE. La información que proporcione en la misma se la tratará de manera confidencial y los resultados se los compartirá de manera anónima.

Por favor tome unos minutos para responder las siguientes preguntas, lo cual facilitará conseguir un mayor entendimiento del contexto y las áreas de interés.

1. Sexo: Masculino: _____ Femenino: _____

2. ¿Cuál es su nivel actual de educación?

- a. Primaria
- b. Secundaria
- c. Superior

3. ¿Cuál de los siguientes rangos describe mejor su edad?

- a) 15-17
- b) 18-21
- c) 22-24
- d) Más de 24

4. ¿Cuánto tiempo lleva familiarizado con el uso general de computadores?

- a. 0-2 años
- b. 2-4 años
- c. Más de 4 años

5. ¿Cuánto tiempo lleva familiarizado con el uso general de navegadores e internet?

- a. 0-2 años
- b. 2-4 años
- c. Más de 4 años

6. ¿Cuántas horas al día utiliza un computador? _____

7. ¿Cuántas horas al día utiliza internet? _____

8. ¿Ha utilizado alguna aplicación móvil académica?: Si: _____ No: _____

9. ¿Pertenece a la Universidad de las Fuerzas Armadas? Si: _____ No: _____

10. ¿Cuál es el sistema operativo de su smartphone? Android: _____ iOS: _____

Otro: _____

ANEXO F: Cuestionario Single Ease Question (SEQ)

Cuestionario Post-Tarea

Código Usuario: _____

Fecha: _____

Por favor complete el siguiente cuestionario y marque con una cruz (x) en la caja que crea conveniente.

1. En general, ¿cuán difícil o fácil fue completar la tarea 1?
 2. En general, ¿cuán difícil o fácil fue completar la tarea 2?
 3. En general, ¿cuán difícil o fácil fue completar la tarea 3?
 4. En general, ¿cuán difícil o fácil fue completar la tarea 4?
 5. En general, ¿cuán difícil o fácil fue completar la tarea 5?

1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7

ANEXO G: Cuestionario System Usability Scale (SUS)

Cuestionario SUS

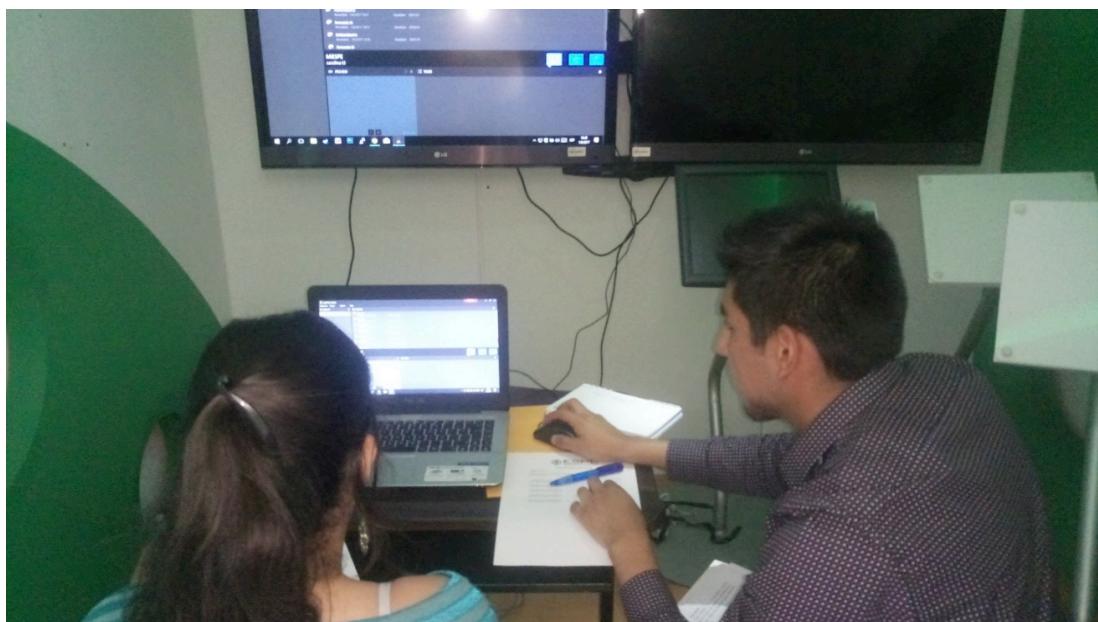
Código Usuario: _____ **Fecha:** _____
 Por favor complete el siguiente cuestionario y marque con una cruz (x) en la caja que crea conveniente.

	Totalmente en desacuerdo	Totalment e de acuerdo
1. Yo pienso que me gustaría usar este sistema frecuentemente	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
2. Yo encuentro al sistema más complejo de lo necesario	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
3. Yo pienso que el sistema fue fácil de usar	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
4. Yo pienso que necesitaría el soporte de una persona técnica para poder usar el sistema	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
5. Yo encontré que las funciones en el sistema estaban bien integradas	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
6. Yo pienso que había demasiada inconsistencia en el sistema.	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
7. Yo imaginaria que la mayoría de personas aprenderían a usar este sistema rápidamente	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
8. Yo encontré al sistema bastante incómodo para usar	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
9. Me sentí muy confiado/a usando el sistema	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
10. Yo necesité aprender muchas cosas antes de que pudiera empezar a usar el sistema	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	

Por favor escriba cualquier comentario adicional en este apartado:

Gracias por tu ayuda

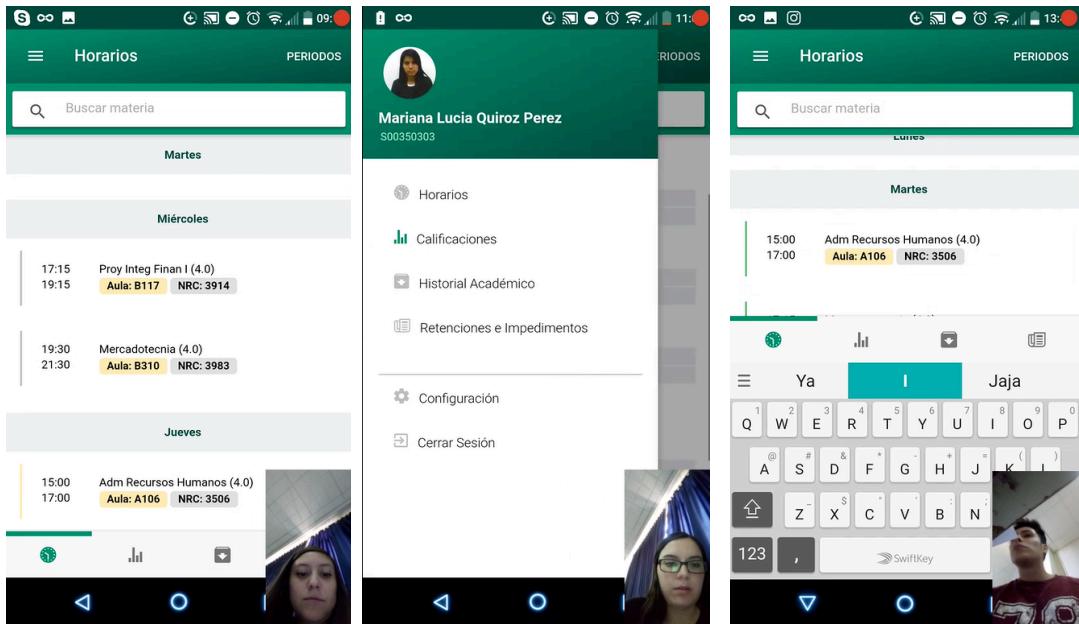
ANEXO H: Evaluación De Usabilidad**Evaluación Estudiantes Colegio portal web**

Evaluación Estudiantes Universidad portal web

Evaluación Estudiantes Colegio Aplicación móvil



Evaluación Estudiantes Universidad Aplicación móvil



Bibliografía

- Abras, C., Maloney-Krichmar, D., & Preece, J. (2004). User-Centered Design.
- Amazon Web Services. (30 de Abril de 2017). *Amazon Web Services*. Obtenido de La informática en la nube para el sector académico – Amazon Web Services: <https://aws.amazon.com/es/education/>
- Apple, Inc. (30 de Abril de 2017). *Developer Apple*. Obtenido de Developer Apple Human Interface Guidelines: <https://developer.apple.com/design/>
- Arriaga, R. (27 de Julio de 2017). *Coursera*. Obtenido de Introduction to User Experience Design: <https://es.coursera.org/learn/user-experience-design>
- Banerjee, A., & Roychoudhury, A. (2017). Future of Mobile Software for Smartphones and Drones: Energy and Performance. *IEEE/ACM 4th International Conference on Mobile Software Engineering and Systems*.
- Batra, S., & Bishu, R. R. (2007). Web Usability and Evaluation: Issues and Concerns . *International Conference on Usability and Internationalization*. Berlin: Springer.
- Budiu, R. (14 de Febrero de 2014). *Usability Testing for Mobile Is Easy*. Recuperado el 18 de Julio de 2017, de Nielsen Norman Group: <https://www.nngroup.com/articles/mobile-usability-testing/>
- Cao, J. (4 de Enero de 2017). *Free UX Process and Documentation Kit*. Recuperado el 11 de Julio de 2017, de The Full-Stack UX Design Platform: <https://www.uxpin.com/studio/blog/free-ux-process-documentation-kit/>
- Cordova. (30 de Julio de 2017). *Cordova*. Obtenido de Cordova Documentation: <https://cordova.apache.org/docs/es/latest/guide/overview/>
- Damewood, A. (2016). Current Trends in Higher Education Technology: Simulation. TechTrends. *TechTrends*, 268-271.
- Dingsøyr, T., Dyba, T., & Moe, N. B. (2007). *Agile Software Development*. London: Springer Heidelberg Dordrecht.

- Dongsong, Z., & Boonlit, A. (2005). Challenges, Methodologies, and Issues in the Usability Testing of Mobile Applications. *International Journal of Human Computer Interaction*, 293-308.
- DubLabs. (2015). *Higher Ed Mobile: Responsive Web or Native Application*.
- Eason, K. D. (1984). Towards the experimental study of usability. *Behaviour & Information Technology*, 133–143.
- Elberkawi, E. K., El-firjani, N. F., Maatuk, A. M., & Aljawarneh, S. A. (2016). Usability Evaluation of Web-based Systems: A New Method and Results. *2016 International Conference on Engineering & MIS (ICEMIS)* (págs. 1-5). Agadir: IEEE.
- Ellucian. (23 de Julio de 2017). *Banner® by Ellucian*. Obtenido de Ellucian | The leader in higher education technology: <http://www.ellucian.com/es/Software/Banner-by-Ellucian/>
- Fouts, R., & Hopkins, J. (2014). What's Next in User Experience Design? *Gartner*, (pág. 29).
- Galitz, W. (2007). *The essential guide to user interface design*. Wiley.
- Google Design. (30 de Julio de 2017). *Google*. Obtenido de Google Design: <https://design.google/>
- Google, Inc. (30 de Julio de 2017). *Web*. Obtenido de Progressive Web Apps: <https://developers.google.com/web/progressive-web-apps/>
- International Organization for Standardization. (1998). *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) — Part 11: Guidance on usability* (1 ed.). Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- International Organization for Standardization. (2001). *ISO/IEC 9126-1*.
- International Organization for Standardization. (2001). *Software engineering - Product quality -- Part 1: Quality model*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- International Organization for Standardization. (2008). *ISO/IEC 12207*. ISO/IEC JTC 1/SC 7 Software and systems engineering.
- International Organization for Standardization. (2015). *ISO/DIS 9241-11.2 Ergonomics of human-system interaction — Part 11: Usability: Definitions and concepts*. Geneva, Switzerland.

- Ionic. (16 de Julio de 2017). *Ionic* . Obtenido de Ionic Framework: <http://ionicframework.com/>
- Issa, T., & Isaias, P. (2015). Usability and Human Computer Interaction (HCI). En *Sustainable Design*. London: Springer.
- Issa, Tomayess, Isaias, & Pedro. (2015). HCI, Usability and Environmental Concerns. En Issa, Tomayess, Isaias, & Pedro, *Design Sustainable* (págs. 19-36).
- Kamau, G., Njihia, J., & Wausi, A. (2016). E-government websites user experience from public value perspective: Case study of iTax website in Kenya. *2016 IST-Africa Week Conference*. Durban: IEEE.
- Kamau, G., Njihia, J., & Wausi, A. (2016). E-government websites user experience from public value perspective: Case study of iTax website in Kenya. *2016 IST-Africa Week Conference* (págs. 1-8). Durban: IEEE.
- Kraft, C. (2012). *User Experience Innovation: User Centered Design That Works*. Apress.
- Kraus, R. (19 de Noviembre de 2015). *TechCrunch*. Obtenido de TechCrunch Crunch Network: <https://techcrunch.com/2015/11/19/lessons-in-switching-from-native-to-hybrid-app-development-and-back/>
- Krug, S. (2000). *Don't make me think! A Common Sense Approach to Web Usability*.
- Kucheriavy, A. (2015). Good UX Is Good Business: How To Reap Its Benefits. *Forbes*.
- Lai-Chong Law, E., Hvannberg, E., & Cockton, G. (2008). Maturing Usability. En *Quality in Software, Interaction and Value*. Springer-Verlag London.
- Lewis, J. R. (2014). Usability: Lessons Learned ... and Yet to Be Learned. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 663–684.
- Linus, O. (2015). Evaluation of Cross-Platform Mobile. *Development of an Evaluation Framework*. Autumn.
- Lookback. (2017). *Lookback*. Recuperado el 10 de Julio de 2017, de Lookback: <https://lookback.io/about/>

- Loranger, H. (2014). UX Without User Research Is Not UX. *Nielsen Norman Group*. Obtenido de Evidence-Based User Experience Research, Training, and Consulting: <https://www.nngroup.com/articles/ux-without-user-research/>
- Mendes, I. d., & Dias-Neto, A. C. (2016). A Process-Based Approach to Test Usability of Multi-platform Mobile Applications. *International Conference of Design, User Experience, and Usability*, (págs. 456-468).
- Mendes, I., & Dias-Neto, A. (2016). A Process-Based Approach to Test Usability of Multi-platform Mobile Applications. *International Conference of Design, User Experience, and Usability*, 456-468.
- Mieritz, L. (2012). Survey Shows Why Projects Fail. *Gartner* (pág. 8). Gartner.
- Mohamed, L., & Abdelmounaïm, A. (2017). Decision Framework for Mobile Development Methods. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 110-118.
- Nacheva, R. (2017). Architecture of Web-Based System for Usability Evaluation of Mobile Applications. *Izvestiya Journal of Varna University of Economics*, 187 - 201.
- Newman, I. (1998). *Qualitative-Quantitative Research Methodology*. Carbondale: Southern Illinois University Press.
- Nielsen, J. (1989). Usability engineering at a discount. *Third international conference on human-computer interaction on Designing and using human-computer interfaces and knowledge based systems* (págs. 394-401). Boston: Elsevier Science Inc.
- Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering* (1 edition ed.). Mountain View, California, United States of America: Morgan Kaufmann.
- Nielsen, J. (01 de January de 1995). *10 Usability Heuristics for User Interface Design*. Recuperado el 13 de April de 2017, de Nielsen Norman Group: <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>
- Nielsen, J. (01 de 01 de 1995). *How to Conduct a Heuristic Evaluation*. Recuperado el 13 de Abril de 2017, de Nielsen Norman Group:

- <https://www.nngroup.com/articles/how-to-conduct-a-heuristic-evaluation/>
- Nielsen, J. (01 de 01 de 1995). *How to Conduct a Heuristic Evaluation*. Recuperado el 13 de Abril de 2017, de Nielsen Norman Group: <https://www.nngroup.com/articles/how-to-conduct-a-heuristic-evaluation/>
- Nielsen, J. (1 de Enero de 1995). *How to Rate the Severity of Usability Problems*. Recuperado el 17 de Julio de 2017, de Nielsen Norman Group: <https://www.nngroup.com/articles/how-to-rate-the-severity-of-usability-problems/>
- Nielsen, J. (2010). College Students on the Web. *Nielsen Norman Group*.
- Nielsen, J. (4 de Enero de 2012). *Nielsen Norman Group*. Obtenido de Usability 101: Introduction to Usability: <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>
- Nielsen, J., & Robert, M. (1994). *Usability Inspection Methods*. New York: John Wiley & Sons.
- Nielsen Norman Group. (20 de Junio de 2017). *Nielsen Norman Group*. Obtenido de Evidence-Based User Experience Research, Training, and Consulting: <https://www.nngroup.com/articles/definition-user-experience/>
- Norleyza, J., Zuraidah, A., & Abu, M. (2015). Usability Guidelines for Developing Mobile Application in the Construction Industry. *The 5th International Conference on Electrical Engineering and Informatics 2015*, (págs. 411-416). Indonesia.
- Norman, D. (1988). *The Psychology Of Everyday Things*.
- Oppermann, R. (2002). User-interface Design. En H. Adelsberger, *International Handbooks on Information Systems*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Pacholczyk, D. (2017). *UI Design from the experts Web UI Design Best Practices*. UXPin.

- Parnas, D. L. (2010). Precise Documentation: The Key to Better Software. En S. Nanz, *The Future of Software Engineering* (págs. 125-148). Springer.
- Peffers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M., & Chatterjee, S. (2008). A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. *Journal of Management Information Systems*, 45-77.
- Polgár, Balázs, & Biró. (2011). The Usability Approach in Software Process Improvement. *Systems, Software and Service Process Improvement*, 133-142.
- Preece, J., Rogers, Y., & Sharp, H. (2002). *Interaction design: beyond human-computer interaction*. New York: Wiley.
- Rajanen, M., & Iivari, N. (2007). Usability Cost-Benefit Analysis: How Usability Became a Curse Word? En C. Baranauskas, P. Palanque, J. Abascal, & S. D. Barbosa (Ed.), *Human-Computer Interaction – INTERACT 2007: 11th IFIP TC 13 International Conference* (págs. 511-524). Berlin: Springer.
- Redish, J., & Dumas, J. (1991). *A Practical Guide to Usability Testing*. Portland: Intellect Ltd.
- Rivera and van der Meulen, 2. (4 de Febrero de 2013). Gartner. Obtenido de Gartner Newsroom: <http://www.gartner.com/newsroom/id/2324917>
- Rochimah, S., Rahmani, H. I., & Yuhana, U. L. (2015). Usability Characteristic Evaluation On Administration Module of Academic Information System Using ISO/IEC 9126 Quality Model. *2015 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications*, (págs. 363-368). Surabaya.
- Rubin, J., & Chisnell, D. (2008). *Handbook of Usability Testing, Second Edition: How to Plan, Design, and Conduct Effective Tests*. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc.
- Sauro, J. (Marzo de 2009). *Perfomance Satisfaction and Perception Satisfaction* . Obtenido de MeasuringU: <https://measuringu.com/test-task-sat/>
- Sauro, J. (2010). *A Practical Guide to Measuring Usability*. Denver: Measuring Usability LLC.

design.org/literature/article/a-user-centred-approach-to-mobile-design-and-a-5-stage-process-for-you-to-use

Tomayess, I., & Isaias, P. (2015). *Sustainable Design HCI, Usability and Environmental Concerns*. London.

Unyscape. (29 de Enero de 2016). *Unyscape*. Obtenido de How To Choose A Development Framework: <http://unyscape.com/how-to-choose-a-development-framework/>

usability.gov. (9 de Octubre de 2013). *Heuristic Evaluations and Expert Reviews*. Recuperado el 14 de Julio de 2017, de usability.gov: <https://www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/heuristic-evaluation.html>

Wang, C.-T., Lo, C.-C., & Chang, A.-P. (2012). A stack-based Markov model in web page navigability measure. *2012 International Conference on Machine Learning and Cybernetics* (págs. 1748-1753). Xian: IEEE.

Wang, N., Chen, X., Song, G., Lan, Q., & Parsaei, H. (2017). Design a New Mobile Optimized Remote Laboratory Application Architecture for M-Learning. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 2382 - 2391.

Whitenton, K. (2013). Minimize Cognitive Load to Maximize Usability. *Nielsen Norman Group*.

Wieringa, R. (2014). *Design Science Methodology for Information Systems and Software Engineering*. London: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Xamarin. (30 de Junio de 2017). *Xamarin*. Obtenido de Xamarin Platform: <https://www.xamarin.com/platform>