

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**Implementación de una aplicación web de soporte al proceso formal de
evaluaciones heurísticas**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Informático

AUTOR

Adrian Enrique Lecaros Bao

ASESORES:

Dr. Freddy Alberto Paz Espinoza

Mag. Miguel Arturo Moquillaza Vizarreta

Lima, abril, 2022

Resumen

En la actualidad, la usabilidad es un aspecto muy importante, debido a que establece un rol fundamental en el uso, aceptación e interacción de los usuarios con productos de software, que permite incrementar la satisfacción y el uso de la información y funcionalidades que estos proveen. Adicionalmente, la evaluación heurística, como objeto de estudio en este proyecto, pertenece a los métodos de inspección de usabilidad y, si bien es considerado como el más utilizado, debido a que permite el hallazgo del 75% del total de problemas de usabilidad involucrando únicamente de 3 a 5 expertos en usabilidad, en comparación con las pruebas de usuario que requieren de un alto número de usuarios finales, se han identificado ciertos problemas al momento de realizar su ejecución.

El problema central identificado es la ausencia de una herramienta de automatización y soporte al proceso de evaluación heurística dirigida a evaluadores de usabilidad basada en un proceso formal, que fue el problema abordado por el presente trabajo de investigación, ya que engloba a los demás problemas encontrados. Por esta razón, el objetivo general del proyecto fue desarrollar e implementar una aplicación web que permita la automatización y que brinde soporte en la ejecución del proceso de evaluación heurística, basada en un proceso formal establecido, que se encuentre disponible principalmente para evaluadores de usabilidad.

El desarrollo del sistema se realizó a través de un análisis comparativo de los procesos formales de evaluación heurística encontrados en la literatura, para poder seleccionar el más completo como la base de la aplicación, así como de un desarrollo iterativo e incremental a través de tres módulos. Una vez culminado y validado, el sistema fue puesto a prueba por usuarios expertos en usabilidad quienes tuvieron una percepción altamente positiva en el uso de la aplicación web para realizar inspecciones de usabilidad.

Dedicatoria y Agradecimientos

Quisiera agradecer y dedicar este proyecto de investigación a mi madre, María, quien a través de todos estos años me ha brindado su amor y apoyo incondicional que permitieron que pudiese enfocarme en mis estudios. A mi padre, José, quien me enseñó que no hay edad para cumplir las metas y que siempre estuvo alentándome a que continúe dando lo mejor de mí. A los amigos que hice en la facultad, de quienes me llevé un aprendizaje importante que pude utilizar tanto en mi vida universitaria y profesional. A Alonso, quien ha sido mi compañero de vida y mayor soporte durante la mayor parte de mi carrera, quien me alentó cada vez que consideraba que no iba a ser posible culminar y quien supo comprender las veces en las que tuve que enfocarme principalmente en el proyecto.

Finalmente, me gustaría agradecer a mis asesores Freddy Paz y Arturo Moquillaza, quienes mostraron un gran apoyo y dedicación en hacer que fuese posible culminar con éxito el proyecto, con el soporte del grupo de investigación HCI-DUXAIT, y que me guiaron a poder realizarlo de la mejor manera.

Tabla de contenidos

Índice de Figuras.....	x
Índice de Tablas	xi
Capítulo 1. Generalidades.....	1
1.1. Problemática	1
1.1.1. Árbol de problemas.....	1
1.1.2. Descripción	2
1.1.3. Problema seleccionado.....	5
1.2. Objetivos.....	5
1.2.1. Objetivo general.....	5
1.2.2. Objetivos específicos	6
1.2.3. Resultados esperados	6
1.2.4. Mapeo de objetivos, resultados y verificación.....	7
1.3. Métodos y procedimientos.....	8
1.3.1. Resumen de herramientas y métodos.....	8
1.3.2. Definición de herramientas	10
1.3.3. Definición de métodos	16
Capítulo 2. Marco conceptual y teórico.....	20
2.1. Introducción	20
2.2. Desarrollo del marco.....	20
2.2.1. Usabilidad	20
2.2.2. Proceso de evaluación de usabilidad.....	21
2.2.3. Evaluación o inspección heurística	21

2.2.4. Problemas de usabilidad.....	22
2.2.5. Heurísticas de usabilidad	22
2.2.6. Evaluadores de usabilidad.....	23
2.2.7. Proceso formal de evaluación heurística.....	23
2.2.8. Producto de software.....	24
2.2.9. Proceso.....	24
2.2.10. Automatización	24
Capítulo 3. Estado del arte.....	25
3.1. Introducción	25
3.2. Objetivo de revisión.....	25
3.3. Preguntas de revisión	26
3.4.1. Motores de búsqueda	27
3.4.2. Cadenas de búsqueda	28
3.4.3. Documentos encontrados	29
3.4.4. Criterios de inclusión/exclusión.....	29
3.5. Formulario de extracción de datos	30
3.6. Resultados de la revisión	31
3.6.1. Respuesta a la pregunta P1.....	32
3.6.2. Respuesta a la pregunta P2.....	36
3.6.3. Respuesta a la pregunta P3.....	39
3.7. Conclusiones	43
Capítulo 4. Selección y modelado de un proceso formal de evaluación heurística aplicable al proceso de inspección de usabilidad de productos de software.....	46

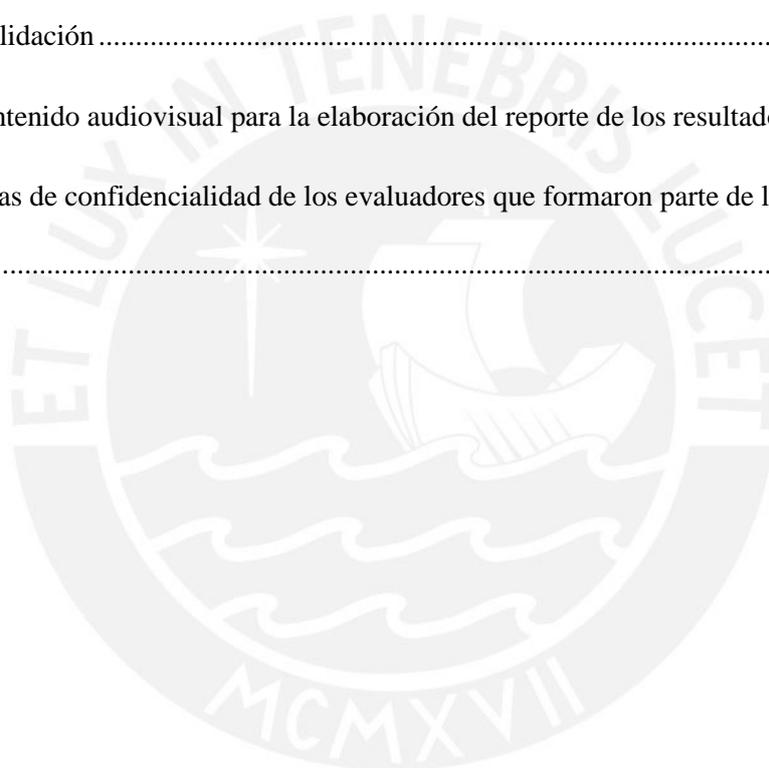
4.1. Introducción	46
4.2. Resultados alcanzados	46
4.2.1. Cuadro comparativo de los procesos formales documentados en la literatura para llevar a cabo una evaluación heurística	46
4.2.2. Diagrama detallado del proceso seleccionado	50
4.3. Discusión.....	54
Capítulo 5. Construcción de una aplicación web que automatiza el proceso de evaluación heurística y solucione las dificultades de selección de heurísticas, ejecución y procesamiento de datos que afrontan los evaluadores de usabilidad.....	56
5.1. Introducción	56
5.2. Resultados alcanzados	57
5.2.1. Arquitectura de un módulo de selección de heurísticas	57
5.2.2. Módulo de selección de heurísticas implementado.....	62
5.2.3. Arquitectura de un módulo de ejecución de la evaluación heurística	64
5.2.4. Módulo de ejecución de la evaluación heurística implementado.....	68
5.2.5. Arquitectura de un módulo de resultados y reportes.....	70
5.2.6. Módulo de resultados y reportes implementado	77
5.2.7. Informe de las entrevistas realizadas a usuarios acerca de la evaluación del software propuesto.....	79
5.3. Discusión.....	82
Capítulo 6. Validación de la herramienta en un escenario de validación que demuestre los aportes y beneficios de la incorporación de la aplicación web desarrollada como una herramienta de soporte a la evaluación heurística.....	85
6.1. Introducción	85

6.2. Resultados alcanzados	86
6.2.1. Diseño del caso de estudio comparativo y de los instrumentos de validación.....	86
6.2.2. Reporte de los resultados obtenidos de la ejecución del escenario de validación.....	88
6.3. Discusión.....	92
Capítulo 7. Conclusiones y trabajos futuros	94
7.1. Conclusiones	94
7.2. Trabajos futuros	99
Referencias.....	101
Anexos	106
Anexo A: Plan de proyecto	106
Anexo B: Cadenas de búsqueda por motor	122
Anexo C: Estudios primarios recopilados.....	123
Anexo D: Formulario de extracción de datos	126
Anexo E: Resultados obtenidos en el formulario de extracción	127
Anexo F: Cronograma de trabajo para la obtención de los resultados del proyecto.....	127
Anexo G: Documento que contiene el cuadro de análisis comparativo de los procesos formales referenciados en la literatura.....	127
Anexo H: Indicador objetivamente verificable: 100% de artículos relevantes considerados	128
Anexo I: Diagrama detallado del proceso seleccionado	128
Anexo J: Diagrama detallado del proceso seleccionado (Planificación)	129
Anexo K: Diagrama detallado del proceso seleccionado (Entrenamiento).....	130
Anexo L: Diagrama detallado del proceso seleccionado (Evaluación).....	131
Anexo M: Diagrama detallado del proceso seleccionado (Discusión)	132

Anexo N: Diagrama detallado del proceso seleccionado (Reporte)	133
Anexo O: Aprobación al 100% del diagrama BPMN obtenido por un especialista en HCI.....	134
Anexo P: Documentos de arquitectura del módulo de selección de heurísticas	135
Anexo Q: Vista lógica del módulo de selección de heurísticas	136
Anexo R: Vista del proceso del módulo de selección de heurísticas (creación de grupos de heurísticas, plantillas y equipos).....	137
Anexo S: Vista física del módulo de selección de heurísticas	138
Anexo T: Vista de desarrollo del módulo de selección de heurística	139
Anexo U: Escenarios del módulo de selección de heurísticas	140
Anexo V: Criterios de validación de resultados de arquitectura de módulos	141
Anexo W: Aprobación al 100% de los documentos de arquitectura obtenidos por un especialista en Ingeniería de Software (módulo de selección de heurísticas)	142
Anexo X: Repositorios de código fuente del sistema	144
Anexo Y: Cuadro resumen de los casos de prueba funcionales del módulo de selección de heurísticas	144
Anexo Z: Cuadro completo de los casos de prueba funcionales del módulo de selección de heurísticas	145
Anexo AA: Documentos de arquitectura del módulo de ejecución de la evaluación heurística.....	145
Anexo AB: Vista lógica del módulo de ejecución de la evaluación heurística.....	146
Anexo AC: Vista del proceso del módulo de ejecución de la evaluación heurística	147
Anexo AD: Vista física del módulo de ejecución de la evaluación heurística	148
Anexo AE: Vista de desarrollo del módulo de ejecución de la evaluación heurística	149
Anexo AF: Escenarios de módulo de ejecución de la evaluación heurística	150
Anexo AG: Aprobación al 100% de los documentos de arquitectura obtenidos por un especialista en	

Ingeniería de Software (módulo de ejecución de la evaluación heurística).....	151
Anexo AH: Cuadro resumido de los casos de prueba funcionales del módulo de ejecución de la evaluación heurística.....	153
Anexo AI: Cuadro completo de los casos de prueba funcionales del módulo de ejecución de la evaluación heurística.....	153
Anexo AJ: Documentos de arquitectura del módulo de resultados y reportes.....	154
Anexo AK: Vista lógica del módulo de resultados y reportes	154
Anexo AL: Vista del proceso del módulo de ejecución de resultados y reportes	155
Anexo AM: Vista física del módulo de resultados y reportes	156
Anexo AN: Vista de desarrollo del módulo de ejecución de la evaluación heurística	157
Anexo AO: Escenarios de módulo de resultados y reportes	158
Anexo AP: Aprobación al 100% de los documentos de arquitectura obtenidos por un especialista en Ingeniería de Software (módulo de resultados y reportes).....	159
Anexo AQ: Cuadro resumen de los casos de prueba funcionales del módulo de resultados y reportes	161
Anexo AR: Cuadro comparativo de los casos de prueba funcionales del módulo de resultados y reportes.....	162
Anexo AS: Heurísticas para sitios web transaccionales	162
Anexo AT: Plantilla genérica de evaluación heurística	162
Anexo AU: Heurísticas incumplidas vs. cantidad de problemas	163
Anexo AV: Severidad promedio vs. Cantidad de problemas	163
Anexo AW: Informe de las entrevistas realizadas a usuarios acerca del software propuesto.....	163
Anexo AX: Contenido audiovisual para la elaboración del informe de evaluación	164
Anexo AY: Actas de confidencialidad de evaluadores que participaron en las entrevistas de	

evaluación al software propuesto.....	165
Anexo AZ: Documento que contiene el diseño del caso de estudio	167
Anexo BA: Aprobación al 100% del documento de diseño del caso de estudio por un especialista en HCI.....	168
Anexo BB: Plantilla empleada para realizar la evaluación heurística	169
Anexo BC: Resultados de las encuestas de percepción realizadas a los evaluadores.....	170
Anexo BD: Documento que contiene el reporte de los resultados obtenidos de la ejecución del escenario de validación	170
Anexo BE: Contenido audiovisual para la elaboración del reporte de los resultados obtenidos	170
Anexo BF: Actas de confidencialidad de los evaluadores que formaron parte de los equipos del caso de estudio	171



Índice de Figuras

Figura 1: Árbol de problemas	1
Figura 2: Fases del AUP. Adaptado de (Edeki, 2013)	12
Figura 3: Mapa de procedencia de estudios	31
Figura 4: Artículos seleccionados por año de publicación.....	32
Figura 5: Diagrama detallado del proceso seleccionado (General).....	50
Figura 6: Módulo de selección de heurísticas implementado	63
Figura 7: Módulo de ejecución de la evaluación heurística implementado	70
Figura 8: Módulo de resultados y reportes implementado.....	78
Figura 9: Flujo de ejecución del caso de estudio	86
Figura 10: Relación entre criterios TAM.....	87
Figura 11: Diagrama de estructura de descomposición del trabajo (EDT).....	113
Figura 12: Cronograma del proyecto de las tareas 1.1, 1.2 y 1.3.....	117
Figura 13: Cronograma del proyecto de la tarea 1.4.....	117
Figura 14: Cronograma del proyecto de las tareas 2.1 y 2.2.....	117
Figura 15: Cronograma del proyecto de la tarea 3.1.....	118
Figura 16: Cronograma del proyecto de la tarea 3.2.....	118
Figura 17: Cronograma del proyecto de la tarea 3.3.....	118
Figura 18: Cronograma del proyecto de la tarea 3.4.....	118
Figura 19: Cronograma del proyecto de la tarea 3.5.....	119
Figura 20: Cronograma del proyecto de las tareas 3.6 y 3.7.....	119
Figura 21: Cronograma del proyecto de las tareas 4.1 y 4.2.....	119

Índice de Tablas

Tabla 1: Mapeo de objetivos, resultados y verificación del objetivo O1	7
Tabla 2: Mapeo de objetivos, resultados y verificación del objetivo O2	8
Tabla 3: Mapeo de objetivos, resultados y verificación del objetivo O3	8
Tabla 4: Resumen de herramientas y métodos.....	9
Tabla 5: Resultado de los criterios aplicando PICOC.....	27
Tabla 6: Palabras clave y sinónimos	28
Tabla 7: Cantidades de estudios encontrados	29
Tabla 8: Estudios que presentan desafíos de evaluaciones heurísticas	32
Tabla 9: Estudios que presentan soluciones de software para la automatización de la evaluación heurística.....	36
Tabla 10: Características presentadas en las soluciones de software.....	39
Tabla 11: Estudios que presentan protocolos o procesos formales para la realización de evaluaciones heurísticas	39
Tabla 12: Características de protocolos o procesos formales	43
Tabla 13: Resumen del cuadro de análisis comparativo	49
Tabla 14: Prueba Shapiro-Wilk para criterios TAM.....	90
Tabla 15: Resultados de la prueba de T-Student.....	91
Tabla 16: Riesgos identificados en el proyecto.....	111
Tabla 17: Lista de tareas del proyecto	113
Tabla 18: Personas involucradas y necesidades de capacitación	120
Tabla 19: Equipamiento requerido.....	120
Tabla 20: Herramientas requeridas	121
Tabla 21: Costeo del proyecto	121

Capítulo 1. Generalidades

1.1. Problemática

1.1.1. Árbol de problemas

En esta sección se presenta el resultado de aplicar la técnica llamada “árbol de problemas” con el objetivo de abordar la problemática que será tratada en el presente proyecto de investigación. Según E. Ortega (Ortega et al., 2015), al preparar un proyecto de investigación se debe identificar el problema principal que se desea tratar, así como las causas que están provocando o podrían provocar el problema, tal como los efectos más resaltantes del problema para verificar y analizar su importancia. El autor sostiene que una representación gráfica completa sería el árbol de problemas, que permitirá evidenciar la situación negativa existente con relaciones entre elementos expresadas correctamente. La Figura 1 muestra la aplicación del árbol de problemas para el presente proyecto de investigación.

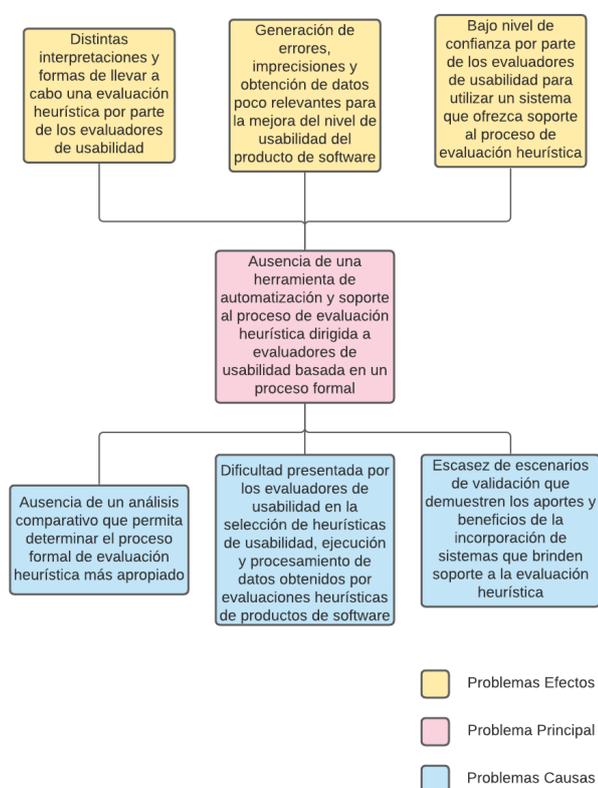


Figura 1: Árbol de problemas

Fuente: Elaboración propia

1.1.2. Descripción

Hoy día, la usabilidad es un aspecto muy importante, debido a que establece un rol fundamental en el uso, aceptación e interacción de los usuarios con productos de software, que permite incrementar la satisfacción y el uso de la información y funcionalidades que estos proveen (Huang, 2020). Esta se define como “la extensión en el que un sistema, producto o servicio puede ser utilizado por usuarios específicos para alcanzar metas específicas con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso especificado” (International Organization for Standardization, 2019).

Debido a su importancia, se han definido métodos como los clasificados por A. Holzinger (Holzinger, 2005), que consisten en asegurar que los nuevos proyectos de software cuenten con las características de usabilidad esenciales: (1) facilidad de aprendizaje, (2) eficiencia, (3) facilidad de memorizar, (4) bajo ratio de errores y (5) satisfacción. El autor sostiene que uno de los métodos es el de inspección, que es ejecutado por especialistas en el área de la Interacción Persona-Computador sin la participación de usuarios finales. Por el contrario, el método de prueba, si bien es dirigido por especialistas en usabilidad, se requiere de la participación de usuarios finales.

La evaluación heurística, como objeto de estudio en este proyecto, pertenece a los métodos de inspección de usabilidad y, si bien es considerado como el más utilizado, debido a que permitirá el hallazgo del 75% del total de problemas de usabilidad involucrando únicamente de 3 a 5 expertos en usabilidad, en comparación con las pruebas de usuario que requieren de un alto número de usuarios finales (Freddy Paz et al., 2018), se han identificado ciertos problemas al momento de realizar su ejecución.

El primer problema identificado es la ausencia de un análisis comparativo que permita determinar el proceso formal de evaluación más apropiado para llevar a cabo inspecciones heurísticas. Si bien Nielsen ofrece lineamientos generales para la ejecución de la evaluación

heurística, muy pocos autores de diversos estudios presentan un acuerdo o proceso formal en cómo se deben realizar las evaluaciones (Freddy Paz et al., 2018).

Para complementar, algunas propuestas encontradas en la literatura son (1) la comparación de los resultados de ejecución de evaluaciones heurísticas (Hasan & Morris, 2017), (2) la definición de nuevas heurísticas (Jiménez et al., 2017), (3) las formas de calificación (D. Davis & Jiang, 2015) y (4) la formalización del proceso completo en 5 fases: planificación, entrenamiento, evaluación, discusión y reporte (Freddy Paz et al., 2018). Si bien dichas propuestas aportan a la formalización del proceso de evaluación heurística, la revisión de la literatura no ha proporcionado un análisis comparativo que permita determinar cuál es la más apropiada, lo que podría generar que cada evaluador de usabilidad interprete y lleve a cabo su propio procedimiento, lo cual conllevaría a imprecisiones en los resultados y al aumento de la probabilidad de ejecutar incorrectamente la inspección.

El segundo problema identificado es la dificultad presentada por los evaluadores de usabilidad en la selección de heurísticas de usabilidad, ejecución y procesamiento de datos obtenidos por evaluaciones heurísticas de productos de software. Para la explicación de dichas dificultades se mostrará un ejemplo por cada una que permitirá identificar el escenario en donde ocurren.

Un ejemplo de lo mencionado es que, si bien las heurísticas generales propuestas por Nielsen pueden ayudar a la identificación de problemas generales en productos de software, estas, en su mayor parte, no son capaces de cubrir las nuevas categorías de aplicaciones de software que han surgido en los últimos años (Freddy Paz et al., 2018), ya que fueron diseñadas originalmente con miras en la medición de usabilidad en aplicaciones web tradicionales. Por esta razón, surgen propuestas de heurísticas de usabilidad en diversos dominios como sitios web de comercio electrónico (Hasan & Morris, 2017), de herencia cultural (Lam & Sajjanhar, 2019), de bibliotecas académicas (Silvis et al., 2019), de información clínica (Iadanza et al.,

2020), entre otros.

Sin embargo, al no existir una herramienta que brinde soporte a los evaluadores de usabilidad en la selección de las heurísticas más apropiadas según el caso de estudio a evaluar, ellos podrían obviar esta parte del proceso y no seleccionar un conjunto de principios heurísticos que se encuentren alineados con el producto de software que desean evaluar.

Otro ejemplo de dificultad se debe a que los evaluadores, al no ser usuarios finales de los sitios web a inspeccionar, podrían no considerar problemas de usabilidad que luego podrían ser percibidos por el usuario y, al no contar con la experiencia suficiente, es muy probable que no se realice adecuadamente la evaluación (Hasan & Morris, 2017). Adicionalmente, el proceso de evaluación es complejo y cuenta con diversas actividades que deben ser ejecutadas (Paz Espinoza, 2018), lo que genera inconvenientes al organizar la información y al llevar un registro apropiado de todas las tareas realizadas al momento, que, de no ser ejecutadas con precisión, puede conllevar a errores, imprecisiones y en obtención de datos pocos relevantes para la mejora del nivel de usabilidad del producto de software.

Un último ejemplo de dificultad es que las inspecciones heurísticas se suelen realizar manualmente, lo que ocasiona retrasos en las evaluaciones, así como la reducción de su efectividad (Ahmad et al., 2016), ya que el resultado de su ejecución es una gran cantidad de reportes obtenidos por los evaluadores que luego deben ser sintetizados para realizar el análisis (Hasan & Morris, 2017). Por esta razón, los resultados obtenidos como parte de la síntesis de la información podrían no guardar relación con el verdadero nivel de usabilidad que presenta el producto de software, ya que llevar a cabo el procesamiento de forma manual genera que se cometan errores al momento de consolidar la información.

Para continuar, el tercer problema identificado es la escasez de escenarios de validación que demuestren los aportes y beneficios de la incorporación de sistemas que brinden soporte a la evaluación heurística. Si bien existen casos de estudio que podrían apoyar a los problemas

descritos anteriormente, la literatura ha permitido demostrar que estos son bastante escasos y, en su mayor parte, son productos de software que son utilizados como herramientas de soporte a algunos elementos a evaluar, como por ejemplo la claridad visual (Ghazali et al., 2017), verificación de enlaces y facilidad de lectura (Ahmad et al., 2016).

Por esta razón, al no existir escenarios de validación de sistemas que demuestren los aportes y beneficios en la inspección heurística, existe un bajo nivel de confianza por parte de los evaluadores de usabilidad para utilizar un sistema que ofrezca soporte al proceso de evaluación heurística, por lo que la inspección se continúa realizando de manera manual.

Finalmente, el problema central identificado es la ausencia de una herramienta de automatización y soporte al proceso de evaluación heurística dirigida a evaluadores de usabilidad basada en un proceso formal. Si bien se encontró una solución de software que automatiza las inspecciones de usabilidad de sitios web con el objetivo del llenado de datos generales, la inspección y calificación de cada heurística, y el análisis gráfico y numérico de los resultados obtenidos (Chanchí Golondrino et al., 2019), esta solución no cuenta con una base en un proceso formal para la realización de la evaluación

1.1.3. Problema seleccionado

El problema por tratar en el trabajo de investigación es el hecho de que los evaluadores de usabilidad no cuentan con una herramienta de soporte al proceso de evaluación heurística que se encuentre basada en un proceso formal. Este problema se ha seleccionado, debido a que engloba a los demás problemas descritos.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

El objetivo general consistirá en desarrollar e implementar una aplicación web que permita la automatización y que brinde soporte en la ejecución del proceso de evaluación heurística, basada en un proceso formal establecido, que se encuentre disponible

principalmente para evaluadores de usabilidad.

1.2.2. Objetivos específicos

A continuación, se presentarán los objetivos específicos definidos que aportarán con el alcance del objetivo general.

- O 1. Seleccionar y modelar un proceso formal de evaluación heurística aplicable al proceso de inspección de usabilidad de productos de software a través de un análisis comparativo.
- O 2. Construir una aplicación web que automatice el proceso de evaluación heurística y solucione las dificultades de selección de heurísticas, ejecución y procesamiento de datos que afrontan los evaluadores de usabilidad.
- O 3. Validar la herramienta en un escenario que demuestre los aportes y beneficios de la incorporación de la aplicación web desarrollada como una herramienta de soporte a la evaluación heurística.

1.2.3. Resultados esperados

- O 1. Seleccionar y modelar un proceso formal de evaluación heurística aplicable al proceso de inspección de usabilidad de productos de software a través de un análisis comparativo.
 - R 1.1. Cuadro comparativo de los procesos formales documentados en la literatura para llevar a cabo una evaluación heurística.
 - R 1.2. Diagrama detallado del proceso seleccionado.
- O 2. Construir una aplicación web que automatice el proceso de evaluación heurística y solucione las dificultades de selección de heurísticas, ejecución y procesamiento de datos que afrontan los evaluadores de usabilidad.
 - R 2.1. Arquitectura de un módulo de selección de heurísticas.
 - R 2.2. Módulo de selección de heurísticas implementado.

R 2.3. Arquitectura de un módulo de ejecución de la evaluación heurística.

R 2.4. Módulo de ejecución de la evaluación heurística implementado.

R 2.5. Arquitectura de un módulo de resultados y reportes.

R 2.6. Módulo de resultados y reportes implementado.

R 2.7. Informe de las entrevistas realizadas a usuarios acerca de la evaluación del software propuesto.

O 3. Validar la herramienta en un escenario que demuestre los aportes y beneficios de la incorporación de la aplicación web desarrollada como una herramienta de soporte a la evaluación heurística.

R 3.1. Diseño del caso de estudio comparativo y de los instrumentos de validación.

R 3.2. Reporte de los resultados obtenidos de la ejecución del escenario de validación.

1.2.4. Mapeo de objetivos, resultados y verificación

Para el mapeo de objetivos con sus resultados, medios de verificación e indicadores objetivamente verificables se utilizará la Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3 para el mapeo de los objetivos O1, O2 y O3 respectivamente.

Tabla 1: Mapeo de objetivos, resultados y verificación del objetivo O1

O1: Seleccionar y modelar un proceso formal de evaluación heurística aplicable al proceso de inspección de usabilidad de productos de software		
Resultado	Medio de verificación	Indicador objetivamente verificable
R1.1: Cuadro comparativo de los procesos formales documentados en la literatura para llevar a cabo una evaluación heurística	Documento que contiene el cuadro de análisis comparativo de los procesos formales referenciados en la literatura	Se ha considerado el 100% de artículos relevantes seleccionados en la revisión sistemática para la elaboración del cuadro comparativo
R1.2: Diagrama detallado del proceso seleccionado	Diagrama BPMN del proceso	Se ha alcanzado la aprobación al 100% del diagrama BPMN obtenido por un especialista en HCI

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2: Mapeo de objetivos, resultados y verificación del objetivo O2

O2: Construir una aplicación web que automatice el proceso de evaluación heurística y solucione las dificultades de selección de heurísticas, ejecución y procesamiento de datos que afrontan los evaluadores de usabilidad		
Resultado	Medio de verificación	Indicador objetivamente verificable
R2.1: Arquitectura de un módulo de selección de heurísticas	Documento de vista lógica, Documento de vista del proceso, Documento de vista del desarrollo, Documento de vista física, Documento de escenarios del módulo de selección de heurísticas	Se ha alcanzado la aprobación al 100% de los documentos de arquitectura obtenidos por un especialista en Ingeniería de Software
R2.2: Módulo de selección de heurísticas implementado	Código fuente y casos de prueba disponibles en una herramienta de gestión de código	El 100% de las pruebas funcionales se han realizado con éxito
R2.3: Arquitectura de un módulo de ejecución de la evaluación heurística	Documento de vista lógica, Documento de vista del proceso, Documento de vista física, Documento de escenarios del módulo de ejecución de la evaluación heurística	Se ha alcanzado la aprobación al 100% de los documentos de arquitectura obtenidos por un especialista en Ingeniería de Software
R2.4: Módulo de ejecución de la evaluación heurística implementado	Código fuente y casos de prueba disponibles en una herramienta de gestión de código	El 100% de las pruebas funcionales se han realizado con éxito
R2.5: Arquitectura de un módulo de resultados y reportes	Documento de vista lógica, Documento de vista del proceso, Documento de vista física, Documento de escenarios del módulo de selección de resultados y reportes	Se ha alcanzado la aprobación al 100% de los documentos de arquitectura obtenidos por un especialista en Ingeniería de Software
R2.6: Módulo de resultados y reportes implementado	Código fuente y casos de prueba disponibles en una herramienta de gestión de código	El 100% de las pruebas funcionales se han realizado con éxito
R2.7: Informe de las entrevistas realizadas a usuarios acerca de la evaluación del software propuesto	Documento que contiene el informe de las entrevistas realizadas y su contenido audiovisual	Se ha considerado el 100% del contenido audiovisual para la elaboración del informe de evaluación

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3: Mapeo de objetivos, resultados y verificación del objetivo O3

O3: Validar la herramienta en un escenario de validación que demuestre los aportes y beneficios de la incorporación de la aplicación web desarrollada como una herramienta de soporte a la evaluación heurística		
Resultado	Medio de verificación	Indicador objetivamente verificable
R3.1: Diseño del caso de estudio comparativo y de los instrumentos de validación	Documento que contiene el diseño del caso de estudio	Se ha alcanzado la aprobación al 100% del documento de diseño del caso de estudio por un especialista en HCI
R3.2: Reporte de los resultados obtenidos de la ejecución del escenario de validación	Documento que contiene el reporte de los resultados obtenidos y el contenido audiovisual de las entrevistas realizadas	Se ha considerado el 100% del contenido audiovisual para la elaboración del reporte de los resultados obtenidos

Fuente: Elaboración propia

1.3. Métodos y procedimientos

1.3.1. Resumen de herramientas y métodos

La Tabla 4 muestra un resumen de las herramientas y métodos que serán utilizados en

el presente proyecto de investigación.

Tabla 4: Resumen de herramientas y métodos

Resultado	Medio de verificación
R1.1: Cuadro comparativo de los procesos formales documentados en la literatura para llevar a cabo una evaluación heurística	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión sistemática de la literatura • Matriz de análisis comparativo
R1.2: Diagrama detallado del proceso seleccionado	<ul style="list-style-type: none"> • Notación BPMN • Bizagi BPMN Modeler • Entrevistas semiestructuradas • Modelo de vistas de arquitectura 4 + 1
R2.1: Arquitectura de un módulo de selección de heurísticas	<ul style="list-style-type: none"> • UML • Draw.io • Entrevistas semiestructuradas • Metodologías ágiles • Prototipado de baja fidelidad • <i>Cloud computing</i> • AUP
R2.2: Módulo de selección de heurísticas implementado	<ul style="list-style-type: none"> • Figma • GitLab • React.js • Flask • MySQL • <i>Amazon Web Services</i> • Modelo de vistas de arquitectura 4 + 1
R2.3: Arquitectura de un módulo de ejecución de la evaluación heurística	<ul style="list-style-type: none"> • UML • Draw.io • Entrevistas semiestructuradas • Metodologías ágiles • Prototipado de baja fidelidad • <i>Cloud computing</i> • AUP
R2.4: Módulo de ejecución de la evaluación heurística implementado	<ul style="list-style-type: none"> • Figma • GitLab • React.js • Flask • MySQL • <i>Amazon Web Services</i> • Modelo de vistas de arquitectura 4 + 1
R2.5: Arquitectura de un módulo de resultados y reportes	<ul style="list-style-type: none"> • UML • Draw.io • Entrevistas semiestructuradas • Metodologías ágiles • Prototipado de baja fidelidad • <i>Cloud computing</i> • AUP
R2.6: Módulo de resultados y reportes implementado	<ul style="list-style-type: none"> • Figma • GitLab • React.js • Flask • MySQL • <i>Amazon Web Services</i>
R2.7: Informe de las entrevistas realizadas a usuarios acerca de la evaluación del software propuesto	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevistas semiestructuradas • Cuestionarios

R3.1: Diseño del caso de estudio comparativo y de los instrumentos de validación	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación heurística • Sistema web de soporte al proceso formal de evaluación heurística obtenido como resultado del objetivo O2
R3.2: Reporte de los resultados obtenidos de la ejecución del escenario de validación	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevistas semiestructuradas • Entrevistas semiestructuradas • Cuestionarios • Matriz de análisis comparativo

Fuente: Elaboración propia

1.3.2. Definición de herramientas

- **Matriz de análisis comparativo**

Es una matriz que permite la agrupación y descripción de las ventajas y desventajas de características o criterios definidos que presenten los objetos de estudio con el objetivo de realizar una comparación entre estos para determinar cuáles son los más destacables (Cabezas, 2015).

En el presente proyecto se ha utilizado dicha matriz para la obtención de dos resultados. Para el resultado R2.1 se utilizó para comparar y determinar cuál es el mejor proceso formal de evaluación heurística dentro de los encontrados luego de realizar la revisión sistemática de la literatura.

Adicionalmente, para el resultado R3.2, se utilizó para comparar la ejecución de la evaluación heurística en dos grupos de evaluadores: el primero, realizó la evaluación siguiendo los lineamientos generales de Nielsen, mientras que el segundo, la realizó utilizando la aplicación web desarrollada obtenida como resultado del objetivo O2. De esta manera, se podrá determinar si hubo alguna mejora significativa en la ejecución de la inspección al hacer uso del sistema.

- **Bizagi BPMN Modeler**

Es una herramienta que permite el diseño, modelado, integración, automatización y monitoreo de los procesos de negocio a través de un entorno gráfico convirtiéndose así en la manera más rápida y efectiva para lograr una mejora continua en los procesos (Goetz, 2009).

En el presente proyecto se ha utilizado dicha herramienta, ya que permitió modelar el proceso formal de evaluación heurística seleccionado a través del uso de su entorno gráfico, permitiendo que el proceso se entienda utilizando una notación universal que pueda ser validada por expertos en el área de Ingeniería de Software.

- **Draw.io**

Es una plataforma libre utilizada para la creación de diagramas, gráficos y modelos a través de plantillas que apoyan a los procesos de diseño de estructuras como UML, por ejemplo (Tran, 2020).

En el presente proyecto se ha utilizado dicha herramienta, ya que permitió realizar el modelado de vistas de arquitectura 4 + 1 en su totalidad sin la necesidad de licencias para su uso y por su alta disponibilidad como página web para el trabajo concurrente.

- **AUP**

Según C. Edeki (Edeki, 2013), el AUP (*Agile Unified Process*) es una propuesta de modelación híbrida propuesta por Scott Ambler que combina los métodos de *Rational Unified Process* (RUP) y *Agile Methods* (AM) que da como resultado un sólido marco de trabajo a través de un proceso iterativo incremental de flujos de trabajo y fases que puede ser aplicado a todo tipo de software.

El autor además sostiene que el avance de los flujos de trabajo se realiza a través de dos iteraciones semanales que permiten que el proceso vaya avanzando en las diferentes fases. Los flujos de trabajo considerados son: (1) modelo, (2) implementación, (3) pruebas, (4) despliegue, (5) administración de la configuración, (6) administración del proyecto y (7) ambiente de trabajo. Adicionalmente, las fases son: (1) iniciación, (2) elaboración, (3) construcción y (4) transición.

La Figura 2 muestra la transición entre las iteraciones, fases y flujos de trabajo.

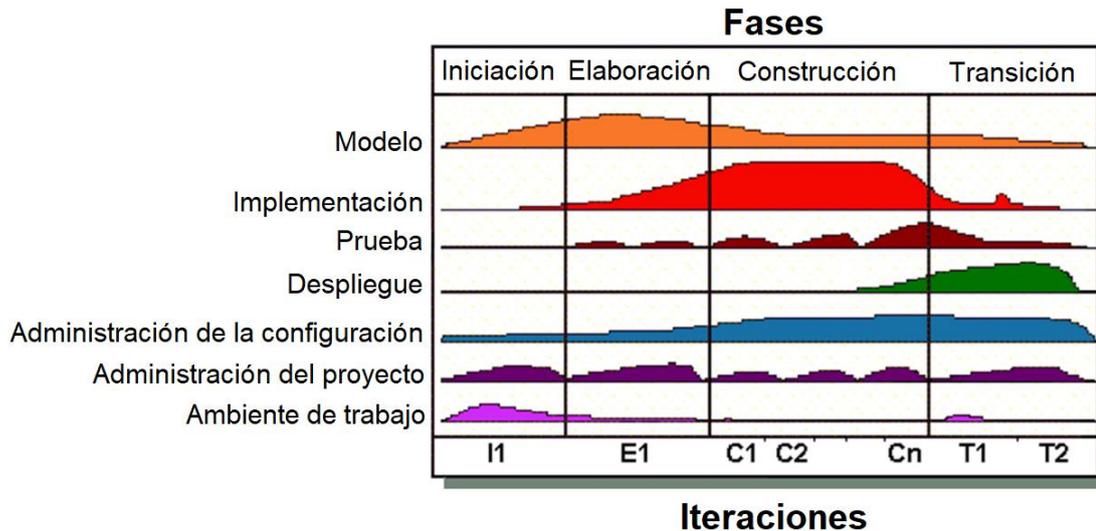


Figura 2: Fases del AUP. Adaptado de (Edeki, 2013)

Fuente: Adaptado de (Edeki, 2013)

En el presente proyecto se ha utilizado dicha propuesta de modelación, ya que permitió que el desarrollo de los módulos propuestos se realice de manera incremental a través de iteraciones, lo que permitió que se presenten avances funcionales mientras se va avanzando en las fases al ir cumpliendo con los siete flujos de trabajo en cada iteración.

- **Figma**

Es una herramienta web utilizada para el prototipado que cuenta con contenido integrado basado en vectores. Adicionalmente, se puede utilizar de manera colaborativa y permite la sencilla implementación de diseño al generar automáticamente el posicionamiento y los colores, que luego pueden ser trasladados con facilidad al código fuente (Liu et al., 2020).

En el presente proyecto se ha utilizado dicha herramienta por su disponibilidad como página web y por los beneficios que ofrece en el prototipado de los módulos a desarrollar al brindar las coordenadas de posicionamiento, tamaño y colores utilizados para luego trasladarlos al desarrollo de estos.

- **GitLab**

Es un sistema escrito en Ruby, publicado en el año 2011 bajo la licencia de la MIT, enfocado en la administración de repositorios virtuales de código Git, que permite realizar un

sencillo control de versiones significativas de código fuente. Además, entre sus principales características se tiene que cuenta con una interfaz web, permite administrar permisos y es de gran utilidad para la documentación de proyectos (Helthey, 2013).

En el presente proyecto se ha utilizado dicha herramienta por los beneficios que ofrece como repositorio virtual de código para los módulos desarrollados al permitir que se encuentre almacenado en este y por la facilidad que ofrece en el control de versiones en caso se necesite regresar a una versión anterior del desarrollo o verificar el progreso en el desarrollo del proyecto. Adicionalmente, dicha herramienta permite la integración continua a través de configuraciones realizadas con el servicio de almacenamiento S3 de *Amazon Web Services*.

- **React.js**

Según C. Gackenheimer (Gackenheimer, 2015), React es un marco de trabajo de JavaScript que fue creado por Facebook en el año 2013 que desafió las convenciones que se habían convertido en los estándares de buenas prácticas para los marcos de trabajo de JavaScript. React presenta características que permiten construir una aplicación de página singular (*single-page application*) o interfaz de usuario para usuarios de distintos niveles de experiencia. Además, presenta características como DOM virtual, JSX y Flux que pueden ser utilizadas para la creación de interfaces de usuario complejas.

En el presente proyecto se ha utilizado dicha herramienta, ya que actualmente es el marco de trabajo para *front-end* que cuenta con mayor documentación, soporte y recomendación por expertos en desarrollo. Adicionalmente, dependiendo del nivel de dificultad del proyecto, el marco de trabajo se podrá adaptar para cubrir con las necesidades requeridas debido a la alta flexibilidad de sus características.

- **Flask**

Según A. Musse Bekabil (Musse Bekabil, 2014), es un micro marco de trabajo para proyectos desarrollados en Python que permite a los desarrolladores crear aplicaciones web de

distintas dimensiones con facilidad. Los principales beneficios de Flask son (1) la simplicidad, al contar con una documentación de inicio rápido que guía a los desarrolladores a través de funcionalidades básicas, (2) su accesibilidad, al estar distribuido bajo una licencia permisiva abierta y, (3) su bien documentado marco de trabajo, que provee de documentación actualizada de cada nueva versión del marco de trabajo.

En el presente proyecto se ha utilizado dicha herramienta, ya que es un marco de trabajo que permitió realizar el desarrollo en *back-end* con simplicidad gracias a su documentación y a sus posibilidades de inicio rápido. El último punto mencionado es fundamental, ya que como se va a utilizar la metodología UAP, es necesario que la configuración inicial no sea tan compleja para permitir el desarrollo incremental con facilidad desde el inicio del desarrollo del proyecto.

- **MySQL**

Según S. Suehring (Suehring, 2001), MySQL es un sistema de administración de bases de datos relacionales (RDBMS) que puede ser ejecutado en diversas plataformas con un costo total de propiedad bajo y con alta estabilidad. Adicionalmente, cuenta con una vasta documentación acerca de su uso y ofrece soporte de alta calidad para sus usuarios. Asimismo, cuenta con versiones en los sistemas operativos de Ubuntu, Linux, Windows, Solaris, MacOS, entre otros.

En el presente proyecto se utilizará dicho RDBMS para la administración de la base de datos a utilizar en los módulos a desarrollar. Dicha base de datos será parte de los servicios utilizados en *Amazon Web Services*.

- **Amazon Web Services**

Según J. Varia y S. Mathew (Varia & Mathew, 2014), los *Amazon Web Services* consisten en diversos servicios en la nube que se pueden utilizar en conjunto para alcanzar las necesidades de la organización o el negocio. Entre las categorías ofrecidas que incluyen dichos

servicios se cuenta con (1) cómputo, (2) networking, (3) almacenamiento y entrega de contenido, (4) bases de datos, (5) analytics, (6) servicios de aplicaciones, (7) despliegue y administración, (8) seguridad, (9) servicios móviles y (10) aplicaciones.

En el presente proyecto se han utilizado dichos servicios, ya que, tomando en consideración una relación de costo-beneficio, los servicios en la nube ofrecidos por Amazon permitirán el despliegue de la aplicación web del proyecto en un servidor de Ubuntu, así como la configuración de la base de datos a utilizar, en este caso, MySQL, al solo pagar por los recursos utilizados en el proyecto, sin la necesidad de la inversión en hardware que brinde dichos servicios.

- **Sistema web de soporte al proceso formal de evaluación heurística obtenido como resultado del objetivo O2**

La aplicación web desarrollada como resultado del objetivo O2 se ha utilizado para realizar la comparación del beneficio experimentado por los evaluadores de usabilidad al utilizarla para llevar a cabo una evaluación heurística.

- **Entrevistas semiestructuradas**

Según R. Longhurst (Longhurst, 2016), una entrevista semiestructurada es el intercambio verbal en el que el entrevistador intenta obtener información de otra persona a través de preguntas. Adicionalmente, si bien se cuenta con una lista de preguntas predeterminadas para realizar la entrevista, esta también se puede realizar a manera de conversación, que permite explorar cómo se sienten las personas entrevistadas acerca de los problemas que consideran más importantes.

En el presente proyecto se han utilizado dicho tipo de entrevistas, ya que permitirán validar la experiencia de los evaluadores en el uso de la aplicación web desarrollada con la posibilidad de profundizar y empatizar con ellos a través de una conversación que no necesariamente se rija solamente en las preguntas predeterminadas, lo que permitirá un mejor

entendimiento de la experiencia en su uso.

- **Cuestionarios**

Es un medio de recolección de información proporcionada por personas que permite describir, comparar o explicar sus actitudes, comportamientos y conocimientos de un caso de estudio en particular a través de preguntas normalmente aplicadas durante una entrevista (Fink, 2002).

En el presente proyecto se ha utilizado dicho medio, ya que permitió estructurar preguntas con el objetivo de conocer a mayor detalle la experiencia de los evaluadores de usabilidad con el uso de la aplicación web desarrollada.

1.3.3. Definición de métodos

- **Revisión sistemática de la literatura**

Consiste en identificar, evaluar e interpretar los estudios más relevantes que se encuentren disponibles y permitan responder a preguntas de revisión acerca de un área o fenómeno de interés (Kitchenham & Charters, 2007).

Para el presente proyecto se ha utilizado dicha revisión para la obtención de los procesos formales de evaluaciones heurísticas presentes en la literatura.

- **Notación BPMN**

El BPMN (*Business Process Modeling Notation*) es notación basada en una disciplina de administración que se enfoca en la evaluación, desarrollo, documentación y optimización de los procesos de negocio en donde se describe una serie de actividades singulares que son ejecutadas paso a paso para alcanzar un objetivo de negocio predefinido (Goetz, 2009).

Para el presente proyecto se ha utilizado dicha notación para describir las actividades en serie del proceso formal de evaluación heurística seleccionado.

- **UML**

Según N. Medvidovic (Medvidovic et al., 2002), el UML (*Unified Modeling Language*) es un lenguaje de modelado de sintaxis y semánticas semiformales, cuya arquitectura se compone de cuatro capas (1) modelo meta-meta, (2) modelo meta, (3) modelo y (4) objetos de usuario. La capa modelo meta-meta define el lenguaje para especificar la capa modelo meta, mientras que esta última define las especificaciones legales de un lenguaje de modelado dado. Por otro lado, la capa modelo se utiliza para definir modelos de sistemas de software específicos, mientras que la capa de objetos de usuario se utiliza para construir instancias de un modelo específico. Por esta razón, las dos últimas capas son las más relevantes en la construcción de modelos de arquitectura de software.

Para el presente proyecto se ha utilizado dicho lenguaje de modelado para definir los modelos y construir las instancias de los módulos a implementar.

- **Modelo de vistas de arquitectura 4 + 1**

Según P. Kruchten (Kruchten, 1995), el modelo de vistas de arquitectura 4 + 1 es un modelo de arquitectura compuesto de múltiples perspectivas o vistas que permiten modelar arquitecturas largas y complejas de manera estructurada. Las vistas incluidas en el modelo son: (1) la vista lógica, que es el modelo del objeto del diseño, (2) la vista del proceso, que incluye la concurrencia y sincronización de los aspectos de diseño, (3) la vista física, que refleja la distribución del software y su conexión con el hardware, (4) la vista de desarrollo, que describe la organización estática del software en su ambiente de desarrollo, y (5) los escenarios o casos de uso, que es la ilustración de la descripción de la arquitectura obtenida por las cuatro vistas anteriores.

En el presente proyecto se ha utilizado dicho modelo de vistas para la definición de los módulos implementados, ya que permitió documentar detalladamente su arquitectura siguiendo estándares que podrán ser comprendidos por expertos en Ingeniería de Software.

- **Metodologías ágiles**

Según K. Gaurav y B. Pradeep (Gaurav & Pradeep, 2012), las metodologías ágiles son un grupo de métodos de desarrollo de software que están basados en el desarrollo iterativo e incremental en la construcción de productos de software. Sus principales características son: (1) planificación adaptativa, (2) desarrollo iterativo y evolutivo, (3) rápida y flexible respuesta al cambio, y (4) promoción de la comunicación. Adicionalmente, sus énfasis principales son el ser ligero y suficiente, así como estar orientado en personas y centrarse en la comunicación.

En el presente proyecto se ha utilizado la metodología ágil AUP para el desarrollo iterativo e incremental de cada uno de los módulos a implementar a través de su propuesta de modelado con sus siete flujos de trabajo.

Por ejemplo, en el flujo de modelado se utilizó el modelo de vistas 4+1 para definir la arquitectura del sistema, así como el prototipado de bajo nivel de sus pantallas. Adicionalmente, en el flujo de implementación se realizará el desarrollo de los módulos para luego, en el flujo de prueba, realizar las pruebas unitarias correspondientes a cada uno.

Para continuar, en el flujo de despliegue se utilizó un servidor brindando por los servicios de *Amazon Web Services* para el despliegue de los módulos, así como en el flujo de administración de la configuración se utilizará el repositorio de código de GitLab para establecer un control de versiones del código de los módulos del proyecto.

Finalmente, para el flujo de administración del proyecto se utilizó un cronograma de proyecto, en donde se detallarán las actividades a realizar por semana, y para el flujo de ambiente de trabajo se tomará en consideración que el desarrollo del proyecto será individual y se llevó a cabo desde un ambiente que cuenta con las instalaciones necesarias como laptop, energía eléctrica y Wi-Fi.

- **Prototipado de baja fidelidad**

Es una representación del diseño del sistema, que difiere del producto final en el estilo

de interacción, apariencia visual y nivel de detalle, que puede ser realizado a través de bosquejos rápidamente permitiendo que el enfoque del diseño se centre en la interacción de alto nivel y arquitectura de información en lugar de detalles o estilos visuales (Walker et al., 2002).

En el presente proyecto se ha utilizado el prototipado de baja fidelidad a través de la herramienta Figma para el diseño de las interfaces de los módulos a implementar como parte del flujo de trabajo de “modelo” de la metodología AUP.

- **Cloud computing**

Según J. Varia y S. Mathew (Varia & Mathew, 2014), *cloud computing* es una entrega basada en demanda de recursos de tecnologías de información y aplicaciones a través de internet con la modalidad de pago de “paga lo que utilices”. Lo mencionado permite que no se realicen inversiones grandes y mantenimiento de hardware, sino que se brindan los recursos de cómputo que el usuario necesita. Entre estos servicios se incluyen el simple acceso a servidores, almacenamiento, bases de datos y a un set de aplicaciones de servicio en internet, que son proporcionados por los proveedores de *cloud computing*.

En el presente proyecto se han utilizado dichos recursos para el despliegue del proyecto y para la configuración de la base de datos, ya que el uso será por demanda, lo que permitirá que se optimice el costo total por los servicios utilizados.

- **Evaluación heurística**

Es el método de inspección de usabilidad informal más común y requiere de especialistas en usabilidad que puedan identificar si los elementos de diálogo u otros elementos interactivos de software siguen los principios establecidos de usabilidad (Holzinger, 2005).

En el presente proyecto se ha utilizado la evaluación heurística como método de inspección para evaluar un sitio web; además, el resultado obtenido será comparado con el de la aplicación web desarrollada basada en el proceso formal seleccionado.

Capítulo 2. Marco conceptual y teórico

2.1. Introducción

En el presente trabajo de investigación se utilizaron conceptos relacionados al área de Ingeniería de Informática que serán claves para la comprensión del contexto en el que se estará desarrollando. Por esta razón, se ha definido un marco conceptual, en el que se presentan los conceptos con sus definiciones y, además, ejemplos que permitan apoyar en la claridad de su comprensión.

2.2. Desarrollo del marco

2.2.1. Usabilidad

Según la ISO 9241-210-2019 (International Organization for Standardization, 2019), la usabilidad es “la extensión en el que un sistema, producto o servicio puede ser utilizado por usuarios específicos para alcanzar metas específicas con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso especificado”.

Según J. Nielsen (Jakob Nielsen, 1993) la definición de usabilidad consta de la evaluación de cinco atributos con los que debe contar la interfaz de usuario de un sistema.

- **Facilidad de aprendizaje:** El sistema debe ser sencillo de aprender para que el usuario pueda realizar algunas labores con el sistema lo más rápido posible.
- **Eficiencia:** El sistema debe ser eficiente al momento de su uso para proporcionar el mayor nivel de productividad posible.
- **Facilidad de memorizar:** El sistema debe ser fácil de recordar para que el usuario casual sea capaz de volverlo a utilizar luego de un periodo de haberlo dejado, sin la necesidad de volver a aprender cómo funciona.
- **Errores:** El sistema debe proporcionar una ratio de errores bajo para que los usuarios comenten la menor cantidad de errores posible y se puedan recuperar rápidamente de estos. Errores considerados como catastróficos, no deberían

ocurrir.

- Satisfacción: El sistema debe ser placentero de usar, para que los usuarios se encuentren satisfechos subjetivamente mientras lo usen.

2.2.2. Proceso de evaluación de usabilidad

Según A. Fernandez (Fernandez et al., 2011), el proceso de evaluación de usabilidad es “un proceso compuesto por un grupo de actividades bien definidas para recolectar datos relacionados a la interacción del usuario final con un producto de software o cómo las propiedades específicas de ese producto de software contribuyen a alcanzar cierto grado de usabilidad”. El autor menciona dos tipos de métodos a realizar, que son los (1) métodos empíricos y (2) métodos de inspección. Los métodos empíricos están basados en obtener datos relacionados específicamente con el usuario final real, a través del uso del producto de software, para tratar de completar ciertas tareas que permitan brindar información para detectar problemas de usabilidad. En cambio, los métodos de inspección se llevan a cabo por evaluadores expertos o diseñadores y están basados en evaluar los aspectos de usabilidad de productos de software con un grupo de lineamientos previamente establecidos.

Un ejemplo de lo anterior se podría apreciar dentro del tema del proyecto de investigación, que busca utilizar el método de inspección de evaluación heurística como proceso de evaluación de usabilidad de productos de software.

2.2.3. Evaluación o inspección heurística

Según A. Holzinger (Holzinger, 2005), la evaluación heurística es el método de inspección de usabilidad informal más común y requiere de especialistas en usabilidad que puedan identificar si los elementos de diálogo u otros elementos interactivos de software siguen los principios establecidos de usabilidad.

Según J. Nielsen (Jakob Nielsen, 1993), la evaluación heurística consiste en la revisión de lo que está bien y mal en la interfaz de un sistema, que se podría realizar a través de la

opinión propia o, idealmente, a través de la conducción mediante lineamientos definidos. El autor además sostiene que la meta de la evaluación es encontrar problemas de usabilidad en el diseño de una interfaz que se realiza a través de un grupo de evaluadores que la inspeccionarán y juzgarán a través de principios de usabilidad denominadas heurísticas. Adicionalmente, un solo evaluador puede encontrar solo el 35% de los problemas de usabilidad en una interfaz; sin embargo, cada evaluador suele encontrar distintos tipos de problemas, por lo que recomienda el uso de 3 a 5 evaluadores para obtener la mejor relación costo-beneficio. Estas evaluaciones se realizan de manera singular, y, luego, al finalizar, los resultados se comparan para el análisis en conjunto de la usabilidad.

Un ejemplo del empleo de evaluaciones heurísticas sería para evaluar la usabilidad de sitios web de herencia cultural (Lam & Sajjanhar, 2019).

2.2.4. Problemas de usabilidad

Según J. Nielsen (Jakob Nielsen, 1993), los problemas de usabilidad son complicaciones dentro de una interfaz de un sistema que generan un impacto negativo en la experiencia del usuario al utilizarlo. El autor sostiene que la severidad de dichos problemas puede ser medida de acuerdo con la cantidad de usuarios que están experimentando el problema en comparación con el impacto negativo causado en ellos, lo que permitirá determinar cuáles son los problemas que se deberían resolver prioritariamente. Un ejemplo sería la insatisfacción de los usuarios por el diseño y funcionamiento de un sistema.

2.2.5. Heurísticas de usabilidad

Según J. Nielsen (Jakob Nielsen, 1993), las heurísticas de usabilidad son principios de usabilidad reconocidos que permitirán aportar lineamientos definidos a la evaluación heurística para la identificación de problemas de usabilidad. El autor define 10 heurísticas generales de usabilidad que podrán ser aplicadas en la evaluación de las interfaces de los sistemas, que serán utilizadas como un ejemplo de la definición (González et al., 2001):

- Visibilidad del estado del sistema
- Lenguaje de los usuarios
- Control y libertad para el usuario
- Consistencia y estándares
- Ayuda a los usuarios para reconocimiento, diagnóstico y recuperación de errores
- Prevención de errores
- Reconocimiento antes que cancelación
- Flexibilidad y eficiencia de uso
- Estética de diálogos y diseño minimalista
- Ayuda general y documentación

2.2.6. Evaluadores de usabilidad

Según J. Nielsen (Jakob Nielsen, 1993), los evaluadores de usabilidad son expertos en el área de la Interacción Humano-Computador encargados de ejecutar la evaluación heurística para examinar y juzgar la conformidad utilizando principios de usabilidad reconocidos. El autor sostiene que, si bien los evaluadores también podrían ser poco experimentados, es mucho más probable que omitan un porcentaje considerable de problemas de usabilidad en comparación con los expertos. Un ejemplo de evaluadores podría ser la participación de dos especialistas en usabilidad con más de 5 años de experiencia, así como 2 expertos en páginas web con más de 10 años de experiencia como se empleó en un caso de estudio de evaluación heurística en sitios web de comercio electrónico árabes (Hasan & Morris, 2017).

2.2.7. Proceso formal de evaluación heurística

Según F. Paz (Paz Espinoza, 2018), consiste en un marco de trabajo que cuenta con una base en el análisis de casos de estudio que proporcionará una forma estructurada en la ejecución de la evaluación heurística para disminuir las distintas interpretaciones que surgen en su uso.

Un ejemplo del proceso formal es el definido por el autor, quien establece cinco fases para su ejecución: (1) planificación, (2) entrenamiento, (3) evaluación, (4) discusión y (5) reporte.

2.2.8. Producto de software

Según H. Kittlaus y P. Clough (Kittlaus & Clough, 2009), es una combinación de componentes de software realizada por un vendedor con el objetivo de brindar soporte a intereses comerciales de clientes. Adicionalmente, el autor define al software como un bien intangible, que no cuenta con forma física cuya funcionalidad es perceptible a través de una interfaz de usuario o como el resultado de una transacción controlada.

Las herramientas de soporte, aplicaciones móviles, sitios web y aplicaciones de escritorio son ejemplos de productos de software.

2.2.9. Proceso

Según J. Münch (Münch et al., 2009), un proceso es un conjunto de pasos parcialmente ordenados que se debe seguir para alcanzar una meta; es decir, es una especificación de cómo se debe realizar un trabajo.

Un ejemplo de proceso es el proceso formal de evaluación heurística en el que se basará el proyecto de investigación, que cuenta con los pasos de (1) planificación, (2) entrenamiento, (3) evaluación, (4) discusión y (5) reporte (Paz Espinoza, 2018).

2.2.10. Automatización

Según J. Frohm (Frohm et al., 2008), la automatización es el control de la manufactura de un producto a través de etapas sucesivas, que se puede aplicar en la industria o en la ciencia a través del uso de dispositivos electrónicos o mecánicos en reemplazo de la labor humana. Asimismo, este concepto ha permitido que las prácticas de trabajo humano hayan evolucionado de labores físicas o manuales a una mayor cantidad de labores cognitivas al compartir tareas de control y autoridad. Un ejemplo que presenta el autor es el uso de las computadoras, ya que permiten la interpretación y registro de datos, tomar decisiones y visualizar información.

Capítulo 3. Estado del arte

3.1. Introducción

El estado del arte de la investigación será desarrollado a través de una revisión sistemática de literatura, que consiste en identificar, evaluar e interpretar los estudios más relevantes que se encuentren disponibles y permitan responder a preguntas de revisión acerca de un área o fenómeno de interés (Kitchenham & Charters, 2007). Adicionalmente, como el tema de la investigación pertenece al contexto de la Ingeniería de Software, se utilizará el protocolo propuesto por B. Kitchenham, que consiste en que la revisión se realice en tres fases: (1) planificación, (2) conducción y (3) reporte. La planificación consiste en definir etapas que permitan identificar la necesidad de la revisión, así como la especificación de preguntas de investigación desarrollando y evaluando protocolos de revisión. Adicionalmente, la conducción permitirá la identificación de la revisión, selección de estudios primarios, así como la extracción, monitoreo y síntesis de datos. Finalmente, la fase de reporte facilitará la especificación de mecanismos de propagación, así como el brindarle formato y revisión al reporte principal generado (Kitchenham & Charters, 2007).

A continuación, se detallan los resultados de ejecutar las fases del protocolo de revisión sistemática de la literatura para el tema de investigación.

3.2. Objetivo de revisión

Según B. Kitchenham y S. Chartes (Kitchenham & Charters, 2007), la revisión sistemática consiste en identificar, evaluar e interpretar los estudios más relevantes que se encuentren disponibles y que permitan responder a preguntas de revisión acerca de un área o fenómeno de interés. Asimismo, las razones por las que se debe realizar son para (1) sintetizar la existencia de evidencia de algún tratamiento o tecnología, (2) identificar brechas en la búsqueda para sugerir áreas para futura investigación y (3) proporcionar un marco de trabajo para posicionar nuevas actividades de investigación.

Adicionalmente, siguiendo con los estudios de B. Kitchenham y S. Charters, existen otros dos tipos de revisión (1) estudios de mapeo sistemáticos y (2) revisiones terciarias. El primero consiste en permitir evidenciar que un dominio de estudio posea alta granularidad, lo que será más apropiado si hay muy poca evidencia de que el dominio exista. El segundo consiste en utilizar revisiones sistemáticas ya existentes en el dominio de interés para realizar revisiones sistemáticas en estas y así permitir la respuesta de preguntas de revisión más amplias.

Se ha decidido utilizar la revisión sistemática para la investigación, ya que permitirá obtener información disponible en la literatura sobre el tema de interés para darle respuesta a las preguntas de revisión planteadas; además, el dominio en el cual se trabajará sí existe y no se ha considerado necesario realizar revisiones sistemáticas de otras revisiones ya existentes.

El objetivo de esta revisión, como punto inicial a tratar dentro de la fase de planificación del protocolo de revisión sistemática propuesto por B. Kitchenham, consiste en realizar una revisión empírica del proceso de evaluación heurística en productos de software, que representa los principales estudios que muestran la aplicación de alguna solución de software que permita automatizar su ejecución, así como las razones, causas, desafíos y motivaciones que conllevan a los investigadores a su desarrollo.

3.3. Preguntas de revisión

Según el protocolo propuesto por B. Kitchenham, parte de la planificación consiste en el planteamiento de preguntas de revisión del área o fenómeno de interés que permitirán identificar estudios primarios en los procesos de búsqueda relacionados a estas, así como extraer y sintetizar los datos que se necesiten para responderlas. Para realizar estas revisiones, se utilizarán los criterios PICOC, definidos por M. Petticrew y H. Roberts (Petticrew & Roberts, 2006) e incluido en el protocolo de B. Kitchenham (Kitchenham & Charters, 2007) a partir de la extensión de las pautas originales de formulación de preguntas consideradas en la

medicina para medir la efectividad de un tratamiento que permitirán definir puntos de vista como la Población, Intervención, Comparación, Resultado (*Outcome*) y el Contexto de las preguntas que se querrán contestar como resultado de la revisión sistemática. Asimismo, cabe mencionar que el criterio de Comparación no será utilizado debido a que para los alcances de la investigación no será necesario realizar comparaciones al contar con una sola intervención. En la Tabla 5 se muestran los resultados de la aplicación de los criterios PICOC.

Tabla 5: Resultado de los criterios aplicando PICOC

Criterio	Descripción
Población	Productos de software
Intervención	Evaluación heurística
Comparación	No aplica
Resultado (<i>Outcome</i>)	Soluciones de software, sitios web, herramientas de soporte, desafíos en la ejecución, protocolos
Contexto	Académico, industrial

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los objetivos de revisión y criterios definidos en la tabla PICOC, se han planteado las siguientes preguntas de revisión:

- P1. ¿Cuáles son los desafíos que se presentan al momento de realizar evaluaciones heurísticas en productos de software?
- P2. ¿Cuáles son las características de las soluciones de software que existen actualmente que permiten la automatización del proceso de evaluación heurística en productos de software?
- P3. ¿Cuáles son las características de los protocolos o procesos formales que se están utilizando para mejorar la realización de evaluaciones heurísticas en productos de software?

3.4. Estrategia de búsqueda

3.4.1. Motores de búsqueda

Se han considerado cuatro motores de búsqueda para realizar la investigación: Scopus, *ISI Web of Science* e *IEEE Digital Library*, por su relevancia en el área de Ingeniería de Software, y Alicia de Concytec por contar con fuentes de información nacional en donde se

encontrarán tesis, artículos, reportes y libros de diversas instituciones del país.

3.4.2. Cadenas de búsqueda

Para formar las cadenas de búsqueda a utilizar en los motores de búsqueda seleccionados, será necesario primero definir las palabras clave que se obtienen como resultado de los criterios establecidos en la tabla PICOC. Una vez identificados los conceptos más importantes para el proceso de revisión, se procedió a buscar e incluir sinónimos de cada uno. La Tabla 6 muestra el resultado de la agrupación de cada concepto con sus sinónimos y el criterio PICOC al que pertenecen.

Tabla 6: Palabras clave y sinónimos

Resultado	Medio de verificación	Indicador objetivamente verificable
software solution	software product, software system, web application, website	Población
heuristic evaluation	heuristic assessment, heuristic inspection	Intervención
challenge	conflict, difficulty, problem, trouble	Resultado (<i>Outcome</i>)
protocol	approach, procedure, process	Resultado (<i>Outcome</i>)
tool	automation, automatization, support system	Resultado (<i>Outcome</i>)

Fuente: Elaboración propia

Luego, fue necesario partir de una cadena de búsqueda principal que incluya cada palabra clave unida con sus sinónimos por medio del conector OR, así como la unión de cada grupo obtenido con el conector AND. Adicionalmente, se consideró un asterisco al final de las palabras que cuenten con más de una conjugación, ya que esto permitió considerar las conjugaciones y plurales de la palabra en mención. Finalmente, se fijó un rango de años de búsqueda para los estudios obtenidos, que, en este caso, fueron los últimos cinco años. El resultado de lo mencionado ha reportado la siguiente cadena de búsqueda:

```
("software solution*" OR "software product*" OR "software system*" OR "web application*" OR "website*") AND ("heuristic evaluat*" OR "heuristic assessment*" OR "heuristic inspection*") AND ("challenge*" OR "conflict*" OR "difficult*" OR "problem*" OR "trouble*" OR "protocol*" OR "approach*" OR "procedure*" OR "process*" OR "tool*" OR "automation*" OR "automatization*" OR "support system*") AND PUBYEAR > 2014
```

Finalmente, en el Anexo B se presentan las cadenas de búsquedas definidas por cada motor al presentar sintaxis diferentes.

3.4.3. Documentos encontrados

Luego de ejecutar las cadenas definidas en cada motor de búsqueda respectivamente, en la fecha del 7 de setiembre del 2020, se extrajeron en total 167 estudios de los cuales 43 eran duplicados, y se seleccionaron 37 como resultado de la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión definidos en la siguiente sección. La Tabla 7 muestra el detalle de la cantidad de estudios encontrados en cada motor de búsqueda, así como la cantidad de estudios duplicados y seleccionados.

Tabla 7: Cantidades de estudios encontrados

Motor de búsqueda	Cantidad de estudios encontrados	Cantidad de estudios duplicados	Cantidad de estudios seleccionados
Scopus	116	0	35
ISI Web of Science	29	23	1
IEEE Digital Library	20	19	0
Alicia Concytec	2	1	1
Total	167	43	37

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el Anexo C muestra los estudios primarios recopilados con la finalidad de dar respuesta a las preguntas de revisión.

3.4.4. Criterios de inclusión/exclusión

Como no todos los estudios encontrados serán de ayuda para responder a las preguntas de la revisión sistemática a realizar, se deberá contar con criterios de inclusión y exclusión que permitan seleccionar los estudios que podrán responderlas o, en caso contrario, se deberán descartar.

Por esta razón, los criterios de inclusión de estudios que se han considerado son los siguientes:

- CI1: El estudio brinda una solución de software que automatice el proceso de evaluación heurística en productos de software.
- CI2: El estudio muestra desafíos, problemas o dificultades que no permitan la

adecuada ejecución del proceso evaluación heurística en productos de software.

- CI3: El estudio presenta protocolos o procesos formales empleados en procesos de evaluación heurística de productos de software.
- CI4: El estudio reporta un caso de estudio de evaluación heurística en un producto de software.

Asimismo, los criterios de exclusión para el descarte de estudios son:

- CE1: El estudio está escrito en un idioma distinto al inglés o español.
- CE2: El estudio fue publicado antes del año 2015.
- CE3: El estudio no aporta información relacionada al área de la Ingeniería Informática o afines.
- CE4: El estudio está relacionado con problemas de usabilidad de hardware.
- CE5: El estudio muestra un tipo de evaluación de usabilidad distinto a la evaluación heurística.
- CE6: El estudio se enfoca en la usabilidad, pero no hace mención del proceso de evaluación heurística.
- CE7: El estudio trata de un área de la Interacción Persona-Computador distinta a la usabilidad.

3.5. Formulario de extracción de datos

Una vez que se haya seleccionado el listado de estudios que serán relevantes para responder a las preguntas de revisión, será necesario que cada estudio se encuentre representado dentro de un formulario de extracción de datos, que permita distribuir y precisar la información más relevante de cada artículo científico para responder las preguntas de investigación planteadas. Dependiendo de la pregunta por responder con el estudio, los campos que se deberán completar serán los destinados a dichas preguntas y los campos generales. El Anexo D muestra el formulario de extracción de datos que incluye los campos, la descripción

por cada uno y a qué pregunta se le brindará respuesta con su llenado.

3.6. Resultados de la revisión

Luego de la revisión de los 37 estudios primarios encontrados, se observó que la mayor cantidad provienen de Perú, Chile, Brasil, con 6, 5 y 4 estudios seleccionados respectivamente. Lo anterior muestra que Latinoamérica es una fuente primordial en la investigación del proceso de evaluación heurística. En la Figura 3 se puede observar un mapa geográfico con los países resaltados que cuentan estudios seleccionados.

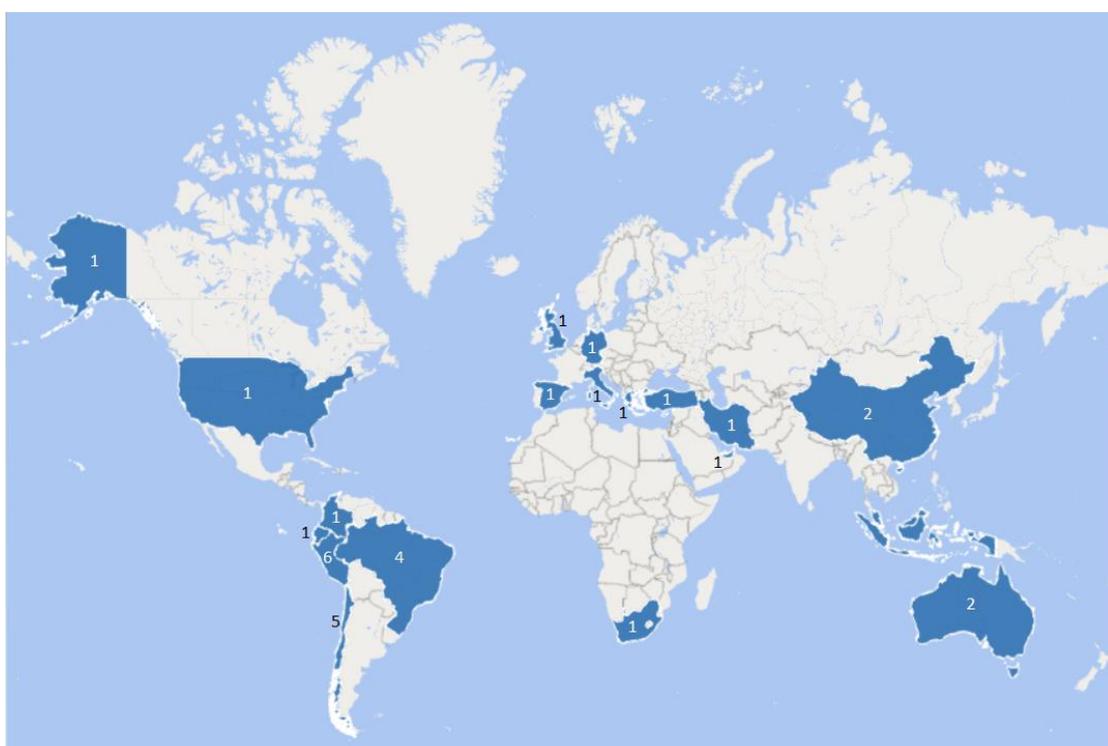


Figura 3: Mapa de procedencia de estudios

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, la cantidad de estudios obtenidos por año de publicación muestran que las investigaciones del proceso de evaluación heurística van en aumento y que se ha despertado un gran interés en el tema, principalmente en los años 2017 y 2018. Sin embargo, es importante tomar en consideración que la revisión se realizó a inicios del mes de setiembre del año 2020, por lo que no se han tomado en consideración los estudios que serán publicados desde esa fecha hasta fines de ese año, mostrando indicios de que se podrían considerar más estudios que en el

2019, ya que a la fecha presentan la misma cantidad. La Figura 4 muestra un gráfico con la cantidad de estudios seleccionados por año de publicación.



Figura 4: Artículos seleccionados por año de publicación

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se extrajo la información más relevante de cada estudio en el formulario de extracción y, de esta manera, se procedió a responder las preguntas de investigación planteadas para la revisión sistemática. En el Anexo E se muestran los formularios de extracción por cada pregunta.

3.6.1. Respuesta a la pregunta P1

La respuesta a la pregunta de investigación de ¿cuáles son los desafíos que se presentan al momento de realizar evaluaciones heurísticas de productos de software? está compuesta por la agrupación de la información obtenida por 15 estudios en 9 desafíos principales. La Tabla 8 muestra los desafíos y los estudios en los que fueron encontrados.

Tabla 8: Estudios que presentan desafíos de evaluaciones heurísticas

Desafío	Estudios	Cantidad de estudios
Baja adecuación de las heurísticas de Nielsen	E05, E18, E19, E23, E24, E26, E32	7
Baja experiencia y cantidad de evaluadores	E01, E10, E21, E27	4
Carencia de formalización en el proceso de evaluación heurística	E05, E20, E21	3
Procesamiento manual de gran cantidad de información	E01, E19	2
Carencia de formalización en la creación de nuevas heurísticas	E03, E04	2

Insuficiencia de comparación entre resultados de grupos de heurísticas	E10	1
Uso de herramientas de soporte costosas	E19	1
Insuficiencia en la identificación de problemas	E21	1
Carencia de análisis cuantitativo	E26	1

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentan las descripciones de los desafíos y las soluciones propuestas en la literatura.

- i. Baja adecuación de las heurísticas de Nielsen: Las heurísticas de Nielsen, a menudo, no son capaces de cubrir las nuevas categorías de aplicaciones de software que han surgido en los últimos años (E05, E23 & E26), debido que fueron diseñadas con mira a la medición de usabilidad en aplicaciones web tradicionales (E18, E24), lo que podría ocasionar que no se consideren aspectos importantes o problemas de usabilidad en páginas web recientes debido a su evolución en comparación con las tradicionales (E18, E19 & E32). La revisión de la literatura ha proporcionado una solución, que es el desarrollo de nuevas heurísticas para la obtención de resultados más específicos y acertados (E05, E23, E24, E26 & E32) que capturen defectos que podrían haber sido evadidos (E19), así como formalizar el proceso de diseño de heurísticas propias a través de una metodología (E18).
- ii. Baja experiencia y cantidad de evaluadores: Los evaluadores, al no ser usuarios finales de los sitios web a inspeccionar mediante la evaluación heurística, podrían no considerar problemas de usabilidad que luego son percibidos por el usuario (E01). Esta situación se relaciona con la falta de experiencia de los evaluadores, ya que si no se cuenta con la experiencia suficiente es muy probable que no se realice adecuadamente la evaluación, más aún si se trata del caso de evaluadores que realicen la prueba por primera vez (E01 & E10) o si se trata de estudiantes universitarios de pregrado (E27). La revisión de la literatura ha proporcionado dos soluciones que pueden ser aplicadas para el tratamiento del problema: considerar evaluadores que cuenten con una vasta

experiencia en usabilidad, en páginas web o en el tema de interés (E01 & E10), así como elevar la cantidad de evaluadores (E10). Por otro lado, un estudio considera que, si participan más de 5 evaluadores, es muy probable que más de un evaluador haya identificado varios de los problemas de usabilidad, generando resultados redundantes; por esta razón, se sostiene que 5 evaluadores son suficientes según lo propuesto por Nielsen (E21).

- iii. Carencia de formalización en el proceso de evaluación heurística: Los autores de distintos estudios de usabilidad no presentan un acuerdo en cómo se deben realizar las evaluaciones heurísticas, lo que da lugar a interpretaciones diferentes por los especialistas (E05) al solo existir lineamientos generales sobre cómo ejecutar la evaluación (E20). Asimismo, no se especifican los elementos de diálogo a considerar en la evaluación, lo que podría ocasionar subjetividad en la consideración de cuáles evaluar (E22). La revisión de la literatura ha proporcionado dos soluciones, que son el uso de un protocolo que permita la formalización del proceso de evaluación heurística (E05 & E20) y la definición de un marco de trabajo que permita definir los elementos de diálogo a evaluar.
- iv. Procesamiento manual de gran cantidad de información: El proceso de evaluación heurística se suele realizar manualmente, lo que genera retrasos en las evaluaciones y en la efectividad de su planificación (E19). Asimismo, el resultado de la ejecución es una gran cantidad de reportes obtenidos por los evaluadores que luego deben ser sintetizados en un solo reporte de forma manual para realizar el análisis (E01). La revisión de la literatura ha proporcionado una solución, que sería el uso de una herramienta de evaluación heurística automática como soporte a la realización de las evaluaciones (E19).
- v. Carencia de formalización en la creación de nuevas heurísticas: La generación de

nuevas heurísticas que apoyen en el proceso de evaluación heurística podría significar un problema, ya que las heurísticas agregadas podrían ser redundantes, inconsistentes e, incluso, muy específicas a un contexto en particular, perjudicando el proceso de evaluación heurística (E03); asimismo, se pueden presentar deficiencias en su validación, así como una falta de rigurosidad, robustez y estandarización en la efectividad de su análisis (E04). La revisión de la literatura ha proporcionado una solución, que sería la formalización del proceso de generación de nuevas heurísticas que cuenten con estudios previos en el área de interés de la página web para la validación de su relevancia (E03 & E04).

- vi. Insuficiencia de comparación entre resultados de grupos de heurísticas: Si se utiliza más de un grupo de heurística para realizar las evaluaciones, puede que no se pueda obtener una comparación adecuada sobre cuál fue más efectiva si se emplean por el mismo evaluador, ya que los problemas que ha encontrado mediante el uso de una heurística le permite tener conocimiento sobre los mismos problemas previo al uso de la siguiente (E10). La revisión de la literatura ha proporcionado una solución, que es la aplicación de una sola heurística para un grupo de evaluadores, distribuyendo así heurísticas por grupos para obtener resultados imparciales (E10).
- vii. Uso de herramientas de soporte costosas: Los evaluadores deben invertir cantidades considerables de dinero si desean la asistencia de herramientas que permitan apoyarlos con cierta automatización de la evaluación de usabilidad (E19). La revisión de la literatura ha proporcionado una solución, que sería el uso de una herramienta de evaluación heurística automática de bajo costo como soporte a la realización de las evaluaciones (E19).
- viii. Insuficiencia en la identificación de problemas: Si bien la evaluación heurística permite encontrar una gran cantidad de problemas de usabilidad, su solo uso podría ocasionar

que se pasen por alto ciertos problemas que luego podrían ser encontrados por los usuarios (E22). La revisión de la literatura ha proporcionado una solución, que sería el uso de la evaluación heurística en conjunto con las pruebas de usuario (E22).

- ix. Carencia de análisis cuantitativo: Las técnicas empleadas para realizar evaluaciones de usabilidad no suelen dar como resultado un valor numérico acerca de la usabilidad del sistema y los estudios que muestran propuestas de medición requieren de una gran cantidad de tiempo y de recursos humanos para poderse completar (E26). La revisión de la literatura ha proporcionado una solución, que es un método para obtener resultados cuantitativos llevado a cabo por especialistas sin la necesidad de la participación de usuarios (E26).

3.6.2. Respuesta a la pregunta P2

La respuesta a la pregunta de investigación de ¿cuáles son las características de las soluciones de software que existen actualmente que permiten la automatización del proceso de evaluación heurística en productos de software? está compuesta por la agrupación de la información obtenida por 4 estudios en 4 soluciones de software encontradas. La Tabla 9 muestra las soluciones de software y los estudios en las que fueron encontradas.

Tabla 9: Estudios que presentan soluciones de software para la automatización de la evaluación heurística

Solución de software	Estudios	Cantidad de estudios
<i>WebSite Canvas Model (WSCM)</i>	E06	1
<i>Visual Clarity Checker (VC2)</i>	E07	1
<i>Automated Heuristic Evaluator (AHE)</i>	E19	1
<i>Automation of usability inspections for websites</i>	E25	1

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentan las descripciones de las soluciones de software, los procesos que han automatizado, las metodologías que se han empleado y los beneficios de su aplicación.

- i. *WebSite Canvas Model (WSCM)*: Consiste en una herramienta visual de soporte para la concepción e ideación de sitios web que, si bien su principal función no es la

ejecución de evaluaciones heurísticas, podría ser utilizada como un soporte a través de sus apartados aplicados a la evaluación (E06). Como solo se considera como una posibilidad de soporte, no se menciona un proceso automatizado, metodologías empleadas o beneficios de la automatización.

- ii. *Visual Clarity Checker (VC2)*: Consiste en una herramienta de soporte a la evaluación heurística en dos aspectos: (1) aceleración de la evaluación de claridad en imágenes y (2) aporte en recomendaciones y descripciones de problemas con mayor razonamiento y relevancia técnica (E07). El proceso automatizado consiste en brindar soporte en la detección de problemas con imágenes al momento de evaluar la claridad visual mediante la evaluación heurística. Asimismo, el tipo de solución es una página web desarrollada en PHP, cuyo beneficio de automatización es la detección de problemas de usabilidad relacionados a la claridad visual de imágenes de manera automática (E07).
- iii. *Automated Heuristic Evaluator*: Consiste en una herramienta que servirá como soporte para la validación de la evaluación de sitios web aplicando principios de heurísticas de usabilidad (E19). El proceso automatizado consiste en automatizar el proceso de verificación de la existencia de los enlaces de la página a evaluar para mostrar si es válido, no válido, de redireccionamiento y las cantidades. Además, permitirá el aumento automático de los tamaños de las imágenes al máximo disponible para que sean visibles. Adicionalmente, permitirá asignar un puntaje entre 0 y 100 de acuerdo con la facilidad de lectura de la página. Asimismo, el tipo de solución es una página web desarrollada mediante la metodología de Rapid Application Development (RAD), debido a la corta duración del proyecto, empleando los lenguajes de programación PHP, JScripts y HTML. Finalmente, el beneficio de la automatización permitirá servir como soporte a los evaluadores al facilitar la búsqueda de los enlaces que se encuentren dentro

de la página, la visibilidad de imágenes en la mayor calidad disponible y ejecutar de manera automática una prueba de facilidad de lectura. De esta manera, se reduce la cantidad de trabajo manual que deberán realizar los evaluadores al momento de ejecutar una evaluación heurística (E19).

- iv. *Automation of usability inspections for websites*: Consiste en un sistema de automatización de inspecciones de usabilidad de sitios web, que utiliza como base la prueba de usabilidad planteada por Torres-Burriel, con el objetivo del llenado de datos generales, la inspección y calificación de cada heurística, y el análisis gráfico y numérico de los resultados obtenidos (E25). El proceso automatizado consiste en realizar la evaluación heurística en el sistema y obtener un reporte automático con el porcentaje de conformidad y promedio obtenido por cada heurística. Asimismo, el tipo de solución es una aplicación de escritorio desarrollada en el lenguaje de programación Java con el uso de pestañas y tablas desarrolladas a través de la clase `JTabbedPane` y los componentes de `JTable` respectivamente, así como el uso de la librería `JFreeChart` para los gráficos de análisis. Finalmente, el beneficio de la automatización será ser un gran soporte en la conducción de inspecciones de usabilidad en portales de sitios web, para identificar distintos elementos para mejorar su usabilidad (E25).

Asimismo, en la Tabla 10 se muestran las características, que permitirán la comparación de dichas soluciones de software, como el nivel de automatización, que consistirá en calificar cuánto se automatiza el proceso de evaluación heurística para clasificar a los sistemas en uno de los siguientes niveles según corresponda: Bajo, Medio y Alto. Además, se mostrarán los tipos de solución de software, así como las metodologías y herramientas utilizadas en el desarrollo de los sistemas. Finalmente, no se tomará en consideración la solución `WebSite Canvas Model` al no haber sido probada previamente como soporte a las evaluaciones heurísticas.

Tabla 10: Características presentadas en las soluciones de software

Solución de Software	Nivel de automatización de la evaluación	Tipo de solución de software	Metodologías y herramientas
<i>Visual Clarity Checker</i> (VC2)	Bajo: Aporta únicamente en la evaluación de la claridad visual de imágenes	Página web	Lenguaje de programación PHP
<i>Automated Heuristic Evaluator</i> (AHE)	Medio: Aporta en la verificación de la navegabilidad, la claridad visual de las imágenes y en la facilidad de lectura	Página web	Metodología <i>Rapid Application Development</i> (RAD) y Lenguajes de programación PHP, JScript y HTML
<i>Automation of usability inspections for websites</i>	Alto: Aporta en el llenado de datos generales, así como en la inspección, calificación y generación de reportes	Aplicación de escritorio	Lenguaje de programación Java con las clases, componentes y librerías de JTabbedPane, JTable y JFreeChart

Fuente: Elaboración propia

3.6.3. Respuesta a la pregunta P3

La respuesta a la pregunta de investigación de ¿cuáles son las características de los protocolos o procesos formales que se están utilizando para mejorar la realización de evaluaciones heurísticas de productos de software? está compuesta por la agrupación de la información obtenida por 33 estudios en 6 protocolos principales. La Tabla 11 muestra los protocolos o procesos formales y los estudios en los que fueron encontrados.

Tabla 11: Estudios que presentan protocolos o procesos formales para la realización de evaluaciones heurísticas

Protocolo o proceso formal	Estudios	Cantidad de estudios
Definición de nuevas heurísticas	E01, E03, E04, E11, E14, E18, E22, E23, E24, E29, E31, E32, E33, E35	14
Elementos de evaluación derivados de Nielsen	E12, E13, E15, E21, E27, E28, E30, E34, E36, E37	10
Comparación y agrupación entre evaluaciones	E01, E08, E10, E17, E18, E23, E24, E32	8
Formas de calificación	E02, E16, E34	3
Metodologías aplicadas a la evaluación heurística	E09, E22, E26	3
Procesos formales con pasos debidamente definidos	E05, E20	2

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentan las descripciones de los protocolos o procesos formales y los beneficios brindados.

- i. Definición de nuevas heurísticas: La definición de nuevas heurísticas es un protocolo fundamental aplicado en la ejecución de evaluaciones heurísticas, ya que, a pesar de

contar con las heurísticas de Nielsen, estas no siempre podrán cubrir con lo requerido para la evaluación de usabilidad de una página en particular (E01 & E03), así como relacionarse con el objeto de estudio (E04). Por esta razón, los beneficios obtenidos con la definición de nuevas heurísticas son la mejor representación al caso de estudio (E01) que no se podría realizar utilizando únicamente las heurísticas de Nielsen (E03) y la obtención de problemas de usabilidad que se desean encontrar en un sitio en particular (E04, E11, E14, E22, E23, E24, E29, E31, E32, E33 & E35). Adicionalmente, se presentan metodologías aplicadas a la generación de nuevas heurísticas (E18) como PROMETHEUS, que permitirán dividir el proceso en etapas que validen que las heurísticas sean construidas adecuadamente siendo posible la iteración a través de un refinamiento si fuese necesario (E04).

- ii. Elementos de evaluación derivados de Nielsen: Uno de los protocolos empleados para la evaluación que es derivado de Nielsen es el uso de sus diez heurísticas en conjunto con las ocho reglas de oro de Schneiderman para su agrupación en elementos de evaluación (E12). Adicionalmente, en otro protocolo, se utilizan fases para la aplicación de la evaluación, que consisten en la navegación inicial en el sitio web para juzgar el flujo, percepción y dinámica de la interacción, para luego, en la segunda fase, utilizar las métricas de las heurísticas de usabilidad de Nielsen (E13). Otros estudios muestran que las heurísticas de Nielsen se podrían usar en conjunto con métricas para enriquecer los datos recolectados (E27), con atributos definidos en la ISO/IEC 25023 (E28) y en conjunto con heurísticas específicas al caso de estudio (E34). Finalmente, también se podrían aplicar únicamente las diez heurísticas de Nielsen para realizar las evaluaciones de usabilidad (E15, E21, E30, E36 & E37).
- iii. Comparación y agrupación entre evaluaciones: La comparación de los resultados de ejecución de evaluaciones heurísticas entre el mercado a evaluar versus páginas clave

en el internacional permite proporcionar indicadores de mejora y recomendaciones de buenas prácticas (E01). Asimismo, la agrupación de preguntas de evaluación permite que se puedan realizar comparaciones entre los grupos generados, para obtener respuestas más precisas (E08). Adicionalmente, dividir evaluaciones heurísticas en grupos por heurísticas empleadas permite que se puedan realizar comparaciones de cuántos problemas de usabilidad se han encontrado con el uso de cada una (E10). Complementariamente, si se realiza una evaluación heurística al sitio web y luego se realiza una adicional al sitio mejorado como resultado de la primera evaluación, se podrá comparar cuantitativamente qué tanto ha mejorado en puntaje (E17). Finalmente, la comparación de la ejecución de pruebas con las heurísticas de Nielsen en contraste con nuevas heurísticas diseñadas permite la medición de su efectividad (E18, E23, E24 & E32).

- iv. Formas de calificación: El uso de la calificación de la severidad de Nielsen y la facilidad de arreglo de Olson permitirán proporcionar una evaluación cuantitativa de acuerdo con la severidad del problema de usabilidad encontrado y qué tan fácil o difícil será corregirlo (E02). Asimismo, otra forma de calificación es el uso de un cuestionario de evaluación heurística que consiste en asignar un puntaje de cinco puntos en la escala de Likert para la evaluación de los prototipos (E16), así como añadir subelementos estructurados a las heurísticas definidas cuyas preguntas puedan ser utilizadas por los evaluadores para que sus respuestas sean adquiridas rápidamente (E34).
- v. Metodologías aplicadas a la evaluación heurística: Los protocolos orientados a las metodologías de evaluación heurística muestran la propuesta del uso de un método heurístico basado en la norma ISO-9241-151 que consiste en la ejecución de la evaluación heurística aplicando indicadores divididos en criterios que permiten dar valoración a cada indicador, lo que facilitará la evaluación del resultado por criterio y

en total (E09). Además, se define un marco de trabajo para la evaluación de elementos de diálogo en páginas web para que los evaluadores consideren los mismos elementos, previamente definidos, a evaluar, así como una definición de un flujo de trabajo que permita su aplicabilidad en otros tipos de software (E22). Finalmente, se propone la definición de un procedimiento de evaluación cuantitativa de los resultados de la evaluación heurística para la obtención de resultados consistentes y cuantificables sin la necesidad de la participación de usuarios (E26).

- vi. Procesos formales con pasos debidamente definidos: El proceso de inspección heurística se puede formalizar en su totalidad a través de cinco pasos debidamente definidos: (1) planificación, (2) entrenamiento, (3) evaluación, (4) discusión y (5) reporte (E05 & E20). De esa manera, dicha formalización consolida las distintas formas en que se realizan las evaluaciones en una sola, permitiendo que se reduzcan las interpretaciones de los evaluadores de usabilidad en cómo llevarlas a cabo (E05 & E20).

Asimismo, en la Tabla 12 se muestran las características, que permitirán la comparación de dichos protocolos o procesos formales, como el nivel de cobertura, que consistirá en calificar el aporte al proceso de evaluación heurística para clasificarlos en uno de los siguientes niveles según corresponda: Bajo, Medio y Alto. Además, se mostrarán los beneficios encontrados y los tipos de software evaluados por cada uno. Finalmente, no se tomará en consideración el protocolo de Definición de Nuevas Heurísticas, ya que, si bien es un proceso formal, el aporte directo en el proceso de evaluación heurística no es tan significativo al únicamente dar como resultado nuevas heurísticas para la inspección.

Tabla 12: Características de protocolos o procesos formales

Protocolo o proceso formal	Nivel de cobertura del proceso de evaluación heurística	Beneficios encontrados	Tipos de software evaluados
Elementos de evaluación derivados de Nielsen	Medio: Aportan principalmente en la ejecución de la evaluación heurística al utilizar las heurísticas de Nielsen para realizar la evaluación en conjunto con elementos adicionales que permiten mejorar la inspección	(1) Permiten contar con resultados cuantitativos al utilizar métricas relacionadas a las heurísticas de Nielsen. (2) Permiten realizar la evaluación heurística cubriendo las demandas propuestas por los estándares convencionales profesionales. (3) Permiten añadir heurísticas adicionales en conjunto con las heurísticas de Nielsen.	Sitios web de información de salud, museos médicos, conferencias, bibliotecas y turismo, así como interfaces de contenido de videos
Comparación y agrupación entre evaluaciones	Bajo: Aportan principalmente en la comparación de resultados de las evaluaciones heurísticas al proponer más de una forma de ejecución para finalmente evaluar cuál es la mejor	(1) Permiten comparar los resultados de evaluación de usabilidad para generar recomendaciones de buenas prácticas. (2) Permiten comparar qué tanto han mejorado los resultados de un sistema nuevo en comparación con el inicial. (3) Permiten medir la efectividad entre grupos de heurísticas.	Sitios web de comercio electrónico, estudiantes, salud y transaccionales
Formas de calificación	Medio: Aportan principalmente en la ejecución de la evaluación heurística al proporcionar protocolos que permiten formalizar la calificación durante la inspección	(1) Permiten determinar y priorizar cuáles son los problemas de usabilidad que se deberán solucionar lo antes posible. (2) Permiten la estructuración de preguntas para los evaluadores y que sus respuestas sean adquiridas rápidamente.	Sitios web de detección de diabetes y turismo, así como aplicaciones móviles de museos virtuales
Metodologías aplicadas a la evaluación heurística	Medio: Aportan principalmente en la ejecución de la evaluación heurística a través de indicadores y de la inspección de elementos de diálogo. Además, aportan en los resultados al considerarse procedimientos para la obtención de resultados cuantitativos	(1) Permiten dar valoraciones a través de indicadores que facilitarán la evaluación del resultado por criterio y en total. (2) Permiten que todas las evaluaciones consideren los mismos elementos de navegación. (3) Permiten la obtención de resultados consistentes y cuantificables de la evaluación realizada.	Sitios web de universidades y bibliotecas

Fuente: Elaboración propia

3.7. Conclusiones

Durante la aplicación del protocolo para realizar revisiones sistemáticas de B. Kitchenham, se definieron tres preguntas de investigación con la finalidad de realizar una revisión empírica de los procesos de evaluación heurística en productos de software utilizando como fuente motores de búsqueda en la literatura que permitieron la obtención de estudios relevantes a las preguntas planteadas.

La primera pregunta buscaba responder cuáles son los desafíos que se presentan al momento de realizar la evaluación heurística en productos de software, para la cual, la literatura brindó 19 estudios que permitieron identificar 9 desafíos principales, de los cuales se destaca la (1) baja adecuación de las heurísticas de Nielsen, (2) baja experiencia de los evaluadores y (3) carencia de formalización en el proceso de evaluación heurística. La literatura permite concluir que el único uso de las heurísticas de Nielsen puede significar un gran desafío para la evaluación heurística al no considerar aspectos característicos de productos de software emergentes que no encajan en las heurísticas generales. Asimismo, la baja experiencia de los evaluadores significa un problema importante, ya que es probable que no se realice la evaluación de forma correcta y no se consideren problemas importantes de usabilidad. Finalmente, la carencia de un proceso formal impide que se realice el proceso de una sola manera, dando paso a diversas interpretaciones que podrían dar como resultado ejecuciones imprecisas e incorrectas de evaluaciones heurísticas.

La segunda pregunta buscaba responder cuáles son las características de las soluciones de software que existen actualmente que permiten la automatización del proceso de evaluación heurística en productos de software, para la cual, la literatura brindó 4 estudios que permitieron identificar 4 soluciones de software: (1) *WebSite Canvas Model*, (2) *Visual Clarity Checker*, (3) *Automated Heuristic Evaluator* y (4) *Automation of usability inspections for websites*. El primero mostraba una posible herramienta de soporte visual a la evaluación heurística; sin embargo, en el estudio encontrado aún no ha sido probada. El segundo y el tercer estudio muestran herramientas en sitios web que permiten el apoyo a la evaluación heurística desde un soporte para la evaluación de claridad, hasta la automatización de detección de enlaces, aumento de calidad de imágenes y evaluación de la facilidad de lectura respectivamente. Finalmente, el cuarto estudio muestra una aplicación de escritorio que permite que se pueda realizar el proceso de evaluación heurística de manera digital en su totalidad, dando la

posibilidad de la generación de reportes automáticos luego del procesamiento de la información ingresada por la calificación de cada heurística. En conclusión, si bien existen herramientas y soluciones de software que apoyen al proceso de evaluación heurística, la literatura muestra una cantidad bastante limitada de estudios que se hayan enfocado en su automatización, lo que permite identificar un área de estudio que aún no ha sido explorada a profundidad.

Finalmente, la tercera pregunta buscaba responder cuáles son las características de los protocolos o procesos formales que se están utilizando para mejorar la realización de evaluaciones heurísticas de productos de software, para la cual, la literatura brindó 33 estudios que permitieron identificar 6 protocolos principales, de los cuales se destacan los procesos formales con pasos debidamente definidos, al contar con el mayor nivel de cobertura al proceso de evaluación heurística en comparación con los demás al permitir definir pasos que abarcan la inspección en su totalidad, desde la planificación hasta los reportes. Además, dichos procesos aportan en la reducción de las interpretaciones de los evaluadores de usabilidad en cómo llevar a cabo una inspección heurística.

En el presente proyecto se brindará un apoyo mediante una solución de software, partiendo de las 4 soluciones halladas en la literatura, a los problemas encontrados en la ejecución de la evaluación heurística, tomando en mayor consideración los que más se mencionaron: baja adecuación de las heurísticas de Nielsen, baja experiencia de los evaluadores y carencia de formalización en el proceso de evaluación heurística. Asimismo, se tomarán en consideración los protocolos empleados para su realización como base para el proceso que deberá automatizar la solución propuesta, enfocándose principalmente en el proceso formal de evaluación heurística como parte del protocolo de procesos formales con pasos debidamente definidos.

Capítulo 4. Selección y modelado de un proceso formal de evaluación heurística aplicable al proceso de inspección de usabilidad de productos de software

4.1. Introducción

La selección y modelamiento de un proceso formal de evaluación heurística tiene como objetivo solucionar el problema de la ausencia de un análisis comparativo de los procesos formales utilizados para llevar a cabo inspecciones heurísticas al realizar una matriz de análisis comparativo de todos los procesos formales hallados en la literatura a través de la revisión sistemática realizada para este proyecto de investigación. Dicha matriz ha permitido agrupar y describir las ventajas y desventajas de las características y criterios encontrados en los diversos estudios para luego comparar los procesos y, finalmente, seleccionar el que obtenga el mejor resultado.

Una vez seleccionado el proceso, se ha realizado un diagrama en notación BPMN que permite mostrar el flujo completo del proceso a través de cada una de sus etapas; de esta manera, se podrán comprender con exactitud las tareas a cumplir y el orden a seguir para llevar a cabo una evaluación heurística, para asegurar que la inspección se interprete y realice de una sola manera. Dicho proceso será la base de la aplicación web que se desarrollará en la presente investigación.

A continuación, se presentan los resultados alcanzados para lograr el cumplimiento del objetivo, en donde se describe cada resultado, cómo se ha alcanzado, cómo se verifica su existencia, y las mediciones y validaciones realizadas. Adicionalmente, el cronograma de trabajo empleado para el desarrollo de los resultados se podrá consultar en el Anexo F.

4.2. Resultados alcanzados

4.2.1. Cuadro comparativo de los procesos formales documentados en la literatura para llevar a cabo una evaluación heurística

El cuadro comparativo de los procesos formales permitió la agrupación de los diversos

estudios encontrados en la revisión sistemática de la literatura, que han empleado protocolos o procesos formales que aportan, en cierta medida, en la ejecución de una evaluación heurística. Esta agrupación permitió medir y comparar las características, el grado de cobertura y los beneficios de cada uno, y se obtuvo como resultado cuál es el proceso formal más completo.

Dicho resultado se alcanzó utilizando la revisión sistemática de la literatura, en donde la pregunta que se buscaba responder fue la siguiente: “¿cuáles son las características de los protocolos o procesos formales que se están utilizando para mejorar la realización de evaluaciones heurísticas de productos de software?”. Cabe mencionar que el detalle de la revisión sistemática de la literatura se desarrolló en el Capítulo 3 del presente documento y, además, el detalle de la respuesta a la pregunta se podrá encontrar en la sección 3.6.3.

Luego de la revisión, se obtuvieron 33 estudios, los cuales se agruparon de acuerdo con el protocolo o proceso formal que se empleó para realizar la evaluación heurística:

- PF1. Definición de nuevas heurísticas
- PF2. Elementos de evaluación derivados de Nielsen
- PF3. Comparación y agrupación entre evaluaciones
- PF4. Formas de calificación
- PF5. Metodologías aplicadas a la evaluación heurística
- PF6. Procesos formales con pasos debidamente definidos

Para continuar, una vez agrupados los estudios, se realizó una matriz de análisis comparativo que permitió comparar las características de cada proceso a través de los siguientes criterios:

- Contextos aplicados: Se verifica si se ha aplicado en un contexto académico, industrial o en ambos.
- Tipos de software evaluados: Son los tipos de software presentes en los diversos estudios

- ¿Divide la evaluación en pasos debidamente definidos?: Se verifica si los estudios presentan el protocolo o proceso formal con indicaciones de pasos que se deben seguir para realizar la inspección.
- ¿Es un complemento o nueva propuesta al proceso de evaluación propuesto por Nielsen?: Se verifica si la forma de realizar la evaluación es una adaptación del proceso propuesto por Nielsen que incluye características adicionales, o si se ha propuesto un proceso nuevo.
- ¿Incluye capacitación previa para evaluadores?: Se verifica si se incluye la capacitación previa para evaluadores como parte del protocolo o proceso formal.
- Se evidencia la validación de la propuesta presentada: Se verifica si se ha validado el protocolo o proceso formal utilizado en los estudios.
- Resultado de la evidencia: Detalle de la evidencia de la validación de la propuesta si la hubiese.
- Nivel de cobertura de la Evaluación Heurística: Medición de la cobertura de la evaluación, que puede ser (1) Bajo, (2) Medio o parcial, (3) Alto o total.
- Descripción de la cobertura: Justificación del nivel de cobertura de la evaluación.
- Beneficios encontrados: Detalle de los beneficios encontrados por el uso del protocolo o proceso formal.

El cuadro de análisis obtenido donde se evalúa cada protocolo o proceso formal con cada criterio, como medio de verificación del resultado, se encuentra en el Anexo G en su totalidad, y en la Tabla 13 se muestra un resumen del cuadro con el resultado de sus criterios medibles. Cabe resaltar que el protocolo “Definición de nuevas heurísticas” no fue considerado para el análisis, debido a que se consideró que no es de gran aporte al proceso de evaluación

heurística al enfocarse únicamente en la definición de nuevas heurísticas de usabilidad.

Tabla 13: Resumen del cuadro de análisis comparativo

Protocolo o proceso formal	¿Divide la evaluación en pasos debidamente definidos?	¿Es un complemento o nueva propuesta al proceso de evaluación propuesto por Nielsen?	¿Incluye capacitación previa para evaluadores?	Se evidencia la validación de la propuesta presentada	Nivel de cobertura de la Evaluación Heurística
Elementos de evaluación derivados de Nielsen	No	Complemento	No	No	Medio o parcial
Comparación y agrupación entre evaluaciones	No	Complemento	No	No	Bajo
Formas de calificación	Sí (solo un estudio)	Complemento	No	No	Medio o parcial
Metodologías aplicadas a la evaluación heurística	No	Complemento	No	No	Medio o parcial
Procesos formales con pasos debidamente definidos	Sí	Nueva propuesta	Sí	Sí	Alto o total

Fuente: Elaboración propia

La comparación de las características dio como resultado que el proceso formal que forma parte de la categoría “Procesos formales con pasos debidamente definidos” obtuvo los mejores resultados al proveer una respuesta positiva por cada uno de los criterios al aportar en la totalidad del proceso de evaluación heurística a través de pasos debidamente definidos y al consolidar las distintas formas en que se realizan las evaluaciones en una sola, permitiendo que se reduzcan las interpretaciones de los evaluadores de usabilidad en cómo llevarlas a cabo. Por esta razón, este proceso formal fue el seleccionado para desarrollar el sistema propuesto en el presente proyecto de investigación.

Finalmente, el indicador objetivamente verificable consiste en si se ha considerado el 100% de artículos relevantes seleccionados en la revisión sistemática para la elaboración del cuadro comparativo. El Anexo H muestra los 33 estudios que se consideraron relevantes para responder la pregunta “¿cuáles son las características de los protocolos o procesos formales que se están utilizando para mejorar la realización de evaluaciones heurísticas de productos de software?” en donde se indican qué protocolos o procesos formales fueron hallados en cada uno de estos; sin embargo, para la elaboración del cuadro comparativo, se descartaron los estudios que solamente contienen el protocolo de “Definición de nuevas heurísticas” por las

razones mencionadas anteriormente.

4.2.2. Diagrama detallado del proceso seleccionado

El diagrama detallado del proceso seleccionado se realizó con el objetivo de modelar detalladamente los pasos y tareas que se deben seguir para realizar el proceso de manera adecuada, y que no haya lugar a diversas interpretaciones por parte de los evaluadores que lo empleen. Además, se ha dividido el proceso en un flujo principal que consiste en la ejecución de 5 subprocesos que corresponden a los pasos que se indican en el proceso formal seleccionado (Paz Espinoza, 2018): (1) planificación, (2) capacitación, (3) evaluación, (4) discusión y (5) reporte.

Este resultado fue alcanzado utilizando la herramienta de *Bizagi BPMN Modeler*, que permitió el diseño y modelado del proceso a través de la notación BPMN, y se encuentra representado en el Anexo I. Dicho modelado consistió en 6 flujos que se detallan a continuación:

- i. General: Flujo en el que se describen todos los subprocesos que se deben seguir para llevar a cabo el proceso en su totalidad. Como parte del medio de verificación, la Figura 5 muestra el diagrama BPMN de dicho flujo del proceso.

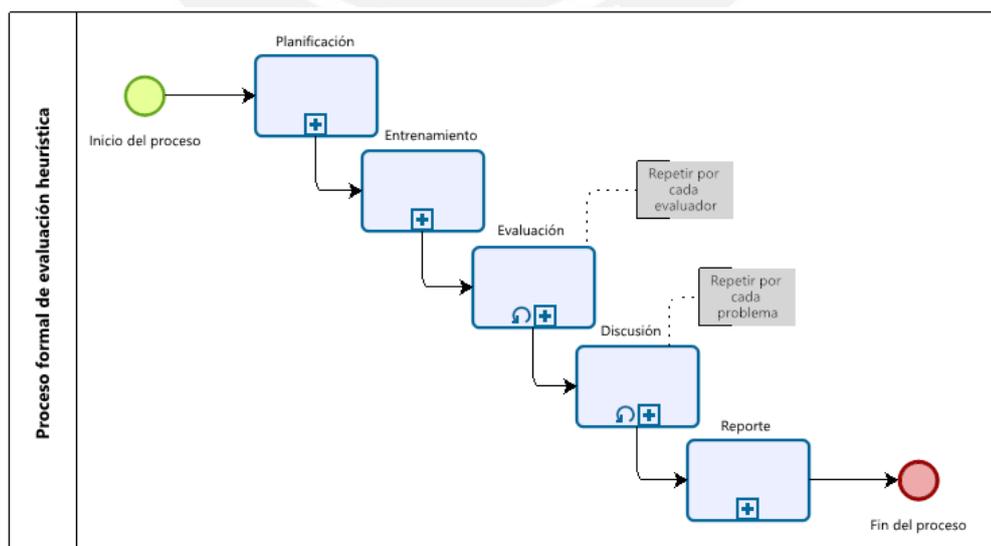


Figura 5: Diagrama detallado del proceso seleccionado (General)

Fuente: Elaboración propia

- ii. **Planificación:** Flujo que define la fase inicial relacionada a la preparación de la evaluación heurística. En esta fase, el gestor de la evaluación realiza las gestiones previas para realizar la evaluación. Asimismo, se define el objetivo y alcance de la evaluación, el producto de software a ser evaluado, los perfiles y la cantidad de evaluadores que conformarán el equipo, el conjunto de heurísticas y la plantilla de evaluación a utilizar. Una vez definido lo anterior, se procede a reclutar a los profesionales que formarán parte del equipo evaluador. Como parte del medio de verificación, en el Anexo J se muestra el diagrama BPMN de dicho flujo del proceso.
- iii. **Entrenamiento:** Flujo que define la fase de capacitación a los evaluadores con poca o ninguna experiencia. En esta fase, el gestor de la evaluación prepara una sesión de entrenamiento para los evaluadores que pertenezcan al criterio mencionado. Una vez realizada la capacitación, el gestor informa al equipo de evaluación las metas, objetivos, criterios del marco de trabajo y una idea general del producto de software, así como el tipo de evaluación a realizar, para que, luego, el equipo realice una libre exploración de las interfaces del sistema. Como parte del medio de verificación, en el Anexo K se muestra el diagrama BPMN de dicho flujo del proceso.
- iv. **Evaluación:** Flujo que define la fase de ejecución de la evaluación heurística de las interfaces del producto de software seleccionado. En esta fase, el equipo de evaluación examina las interfaces y dependiendo de la experiencia del evaluador, se continuará el flujo de una de dos maneras:
 - (1) Si el evaluador cuenta con experiencia, deberá realizar la evaluación identificando los problemas de usabilidad en las interfaces realizando capturas de pantalla de los problemas encontrados, para luego asociarlos con los principios heurísticos incumplidos y documentarlos en la plantilla de evaluación.
 - (2) Si el evaluador cuenta con poca o ninguna experiencia, primero deberá

familiarizarse con los principios heurísticos para luego proceder con la evaluación siguiendo una de dos opciones: (a) Revisando la lista completa de heurísticas para identificar problemas de acuerdo con lo que haya aprendido y recuerde en ese momento, realizando capturas de pantalla y documentando sus hallazgos en la plantilla de evaluación. (b) Identificando problemas, realizando capturas de pantalla y documentando en la plantilla de evaluación tomando en consideración una sola heurística a la vez.

Como parte del medio de verificación, en el Anexo L se muestra el diagrama BPMN de dicho flujo del proceso.

- v. **Discusión:** Flujo que define la fase de elaboración de la lista final de problemas de usabilidad al determinar si el problema ha sido hallado por más de un evaluador o si realmente hace referencia a un problema de usabilidad. En esta fase, el gestor de la evaluación verbaliza cada uno de los problemas para que el evaluador que identificó el problema pueda proporcionar mayores detalles y evidencia de cada uno. Luego, el equipo determina si el aspecto identificado realmente hace referencia a un problema de usabilidad, si no se considera así, el evaluador determinará si aún considera que se trata de un problema de usabilidad, caso contrario, se descarta.

Si es un aspecto relevante y el problema fue identificado por más de un evaluador, se debe determinar si se trata de la misma incidencia o son distintos aspectos de usabilidad.

Si es la misma incidencia, se prepara de forma colaborativa una definición y descripción del problema, caso contrario, se clasifica como un problema de usabilidad para discutir posteriormente.

Luego, si el aspecto identificado fue clasificado como problema de usabilidad, se debe determinar si expresa claramente el incidente al que hace referencia. En el caso de que no, se prepara una definición y descripción del problema identificado. Finalmente, se

incluye dicho problema en la lista final.

Como parte del medio de verificación, en el Anexo M se muestra el diagrama BPMN de dicho flujo del proceso.

- vi. Reporte: Flujo que define la asignación de un valor de severidad y frecuencia a cada problema, para así poder determinar cuáles son los problemas que se deberían solucionar con mayor urgencia. En esta fase, el gestor de la evaluación envía la lista consolidada a cada miembro del equipo. Luego, cada evaluador debe calificar la severidad y frecuencia de cada problema para luego promediar los puntajes asignados individualmente y calcular la desviación estándar en conjunto con las calificaciones realizadas por todo el equipo. En caso el valor de desviación estándar sea alto, se deben discutir las razones de asignación de los valores de severidad y frecuencia, para luego llegar a un consenso sobre la criticidad.

Finalmente, el equipo de evaluación debe ofrecer posibles soluciones para cada uno de los problemas, remarcando, además, los aspectos positivos de las interfaces propuestas, para preparar un reporte final que describa todos los resultados del proceso de evaluación heurística.

Como parte del medio de verificación, en el Anexo N se muestra el diagrama BPMN de dicho flujo del proceso.

Finalmente, el indicador objetivamente verificable consiste en si se ha alcanzado la aprobación al 100% del diagrama BPMN obtenido por un especialista en HCI. Para ello, se tomó en consideración el cumplimiento de los siguientes criterios para la validación:

- Se presentó el diagrama detallado del proceso formal de evaluación heurística seleccionado en formato BPMN mediante el uso de la herramienta *Bizagi BPMN Modeler*.
- Se comprendió con claridad el flujo del proceso sin lugar a que se pueda

interpretar de más de una manera.

- Se modeló correctamente el proceso a través del uso de las notaciones estándar BPMN para el modelado de procesos.
- Se expuso adecuadamente el proceso y se respondieron claramente a las preguntas realizadas acerca de este.

En el Anexo O se muestra el acta de confidencialidad y el acta de validación del resultado, firmados por un especialista en el área de HCI externo al proyecto, el 5 de abril del 2021, como resultado de una entrevista semiestructurada, en donde se brinda la aprobación del diagrama BPMN del proceso seleccionado al 100%.

4.3. Discusión

Los resultados alcanzados para el objetivo de seleccionar y modelar un proceso formal de evaluación heurística aplicable al proceso de inspección de usabilidad de productos de software han sido los siguientes:

(1) Se logró elaborar un cuadro comparativo con los procesos formales obtenidos como parte de la revisión sistemática de la literatura que buscaba responder a la pregunta de “¿cuáles son las características de los protocolos o procesos formales que se están utilizando para mejorar la realización de evaluaciones heurísticas de productos de software?”. En dicho cuadro se mostraron los 5 protocolos o procesos formales más relevantes evaluados por características que deberían estar presentes en estos para poder determinar cuál es el mejor. Luego del llenado del cuadro se obtuvo como resultado que el proceso “Procesos formales con pasos debidamente definidos” cumplía con 5 de los 5 criterios medibles, mientras que “Formas de calificación” cumplía con solo uno de estos y los demás procesos con ninguno. Por esta razón, se concluyó que el proceso más completo es “Procesos formales con pasos debidamente definidos” y se seleccionó como la base para el sistema a desarrollar en el siguiente objetivo.

(2) Se modeló el proceso a través de la notación BPMN en donde se presentó

detalladamente el flujo que se debe seguir para llevar a cabo el proceso de manera adecuada, sin lugar a que se le pueda dar más de una interpretación. Luego de la validación por el experto en HCI se concluyó que efectivamente el modelado del proceso es entendible y está estructurado correctamente.

La interpretación de los resultados se puede resumir con que, de todos los procesos formales encontrados en la literatura, el proceso “Procesos formales con pasos debidamente definidos” es el más completo y se recomienda utilizarlo como base para realizar una evaluación heurística. Asimismo, el modelado del proceso permite que este se pueda comprender de una mejor manera para así evitar diversas interpretaciones.

Los resultados son consistentes con las investigaciones previas, ya que, dentro de los estudios donde se encontró el proceso formal, el enfoque principal fue la creación y uso de dicho proceso, mientras que en los demás estudios se mostraban diversas formas de realizar la evaluación heurística a través del uso de protocolos o procesos adicionales empleando como base el proceso general propuesto por Nielsen.

Adicionalmente, los resultados obtenidos se pueden generalizar al utilizar el proceso formal seleccionado, no solo como la base del sistema creado para este proyecto de investigación, sino como la base para realizar cualquier evaluación heurística. El diagrama del proceso se podría emplear para explicarle a cualquier evaluador cuál es el flujo que se debe seguir para llevar a cabo la ejecución de la evaluación.

Finalmente, con relación a los alcances y limitaciones cabe resaltar que el proyecto está basado en el contenido del estudio que se utilizó como base para el diseño del diagrama del proceso y se consideraron únicamente los pasos definidos y las validaciones presentes en este. Además, se debe considerar que la validación del diagrama del proceso fue otorgada por un experto en el área de HCI. Adicionalmente, para obtener una mayor validación, se ha considerado implementar un software soportado en este proceso, para su posterior aplicación.

Capítulo 5. Construcción de una aplicación web que automatiza el proceso de evaluación heurística y solucione las dificultades de selección de heurísticas, ejecución y procesamiento de datos que afrontan los evaluadores de usabilidad

5.1. Introducción

La construcción de una aplicación web que automatice el proceso de evaluación heurística ha permitido que se solucionen ciertas dificultades presentadas por los evaluadores de usabilidad como (1) la selección de heurísticas, (2) la ejecución de la evaluación y (3) el procesamiento de los datos obtenidos.

Para el caso de las dificultades de selección de heurísticas, se planteó diseñar la arquitectura e implementar un módulo de selección heurísticas, que permita apoyar a los evaluadores en la selección de las heurísticas más apropiadas para el dominio al cual pertenece el software en inspección.

Además, para el caso de las dificultades presentadas en la ejecución de la evaluación, se planteó diseñar la arquitectura e implementar un módulo de ejecución de la evaluación heurística, que permita reducir la complejidad del proceso al organizar adecuadamente la información y poder llevar un registro de las tareas realizadas al momento.

Finalmente, para el caso de las dificultades presentadas en el procesamiento de datos obtenidos, se planteó diseñar la arquitectura e implementar un módulo de resultados y reportes que permita automatizar el trabajo manual que se debe realizar para procesar la gran cantidad de reportes generados como resultado de la evaluación.

A continuación, se presentan los resultados alcanzados para lograr el cumplimiento del objetivo, en donde se describe cada resultado, cómo se ha alcanzado, cómo se verifica su existencia, y las mediciones y validaciones realizadas.

5.2. Resultados alcanzados

5.2.1. Arquitectura de un módulo de selección de heurísticas

La arquitectura del módulo de selección de heurísticas se llevó a cabo a través del uso del proceso formal propuesto por Paz (Paz Espinoza, 2018), el cual fue seleccionado como base, según se detalló en el capítulo 4. Cabe mencionar que, dentro del paso o subproceso de Planificación, una de las tareas es la selección de las heurísticas para realizar la evaluación. Por esta razón, el módulo de selección de heurísticas será representado a través de la construcción de un módulo que abarque el paso de Planificación del proceso formal en su totalidad, ya que se busca que la arquitectura final a diseñar pueda cubrir cada paso del proceso.

Adicionalmente, la arquitectura permitió modelar la primera iteración del sistema y dio como resultado documentos que contienen la vista lógica, del proceso, de desarrollo, vista física y los escenarios del módulo a desarrollar, según el modelo de vistas de arquitectura 4 + 1 propuesto por (Kruchten, 1995), lo que facilitó la implementación del sistema al contar con los cimientos necesarios para una adecuada construcción. Cabe mencionar que, para la elaboración de cada documento, se utilizó la notación UML a través de la herramienta *open source* Draw.io. Como medio de verificación, cada uno de estos documentos podrá ser revisado a detalle en el Anexo P.

En primer lugar, el documento que contiene la vista lógica ha permitido realizar un modelado de los objetos de diseño que han sido necesarios para el desarrollo del sistema. Entre estos tenemos los siguientes:

- Usuario: Objeto que permite el acceso al sistema, en donde se incluye el id y nombre de usuario proporcionado por la cuenta de Google de la persona con la que se inició sesión.
- Persona: Objeto que permite el almacenamiento de los datos más relevantes de un usuario, como sus nombres, apellidos, DNI, correo y teléfono. Las personas

pueden contar con el rol de gestor de la evaluación y evaluador, dependiendo de las evaluaciones en las que se encuentren participando.

- Equipo de evaluación: Objeto que almacena los datos generales del equipo, como el nombre y el autor, y que relaciona a los evaluadores con la evaluación heurística a la que pertenecen.
- Perfil: Objeto que se utiliza para describir el perfil del evaluador, estos pueden ser: (1) novato en usabilidad, (2) experto en usabilidad, (3) experto en el dominio, (4) experto doble o (5) profesional de software.
- Evaluación heurística: Objeto principal del sistema que permite definir los datos principales de una evaluación heurística, como el nombre, objetivo y alcance de la evaluación, así como el nombre, URL y descripción del sistema a evaluar. Cada evaluación cuenta con un conjunto de heurísticas, una plantilla y un equipo de evaluación, así como un estado.
- Estado de la evaluación: Objeto que describe el estado de la evaluación, para este módulo, los estados definidos fueron: (1) borrador y (2) enviado.
- Conjunto de heurísticas: Objeto que almacena los datos generales del grupo de heurísticas, como el nombre, descripción, URL y autor, así como la relación de las heurísticas pertenecientes a cada evaluación.
- Heurística: Objeto que almacena los datos más importantes de una heurística de usabilidad, como el código, nombre y descripción.
- Plantilla de evaluación: Objeto que almacena los datos generales de la plantilla, como el nombre y autor, así como la relación de los campos requeridos para realizar una evaluación.
- Campo de evaluación: Objeto que almacena los datos más importantes de un campo de evaluación, como el nombre y la descripción.

- Tipo de dato: Objeto que describe el tipo de dato de un campo de evaluación, que puede ser uno de los siguientes: (1) texto, (2) imagen y (3) archivo.

En el Anexo Q se muestra la vista lógica del módulo de selección de heurísticas, como medio de verificación, con las relaciones entre objetos, así como los campos pertenecientes a cada uno de estos.

Luego, el documento de la vista del proceso ha permitido modelar la concurrencia y sincronización de los aspectos de diseño a través de las actividades que serán realizadas en el sistema, para realizar el flujo de planificación de la evaluación. Este documento consta de un proceso principal, la creación de una nueva evaluación heurística, que consiste en la interacción entre el gestor de la evaluación y el sistema para realizar actividades como (1) ingresar los datos generales de la evaluación, (2) seleccionar o definir el grupo de heurísticas de usabilidad a utilizar, (3) seleccionar o definir la plantilla de evaluación con sus respectivos campos y (4) agregar a los miembros que conformarán parte del equipo de evaluación.

El Anexo R muestra en detalle el flujo del proceso principal con cada actividad que se debe cumplir, como uno de los medios de verificación del resultado. Además, se muestran las actividades de los flujos independientes de (1) creación de grupos de heurísticas, (2) plantillas y (3) equipos, por si se desean realizar dichas actividades previamente al flujo principal.

Adicionalmente, el documento de la vista física reflejó la distribución del software y su conexión con el hardware del módulo a desarrollar. La comunicación entre el cliente y el servidor web se realizará a través del protocolo TCP/HTTP y la comunicación entre el servidor y la base de datos, a través del protocolo TCP/IP. El Anexo S muestra en detalle la vista física del sistema, como uno de los medios de verificación del resultado.

Asimismo, el documento de la vista de desarrollo describió la organización estática del software en el ambiente de desarrollo, en donde se consideraron todos los componentes necesarios para realizar la interacción a través de las interfaces del sistema. Los componentes

principales que se consideraron fueron:

- *Google Login*: Para el acceso al sistema a través del API de *Google Login*.
- Evaluación heurística: Para gestionar el flujo de las evaluaciones heurísticas, en donde incluye a su vez a los componentes de (1) información general de la evaluación, (2) grupo de heurísticas, (3) plantilla de evaluación y (4) equipo de evaluación.
- Redux: Para gestionar los datos de los objetos desde la vista del cliente.
- Recursos: Para gestionar el flujo de los servicios requeridos por la vista del cliente y relacionarlos con sus respectivos componentes de recursos (tipo de dato, perfil, evaluación heurística, equipo, estado de la evaluación, plantilla, grupo de heurísticas o usuario) y con el modelo de datos definido.
- SQLAlchemy: Para relacionar la estructura del modelo de datos del servidor con la instancia de base de datos.
- Proyecto de Tesis: Instancia de base de datos de este proyecto.

El Anexo T muestra en detalle los componentes, sus conexiones con las interfaces del sistema, con el servidor web y con la base de datos como parte de uno de los medios de verificación del resultado.

Como último punto, los escenarios del sistema permitieron definir los casos de uso como la ilustración de la arquitectura obtenida por las vistas anteriores. Este documento se divide en 4 escenarios: (1) gestión de las evaluaciones heurísticas, (2) gestión de grupo de heurísticas de usabilidad, (3) gestión de plantillas y (4) gestión de equipos, en los que el actor es el gestor de la evaluación. Adicionalmente, en cada escenario se definieron 4 casos de uso: (1) visualización, (2) creación, (3) actualización y (4) eliminación. A continuación, se detallará cada caso de uso:

- Los casos de uso de visualización consisten en que el gestor de la evaluación

podrá revisar las evaluaciones heurísticas, grupos de heurísticas, plantillas y equipos creados para poder acceder a la información ingresada para cada uno.

- Los casos de uso de creación consisten en que el gestor de la evaluación podrá ingresar la información correspondiente a una evaluación heurística, grupo de heurística, plantilla o equipo para guardarla en el sistema y luego poder acceder a esta cuando se le necesite.
- Los casos de uso de actualización consisten en que el gestor de la evaluación podrá modificar la información correspondiente a una evaluación heurística, grupo de heurística, plantilla o equipo para actualizarla en el sistema y luego poder acceder a esta cuando se le necesite.
- Los casos de uso de eliminación consisten en que el gestor de la evaluación podrá eliminar una evaluación heurística, grupo de heurística, plantilla o equipo para que ya no se muestre y no se pueda acceder mediante el sistema.

En Anexo U muestra el detalle del caso de uso de creación de una nueva evaluación, así como los casos de uso incluidos y extendidos por este, siendo el envío de invitación por correo el único caso en el que tendrá interacción con otro actor, el evaluador. Asimismo, se muestran los 4 escenarios principales como uno de los medios de verificación del resultado.

Finalmente, el indicador objetivamente verificable consiste en si se ha alcanzado la aprobación al 100% de los documentos de arquitectura obtenidos por un especialista en Ingeniería de Software. Para ello, se tomaron en consideración los criterios mencionados en el Anexo V, que debieron ser cumplidos en su totalidad para la validación del resultado.

En el Anexo W se muestra el acta de confidencialidad y el acta de validación del resultado, firmados por un especialista en Ingeniería de Software externo al proyecto el 10 de abril del 2021, como resultado de una entrevista semiestructurada, en donde se brinda la aprobación de los documentos de arquitectura al 100%.

5.2.2. Módulo de selección de heurísticas implementado

La implementación del módulo de selección de heurísticas se realizó a través del uso de la metodología ágil AUP, que permitió definir el módulo como una primera iteración de la construcción del sistema, en donde se ha obtenido un producto mínimo viable para el uso de los gestores de la evaluación que deseen realizar la configuración inicial de la evaluación heurística a realizar, como se plantea en el flujo de planificación del proceso formal seleccionado.

Para realizar lo anterior, primero se diseñó el prototipo de bajo nivel utilizando la herramienta Figma, que permitió representar las vistas que formarían parte del sistema; para ello, se tomaron en consideración los casos de uso de los escenarios planteados en el resultado anterior. El resultado obtenido por el prototipo fue la definición de 8 pantallas, 4 para la visualización de las evaluaciones, grupos de heurísticas, plantillas y equipos, y 4 para sus respectivas gestiones.

Luego, la implementación se realizó utilizando el marco de trabajo React.js para la programación *front-end* (cliente) tomando en consideración las pantallas obtenidas en los prototipos, y se integró a través de los servicios brindados por el servidor *back-end* (servidor web) desarrollado con la librería del lenguaje de programación Python llamada Flask.

Para realizar la comunicación entre el servidor web y la base de datos, se utilizó un servicio RDS, con el motor de base de datos de MySQL, proporcionado por una cuenta educativa de *Amazon Web Services*, en donde se utilizó la vista lógica obtenida en el resultado anterior para realizar el modelado de los objetos que formaron parte del sistema.

Además, el código fuente del sistema se colocó en un repositorio para *front-end* y otro para *back-end* en una herramienta de gestión y control de versiones de código llamada GitLab, en donde se realizaron actualizaciones periódicas cada vez que se realizaba un avance significativo para el sistema. Estos repositorios de código fuente fueron los medios de

verificación de este resultado y se pueden consultar a través del Anexo X.

Luego, se realizó el despliegue utilizando los servicios de *cloud computing* de S3 para front-end y Lambda para back-end proporcionados por la cuenta educativa de *Amazon Web Services*, que permitió que la iteración del sistema esté disponible para realizar las pruebas necesarias. La Figura 6 muestra el resultado de la implementación del módulo a través de la pantalla principal, la visualización de las evaluaciones heurísticas.

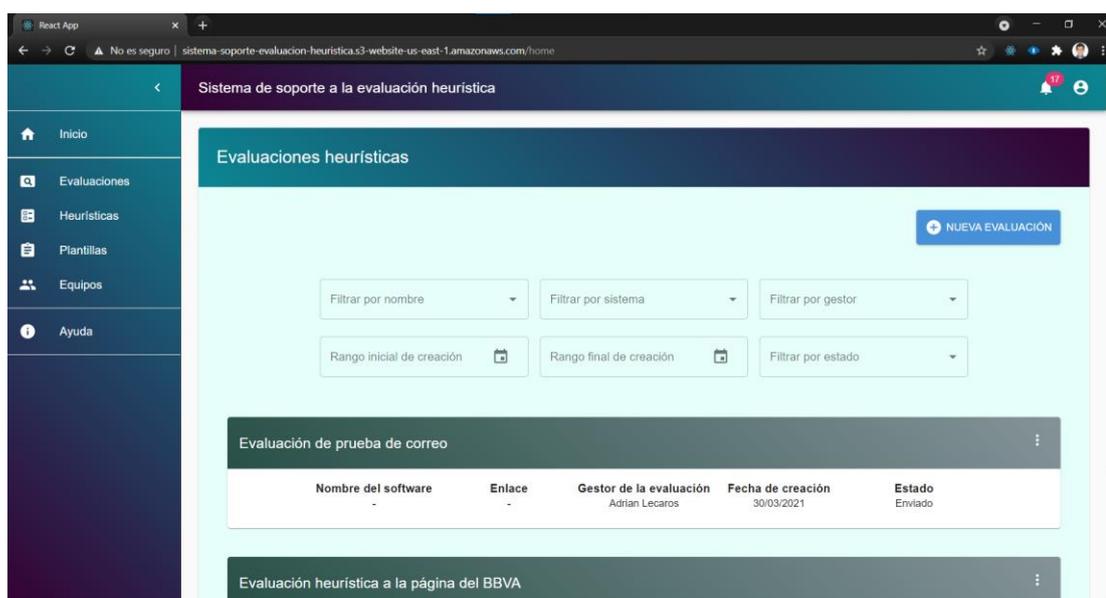


Figura 6: Módulo de selección de heurísticas implementado

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, el indicador objetivamente verificable, que además es representado como un medio de verificación del resultado, consiste en si han realizado con éxito el 100% de las pruebas funcionales. Se definieron 22 casos de prueba, donde, luego de las validaciones realizadas en el sistema implementado, el 100% de las pruebas dieron un resultado de éxito. En el Anexo Y se puede apreciar los casos de prueba resumidos en donde se especifica el ID, el escenario, el resultado esperado y el estado, mientras que en el Anexo Z se encuentra el cuadro completo con los casos de prueba explicados en un mayor detalle y con enlaces al material audiovisual que acredita la correcta ejecución de cada uno.

5.2.3. Arquitectura de un módulo de ejecución de la evaluación heurística

La arquitectura del módulo de ejecución de la evaluación heurística se llevó a cabo a través del uso del proceso formal propuesto por Paz (Paz Espinoza, 2018), el cual fue seleccionado como base, según se detalló en el capítulo 4. Cabe mencionar que dicho módulo abarca los pasos o subprocesos de Entrenamiento, Evaluación y Discusión del proceso formal en su totalidad, ya que se busca que la arquitectura final a diseñar pueda cubrir cada paso del proceso y dichos pasos representan adecuadamente las tareas a completar para ejecutar con éxito una evaluación heurística.

Adicionalmente, la arquitectura permitió modelar la segunda iteración del sistema y dio como resultado documentos que contienen la vista lógica, del proceso, de desarrollo, vista física y los escenarios del módulo a desarrollar, según el modelo de vistas de arquitectura 4 + 1 propuesto por (Kruchten, 1995), lo que facilitó la implementación del sistema al contar con los cimientos necesarios para una adecuada construcción. Cabe mencionar que, para la elaboración de cada documento, se utilizó la notación UML a través de la herramienta open source Draw.io. Como medio de verificación, cada uno de estos documentos podrá ser revisado a detalle en el Anexo AA.

En primer lugar, el documento que contiene la vista lógica ha permitido complementar el modelado de los objetos de diseño presentados en el primer módulo, que serán necesarios para el incremento en el desarrollo del sistema. Los objetos nuevos que se han considerado son los siguientes:

- Problema evaluador: Objeto que permite almacenar los problemas encontrados por cada evaluador perteneciente a un equipo y los relaciona con los campos de la plantilla de evaluación correspondiente y las heurísticas incumplidas.
- Problema final: Objeto que permite almacenar la lista final de problemas seleccionados como resultado de la inspección de todo el equipo y que relaciona

cada problema con los campos de la plantilla de evaluación correspondiente y las heurísticas incumplidas.

- Estado de la evaluación: Objeto que describe el estado de la evaluación, para este módulo, los estados definidos fueron: (1) borrador y (2) enviado, (3) en proceso, (4) por moderar, (5) moderando y (6) por calificar.
- Estado del evaluador: Objeto que describe el estado del evaluador, para este módulo, los estados definidos fueron: (1) por iniciar, (2) en proceso, (3) finalizó evaluación y (4) por calificar.

En el Anexo AB se muestra la vista lógica del módulo de ejecución de la evaluación, como medio de verificación, con las relaciones entre objetos, así como los campos pertenecientes a cada uno de estos.

Luego, el documento de la vista del proceso ha permitido modelar la concurrencia y sincronización de los aspectos de diseño a través de las actividades que serán realizadas en el sistema, para realizar los flujos de ejecución y discusión de la evaluación. Este documento consta de dos procesos, (1) la ejecución de la evaluación heurística y (2) la creación de la lista final de problemas.

La ejecución de la evaluación heurística consiste en que cada miembro del equipo podrá realizar la inspección a través de la interfaz de creación de problemas, en donde el evaluador podrá registrar cada problema encontrado a través de llenado de una plantilla y guardarlos una vez que se haya finalizado la evaluación. Por otro lado, la creación de la lista final de problemas consiste en que el equipo de evaluación revisará en conjunto los problemas hallados por cada evaluador para decidir si se aceptan o rechazan.

El Anexo AC muestra en detalle el flujo de ambos procesos, con cada actividad que se debe cumplir, como uno de los medios de verificación del resultado.

Adicionalmente, el documento de la vista física ha permitido complementar el diagrama

de despliegue presentado en el primer módulo a través de una conexión adicional entre el servidor web y un servidor de archivos, a través del protocolo TCP/NFS. El Anexo AD muestra en detalle la vista física del sistema, como uno de los medios de verificación del resultado.

Asimismo, el documento de la vista de desarrollo describió la organización estática del software en el ambiente de desarrollo, en donde se consideraron todos los componentes necesarios para realizar la interacción a través de las interfaces del sistema. Los componentes principales que se han añadido como complemento al diagrama de componentes presentado en el primer módulo son los siguientes:

- Boto3: Para la transferencia de archivos entre los componentes de recursos del servidor web y el servidor de archivos almacenado en *Amazon Web Services*.
- Bucket: Para la gestión de los archivos generados por las interacciones con el sistema a través del servicio S3 de *Amazon Web Services*.

En el Anexo AE se muestra en detalle los componentes, sus conexiones con las interfaces del sistema, con el servidor web y con la base de datos como parte de uno de los medios de verificación del resultado.

Como último punto, los escenarios del sistema permitieron definir los casos de uso como la ilustración de la arquitectura obtenida por las vistas anteriores. Este documento se divide en 3 escenarios:

(1) Gestión de la ejecución de la evaluación, que tiene como actor al evaluador y se compone de los casos de uso de realizar, modificar y consultar la evaluación heurística realizada.

- El caso de uso de realizar la evaluación heurística consiste en que los evaluadores podrán completar los campos especificados en la plantilla de evaluación para poder registrar cada uno de los problemas de usabilidad encontrados en las interfaces revisadas.

- El caso de uso de modificar la evaluación heurística consiste en que los evaluadores podrán modificar los campos especificados en la plantilla de evaluación para poder actualizar los problemas de usabilidad encontrados en las interfaces revisadas.
 - El caso de uso de consultar la evaluación heurística consiste en que los evaluadores podrán visualizar la evaluación heurística realizada para revisar cada problema de usabilidad encontrado en las interfaces.
- (2) Gestión de la selección de la lista final de problemas, que tiene como actor al evaluador y se compone de los casos de uso de seleccionar y descartar problemas para la lista final, así como visualizar la lista final de problemas.
- El caso de uso de seleccionar un problema para la lista final consiste en que los evaluadores podrán aceptar los problemas encontrados para incluirlos en la lista final de problemas de usabilidad.
 - El caso de uso de descartar un problema para la lista final consiste en que los evaluadores podrán rechazar los problemas encontrados, al no ser problemas de usabilidad o ser problemas duplicados, para omitirlos la lista final de problemas de usabilidad.
 - El caso de uso de visualizar la lista final de problemas consiste en que los evaluadores podrán acceder a la lista final de problemas para revisar los problemas que se han aceptado en conjunto.
- (3) Gestión de ejecución y selección de problemas, que tiene como actor al gestor de la evaluación y se componen de los casos de uso de consultar el progreso de la evaluación y visualizar la lista final de problemas.
- El caso de uso de consultar el progreso de la evaluación consiste en que el gestor de la evaluación podrá revisar el avance de cada evaluador que confirma el

equipo para consultar la cantidad de problemas encontrados, el estado del evaluador y ver el detalle de la evaluación realizada.

- El caso de uso de visualizar la lista final de problemas consiste en que el gestor de la evaluación podrá acceder a la lista final de problemas para revisar los problemas que el equipo de evaluación ha aceptado en conjunto.

En el Anexo AF se muestra los 3 escenarios mencionados, así como los casos de uso asociados respectivamente.

Finalmente, el indicador objetivamente verificable consiste en si se ha alcanzado la aprobación al 100% de los documentos de arquitectura obtenidos por un especialista en Ingeniería de Software. Para ello, se tomaron en consideración los criterios mencionados en el Anexo U, que debieron ser cumplidos en su totalidad para la validación del resultado:

En el Anexo AG se muestra el acta de confidencialidad y el acta de validación del resultado, firmados por un especialista en Ingeniería de Software externo al proyecto el 10 de abril del 2021, como resultado de una entrevista semiestructurada, en donde se brinda la aprobación de los documentos de arquitectura al 100%.

5.2.4. Módulo de ejecución de la evaluación heurística implementado

La implementación de ejecución de la evaluación heurística se realizó a través del uso de la metodología ágil AUP, que permitió definir el módulo como una segunda iteración de la construcción del sistema, en donde se ha obtenido un producto mínimo viable para el uso de los evaluadores pertenecientes a un equipo de evaluación, para que puedan realizar las inspecciones heurísticas de manera individual. Luego, los evaluadores también pueden moderar cada uno de los problemas encontrados para construir la lista final de problemas de usabilidad del sistema inspeccionado, y, además, el gestor de la evaluación puede revisar el avance de su equipo.

Para realizar lo anterior, primero se diseñó el prototipo de bajo nivel utilizando la

herramienta Figma, que permitió representar las vistas que formarían parte del sistema; para ello, se tomaron en consideración los casos de uso de los escenarios planteados en el resultado anterior. El resultado obtenido por el prototipo fue la definición de 3 pantallas, una para la ejecución de la evaluación, otra para moderar la evaluación y la última para visualizar el progreso del equipo.

Luego, la implementación se realizó utilizando el marco de trabajo React.js para la programación *front-end* (cliente) tomando en consideración las pantallas obtenidas en los prototipos, y se integró a través de los servicios brindados por el servidor *back-end* (servidor web) desarrollado con la librería del lenguaje de programación Python llamada Flask.

Para realizar la comunicación entre el servidor web y la base de datos, se utilizó un servicio RDS, con el motor de base de datos de MySQL, proporcionado por una cuenta educativa de *Amazon Web Services*, en donde se utilizó la vista lógica obtenida en el resultado anterior para realizar el modelado de los objetos que formaron parte del sistema.

Además, el código fuente del sistema se colocó en un repositorio para *front-end* y otro para *back-end* en una herramienta de gestión y control de versiones de código llamada GitLab, en donde se realizaron actualizaciones periódicas cada vez que se realizaba un avance significativo para el sistema. Estos repositorios de código fuente fueron los medios de verificación de este resultado y se pueden consultar a través del Anexo X.

Luego, se realizó el despliegue utilizando los servicios de *cloud computing* de S3 para *front-end* y Lambda para *back-end* proporcionados por la cuenta educativa de *Amazon Web Services*, que permitió que la iteración del sistema esté disponible para realizar las pruebas necesarias. Adicionalmente, se utilizó un servicio S3 para las funcionalidades de gestión de archivos que requieren los usuarios del sistema. La Figura 7 muestra el resultado de la implementación del módulo a través de la pantalla de creación de problemas de usabilidad.

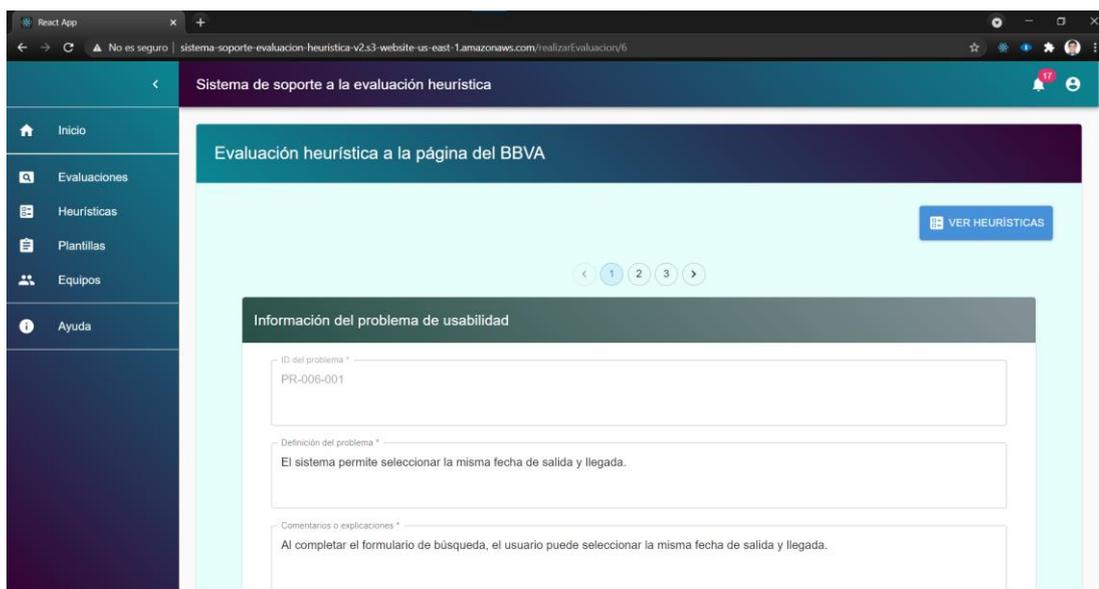


Figura 7: Módulo de ejecución de la evaluación heurística implementado

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, el indicador objetivamente verificable, que además es representado como un medio de verificación del resultado, consiste en si han realizado con éxito el 100% de las pruebas funcionales. Se definieron 11 casos de prueba, donde, luego de las validaciones realizadas en el sistema implementado, el 100% de las pruebas dieron un resultado de éxito. En el Anexo AH se puede apreciar los casos de prueba resumidos en donde se especifica el ID, el escenario, el resultado espera y el estado, mientras que en el Anexo AI se encuentra el cuadro completo con los casos de prueba explicados en un mayor detalle y con enlaces al material audiovisual que acredita la correcta ejecución de cada uno.

5.2.5. Arquitectura de un módulo de resultados y reportes

La arquitectura del módulo de ejecución de resultados y reportes se llevó a cabo a través del uso del proceso formal propuesto por Paz (Paz Espinoza, 2018), el cual fue seleccionado como base, según se detalló en el capítulo 4. Cabe mencionar que dicho módulo abarca el paso o subproceso de Reporte del proceso formal en su totalidad, ya que se busca que la arquitectura final a diseñar pueda cubrir cada paso del proceso y dicho paso representa adecuadamente las tareas a completar para obtener los resultados finales de la evaluación heurística, así como la

representación de dichos resultados a través de reportes en formato de tablas y gráficos.

Adicionalmente, la arquitectura permitió modelar la segunda iteración del sistema y dio como resultado documentos que contienen la vista lógica, del proceso, de desarrollo, vista física y los escenarios del módulo a desarrollar, según el modelo de vistas de arquitectura 4 + 1 propuesto por (Kruchten, 1995), lo que facilitó la implementación del sistema al contar con una base y lineamientos necesarios para una adecuada construcción. Cabe mencionar que, para la elaboración de cada documento, se utilizó la notación UML a través de la herramienta *open source* Draw.io. Como medio de verificación, cada uno de estos documentos podrá ser revisado a detalle en el Anexo AJ.

En primer lugar, el documento que contiene la vista lógica ha permitido complementar el modelado de los objetos de diseño presentados en el primer y segundo módulo, que serán necesarios para el incremento en el desarrollo del sistema. Los objetos nuevos que se han considerado son los siguientes:

- **Calificación:** Objeto que permite almacenar las calificaciones promedio de severidad, frecuencia y criticidad de los evaluadores a cada problema aprobado que conforma la lista final, así como sus respectivas desviaciones estándar y posibles soluciones. Este objeto se relaciona con los problemas finales de la evaluación y con la calificación de cada evaluador.
- **Aspecto positivo de la interfaz:** Objeto que permite almacenar los aspectos positivos de las interfaces revisadas por los evaluadores luego de realizar una evaluación heurística.
- **Estado de la evaluación:** Objeto que describe el estado de la evaluación, para este módulo, los estados definidos fueron: (1) borrador y (2) enviado, (3) en proceso, (4) por moderar, (5) moderando, (6) por calificar, (7) calificando, (8) por plantear soluciones, (9) planteando soluciones, (10) por resaltar aspectos

positivos, (11) resaltando aspectos positivos y (12) finalizada.

- Estado del evaluador: Objeto que describe el estado del evaluador, para este módulo, los estados definidos fueron: (1) por iniciar, (2) en proceso, (3) finalizó evaluación, (4) por calificar, (5) calificando y (6) finalizó calificación.

En el Anexo AK se muestra la vista lógica del módulo de resultados y reportes, como medio de verificación, con las relaciones entre objetos, así como los campos pertenecientes a cada uno de estos.

Luego, el documento de la vista del proceso ha permitido modelar la concurrencia y sincronización de los aspectos de diseño a través de las actividades que serán realizadas en el sistema, para realizar los flujos de ejecución y discusión de la evaluación. Este documento consta de tres procesos, (1) calificación de los problemas de la evaluación heurística y (2) revisión de la criticidad de los problemas y planteamiento de posibles soluciones, y (3) resalte de aspectos positivos de la interfaz.

La calificación de los problemas de la evaluación heurística consiste en que cada evaluador debe asignarle un valor de severidad y frecuencia a cada problema aprobado que conforma la lista final. Según Paz (Paz Espinoza, 2018) basado en Nielsen (Jacob Nielsen, 1994), la calificación se encuentra en un rango del 0 al 4 y cada valor significa lo siguiente:

- Para el caso de la severidad: (0) No estoy de acuerdo en que sea un problema de usabilidad, (1) Se trata solamente de un problema cosmético, (2) Problema menor de usabilidad, (3) Problema mayor de usabilidad y (4) Problema de usabilidad catastrófico.
- Para el caso de la frecuencia: (0) < 1%, (1) 1% - 10%, (2) 11% - 50%, (3) 51% - 90% y (4) > 90%.

Por otro lado, la revisión de la criticidad de los problemas y planteamiento de posibles soluciones consiste en que los evaluadores deben revisar en conjunto el valor de criticidad

promedio y desviación estándar de cada problema. Si el valor de desviación estándar de la calificación de un problema es alto, significa que las opiniones respecto a la severidad y frecuencia de los problemas identificados son muy diferenciadas, por lo cual los evaluadores deben llegar a un acuerdo acerca del valor de criticidad más apropiado. Luego de la revisión y el acuerdo, los evaluadores deben plantear posibles soluciones a los problemas.

Finalmente, el resalte de aspectos positivos de la interfaz consiste en que los evaluadores en conjunto deben resaltar los aspectos positivos encontrados luego de haber culminado con la evaluación heurística.

El Anexo AL muestra en detalle el flujo de los tres procesos, con cada actividad que se debe cumplir, como uno de los medios de verificación del resultado.

Adicionalmente, el documento de la vista física ha permitido culminar la definición de los diagramas de despliegue presentados en el primer y segundo módulo, en donde se definen los protocolos finales de comunicación, la diferenciación entre el servidor web *front-end* y *back-end*, así como los servicios de *Amazon Web Services* para utilizados para los despliegues. En el Anexo AM se muestra en detalle la vista física del sistema, como uno de los medios de verificación del resultado.

Asimismo, el documento de la vista de desarrollo describió la organización estática del software en el ambiente de desarrollo, en donde se consideraron todos los componentes necesarios para realizar la interacción a través de las interfaces del sistema. Los componentes principales que se han añadido como complemento a los diagramas de componentes presentados en el primer y segundo módulo son los siguientes:

- Calificación: Como recurso para la gestión de los datos de las calificaciones de los problemas.
- Aspecto positivo: Como complemento al componente de evaluación heurística y como recurso utilizado para la gestión de los datos de los aspectos positivos,

así como para la gestión de los archivos correspondientes.

En el Anexo AN se muestra en detalle los componentes, sus conexiones con las interfaces del sistema, con el servidor web y con la base de datos como parte de uno de los medios de verificación del resultado.

Como último punto, los escenarios del sistema permitieron definir los casos de uso como la ilustración de la arquitectura obtenida por las vistas anteriores. Este documento se divide en 4 escenarios:

(1) Calificación de problemas de usabilidad, que tiene como actor al evaluador y se compone de los casos de uso de realizar, modificar y consultar la calificación de los problemas de usabilidad.

- El caso de uso de realizar la calificación de los problemas consiste en que los evaluadores podrán asignarle un valor de severidad y frecuencia a cada problema de la lista final para poder determinar cuáles son los que se deberían resolver primero.
- El caso de uso de modificar la calificación de los problemas consiste en que los evaluadores podrán editar el valor de severidad y frecuencia a los problemas de la lista final para poder confirmar cuáles son los que se deberían resolver primero.
- El caso de uso de consultar la calificación de los problemas consiste en que los evaluadores podrán visualizar la calificación realizada para revisar los valores de severidad, frecuencia y criticidad (suma de severidad y frecuencia) de cada problema de usabilidad.

(2) Consulta de calificación final y posibles soluciones, que tiene como actor al evaluador y se compone de los casos de uso de consultar calificación final de los problemas, así como ingresar, modificar y visualizar posibles soluciones para los

problemas.

- El caso de uso de consultar la calificación final de los problemas consiste en que los evaluadores podrán visualizar la calificación promedio realizada por todo el equipo para revisar los valores promedio de severidad, frecuencia y criticidad, así como sus respectivas desviaciones estándar, de cada problema de usabilidad.
- El caso de uso de ingresar posibles soluciones para los problemas consiste en que los evaluadores podrán proponer una posible solución a cada problema de la lista final para poder brindarle ideas al usuario de cómo mejorar las interfaces.
- El caso de uso de modificar posibles soluciones para los problemas consiste en que los evaluadores podrán modificar las posibles soluciones de los problemas de la lista final para poder confirmar que las ideas de cómo mejorar las interfaces sean las mejores.
- El caso de uso de consultar las posibles soluciones para los problemas consiste en que los evaluadores podrán acceder a la lista final de problemas para poder visualizar las posibles soluciones propuestas para cada uno.

(3) Identificación de aspectos positivos en las interfaces, que tiene como actor al evaluador y se compone de los casos de uso de ingresar, modificar y visualizar aspectos positivos de las interfaces revisadas.

- El caso de uso de ingresar aspectos positivos de las interfaces revisadas consiste en que los evaluadores podrán asignarle un nombre, descripción e imagen a cada aspecto positivo encontrado para poder resaltar la usabilidad de dichas interfaces.
- El caso de uso de modificar aspectos positivos de las interfaces revisadas consiste en que los evaluadores podrán editar el nombre, descripción e imagen de los aspectos positivos encontrados para poder confirmar la usabilidad de

dichas interfaces.

- El caso de uso de consultar los aspectos positivos de las interfaces revisadas consiste en que los evaluadores podrán visualizar cada uno de los aspectos positivos ingresados para resaltar la usabilidad de las interfaces.
- (4) Visualizar calificación, soluciones y aspectos positivos, que tiene como actor al gestor de la evaluación y se componen de los casos de uso de consultar la lista final de problemas calificados y con soluciones, así como la lista final de aspectos positivos de las interfaces.
- El caso de uso de consultar la lista final de problemas calificados consiste en que el gestor de la evaluación podrá acceder a la lista final de problemas calificados para revisar los valores de promedio y desviación estándar de la severidad, frecuencia y criticidad de cada problema, así como visualizar las posibles soluciones propuestas por el equipo.
 - El caso de uso de consultar la lista final de aspectos positivos de las interfaces consiste en que el gestor de la evaluación podrá acceder a la lista final de los aspectos positivos de las interfaces revisadas por los evaluadores para consultar la usabilidad de las interfaces.

En el Anexo AO se muestra los 4 escenarios mencionados, así como los casos de uso asociados respectivamente.

Finalmente, el indicador objetivamente verificable consiste en si se ha alcanzado la aprobación al 100% de los documentos de arquitectura obtenidos por un especialista en Ingeniería de Software. Para ello, se tomaron en consideración los criterios mencionados en el Anexo U, que debieron ser cumplidos en su totalidad para la validación del resultado.

En el Anexo AP se muestra el acta de confidencialidad y el acta de validación del resultado, firmados por un especialista en Ingeniería de Software externo al proyecto el 16 de

mayo del 2021, como resultado de una entrevista semiestructurada, en donde se brinda la aprobación de los documentos de arquitectura al 100%.

5.2.6. Módulo de resultados y reportes implementado

La implementación de ejecución de la evaluación heurística se realizó a través del uso de la metodología ágil AUP, que permitió definir el módulo como una tercera y última iteración de la construcción del sistema, en donde se ha obtenido el producto de software completo, en donde los evaluadores podrán calificar cada uno de los problemas finales que fueron aprobados, así como recomendar posibles soluciones para cada uno. Luego, los evaluadores también podrán resaltar aspectos positivos de las interfaces revisadas luego de finalizar la evaluación y, además, tanto el gestor como el equipo de evaluación podrán revisar los resultados finales de la evaluación a través de reportes en formato de tablas y gráficos.

Para realizar lo anterior, primero se diseñó el prototipo de bajo nivel utilizando la herramienta Figma, que permitió representar las vistas que formarían parte del sistema; para ello, se tomaron en consideración los casos de uso de los escenarios planteados en el resultado anterior. El resultado obtenido por el prototipo fue la definición de 4 pantallas, una para la calificación de los problemas de usabilidad, otra para el planteamiento de posibles soluciones a los problemas, otra para la visualización de los resultados finales de la evaluación y la última para la gestión de los aspectos positivos de las interfaces revisadas.

Luego, la implementación se realizó utilizando el marco de trabajo React.js para la programación *front-end* (cliente) tomando en consideración las pantallas obtenidas en los prototipos, y se integró a través de los servicios brindados por el servidor *back-end* (servidor web) desarrollado con la librería del lenguaje de programación Python llamada Flask.

Para realizar la comunicación entre el servidor web y la base de datos, se utilizó un servicio RDS, con el motor de base de datos de MySQL, proporcionado por una cuenta educativa de *Amazon Web Services*, en donde se utilizó la vista lógica obtenida en el resultado

anterior para realizar el modelado de los objetos que formaron parte del sistema.

Además, el código fuente del sistema se colocó en un repositorio para *front-end* y otro para *back-end* en una herramienta de gestión y control de versiones de código llamada GitLab, en donde se realizaron actualizaciones periódicas cada vez que se realizaba un avance significativo para el sistema. Estos repositorios de código fuente fueron los medios de verificación de este resultado y se pueden consultar a través del Anexo X.

Luego, se realizó el despliegue utilizando los servicios de *cloud computing* de S3 para *front-end* y Lambda para *back-end* proporcionados por la cuenta educativa de *Amazon Web Services*, que permitió que la iteración del sistema esté disponible para realizar las pruebas necesarias. Adicionalmente, se utilizó un servicio S3 para las funcionalidades de gestión de archivos que requieren los usuarios del sistema. La Figura 8 muestra el resultado de la implementación del módulo a través de la pantalla de calificación de los problemas de usabilidad.

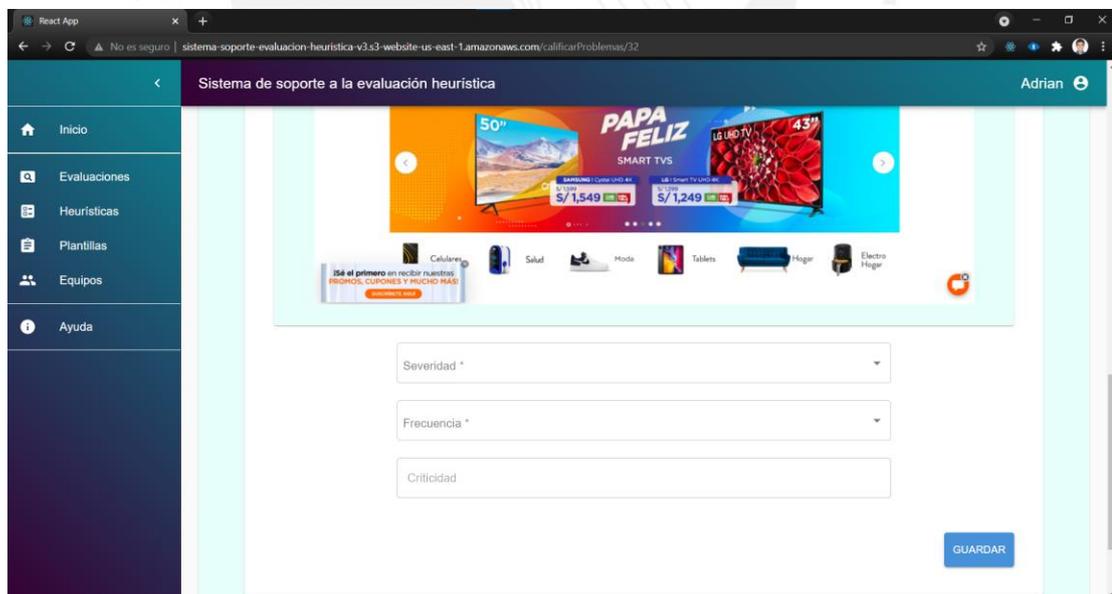


Figura 8: Módulo de resultados y reportes implementado

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, el indicador objetivamente verificable, que además es representado como un medio de verificación del resultado, consiste en si han realizado con éxito el 100% de las

pruebas funcionales. Se definieron 16 casos de prueba, donde, luego de las validaciones realizadas en el sistema implementado, el 100% de las pruebas dieron un resultado de éxito. En el Anexo AQ se puede apreciar los casos de prueba resumidos en donde se especifica el ID, el escenario, el resultado espera y el estado, mientras que en el Anexo AR se encuentra el cuadro completo con los casos de prueba explicados en un mayor detalle y con enlaces al material audiovisual que acredita la correcta ejecución de cada uno.

5.2.7. Informe de las entrevistas realizadas a usuarios acerca de la evaluación del software propuesto

El informe de las entrevistas realizadas a usuarios acerca de la evaluación del software propuesto se obtuvo luego de realizar una evaluación heurística al sistema implementado en el resultado anterior, con la finalidad de contar con la opinión de expertos en usabilidad acerca de la usabilidad que presenta la aplicación web.

Adicionalmente, dicha evaluación se ejecutó utilizando el mismo sistema propuesto para registrar los problemas, ya que, de esta manera, los evaluadores que participaron de dicha inspección también tuvieron la posibilidad de evaluarlo desde la perspectiva de un usuario final del sistema.

Para ello, se contactó a 3 expertos en usabilidad (2 magísteres y un ingeniero) que conformaron el equipo de evaluación y se encargaron de buscar los problemas de usabilidad utilizando las heurísticas para sitios web transaccionales de Paz (Freddy Paz, 2013) y la plantilla genérica, propuesta por el mismo autor, para el registro de problemas de usabilidad (Paz Espinoza, 2018). En el Anexo AS se muestra un resumen de las heurísticas mencionadas y el Anexo AT muestra los campos que conforman la plantilla utilizada.

Luego, se realizó la evaluación individual asíncrona, en donde cada evaluador accedió al sistema para registrar los problemas de usabilidad encontrados. Cabe mencionar que uno de los evaluadores tuvo dificultades en el guardado de problemas con el sistema por los tiempos

de carga, por lo que realizó la evaluación utilizando una plantilla en formato de Excel.

Una vez finalizadas las evaluaciones, se acordó una fecha de reunión para poder realizar revisión de todos los problemas de usabilidad encontrados para determinar cuáles se aprobaban y cuáles se rechazaban al ser problemas duplicados o al no ser considerados como problemas de usabilidad por el equipo.

Durante la reunión de evaluación del sistema, que se realizó el lunes 24 de mayo a las 6:00 p.m. por *Google Meet*, además de que el equipo fue seleccionando los problemas que conformarían la lista final, se percibieron las siguientes oportunidades de mejora mientras utilizaban la funcionalidad de moderar los problemas de usabilidad:

- El tiempo de carga para registrar cada problema era considerablemente extenso, lo que no permitía que se realice la selección de problemas con fluidez.
- Al intentar actualizar las heurísticas de un problema, la lista de selección mostraba heurísticas marcadas que no correspondían con la selección inicial, pero que sí se podían apreciar en el resumen de heurísticas seleccionadas.
- Al guardar el problema revisado y seleccionado, el siguiente problema mostrado mantenía la selección de heurísticas del problema anterior.

Luego de finalizar la selección, se obtuvo la lista final de problemas de usabilidad, que consta de 29 problemas de usabilidad, en donde se pudo observar cuáles eran las 3 heurísticas más incumplidas: (1) Prevención, Reconocimiento y Recuperación de Errores, (2) Alineamiento hacia los Estándares Web de Diseño y (3) Minimizar la Carga de Memoria. En el Anexo AU se muestra un gráfico de problemas encontrados por cada una de las heurísticas incumplidas.

Luego, el Anexo AV muestra la distribución de los problemas según sus valores promedios de criticidad luego de la calificación de cada evaluador, en donde se puede observar que la mayor cantidad de problemas obtuvo una criticidad media, mientras que 3 de estos

problemas obtuvieron una criticidad alta. Adicionalmente, la mayoría de las desviaciones estándar entre las calificaciones es media y baja, por lo que se puede concluir que los evaluadores no han diferido significativamente entre las calificaciones registradas.

Como medio de verificación, en el Anexo AW se podrá acceder al informe completo de las entrevistas realizadas al equipo de evaluación acerca de la evaluación heurística realizada al sistema propuesto, en donde se podrá ver a detalle cada uno de los problemas encontrados que conforman la lista final de problemas.

Luego de realizar esta evaluación, se tomaron en consideración las sugerencias comentadas por el equipo durante la reunión y, adicionalmente, se procuró resolver la mayor cantidad de problemas reportados. La prioridad fue optimizar los tiempos de carga al registrar los problemas de usabilidad y el funcionamiento de la lista de selección de heurísticas de usabilidad, ya que ambos hicieron que el tiempo promedio de guardado de cada problema sea muy extenso e interferían con la fluidez de la selección de problemas. El valor agregado de todo lo mencionado para el presente resultado fue presentar una última versión del sistema con las mejoras implementadas.

Finalmente, el indicador objetivamente verificable, que además es representado como un medio de verificación del resultado, es que se ha considerado el 100% del contenido audiovisual de las entrevistas realizadas. Se realizaron dos reuniones para este resultado, una de planificación para capacitar acerca del proceso formal de evaluación y de las funcionalidades del sistema, y la otra para realizar la selección de los problemas encontrados por cada evaluador para determinar cuáles serían los que conformaron la lista final. Para la construcción del informe, se tomó en consideración ambas entrevistas, por lo que se ha considerado el 100% del contenido audiovisual y se podrá acceder a través del Anexo AX; además, en el Anexo AY se encuentran las actas de confidencialidad firmadas por los evaluadores que participaron de las entrevistas.

5.3. Discusión

Los resultados alcanzados para el objetivo de construir una aplicación web que automatice el proceso de evaluación heurística y solucione las dificultades de selección de heurísticas, ejecución y procesamiento de datos que afrontan los evaluadores de usabilidad han sido los siguientes:

- (1) Se modeló la arquitectura de un módulo de selección de heurísticas, de ejecución de la evaluación y de resultados y reportes, utilizando como base el proceso formal seleccionado, a través del modelo de vistas 4 + 1, representados en 5 documentos por cada uno de los módulos: (1) Documento de vista lógica a través de un diagrama de clases, (2) Documento de vista del proceso a través de un diagrama de actividades, (3) Documento de vista del desarrollo a través de un diagrama de componentes, (4) Documento de vista física a través de un diagrama de despliegue y (5) Documento de escenarios.
- (2) Se implementaron los módulos de selección de heurísticas, de ejecución y de resultados y reportes a través de la arquitectura definida, del diseño de prototipos de bajo nivel, y de la construcción del sistema a través de la metodología AUP, en la que cada módulo finalizado significó un incremento para el software como un producto mínimo viable.
- (3) Se realizó una evaluación heurística al sistema desarrollado en la que participaron expertos en usabilidad que elaboraron una lista de los problemas encontrados siguiendo las heurísticas para sitios web transaccionales. Dicha evaluación a su vez permitió que se identificaran oportunidades de mejora en las funcionalidades del sistema y se obtuvo una versión final con dichas mejoras y con la resolución de la mayoría de los problemas de usabilidad detectados.

La interpretación de los resultados se puede resumir en que el modelo de vistas 4 + 1

ha permitido modelar con éxito la arquitectura y ha sido una pieza clave en la construcción del sistema al brindar la representación gráfica necesaria para su implementación. Asimismo, el uso de la metodología AUP ha permitido construir con éxito un producto mínimo viable luego de finalizar cada incremento, que para este proyecto está representado con la implementación total de cada módulo. De igual manera, la evaluación heurística al sistema ha permitido que se puedan identificar problemas de usabilidad, y la versión resultante luego de la resolución de los problemas ha permitido mejorar las funcionalidades y la usabilidad general del sistema.

Los resultados son consistentes con las investigaciones previas, ya que el sistema ha permitido abarcar en su totalidad el paso de planificación del proceso formal, seleccionado como parte de la revisión sistemática de la literatura, para el primer módulo, los pasos de entrenamiento, ejecución y discusión para el segundo, y el paso de reporte para el tercero.

Adicionalmente, los resultados obtenidos se pueden generalizar al utilizar el sistema para llevar a cabo evaluaciones heurísticas de diversos productos de software como páginas web, aplicaciones, videojuegos, entre otros, al contar con la posibilidad de seleccionar y personalizar las heurísticas de usabilidad a utilizar según el dominio. Para complementar, al poder personalizar la plantilla de evaluación, también se podrán tomar en cuenta otros aspectos que se consideren importantes para documentar los problemas hallados durante la evaluación heurística según el dominio del caso a evaluar. Asimismo, realizar una evaluación heurística a un sistema propuesto permitirá encontrar problemas que, de ser resueltos, aumentarán su usabilidad.

Finalmente, con relación a los alcances y limitaciones cabe resaltar que el proyecto está basado en el contenido del estudio que se utilizó como base para el diseño de la arquitectura y la implementación del sistema, y se consideraron únicamente los pasos definidos en este. Además, se debe considerar que las validaciones de los diagramas de arquitectura de cada uno de los módulos fueron otorgadas por un experto en el área de Ingeniería de Software.

Asimismo, la evaluación heurística se realizó siguiendo el proceso formal en su totalidad hasta el paso de discusión. Adicionalmente, para obtener una mayor validación, se probó el sistema desarrollado, como se detalla en el siguiente capítulo, a través de un caso de estudio que permita comparar la efectividad de utilizarlo para llevar a cabo una evaluación heurística en un sitio web transaccional, en comparación a realizarla de manera tradicional.



Capítulo 6. Validación de la herramienta en un escenario de validación que demuestre los aportes y beneficios de la incorporación de la aplicación web desarrollada como una herramienta de soporte a la evaluación heurística

6.1. Introducción

El planteamiento de un caso de estudio que demuestre los aportes y beneficios de la incorporación de la aplicación web desarrollada como una herramienta de soporte a la evaluación heurística ha sido de suma importancia, ya que ha permitido que se pueda realizar un análisis comparativo entre cómo se lleva a cabo actualmente el proceso formal seleccionado, a través de una plantilla contenida en un documento de formato Excel, y entre la aplicación web desarrollada como resultado del alcance del segundo objetivo del presente proyecto de tesis.

Para ello, primero se diseñó el caso de estudio comparativo y de los instrumentos de validación, en donde se definió la composición de los equipos, los escenarios a comparar y el alcance que deberían tener, en donde uno de estos considere la ejecución del proceso como se realiza actualmente, y el otro, la ejecución del proceso utilizando la aplicación web desarrollada en el presente proyecto.

Luego, se llevó a cabo el caso de estudio en donde se recopilaron los resultados obtenidos por ambos escenarios, y de la percepción de los evaluadores de la ejecución de la evaluación utilizando la plantilla en formato Excel y el sistema propuesto, para confirmar si, efectivamente, se han obtenido mejores indicadores utilizando la aplicación web desarrollada.

A continuación, se presentan los resultados alcanzados para lograr el cumplimiento del objetivo, en donde se describe cada resultado, cómo se ha alcanzado, cómo se verifica su existencia, y las mediciones y validaciones realizadas.

6.2. Resultados alcanzados

6.2.1. Diseño del caso de estudio comparativo y de los instrumentos de validación

Para el diseño del caso de estudio comparativo, se contó con dos escenarios: (1) un grupo que realice la evaluación heurística utilizando el proceso formal seleccionado, a través del uso de una plantilla en formato Excel, y (2) otro grupo que realice la evaluación utilizando la aplicación web desarrollada. Los evaluadores que conformaron los equipos son expertos en usabilidad, es decir, ya cuentan con una experiencia considerable realizando evaluaciones heurísticas de usabilidad a productos de software.

El sitio web evaluado fue Linio Perú, que es una tienda online que distribuye productos de diversas categorías como celulares, consolas, hogar, deporte, entre otros, y se caracteriza por ser uno de los portales más grandes y populares de compras por internet del país.

El flujo del caso de estudio consiste en evaluar ambos escenarios con la respectiva herramienta de soporte para realizar la evaluación heurística, en donde primero se realiza una capacitación en el proceso formal para luego realizar la ejecución y llenar un cuestionario que permita conocer la percepción acerca de la herramienta por cada miembro del equipo. La Figura 9 muestra a detalle el flujo mencionado.

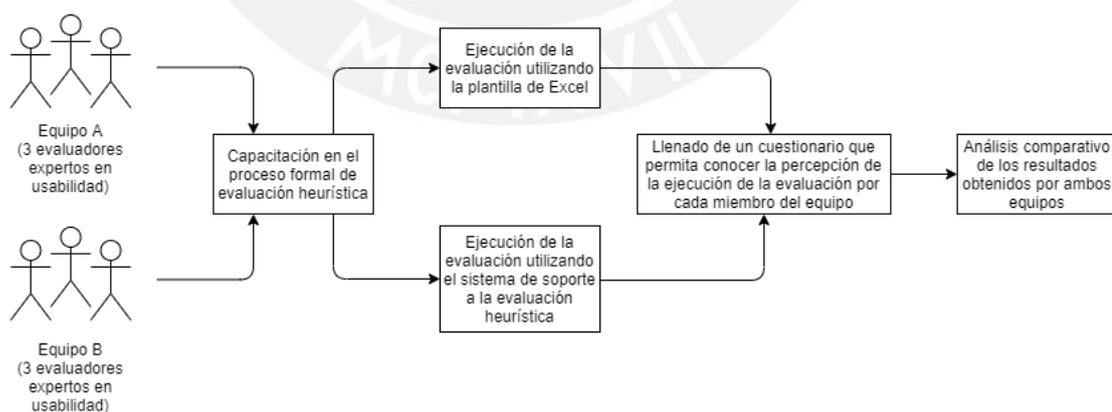


Figura 9: Flujo de ejecución del caso de estudio

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, para realizar la comparación entre la percepción de la ejecución de la evaluación, se utilizaron los criterios TAM, validados por Davis (F. D. Davis, 1989) y que

fueron adaptados para el presente caso de estudio en donde se seleccionaron los siguientes: (1) percepción de facilidad de uso, (2) percepción de utilidad e (3) intención de uso. La Figura 10 muestra la relación entre los criterios.

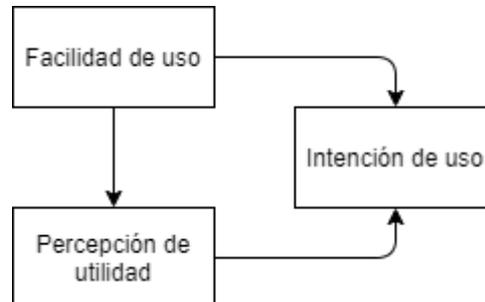


Figura 10: Relación entre criterios TAM

Fuente: Elaboración propia

Cada uno de los criterios se medirá en base a una escala de 1 a 5 en donde el menor corresponde a una percepción altamente negativa y el mayor a una percepción altamente positiva. Cabe mencionar que cada criterio consta de preguntas que se calificaron con dicha escala por los evaluadores para luego obtener el promedio final por cada criterio.

Finalmente, para realizar la comparación entre los resultados obtenidos por cada evaluador, se realizó una prueba de Shapiro-Wilk para determinar si las muestras pertenecen a una población normal, cuyas hipótesis fueron las siguientes:

- H_0 : Los datos evaluados pertenecen a una población normal
- H_1 : Los datos evaluados no pertenecen a una población normal

Dependiendo de los resultados por cada criterio, a un nivel de significación de 0.05, se utilizó la prueba T-Student o U de Mann-Whitney para determinar cuál de las dos herramientas es la mejor.

Como medio de verificación, en el Anexo AZ se podrá acceder al documento que contiene el diseño completo del caso de estudio, en donde se especifica a mayor detalle los pasos del caso de estudio, los criterios y las preguntas de percepción que se utilizaron.

Finalmente, el indicador objetivamente verificable consiste en si se ha alcanzado la

aprobación al 100% del diseño del caso de estudio por un especialista en HCI. Para ello, se tomaron en consideración los siguientes criterios que debieron ser cumplidos en su totalidad para la validación del resultado:

- Se presentó un caso de estudio que permitió realizar una comparación entre herramientas que se utilicen como soporte al proceso formal de evaluación heurística.
- Se comprendió con claridad el caso de estudio presentado.
- Se considera que el caso de estudio permitirá realizar una comparación imparcial de cada herramienta a evaluar.
- Se considera que los criterios de percepción son adecuados para realizar la comparación.
- Se expuso adecuadamente el caso de estudio y se respondieron claramente a las preguntas realizadas acerca de este.

En el Anexo BA se muestra el acta de confidencialidad y el acta de validación del resultado, firmados por un especialista en HCI externo al proyecto el primero de junio del 2021, como resultado de una entrevista semiestructurada, en donde se brinda la aprobación del diseño del caso de estudio al 100%.

6.2.2. Reporte de los resultados obtenidos de la ejecución del escenario de validación

Para la ejecución del caso de estudio presentado en el resultado R3.1 del presente proyecto de tesis, se contactó con 6 expertos en usabilidad que pudiesen participar de una evaluación heurística a la página web de Linio Perú, siguiendo el proceso formal seleccionado y utilizando las heurísticas para sitios web transaccionales. Luego de lograr contactar a los expertos, se distribuyeron en dos equipos de acuerdo con su título, por lo que en cada equipo participó un ingeniero y dos bachilleres.

Adicionalmente, el primer equipo (Equipo A) realizó la evaluación utilizando como

herramienta de soporte a la evaluación heurística una plantilla contenida en un archivo de Excel y el segundo equipo (Equipo B), utilizando el sistema de soporte a la evaluación heurística implementado como uno de los resultados obtenidos para el segundo objetivo del presente proyecto de tesis.

La ejecución del caso de estudio por medio del Equipo A consistió en el uso de una plantilla contenida en un archivo de Excel, que es la que actualmente se utiliza para realizar las evaluaciones heurísticas siguiendo el proceso formal y fue adaptada para el presente caso, que puede ser revisada mediante el Anexo BB. Por otro lado, el Equipo B, utilizó el sistema de soporte a la evaluación heurística desarrollado en el proyecto, que es la propuesta presentada para llevar a cabo las inspecciones heurísticas como una mejor alternativa a la plantilla de evaluación.

Una vez que todos los evaluadores completaron la evaluación individual en la plantilla enviada, se les envió una invitación para participar de manera virtual, por Google Meet, en una reunión grupal por equipo para discutir, calificar y ofrecer posibles soluciones a los problemas. Se tuvo la reunión con el equipo A el sábado 5 de junio a las 10:00 a.m., mientras que, con el equipo B, se tuvo el viernes 4 de junio a las 7:00 p.m. En total, los evaluadores del Equipo A y B encontraron 22 y 21 problemas de usabilidad respectivamente, que fueron respaldados por capturas de pantalla de las interfaces evaluadas.

Asimismo, el día de la reunión grupal, los evaluadores revisaron cada uno de los problemas encontrados por su equipo, en donde cada evaluador brindó mayores detalles acerca de sus problemas individuales, de acuerdo con lo reportado en la plantilla de evaluación o en el sistema, para decidir si se consideraban en la lista final de problemas. Luego de culminar con la revisión, se obtuvo una lista final de 20 problemas de usabilidad tanto para el Equipo A, como para el Equipo B.

Adicionalmente, cada evaluador calificó la lista final de problemas de acuerdo con su

severidad y frecuencia, en donde se utilizó una escala de 0 al 4, en donde 0 significa con que no se está de acuerdo con que sea un problema de usabilidad o que la frecuencia es menor a 1%, mientras que 4 significa que se considera que el problema es catastrófico o que la frecuencia es mayor al 90% respectivamente.

Finalmente, los evaluadores propusieron posibles soluciones para cada uno de los problemas de la lista final, en donde colocaron sugerencias en cómo poder mejorar el diseño de las interfaces y las funcionalidades.

Una vez finalizada la evaluación en ambos equipos, se le solicitó a cada evaluador que complete una encuesta que permitiría evaluar los criterios TAM (facilidad de uso, percepción de utilidad e intención de uso) a través de las preguntas planteadas para el caso de estudio y un par de preguntas abiertas que buscaban conocer qué opinaban acerca del tiempo y el esfuerzo empleados en la evaluación. En el Anexo BC, se podrá acceder a los resultados de dichas encuestas por cada evaluador de ambos equipos.

Luego, para realizar la comparación entre los resultados obtenidos por los evaluadores, se realizó la prueba de Shapiro-Wilk para determinar si las muestras pertenecían a una población normal, cuyas hipótesis fueron las siguientes:

- H_0 : Los datos evaluados pertenecen a una población normal
- H_1 : Los datos evaluados no pertenecen a una población normal

Los resultados de dicha prueba se muestran en la Tabla 14, en donde se presenta la media, desviación estándar, nivel de significancia y p-value de cada equipo.

Tabla 14: Prueba Shapiro-Wilk para criterios TAM

Equipo	Criterio	Media	Desviación Estándar	Nivel de Significancia	P-Value
Equipo A	Facilidad de Uso	3.27	0.46	0.05	0.13
	Percepción de Utilidad	3.39	0.42	0.05	1.00
	Intención de Uso	3.00	0.87	0.05	0.38
Equipo B	Facilidad de Uso	4.47	0.31	0.05	0.99
	Percepción de Utilidad	4.28	0.63	0.05	0.44
	Intención de Uso	4.53	0.12	0.05	0.13

Fuente: Elaboración propia

Como cada criterio de ambos equipos cuenta con un p-value mayor al nivel de significancia (0.05), esto quiere decir que cada una de las muestras pertenece a una distribución normal, por lo que para realizar la comparación se utilizó la prueba de T-Student para comprobar si las poblaciones son estadísticamente significativas. En la Tabla 15 se muestra el resultado de dicha prueba.

Tabla 15: Resultados de la prueba de T-Student

Equipo	Criterio	Media	Desviación Estándar	Nivel de Significancia	P-Value
Facilidad de Uso	Equipo A	3.27	0.46	0.05	0.02
	Equipo B	4.47	0.31	0.05	0.02
Percepción de Utilidad	Equipo A	3.39	0.42	0.05	0.11
	Equipo B	4.28	0.63	0.05	0.11
Intención de Uso	Equipo A	3.00	0.87	0.05	0.04
	Equipo B	4.53	0.12	0.05	0.04

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar la prueba de T-Student se comprueba que las poblaciones de la facilidad y la intención de uso son estadísticamente significativas (p-value menor que el nivel de significancia), por lo que se podría concluir que el Equipo B obtuvo una mejor percepción (media) que el Equipo A en estos criterios, lo que significa que el sistema ha sido mejor percibido que la plantilla en Excel. Si bien también se cuenta con una percepción de utilidad mayor para el Equipo B en comparación con el Equipo A, no se puede concluir que este resultado es estadísticamente significativo, ya que el p-value fue mayor que el nivel de significancia; sin embargo, este último punto se podría mejorar si se aumenta la cantidad de evaluadores que participan del caso de estudio.

Como medio de verificación, en el Anexo BD se podrá acceder al reporte completo de los resultados obtenidos de la ejecución del escenario de validación, en donde se podrá ver a detalle cada uno de los problemas encontrados que conforman la lista final de problemas, las calificaciones promedio por los evaluadores y las posibles soluciones propuestas. Adicionalmente, en dicho reporte se muestran algunos de los gráficos obtenidos por el sistema como resultado de la evaluación del Equipo B.

Finalmente, el indicador objetivamente verificable, que además es representado como un medio de verificación del resultado, es que se ha considerado el 100% del contenido audiovisual para la elaboración del reporte de los resultados obtenidos. Se realizaron dos reuniones para este resultado, una para realizar la evaluación grupal con el Equipo A y otra con el Equipo B. Para la construcción del reporte se tomó en consideración ambas entrevistas, por lo que se ha considerado el 100% del contenido audiovisual y se podrá acceder a través del Anexo BE; además, en el Anexo BF se encuentran las actas de confidencialidad firmadas por los evaluadores que participaron de las entrevistas.

6.3. Discusión

Los resultados alcanzados para el objetivo de validar la herramienta en un escenario que demuestre los aportes y beneficios de la incorporación de la aplicación web desarrollada como una herramienta de soporte a la evaluación heurística han sido los siguientes:

(1) Se diseñó un caso de estudio comparativo para realizar una evaluación heurística a Linio Perú mediante dos escenarios: un equipo de evaluación que utilice la plantilla de evaluación y otro que realice la evaluación utilizando el sistema desarrollado como uno de los resultados del presente proyecto. Luego, se definieron los instrumentos de validación que consistieron en encuestas de percepción utilizando criterios TAM, cuyos resultados serían validados a través de una experimentación numérica para verificar cuál de los dos escenarios obtuvo una mejor percepción por parte de los evaluadores.

(2) Se ejecutó el caso de estudio planteado en el punto anterior, en donde los dos equipos de evaluación estuvieron conformados por tres evaluadores (un ingeniero y dos bachilleres) que realizaron la evaluación utilizando la herramienta de soporte a la evaluación respectivamente. Luego, se les aplicó la encuesta de percepción con el cuestionario de criterios TAM, en donde se obtuvo un resultado promedio mayor, para el equipo que utilizó el sistema implementado, en todos los criterios establecidos y dos de estos fueron estadísticamente

significativos luego de la experimentación numérica (facilidad e intención de uso).

La interpretación de los resultados se puede resumir con que el sistema de soporte a la evaluación heurística propuesto obtuvo una mejor percepción por parte de los evaluadores que lo utilizaron en comparación con los resultados de percepción obtenidos por el equipo que utilizó la plantilla de evaluación. Si bien 2 de los 3 criterios fueron estadísticamente significativos, el criterio de percepción de utilidad también podría alcanzar esta condición si se aumenta la cantidad de evaluadores.

Los resultados son consistentes con las investigaciones previas, ya que, el uso de una herramienta que aporte de cierta manera en la ejecución de una evaluación heurística permite que se pueda agilizar y facilitar el proceso de evaluación significativamente.

Adicionalmente, los resultados obtenidos se pueden generalizar llevando a cabo el caso de estudio planteado con más grupos de evaluadores, para obtener una mayor cantidad de resultados de percepción acerca del uso de la plantilla en comparación con el uso del sistema propuesto.

Finalmente, con relación a los alcances y limitaciones cabe resaltar que se ha considerado una sola iteración del caso de estudio con 3 evaluadores en cada equipo. Adicionalmente, se consideraron expertos en usabilidad con grados académicos de ingeniero y bachiller. Asimismo, se tomó en consideración la plantilla de evaluación que fue proporcionada por el autor del proceso formal y, además, se consideró la última versión del sistema de soporte a la evaluación, luego de las mejoras implementadas, como efecto del resultado 2.7. Por último, se contó con un máximo de 2 horas para realizar la reunión grupal de evaluación, por cada equipo, debido a la disponibilidad de tiempo de los evaluadores.

Capítulo 7. Conclusiones y trabajos futuros

7.1. Conclusiones

El objetivo general que se planteó para este proyecto de investigación fue construir una aplicación web que automatice el proceso de evaluación heurística y solucione las dificultades de selección de heurísticas, ejecución y procesamiento de datos que afrontan los evaluadores de usabilidad. Para poderlo alcanzar, se plantearon tres objetivos específicos y para cada uno de estos se definió resultados esperados que permitieron evidenciar el cumplimiento de dichos objetivos.

El primer objetivo fue seleccionar y modelar un proceso formal de evaluación heurística aplicable al proceso de inspección de usabilidad de productos de software a través de un análisis comparativo, cuyos resultados esperados fueron (1) un cuadro comparativo de los procesos formales documentados en la literatura para llevar a cabo una evaluación heurística y (2) un diagrama detallado del proceso seleccionado.

El primer resultado de dicho objetivo se alcanzó al elaborar un cuadro comparativo con los procesos formales obtenidos como parte de la revisión sistemática de la literatura, en donde se evidenciaron 5 protocolos o procesos formales que se compararon a través de 5 criterios medibles. Después de analizar todas las propuestas de procesos, se pudo concluir que el proceso formal “Procesos formales con pasos debidamente definidos” era el más apropiado, debido a que cubría en su totalidad el proceso de evaluación heurística, cumplía con dividir la evaluación en pasos debidamente definidos y porque incluía capacitaciones previas para evaluadores a diferencia de los otros.

Adicionalmente, se presentó como una nueva propuesta al proceso de evaluación propuesto por Nielsen, en donde se evidenciaba su validación a través de casos de estudio que permitieron encontrar una mayor cantidad de problemas severos y críticos, así como que los evaluadores tienden a cometer menos errores, en comparación con el proceso de Nielsen. Por

las razones mencionadas, este se seleccionó como el proceso formal más completo y como la base del sistema desarrollado.

El segundo resultado de dicho objetivo se alcanzó al modelar el proceso a través de la notación BPMN en donde se presentó detalladamente el flujo que se debe seguir para llevar a cabo el proceso de manera adecuada, que, luego de la validación por el experto en HCI, se concluyó que el modelado del proceso es entendible y está estructurado correctamente.

Al cumplir con los dos resultados mencionados, se verifica que efectivamente se cumplió con el objetivo, ya que se pudo seleccionar el proceso formal más completo luego de realizar un análisis comparativo de los procesos documentados en la literatura. Asimismo, dicho proceso fue modelado a través de la notación BPMN y puede ser utilizado como una representación gráfica para llevar a cabo una inspección de usabilidad con pasos debidamente definidos, sin lugar a distintas interpretaciones.

Adicionalmente, al haber cumplido con el objetivo, se le ha dado una solución al problema causa de la ausencia de un análisis comparativo de los procesos formales documentados en la literatura, al haber elaborado un cuadro con criterios que permitieron evaluar cuantitativa y cualitativamente los procesos formales encontrados en la revisión sistemática de la literatura, y al poder recomendar el proceso con los mejores indicadores luego de la revisión de los resultados obtenidos.

El segundo objetivo fue construir una aplicación web que automatice el proceso de evaluación heurística y solucione las dificultades de selección de heurísticas, ejecución y procesamiento de datos que afrontan los evaluadores de usabilidad, cuyos resultados esperados fueron (1) la arquitectura de un módulo de selección de heurísticas, ejecución de la evaluación y resultados y reportes, así como (2) dichos módulos implementados.

Los resultados relacionados a la arquitectura de los módulos se alcanzaron mediante su diseño utilizando como base el proceso formal seleccionado, a través del modelo de vistas 4 +

1, representados en un documento de (1) vista lógica, (2) vista del proceso, (3) vista del desarrollo, (4) vista física y (5) escenarios para cada uno de estos. Este modelo de vistas ha permitido contar con una visión más clara del proceso de desarrollo e incluso ha permitido que los especialistas externos puedan examinar con mayor detalle el software para ofrecer recomendaciones de mejora.

Un ejemplo de lo mencionado fue que inicialmente se planteó utilizar un servicio EC2 de *Amazon Web Services* para desplegar el *back-end*; sin embargo, luego de la revisión de la arquitectura con el especialista en Ingeniería de Software se decidió cambiar por una función Lambda, ya que fue recomendada al no requerir de una configuración de servidor para realizar el despliegue de los servicios que se iban a consultar para el proyecto.

De la misma manera, esta arquitectura permitió mostrar detalladamente cómo se veían reflejadas las tareas del proceso formal en el flujo del sistema a través de las vistas de proceso. Asimismo, se comprobó que el uso de un servicio S3 en *Amazon Web Services* como despliegue para el front-end permitió que los despliegues se realicen en menos de un minuto, a través de comandos, lo que permitió que se ahorre tiempo en la configuración de un servidor.

Los resultados relacionados a implementación de los módulos se alcanzaron utilizando como base las arquitecturas definidas y el diseño de prototipos de bajo nivel, para la construcción del sistema a través de la metodología AUP. El uso de dicha metodología significó una construcción exitosa del sistema, ya que permitió que su implementación se planifique y se realice por incrementos, obteniendo así un producto mínimo viable finalizando cada una de sus iteraciones, que, en este caso, fue el desarrollo de cada módulo definido.

Asimismo, se permitió realizar los casos de prueba para cada iteración, ya que no se tuvo que esperar a que todo el sistema esté construido para ejecutarlos, debido a que cada iteración contaba con las funcionalidades completas de cada módulo, lo que permitió llevar un control constante e incremental de la calidad.

El resultado del informe de las entrevistas realizadas a usuarios acerca de la evaluación del software propuesto se alcanzó llevando a cabo una evaluación heurística al sistema en donde participaron 3 expertos de usabilidad que identificaron 29 problemas. Además, dichas entrevistas permitieron observar cómo el equipo de evaluación utilizaba el sistema para registrar la lista final de problemas de usabilidad y se pudo determinar oportunidades de mejora de las funcionalidades del sistema como el tiempo de guardado de los problemas y el funcionamiento de la lista de selección de las heurísticas.

Asimismo, al tomar en consideración las oportunidades de mejora y los problemas de usabilidad encontrados se pudo obtener una última versión del sistema para el presente proyecto, cuyas funcionalidades mejoraron significativamente en tiempos de respuesta, así como su usabilidad general, demostrando así la importancia de las evaluaciones heurísticas en la mejora de productos de software.

Al cumplir con los resultados mencionados, se verifica que, efectivamente, se cumplió con el objetivo, ya que la implementación de los módulos de selección de heurísticas, ejecución de la evaluación y resultados y reportes han podido solucionar con éxito las dificultades de selección de heurísticas, ejecución y procesamiento de datos, respectivamente, que afrontan los evaluadores de usabilidad. Además, la unión de los tres módulos significó la construcción final de un producto de software que utilizó como base un proceso formal de evaluación heurística, en donde cada uno de sus pasos está representado dentro de los módulos desarrollados. Finalmente, la evaluación heurística que se realizó al sistema permitió que se pueda obtener una versión final y mejorada del producto de software desarrollado tanto en funcionalidad, como en usabilidad.

El tercer objetivo fue validar la herramienta en un escenario de validación que demuestre los aportes y beneficios de la incorporación de la aplicación web desarrollada como una herramienta de soporte a la evaluación heurística, cuyos resultados esperados fueron (1) el

diseño del caso de estudio comparativo y de los instrumentos de validación y (2) un reporte de los resultados obtenidos de la ejecución del escenario de validación.

El primer resultado de dicho objetivo se alcanzó al diseñar un caso de estudio que permitió definir dos escenarios para la misma evaluación heurística: (1) utilizando la plantilla en formato de Excel y (2) utilizando el sistema implementado en el presente proyecto, para luego comparar la percepción de los evaluadores a través de un cuestionario de percepción que incluía criterios TAM. Dicho diseño de caso de estudio permitió que se tuviese una guía para realizar un análisis comparativo siguiendo los mismos pasos planteados, pero con la posibilidad de cambiar el producto de software a evaluar y los evaluadores que conforman cada equipo.

El segundo resultado de dicho objetivo se alcanzó al ejecutar el caso de estudio realizando una evaluación heurística al sitio web transaccional de Linio Perú, en donde se llevó a cabo el proceso formal utilizando la plantilla de evaluación y el sistema implementado a través de la participación de un equipo de evaluación por herramienta. Se pudo comprobar que utilizando ambas herramientas se pudo llevar a cabo la inspección heurística exitosamente al obtener una lista final de problemas de usabilidad calificados de acuerdo con su severidad, frecuencia y criticidad, así como se plantearon posibles soluciones para cada uno.

Asimismo, al llevar a cabo la encuesta que contenía criterios de percepción TAM, se pudo comprobar que el resultado de los evaluadores que utilizaron del sistema obtuvo un mejor promedio en todos los criterios a comparación de los evaluadores que utilizaron la plantilla. Además, dos de estos criterios (facilidad e intención de uso) fueron estadísticamente significativos al aplicar la prueba de T-Student, lo que permite avalar que, efectivamente, el uso del sistema es mejor percibido que el uso de la plantilla.

Al cumplir con los dos resultados mencionados, se verifica que efectivamente se cumplió con el objetivo, ya que se validó la herramienta de soporte a la evaluación heurística a través de un caso de estudio, en donde se demostró que los aportes y beneficios que le brinda

a los evaluadores en sus inspecciones heurísticas han permitido que sea percibida como una herramienta más fácil de utilizar y que los evaluadores tengan una muy alta intención de utilizarla.

Luego, al haber cumplido con el objetivo, se le ha dado una solución al problema de la escasez de escenarios de validación que demuestren los aportes y beneficios de la incorporación de sistemas que brinden soporte a la evaluación heurística, ya que se ha diseñado y ejecutado un caso de estudio que permitió validar la utilidad de la herramienta desarrollada, permitiendo así aumentar la confianza de los evaluadores ante el uso de sistemas para llevar a cabo inspecciones heurísticas. Adicionalmente, el diseño del caso de estudio se podría replicar para realizar nuevas validaciones de percepción a la herramienta en donde se cuente con la participación de otros grupos de evaluadores y en donde se evalúe otro producto de software.

7.2. Trabajos futuros

Los trabajos futuros para el presente proyecto de tesis se dividen en dos agrupaciones principales, que son (1) propuestas de mejora al sistema que estuvieron fuera del alcance del proyecto y (2) ejecución de nuevos casos de estudio.

Para las propuestas de mejora al sistema se ha evaluado la posibilidad de adaptar el sistema web desarrollado a que también pueda ser utilizado mediante una aplicación móvil, ya que, si bien el sistema se desarrolló tomando en consideración un diseño *responsive*, el hecho de poder contar con una aplicación permitiría realizar las evaluaciones con un mejor diseño y funcionalidades para equipos móviles. Además, se ha planteado la posibilidad de que el sistema se pueda integrar con herramientas de recorte de imágenes que puedan ser utilizadas como complemento al realizar las capturas de pantalla.

Asimismo, se han planteado optimizaciones al sistema como la implementación de alertas y una mayor cantidad de envíos de correos electrónicos para mantener informados al gestor y al equipo de evaluación sobre los estados de evaluación y de los evaluadores, así como

la implementación de una funcionalidad que permita iniciar el paso de discusión del proceso formal de manera asíncrona a través de una votación de cada miembro del equipo si considera que los problemas encontrados por los demás miembros del equipo los considera como problemas de usabilidad o no antes de la reunión grupal.

Finalmente, para las propuestas de ejecución de nuevos casos de estudio, se propone la posibilidad de ejecutar el mismo caso de estudio, pero con grupos distintos de evaluadores, que cuenten con títulos de magíster o doctor para obtener validaciones adicionales de profesionales con vasta experiencia profesional y en el área de HCI. Además, se ha planteado llevar a cabo casos de estudios en productos de software distintos a los sitios web transaccionales, con el uso de otros grupos de heurísticas de acuerdo con el caso presentado, para evaluar que efectivamente el uso del sistema de soporte a la evaluación heurística se puede extender a otros dominios de software y que su percepción será tan satisfactoria como en el caso de estudio original, ejecutado en el presente proyecto de tesis.

Referencias

- Ahmad, W. F. W., Sarlan, A., Ezekiel, A., & Juanis, L. (2016). Automated Heuristic Evaluator. *Journal of Informatics and Mathematical Sciences*, 8(4), 301–306.
- Cabezas, J. (2015). *Análisis comparativo de herramientas de software libre y propietario para la gestión de Big Data en empresas de comercialización masiva*.
- Chanchí Golondrino, G. E., Pérez Oliveros, D., & Campo Muñoz, W. Y. (2019). Automation of usability inspections for websites. *Communications in Computer and Information Science*, 1114 CCIS, 124–137. https://doi.org/10.1007/978-3-030-37386-3_10
- Chen, Y. N., & Hwang, S. L. (2015). A heuristic evaluation on the usability of health information websites. *Bridging Research and Good Practices towards Patient Welfare - Proceedings of the 4th International Conference on HealthCare Systems Ergonomics and Patient Safety, HEPS 2014*, 109–116. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84940560015&partnerID=40&md5=5de54421f88bc9b84e3ab301af83a27f>
- Davis, D., & Jiang, S. (2015). Usability evaluation of web-based interfaces for Type2 Diabetes Mellitus. *IEOM 2015 - 5th International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Proceeding*. <https://doi.org/10.1109/IEOM.2015.7093713>
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 13(3), 319–339. <https://doi.org/10.2307/249008>
- de Menezes, M., & Falco, M. (2019). The Relationship of the Studies of Ergonomic and Human Computer Interfaces – A Case Study of Graphical Interfaces in E-Commerce Websites. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 11586 LNCS, 474–484. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23535-2_35
- Díaz, J., Rusu, C., & Collazos, C. A. (2017). Experimental validation of a set of cultural-oriented usability heuristics: e-Commerce websites evaluation. *Computer Standards and Interfaces*, 50(October), 160–178. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2016.09.013>
- dos Santos Pergentino, A. C., Canedo, E. D., Lima, F., & de Mendonça, F. L. L. (2020). Usability heuristics evaluation in search engine. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 12200 LNCS, 351–369. https://doi.org/10.1007/978-3-030-49713-2_25
- Edeki, C. (2013). Agile Unified Process. *International Journal of Computer Science and Mobile Applications*, IJCSMA, 1, 13–17. <http://www.ijcsma.com/publications/september2013/V1I304.pdf>
- El Espectador, P. (2020). *Bolsas mundiales se desploman por la segunda ola del COVID-19*. <http://hdl.handle.net/20.500.12010/15151>
- Eliseo, M. A., Casac, B. S., & Gentil, G. R. (2017). A comparative study of video content user interfaces based on heuristic evaluation. *Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI*. <https://doi.org/10.23919/CISTI.2017.7975820>
- Federici, S., Mele, M. L., Lanzilotti, R., Desolda, G., Bracalenti, M., Buttafuoco, A., Gaudino, G., Cocco, A., Amendola, M., & Simonetti, E. (2019). Heuristic Evaluation of eGLU-Box: A Semi-automatic Usability Evaluation Tool for Public Administrations. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 11566 LNCS, 75–86. https://doi.org/10.1007/978-3-030-22646-6_6
- Fernandez, A., Insfran, E., & Abrahão, S. (2011). Usability evaluation methods for the web: A systematic mapping study. *Information and Software Technology*, 53(8), 789–817. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2011.02.007>
- Fink, A. (2002). *How to Ask Survey Questions, Volume 1*.

- Frohm, J., Lindström, V., Winroth, M., & Stahre, J. (2008). Levels of Automation in Manufacturing. *Ergonomia - International Journal of Ergonomics and Human Factors*, 30, 181–207.
- Fung, R. H. Y., Chiu, D. K. W., Ko, E. H. T., Ho, K. K. W., & Lo, P. (2016). Heuristic Usability Evaluation of University of Hong Kong Libraries' Mobile Website. *Journal of Academic Librarianship*, 42(5), 581–594. <https://doi.org/10.1016/j.acalib.2016.06.004>
- Gackenheim, C. (2015). *Introduction to React*.
- Gaurav, K., & Pradeep, B. K. (2012). Impact of Agile Methodology on Software Development Process. *International Journal of Computer Technology and Electronics Engineering (IJCTEE)*, 2(4), 46–50. <https://pdfs.semanticscholar.org/b7c4/48b29363b6ea8c946ede6cab91de6673aa1f.pdf>
- Ghazali, M., Sivaji, A., Abdollah, N., & Khean, C. N. (2017). Visual Clarity Checker (VC2) to support heuristic evaluation: To what extent does VC2 help evaluators? *Proceedings - 2016 4th International Conference on User Science and Engineering, i-USER 2016*, 182–187. <https://doi.org/10.1109/IUSER.2016.7857957>
- Goetz, M. (2009). Modeling Workflow Patterns through a Control-flow perspective using BPMN and the BPM Modeler BizAgi. *Bpmn*.
- González, M. P., Pascual, A., & Lorés, J. (2001). Evaluación heurística. 2001). *Introducción a La Interacción Persona-Ordenador. AIPO: Asociación Interacción Persona-Ordenador*. https://d1wqtxs1xzle7.cloudfront.net/56797831/Evaluacion-Heuristica.pdf?1529010900=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DEvaluacion_Heuristica.pdf&Expires=1605932685&Signature=BLU4xvogGxd1ormHnH313Jjg4HDX3o8HqXjr1Ma7E~-NKmnb~PzTzHskTyLAeyhqB
- Halaweh, M. (2018). Usability testing of conferences websites: A case study of practical teaching. *Communications in Computer and Information Science*, 877, 380–389. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95204-8_32
- Hasan, L., & Morris, A. (2017). Usability Problem Areas on Key International and Key Arab E-commerce Websites. *Journal of Internet Commerce*, 16(1), 80–103. <https://doi.org/10.1080/15332861.2017.1281706>
- Helthey, J. M. (2013). *GitLab Repository Management*.
- Holzinger, A. (2005). Usability engineering methods for software developers. *Communications of the ACM*, 48(1), 71–74. <https://doi.org/10.1145/1039539.1039541>
- Huang, Z. (2020). Usability of tourism websites: a case study of heuristic evaluation. *New Review of Hypermedia and Multimedia*, 26(1–2), 55–91. <https://doi.org/10.1080/13614568.2020.1771436>
- Iadanza, E., Fabbri, R., Luschi, A., Melillo, P., & Simonelli, F. (2020). A collaborative RESTful cloud-based tool for management of chromatic pupillometry in a clinical trial. *Health and Technology*, 10(1), 25–38. <https://doi.org/10.1007/s12553-019-00362-z>
- Inal, Y. (2018). University students' heuristic usability inspection of the national library of Turkey website. *Aslib Journal of Information Management*, 70(1), 66–77. <https://doi.org/10.1108/AJIM-09-2017-0216>
- International Organization for Standardization. (2019). *ISO 9241-210-2019*.
- Jiménez, C., Cid, H. A., & Figueroa, I. (2017). PROMETHEUS: Procedural Methodology for Developing Heuristics of Usability. *IEEE Latin America Transactions*, 15(3), 541–549. <https://doi.org/10.1109/TLA.2017.7867606>
- Kioureidou, M., Antonopoulos, N., Kioureidou, E., Piagkou, M., Kotsakis, R., & Natsis, K. (2019). Websites with multimedia content: A heuristic evaluation of the medical/anatomical museums. *Multimodal Technologies and Interaction*, 3(2). <https://doi.org/10.3390/mti3020042>

- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering* (Issue EBSE 2007-001). <http://www.dur.ac.uk/ebse/resources/Systematic-reviews-5-8.pdf>
- Kittlaus, H.-B., & Clough, P. N. (2009). *Software Product Management and Pricing: Key Success Factors for Software Organizations* (1st ed.). Springer Publishing Company, Incorporated.
- Kruchten, P. (1995). Architectural Blueprints - The “4+ 1” View Model of Software Architecture.” *Tutorial Proceedings, Tri-Ada '95*, 12(November), 540–555.
- Lam, D., & Sajjanhar, A. (2019). Heuristic Evaluations of Cultural Heritage Websites. *2018 International Conference on Digital Image Computing: Techniques and Applications, DICTA 2018*. <https://doi.org/10.1109/DICTA.2018.8615847>
- Liu, B., Ford, J., & Csed, U. C. S. E. (2020). *MedECC Telemedicine App and Universal Ventilator Controller*.
- Longhurst, R. (2016). *Semi-structured Interviews and Focus Groups*.
- Maghfiroh, L. R. (2020). Observation and heuristics evaluation of student web-based application of SIPADU-STIS. *Journal of Physics: Conference Series*, 1511(1), 0–10. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1511/1/012019>
- Medvidovic, N., Rosenblum, D. S., Redmiles, D. F., & Robbins, J. E. (2002). Modeling software architectures in the unified modeling language. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology*, 11(1), 2–57. <https://doi.org/10.1145/504087.504088>
- Morales, J., Rusu, C., Botella, F., & Quiñones, D. (2020). Programmer experience: a set of heuristics for programming environments. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 12195 LNCS, 205–216. https://doi.org/10.1007/978-3-030-49576-3_15
- Motlagh Tehrani, S. E., Zainuddin, N. M. M., & Takavar, T. (2015). Heuristic evaluation for Virtual Museum on smartphone. *Proceedings - 2014 3rd International Conference on User Science and Engineering: Experience. Engineer. Engage, i-USER 2014, Vm*, 227–231. <https://doi.org/10.1109/IUSER.2014.7002707>
- Münch, J., Armbrust, O., Soto, M., & Kowalczyk, M. (2009). *Software Process Definition and Improvement*.
- Musse Bekabil, A. (2014). *REST API Implementation with Flask-Python*. 8–35. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/84484/REST_API.pdf?sequence=1
- Nielsen, Jacob. (1994). *Severity Ratings for Usability Problems*. <https://www.nngroup.com/articles/how-to-rate-the-severity-of-usability-problems/>
- Nielsen, Jakob. (1993). *Usability Engineering*. Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- Okhovati, M., Karami, F., & Khajouei, R. (2017). Exploring the usability of the central library websites of medical sciences universities. *Journal of Librarianship and Information Science*, 49(3), 246–255. <https://doi.org/10.1177/0961000616650932>
- Ortegón, E., Pacheco, J., & Prieto, A. (2015). *Adm Proy U2-2- Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*. www.cepal.org/es/suscripciones
- Patel, T. Y., Bedi, H. S., Deitte, L. A., Lewis, P. J., Marx, M. V., & Jordan, S. G. (2020). Brave New World: Challenges and Opportunities in the COVID-19 Virtual Interview Season. *Academic Radiology*, 27(10), 1456–1460. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.acra.2020.07.001>
- Paz Espinoza, F. A. (2018). Método para la evaluación de usabilidad de sitios web transaccionales basado en el proceso de inspección heurística. *Pontificia Universidad Católica Del Perú*, 275. https://doi.org/file:///C:/Users/UTM-BIBLIOTECA/Downloads/PAZ_FREDDY_USABILIDAD_SITIOS_WEB_%20INSPECCI%C3%93N_HEUR%C3%8DSTICA.pdf

- Paz, F., Paz, F. A., Arenas, J. J., & Rosas, C. (2018). A perception study of a new set of usability heuristics for transactional web sites. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 722, 620–625. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73888-8_96
- Paz, F., Paz, F. A., & Pow-Sang, J. A. (2016). Evaluation of usability heuristics for transactional web sites: A comparative study. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 448, 1063–1073. https://doi.org/10.1007/978-3-319-32467-8_92
- Paz, F., Paz, F. A., & Pow-Sang, J. A. (2017). Comparing the effectiveness and accuracy of new usability heuristics. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 497, 163–175. https://doi.org/10.1007/978-3-319-41956-5_16
- Paz, F., Paz, F. A., Sánchez, M., Moquillaza, A., & Collantes, L. (2018). Quantifying the usability through a variant of the traditional heuristic evaluation process. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 10918 LNCS, 496–508. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91797-9_36
- Paz, Freddy. (2013). Heurísticas de usabilidad para sitios web transaccionales. *Pontificia Universidad Católica Del Perú*. <http://tesis.pucp.edu.pe:8080/repositorio/handle/123456789/5399>
- Paz, Freddy, Paz, F. A., Pow-Sang, J. A., & Collazos, C. (2018). A formal protocol to conduct usability heuristic evaluations in the context of the software development process. *International Journal of Engineering and Technology(UAE)*, 7(2), 10–19. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i2.28.12874>
- Petticrew, M., & Roberts, H. (2006). Systematic reviews in the social sciences: A practical guide. In *Systematic reviews in the social sciences: A practical guide*. Blackwell Publishing. <https://doi.org/10.1002/9780470754887>
- Pincay-Ponce, J., Caicedo-Ávila, V., Herrera-Tapia, J., Delgado-Muentes, W., & Delgado-Franco, P. (2020). Usabilidad en sitios web oficiales de las universidades del Ecuador. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, E29, 106–120.
- Puspitasari, I., Indah Cahyani, D., & Taufik. (2018). A User-Centered Design for Redesigning E-Government Website in Public Health Sector. *Proceedings - 2018 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication: Creative Technology for Human Life, ISEmantic 2018*, 219–224. <https://doi.org/10.1109/ISEMANTIC.2018.8549726>
- Quinones, D., Rusu, C., Roncagliolo, S., Rusu, V., & Collazos, C. A. (2016). Developing Usability Heuristics: A Formal or Informal Process? *IEEE Latin America Transactions*, 14(7), 3400–3409. <https://doi.org/10.1109/TLA.2016.7587648>
- Retore, A. P., Guimarães, C., & Leite, M. K. (2016). Heuristics for grid and typography evaluation of art magazines websites. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 9731, 408–416. https://doi.org/10.1007/978-3-319-39510-4_38
- Sanabre, C., Pedraza-Jiménez, R., & Codina, L. (2018). WebSite Canvas Model: propuesta de un modelo visual para la ideación estratégica de sitios web. *Revista Española de Documentación Científica*, 41(4), 221. <https://doi.org/10.3989/redc.2018.4.1542>
- Silvis, I. M., Bothma, T. J. D., & de Beer, K. J. W. (2019). Evaluating the usability of the information architecture of academic library websites. *Library Hi Tech*, 37(3), 566–590. <https://doi.org/10.1108/LHT-07-2017-0151>
- Suehring, S. (2001). *MySQL Bible*. <http://justpain.com/eBooks/Databases/MySQL/MySQLBible.pdf>
- Tran, N. (2020). *Applying Vue.js Framework in Developing Web Applications*. <https://www.theseus.fi/handle/10024/346386>
- Varia, J., & Mathew, S. (2014). *Overview of Amazon Web Services (Survey Report)*. January,

- 1–30. http://media.amazonwebservices.com/AWS_Overview.pdf
- Walker, M., Takayama, L., & Landay, J. A. (2002). High-Fidelity or Low-Fidelity, Paper or Computer? Choosing Attributes when Testing Web Prototypes. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 46(5), 661–665. <https://doi.org/10.1177/154193120204600513>
- Walsh, L., Hemsley, B., Allan, M., Adams, N., Balandin, S., Georgiou, A., Higgins, I., McCarthy, S., & Hill, S. (2017). The E-health Literacy Demands of Australia's My Health Record: A Heuristic Evaluation of Usability. *Perspectives in Health Information Management*, 14(Fall).
- Yeratziotis, A., & Zaphiris, P. (2018). A Heuristic Evaluation for Deaf Web User Experience (HE4DWUX). *International Journal of Human-Computer Interaction*, 34(3), 195–217. <https://doi.org/10.1080/10447318.2017.1339940>



Anexos

Anexo A: Plan de proyecto

- **Justificación**

Actualmente, la evaluación heurística es el método de inspección de usabilidad más utilizado (Huang, 2020), ya que permite el hallazgo del 75% del total de problemas de usabilidad involucrando únicamente de 3 a 5 expertos en usabilidad (Jakob Nielsen, 1993); sin embargo se han identificado diversos problemas al momento de realizarla, como las diversas interpretaciones de cómo llevar a cabo la evaluación al no utilizar un proceso formal como base, así como dificultades en la selección de heurísticas, la ejecución y el procesamiento manual de la información obtenida. Por estas razones, se plantea el proyecto de fin de carrera que consiste en la implementación de una aplicación web de soporte al proceso formal de evaluaciones heurísticas.

En primer lugar, el desarrollo de este proyecto será conveniente principalmente para los evaluadores de usabilidad, quienes contarán con el soporte del sistema desarrollado para llevar a cabo las inspecciones heurísticas a través de una interfaz gráfica que permitirá registrar sus hallazgos con el uso de las heurísticas que ellos han seleccionado y obtener los resultados de las evaluaciones a través de reportes que permitan evidenciar la severidad de los problemas encontrados.

En segundo lugar, el proyecto presentará una importante relevancia social, ya que empresas de diversos rubros podrán hacer uso del sistema, que tiene como finalidad la identificación de problemas de usabilidad a través de pasos debidamente definidos. Lo mencionado dará como resultado que los miembros de la sociedad, como usuarios finales, se beneficien de dichas mejoras en la usabilidad, ya que tendrán acceso a sistemas más entendibles, que permitan ayudar a completar las tareas eficientemente y, principalmente, que generen satisfacción en su uso.

En tercer lugar, existen implicaciones prácticas con el desarrollo del proyecto, ya que permitirá resolver el problema real de que, como se mencionó anteriormente, existen complicaciones para realizar las evaluaciones heurísticas con efectividad al presentarse problemas que aumentan la probabilidad de que se cometan errores en su ejecución, la que podrá ser disminuida con el uso del sistema propuesto.

Adicionalmente, en la actualidad no existen herramientas que permitan automatizar la inspección heurística utilizando como base un proceso formal, por lo que la implementación de un sistema que emplee los pasos debidamente definidos de un proceso formal permitirá que se reduzcan las diversas interpretaciones de cómo realizar las evaluaciones. Es decir, el proyecto permitirá promover la realización de la evaluación heurística alineada a una metodología formal para la obtención de resultados más precisos.

Finalmente, se presenta una utilidad metodológica, ya que la forma en que se ha estructurado el proyecto puede ser reutilizada como una referencia metodológica para llevar a cabo un proyecto de investigación en el área de Ingeniería de Software, como la identificación del problema central a tratar, definición de objetivos y resultados, así como una revisión sistemática de la literatura. Para complementar, los objetivos del proyecto se podrían considerar como pasos metodológicos para el desarrollo de una propuesta de un sistema de información basado en un proceso formal, ya que se podría replicar el procedimiento de comparación y selección de este proyecto para luego diseñar, desarrollar e implementar el sistema utilizándolo como base, para finalmente realizar un caso de estudio que permita probar su efectividad.

- **Justificación**

El presente proyecto de fin de carrera cuenta con la disponibilidad de los recursos necesarios para su correcto desarrollo, los cuales serán mencionados y explicados a

continuación.

En primer lugar, se cuenta con recursos bibliográficos obtenidos en la revisión sistemática de la literatura que permiten brindar el conocimiento necesario de la situación actual de las evaluaciones heurísticas, los procesos formales que han sido propuestos para su realización y las características de las herramientas utilizadas. Para acceder a los recursos mencionados, se cuenta con accesos brindados por la universidad a diversas bases de datos como Scopus, *ISI Web of Science*, *IEEE Digital Library* y Alicia Concytec, en donde se pueden realizar consultas de artículos científicos, libros, repositorios de tesis, entre otros, que serán los insumos principales de obtención de información relevante al proyecto.

En segundo lugar, se estima que el tiempo asignado para la realización del proyecto (11 a 12 semanas) es adecuado, ya que tomando en consideración los módulos propuestos, estos podrán llevarse a cabo en un máximo tres semanas por cada uno, y el modelado del proceso formal, y las pruebas con evaluadores se podrán realizar en las semanas restantes.

En tercer lugar, en cuanto a las validaciones y entrevistas necesarias para el desarrollo del proyecto, se cuenta con el apoyo de especialistas en el área de Interacción Humano-Computador que pertenecen al grupo de investigación de la universidad HCI-DUXAIT.

En cuarto lugar, en cuanto a la experiencia del desarrollador del proyecto, él ha participado en diversos proyectos informáticos de desarrollo de sistemas, y en dos oportunidades ha desempeñado el rol de Scrum Master según la metodología Scrum y, además, ha aportado principalmente en el desarrollo Front-End y como apoyo en Back-End y pruebas. Lo mencionado coloca en evidencia la experiencia del desarrollador, lo que demuestra que sí cuenta con los conocimientos necesarios para ser capaz de llevar a cabo el proyecto con éxito.

Finalmente, se cuenta con acceso a las herramientas y métodos a utilizar, ya que para la mayoría de las herramientas no se requieren de licencias de uso al ser de tipo open source y los servicios de cómputo tienen un costo razonable que será asumido por la universidad a través del convenio que se cuenta con los servicios web de Amazon (AWS).

En conclusión, según todos los puntos anteriormente expuestos, se concluye que el proyecto, en efecto, es viable para su implementación y desarrollo.

- **Alcance**

El presente proyecto de fin de carrera pertenece al área de Ingeniería de Software y tendrá como objetivo desarrollar e implementar una aplicación web que permita la automatización y que brinde soporte en la ejecución del proceso de evaluación heurística, basada en un proceso formal establecido, que se encuentre disponible principalmente para evaluadores de usabilidad. Para lograr dicho objetivo en el tiempo establecido (12 a 13 semanas) será necesario definir los alcances a tomar en consideración.

En primer lugar, la herramienta que se desarrollará en el proyecto será una aplicación web, y, además, se seleccionará y modelará un solo proceso formal de evaluación heurística. Adicionalmente, se utilizará un modelo relacional de base de datos, se probará la concurrencia de usuarios hasta un máximo de 50 a la vez y el sistema no se conectará con otros sistemas externos.

En segundo lugar, el caso de estudio seleccionado para probar la efectividad del sistema corresponderá al dominio de sitios web transaccionales y se seleccionará un solo sitio web transaccional para realizar las pruebas correspondientes, así como las heurísticas que se proporcionarán por defecto serán las de Nielsen y las de sitios web transaccionales, con la opción de que los evaluadores puedan agregar más heurísticas,

de cualquier otro dominio, si así lo requiriesen. Asimismo, los evaluadores de usabilidad serán parte del grupo de Interacción Humano-Computador HCI-DUXAIT de la PUCP y participarán como mínimo 6 evaluadores, así como todas las evaluaciones heurísticas que se realizarán en el proyecto serán de manera virtual.

Finalmente, se utilizará únicamente los servicios de Amazon proporcionados por AWS Educate con el presupuesto brindado por la especialidad de Ingeniería Informática de la universidad. Excluyendo dichos servicios, para el modelado y el desarrollo del proyecto se utilizarán soluciones *open source* y, con respecto a temas de seguridad, se aplicarán los estándares y servicios básicos de AWS, y el sistema no se conectará con otros sistemas externos.

- **Restricciones**

El presente proyecto de fin de carrera cuenta con limitaciones que corresponden a factores externos como la coyuntura que se vive actualmente debido a la pandemia del COVID-19. Dicho factor reduce drásticamente las posibilidades de poder realizar reuniones presenciales con especialistas en el área de Interacción Humano-Computador para llevar a cabo las entrevistas y pruebas que fuesen necesarias para el proyecto, ya que es muy probable que se propague una segunda ola de contagios en el país considerando la situación mundial actual (El Espectador, 2020), lo que podría resultar en un escenario de riesgo para el desarrollador del proyecto, así como para los especialistas a entrevistar. Por esta razón, se ha decidido prescindir del apoyo presencial en las entrevistas y pruebas a realizar, y se ha definido que se llevarán a cabo de manera virtual, cuya documentación en la literatura ha permitido demostrar que son igual de efectivas (Patel et al., 2020).

- **Identificación de los riesgos del proyecto**

La Tabla 16 muestra la descripción de los riesgos identificados que podría presentar el

sistema, así como la probabilidad de ocurrencia, impacto, severidad, propuesta de mitigación y contingencia de cada uno.

Adicionalmente, se ha utilizado la siguiente escala que permitirá asignarle una puntuación a la probabilidad y al impacto según su nivel: (1) Muy bajo, (2) Bajo, (3) Medio, (4) Alto, (5) Muy alto. Además, la severidad (S) será el resultado del producto de la puntuación de la probabilidad (P) y el impacto (I). Los niveles de severidad serán medidos de acuerdo con los siguientes rangos: (1 al 4) Muy bajo, (5 al 8) Bajo, (9 al 17) Medio, (18 al 21) Alto, (22 al 25) Muy alto.

Tabla 16: Riesgos identificados en el proyecto

Descripción	Síntomas	P	I	S	Mitigación	Contingencia
Fallo en el funcionamiento de la laptop utilizada para el desarrollo del proyecto que impida su continuación	La laptop se apaga repentinamente, cuenta con problemas para ejecutar programas o emite sonidos fuera de lo normal	2	5	10	Uso de antivirus, revisión periódica del estado de la laptop y mantenimiento cada medio año	Uso de una laptop que está destinada a fines laborales en lo que se repara la laptop dañada
Corte de energía en el ambiente de trabajo	Reparaciones, construcciones en el distrito de trabajo y cortes de energía repentinos, pero de corta duración	2	5	10	Revisión del estado de las conexiones de energía en caso se presente alguno de los síntomas	Uso de un espacio público como cafeterías o restaurantes con acceso a Wi-Fi para continuar trabajando con el proyecto en lo que la energía retorna
Descontinuación del sitio web transaccional seleccionado para la ejecución del caso de estudio	Comunicado por parte del sitio web que se discontinuará	3	3	9	Revisar periódicamente el estado del sitio web seleccionado	Utilizar un nuevo sitio web transaccional a evaluar ya seleccionado
Corte de Wi-Fi	Reparaciones de redes telefónicas en el distrito de trabajo y cortes de Wi-Fi repentinos, pero de corta duración	3	3	9	Revisión del estado de las conexiones de red en caso se presente alguno de los síntomas	Uso del plan de datos del celular del desarrollador como medio de conexión a internet
Pérdida del convenio de la universidad con Amazon para el uso de los servicios de AWS	Comunicados por parte de la universidad o de Amazon acerca de la pérdida del convenio	1	5	5	Revisar periódicamente el estado del convenio con Amazon	Migrar a la capa gratuita brindada por AWS
Deterioro repentino en la salud del desarrollador del proyecto	Complicaciones en la salud leves, pero seguidos	1	5	5	Alimentación saludable, realizar ejercicio físico continuo y revisiones médicas periódicas	Detener el desarrollo del proyecto hasta que mejore la salud del desarrollador

Descontinuación de alguna de las herramientas a utilizar dentro del proyecto	Comunicación por parte de los desarrolladores acerca de la descontinuación de las herramientas	1	4	4	Revisar periódicamente el estado de las herramientas	Migrar el proyecto a alguna otra herramienta previamente identificada dependiendo del caso
Falta de disponibilidad de los evaluadores de usabilidad del grupo de investigación HCI-DUXAIT de la PUCP	Un número considerable de evaluadores consultados no cuenta con la disponibilidad para apoyar en el proyecto o ya no pertenecen al grupo	1	3	3	Realizar las citas de entrevista con mínimo dos semanas de anticipación para asegurar que se encuentren disponibles	Recurrir al listado de evaluadores alternos ya identificado
Pérdida de apoyo del grupo de investigación HCI-DUXAIT de la PUCP	Las actividades del grupo disminuyen, inactivada de los participantes	1	3	3	Participar activamente en el grupo de investigación para mantener el apoyo y la motivación	Recurrir al listado de evaluadores alternos ya identificado

Fuente: Elaboración propia

- **Identificación de los riesgos del proyecto**

En la Figura 11 se presenta la estructura de descomposición del trabajo del presente proyecto de investigación de fin de carrera.

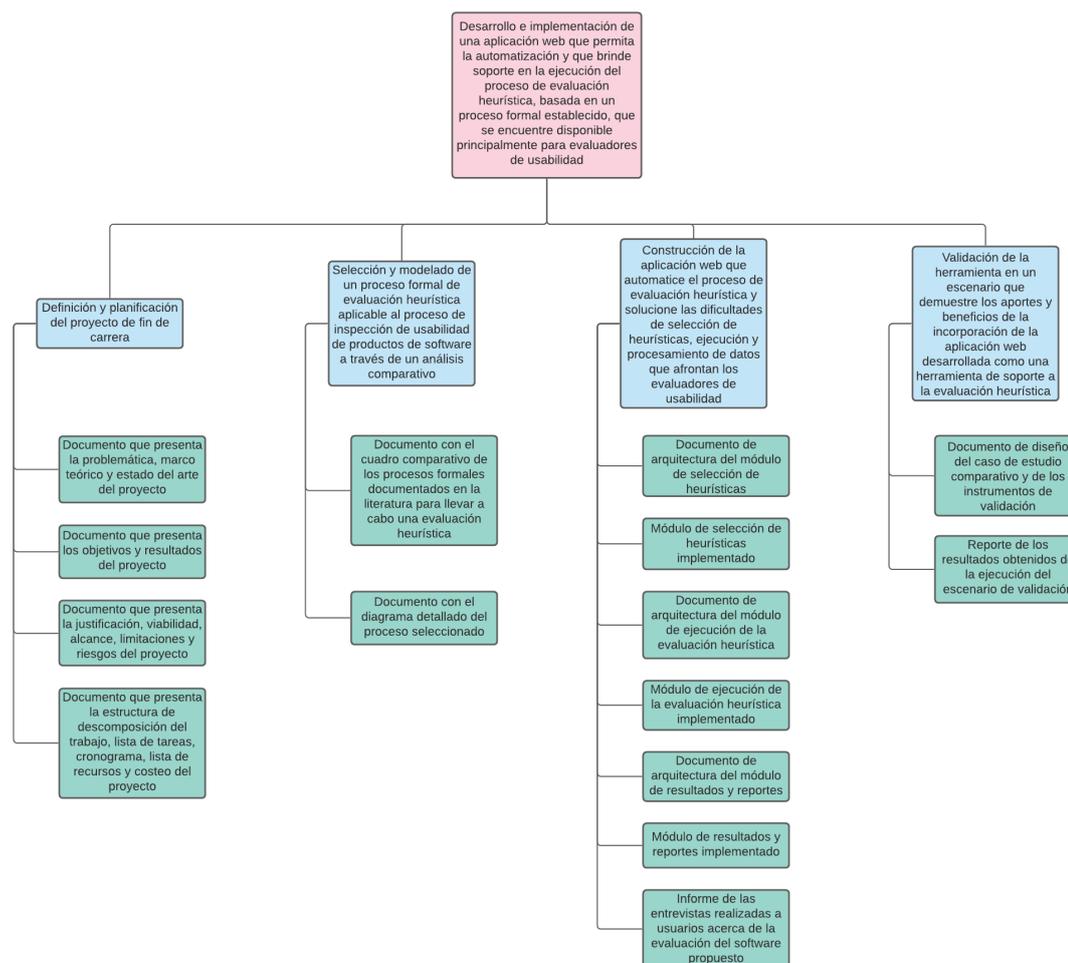


Figura 11: Diagrama de estructura de descomposición del trabajo (EDT)

Fuente: Elaboración propia

- **Identificación de los riesgos del proyecto**

En la Tabla 17 se presenta la lista de tareas del proyecto tomando en consideración la duración estimada, la cantidad de personas involucradas, el esfuerzo asociado y el costo estimado por cada una.

Tabla 17: Lista de tareas del proyecto

Tarea	Duración estimada (días)	Cantidad de personas involucradas	Esfuerzo asociado (horas / persona)	Costo estimado (S/.)
1. Definición y planificación del proyecto de fin de carrera				
1.1. Documento que presenta la problemática, marco teórico y estado del arte del proyecto				
1.1.1. Reunión con los asesores	1	3	2	260
1.1.2. Desarrollo de la ficha de registro de idea de tesis y asesor	6	1	4	120
1.1.3. Reunión con los asesores	1	3	2	260

1.1.4. Desarrollo del protocolo de revisión sistemática	6	1	12	360
1.1.5. Reunión con los asesores	1	3	2	260
1.1.6. Desarrollo del reporte de ejecución de la revisión sistemática	13	1	30	900
1.1.7. Reunión con los asesores	1	3	2	260
1.1.8. Desarrollo del marco conceptual y la problemática	6	1	18	540
1.2. Documento que presenta los objetivos y resultados del proyecto				
1.2.1. Reunión con los asesores	1	3	2	260
1.2.2. Desarrollo del árbol de objetivos	6	1	4	120
1.2.3. Reunión con los asesores	1	3	2	260
1.2.4. Desarrollo de los resultados esperados, herramientas, métodos y procedimientos	20	1	18	540
1.3. Documento que presenta la justificación, viabilidad, alcance, limitaciones y riesgos del proyecto				
1.3.1. Reunión con los asesores	1	3	2	260
1.3.2. Desarrollo de la justificación, viabilidad, alcance, limitaciones y riesgos	20	1	15	450
1.4. Documento que presenta la estructura de descomposición del trabajo, lista de tareas, cronograma, lista de recursos y costeo del proyecto				
1.4.1. Reunión con los asesores	1	3	2	260
1.4.2. Desarrollo del EDT, lista de tareas, cronograma, lista de recursos y costeo del proyecto	13	1	15	450
2. Selección y modelado de un proceso formal de evaluación heurística aplicable al proceso de inspección de usabilidad de productos de software a través de un análisis comparativo				
2.1. Documento con el cuadro comparativo de los procesos formales documentados en la literatura para llevar a cabo una evaluación heurística				
2.1.1. Reunión con los asesores	1	3	2	260
2.1.2. Análisis de procesos formales en la literatura	3	1	9	270
2.1.3. Desarrollo de cuadro comparativo de los procesos formales documentados en la literatura	3	1	9	270
2.2. Documento con el diagrama detallado del proceso seleccionado				
2.2.1. Reunión con los asesores	1	3	2	260
2.2.2. Selección del proceso formal	2	1	6	180
2.2.3. Desarrollo del diagrama BPMN del proceso formal seleccionado	4	1	12	360
2.2.4. Gestión de la entrevista con un especialista en HCI	7	1	5	150
2.2.5. Validación del documento de diagrama BPMN por un especialista en HCI	7	2	3	240
3. Construcción de la aplicación web que automatice el proceso de evaluación heurística y solucione las dificultades de selección de heurísticas, ejecución y procesamiento de datos que afrontan los evaluadores de usabilidad				
3.1. Documento de arquitectura del módulo de selección de heurísticas				
3.1.1. Reunión con los asesores	1	3	2	260
3.1.2. Desarrollo del documento de vista lógica del módulo de selección de heurísticas	1	1	4	120
3.1.3. Desarrollo del documento de vista del proceso del módulo de selección de heurísticas	1	1	4	120
3.1.4. Desarrollo del documento de vista de desarrollo del módulo de selección de heurísticas	1	1	4	120

3.1.5. Desarrollo del documento de vista física del módulo de selección de heurísticas	1	1	4	120
3.1.6. Desarrollo del documento de escenarios del módulo de selección de heurísticas	1	1	4	120
3.1.7. Gestión de la entrevista con un especialista en Ingeniería de Software	7	1	5	150
3.1.8. Validación de los documentos de arquitectura del módulo de selección de heurísticas por un especialista en Ingeniería de Software	7	2	3	240
3.2. Módulo de selección de heurísticas implementado				
3.2.1. Desarrollo del prototipo de bajo nivel del módulo de selección de heurísticas	3	1	9	270
3.2.2. Reunión con los asesores	1	3	2	260
3.2.3. Desarrollo de los casos de prueba del módulo de selección de heurísticas	2	1	6	180
3.2.4. Implementación del módulo de selección de heurísticas	10	1	40	1200
3.2.5. Reunión con los asesores	1	3	2	260
3.3. Documento de arquitectura del módulo de ejecución de la evaluación heurística				
3.3.1. Reunión con los asesores	1	3	2	260
3.3.2. Desarrollo del documento de vista lógica del módulo de ejecución de la evaluación heurística	1	1	4	120
3.3.3. Desarrollo del documento de vista del proceso del módulo de ejecución de la evaluación heurística	1	1	4	120
3.3.4. Desarrollo del documento de vista de desarrollo del módulo de ejecución de la evaluación heurística	1	1	4	120
3.3.5. Desarrollo del documento de vista física del módulo de ejecución de la evaluación heurística	1	1	4	120
3.3.6. Desarrollo del documento de escenarios del módulo de ejecución de la evaluación heurística	1	1	4	120
3.3.7. Gestión de la entrevista con un especialista en Ingeniería de Software	7	1	5	150
3.3.8. Validación de los documentos de arquitectura del módulo de ejecución de la evaluación heurística por un especialista en Ingeniería de Software	7	2	3	240
3.4. Módulo de ejecución de la evaluación heurística implementado				
3.4.1. Desarrollo del prototipo de bajo nivel del módulo de ejecución de la evaluación heurística	3	1	9	270
3.4.2. Reunión con los asesores	1	3	2	260
3.4.3. Desarrollo de los casos de prueba del módulo de ejecución de la evaluación heurística	2	1	6	180
3.4.4. Implementación del módulo de ejecución de la evaluación heurística	10	1	40	1200
3.4.5. Reunión con los asesores	1	3	2	260
3.5. Documento de arquitectura del módulo de resultados y reportes				
3.5.1. Reunión con los asesores	1	3	2	260
3.5.2. Desarrollo del documento de vista lógica del módulo de resultados y reportes	1	1	4	120

3.5.3. Desarrollo del documento de vista del proceso del módulo de resultados y reportes	1	1	4	120
3.5.4. Desarrollo del documento de vista de desarrollo del módulo de resultados y reportes	1	1	4	120
3.5.5. Desarrollo del documento de vista física del módulo de resultados y reportes	1	1	4	120
3.5.6. Desarrollo del documento de escenarios del módulo de resultados y reportes	1	1	4	120
3.5.7. Gestión de la entrevista con un especialista en Ingeniería de Software	7	1	5	150
3.5.8. Validación de los documentos de arquitectura del módulo de resultados y reportes por un especialista en Ingeniería de Software	7	2	3	240
3.6. Módulo de resultados y reportes implementado				
3.6.1. Desarrollo del prototipo de bajo nivel del módulo de resultados y reportes	3	1	9	270
3.6.2. Reunión con los asesores	1	3	2	260
3.6.3. Desarrollo de los casos de prueba del módulo de resultados y reportes	2	1	6	180
3.6.4. Implementación del módulo de resultados y reportes	10	1	40	1200
3.6.5. Reunión con los asesores	1	3	2	260
3.7. Informe de las entrevistas realizadas a usuarios acerca de la evaluación del software propuesto				
3.7.1. Gestión de entrevistas a usuarios para evaluación del software desarrollado	7	1	5	150
3.7.2. Aplicación de entrevistas a usuarios para evaluación del software desarrollado	5	4	4	720
3.7.3. Desarrollo de informe de las entrevistas de validación realizadas	2	1	6	180
4. Validación de la herramienta en un escenario que demuestre los aportes y beneficios de la incorporación de la aplicación web desarrollada como una herramienta de soporte a la evaluación heurística				
4.1. Documento de diseño del caso de estudio comparativo y de los instrumentos de validación				
4.1.1. Reunión con los asesores	1	3	2	260
4.1.2. Desarrollo del documento de diseño del caso de estudio comparativo y de los instrumentos de validación	2	1	6	180
4.1.3. Gestión de la entrevista con un especialista en HCI	3	1	5	150
4.1.4. Validación del diseño por un especialista en HCI	4	2	3	240
4.2. Reporte de los resultados obtenidos de la ejecución del escenario de validación				
4.2.1. Gestión de entrevistas a usuarios para probar el caso de estudio	7	1	5	150
4.2.2. Reunión con los asesores	1	3	2	260
4.2.3. Aplicación de entrevistas a usuarios para probar el caso de estudio	5	7	4	1320
4.2.4. Desarrollo del reporte de los resultados obtenidos en el escenario de validación	2	1	6	180

Fuente: Elaboración propia

- **Cronograma del proyecto**

Desde la Figura 12 hasta la 21 se encuentra representado el cronograma del proyecto, donde se detalla cuál será la fecha de inicio y fin de cada tarea identificada, así como la ilustración de cada una en un diagrama de Gantt.

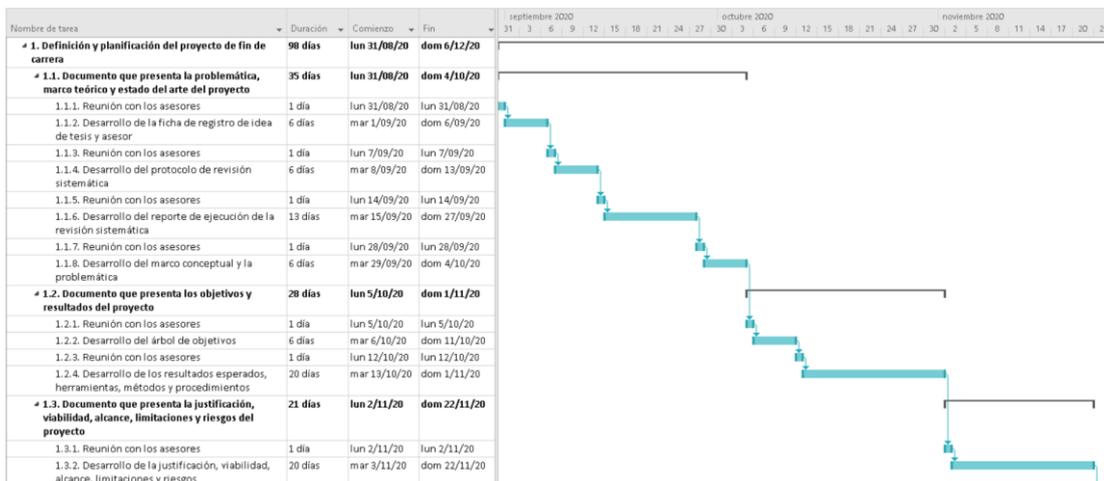


Figura 12: Cronograma del proyecto de las tareas 1.1, 1.2 y 1.3

Fuente: Elaboración propia

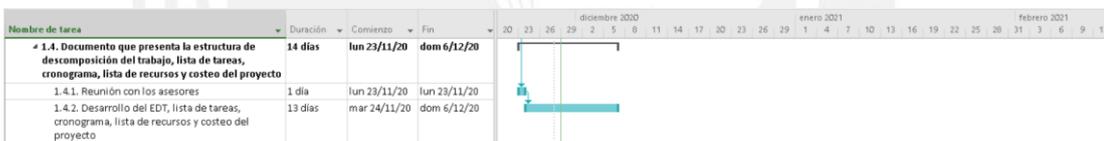


Figura 13: Cronograma del proyecto de la tarea 1.4

Fuente: Elaboración propia

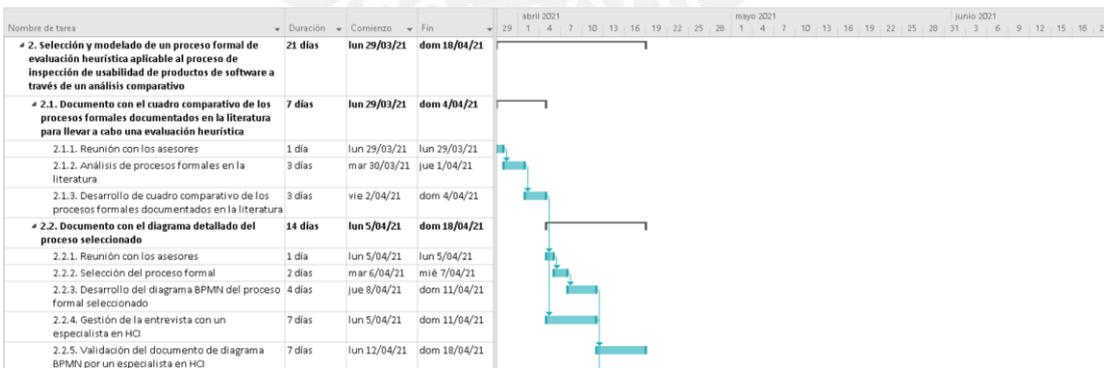


Figura 14: Cronograma del proyecto de las tareas 2.1 y 2.2

Fuente: Elaboración propia

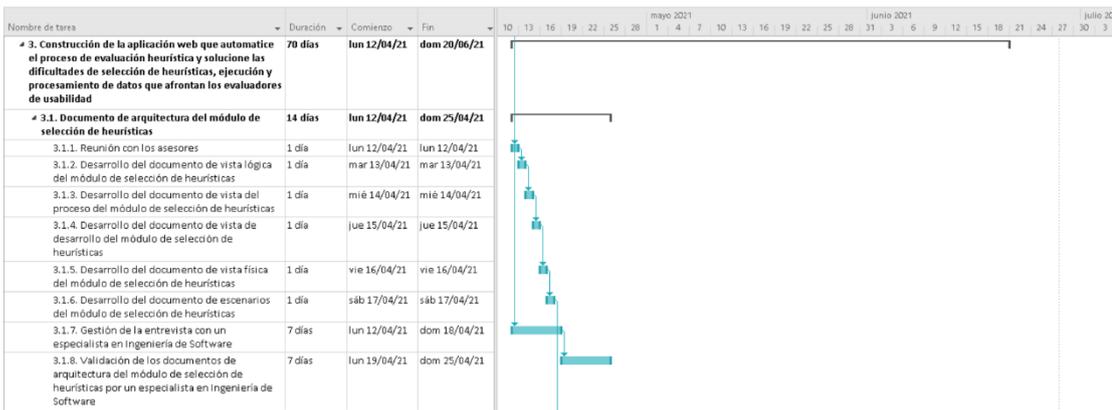


Figura 15: Cronograma del proyecto de la tarea 3.1

Fuente: Elaboración propia

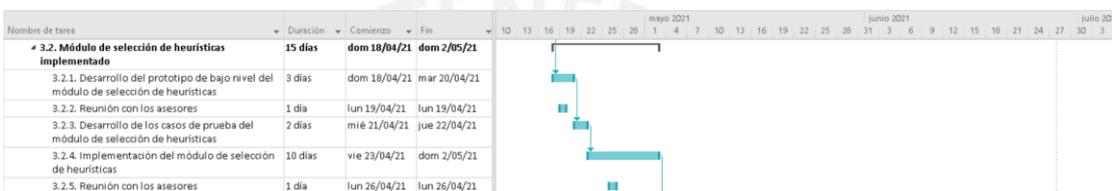


Figura 16: Cronograma del proyecto de la tarea 3.2

Fuente: Elaboración propia

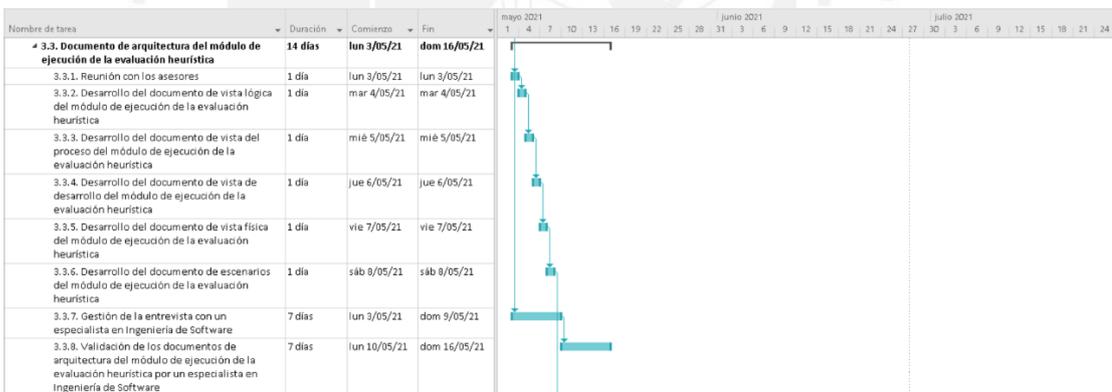


Figura 17: Cronograma del proyecto de la tarea 3.3

Fuente: Elaboración propia

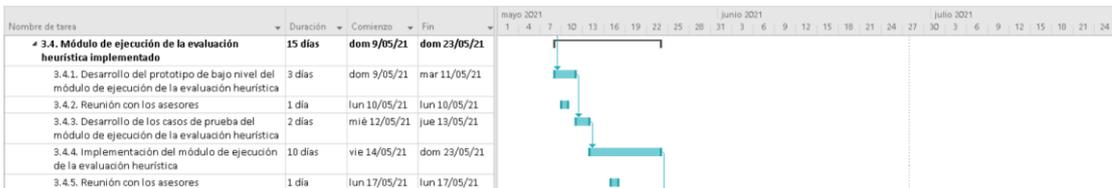


Figura 18: Cronograma del proyecto de la tarea 3.4

Fuente: Elaboración propia

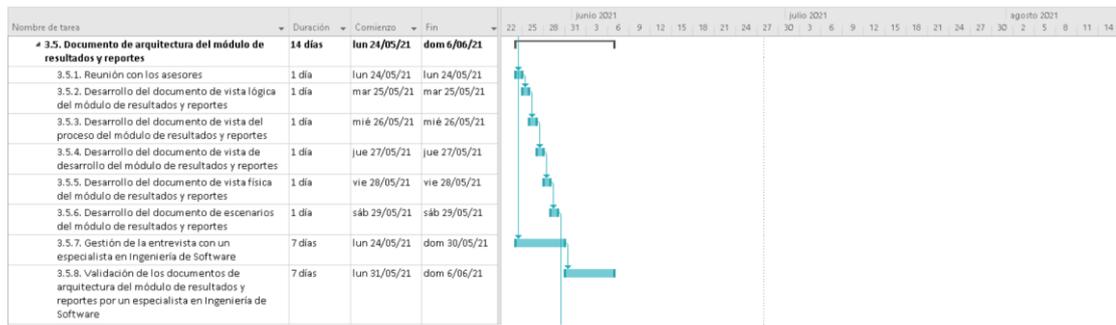


Figura 19: Cronograma del proyecto de la tarea 3.5

Fuente: Elaboración propia

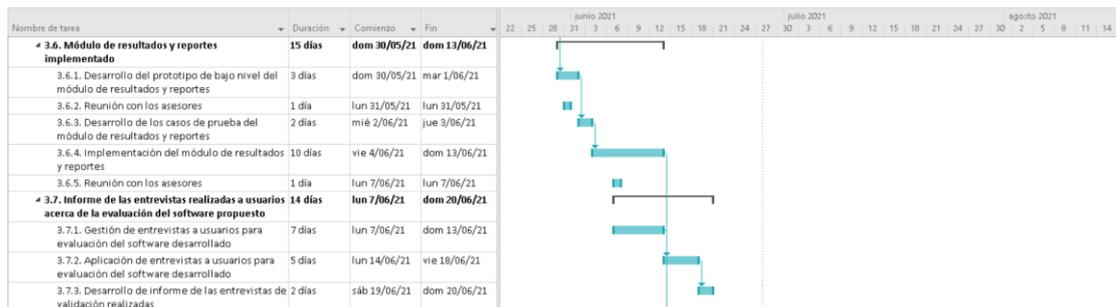


Figura 20: Cronograma del proyecto de las tareas 3.6 y 3.7

Fuente: Elaboración propia

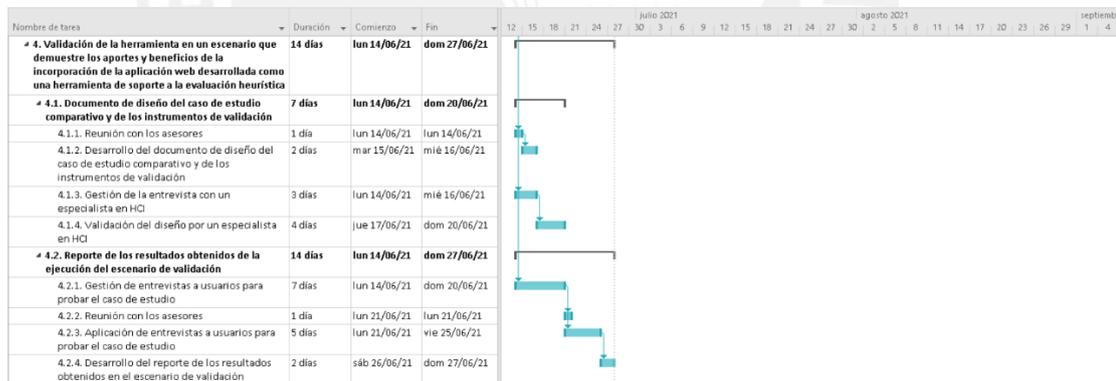


Figura 21: Cronograma del proyecto de las tareas 4.1 y 4.2

Fuente: Elaboración propia

- **Lista de recursos**
 - **Personas involucradas y necesidades de capacitación**

La Tabla 18 muestra las personas involucradas en el proyecto de investigación, así como sus roles y necesidades de capacitación.

Tabla 18: Personas involucradas y necesidades de capacitación

No.	Persona involucrada	Rol	Necesidad de capacitación
1	Adrian Lecaros	Tesista	Capacitación en el proceso formal de evaluación heurística seleccionado
2	Dr. Freddy Paz	Asesor	Ninguna
3	Mag. Arturo Moquillaza	Coasesor	Ninguna
4	Dr. [REDACTED]	Experto en Ingeniería de Software (titular)	Ninguna
5	Mag. [REDACTED]	Experto en Ingeniería de Software (suplente)	Ninguna
6	Ing. [REDACTED]	Experto en HCI (titular)	Ninguna
7	Ing. [REDACTED]	Experto en HCI (titular)	Ninguna
8	Mag. [REDACTED]	Experto en HCI (titular)	Ninguna
9	Mag. [REDACTED]	Experto en HCI (titular)	Ninguna
10	Mag. [REDACTED]	Experto en HCI (titular)	Ninguna
11	Mag. [REDACTED]	Experto en HCI (titular)	Ninguna
12	Mag. [REDACTED]	Experto en HCI (suplente)	Ninguna
13	PhD. [REDACTED]	Experto en HCI (suplente)	Ninguna
14	PhD. [REDACTED]	Experto en HCI (suplente)	Ninguna

Fuente: Elaboración propia

○ **Materiales requeridos para el proyecto**

No aplica dentro del presente proyecto de investigación.

○ **Estándares usados en el proyecto**

No aplica dentro del presente proyecto de investigación.

○ **Equipamiento requerido**

La Tabla 19 muestra el equipamiento requerido en el proyecto de investigación, así como la cantidad e importancia de cada uno.

Tabla 19: Equipamiento requerido

No.	Equipo	Cantidad	Importancia
1	Laptop	1	Se utilizará para realizar la investigación en la literatura, el modelado del proceso formal seleccionado, el desarrollo del sistema, la elaboración del caso de estudio y para la comunicación con los asesores y expertos

Fuente: Elaboración propia

○ **Herramientas requeridas**

La Tabla 20 muestra las herramientas requeridas en el proyecto de investigación, así como la importancia de cada una.

Tabla 20: Herramientas requeridas

No.	Herramienta	Importancia
1	Bizagi BPMN Modeler	Se para modelar el proceso formal de evaluación heurística seleccionado
2	Draw.io	Se utilizará para realizar el modelado de vistas de arquitectura 4 + 1
3	Figma	Se utilizará para realizar el prototipado de los módulos a desarrollar
4	GitLab	Se utilizará como repositorio virtual del código del desarrollo del proyecto
5	React.js	Se utilizará para el desarrollo <i>frontend</i> del proyecto
6	Flask	Se utilizará para el desarrollo <i>backend</i> del proyecto
7	MySQL	Se utilizará para la administración de la base de datos a utilizar en los módulos a desarrollar
8	Amazon Web Services	Se utilizará para el despliegue de la aplicación web del proyecto en un servidor, así como la configuración de la base de datos a utilizar
9	JMeter	Se utilizará para medir la concurrencia de usuarios que podrán acceder al sistema simultáneamente
10	Google Suite for Education	Se utilizará como espacio de trabajo para la comunicación a través de correo y videoconferencia, así como para la planificación en calendario y elaboración de encuestas
11	Visual Studio Code	Se utilizará como el entorno integrado de desarrollo para los módulos del proyecto
12	MS Project	Se utilizará para la planificación de la duración del proyecto a través de la descomposición de los objetivos en tareas con fecha de inicio y fin

Fuente: Elaboración propia

- **Costeo del proyecto**

La Tabla 21 muestra el costo del proyecto de investigación organizado por ítem, descripción, unidad, cantidad, valor de la unidad, monto parcial y monto total en soles.

Tabla 21: Costeo del proyecto

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unidad (S/.)	Monto Parcial (S/.)	Monto Total (S/.)
0	Costo total del proyecto	---	---	---	---	21,090
1.	Estudiantes o tesistas	---	---	---	---	14,850
1.1	Adrian Lecaros	Horas	495	30	14,850	
2.	Otros participantes (en caso aplique)	---	---	---	---	2,550
2.1	Expertos en Ingeniería de Software	Horas	9	50	450	
2.2	Expertos en HCI	Horas	42	50	2,100	
3.	Bienes y equipos	---	---	---	---	3,690
3.1	Laptops	Equipo	1	3,690	3,690	
3.2	Servidores	Equipo	1	0	0	
3.3	Licencias de software	Unidad	12	0	0	
4.	Pasajes y viáticos	---	---	---	---	0
4.1	Pasajes o viáticos	Unidad	0	0	0	

Fuente: Elaboración propia

Anexo B: Cadenas de búsqueda por motor

- **Scopus**

TITLE-ABS-KEY (("software solution*" OR "software product*" OR "software system*" OR "web application*" OR "website*") AND ("heuristic evaluat*" OR "heuristic assessment*" OR "heuristic inspection*") AND ("challenge*" OR "conflict*" OR "difficult*" OR "problem*" OR "trouble*" OR "protocol*" OR "approach*" OR "procedure*" OR "process*" OR "tool*" OR "automation*" OR "automatization*" OR "support system*")) AND PUBYEAR > 2014

- **ISI Web of Science**

ALL=("software solution*" OR "software product*" OR "software system*" OR "web application*" OR "website*") AND ("heuristic evaluat*" OR "heuristic assessment*" OR "heuristic inspection*") AND ("challenge*" OR "conflict*" OR "difficult*" OR "problem*" OR "trouble*" OR "protocol*" OR "approach*" OR "procedure*" OR "process*" OR "tool*" OR "automation*" OR "automatization*" OR "support system*"))

Indexes=SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, ESCI Timespan=Last 5 years

- **IEEE Digital Library**

("All Metadata": "software solution*" OR "All Metadata": "software product*" OR "All Metadata": "software system*" OR "All Metadata": "web application*" OR "All Metadata": "website*") AND ("All Metadata": "heuristic evaluat*" OR "All Metadata": "heuristic assessment*" OR "All Metadata": "heuristic inspection*") AND ("All Metadata": "challenge*" OR "All Metadata": "conflict*" OR "All Metadata": "difficult*" OR "All Metadata": "problem*" OR "All Metadata": "trouble*" OR "All Metadata": "protocol*" OR "All Metadata": "approach*" OR "All Metadata": "procedure*" OR "All Metadata": "process*" OR "All Metadata": "tool*" OR

"All Metadata":"automation*" OR "All Metadata":"automatization*" OR "All Metadata":"support system*")

Year Range From 2015 To 2020

- **Alicia Concytec**

(All Fields:(\"solucion* de software\" OR \"producto* de software\" OR \"sistema* de software\" OR \"aplicacion* web\" OR \"sitio* web\") AND (\"evaluacion* heurística\" OR \"valoracion* heurística\" OR \"inspeccion* heurística\") AND (\"desafío*\" OR \"conflicto*\" OR \"dificultad*\" OR \"problem*\" OR \"protocolo*\" OR \"enfoque*\" OR \"procedimiento*\" OR \"proceso*\" OR \"herramienta*\" OR \"automatizacion*\" OR \"sistema* de soporte\"))

Year of Publication From 2015 To 2020

Anexo C: Estudios primarios recopilados

Código	Artículo	Cita	Fuente
E01	Hasan, L., & Morris, A. (2017). Usability Problem Areas on Key International and Key Arab E-commerce Websites. <i>Journal of Internet Commerce</i> , 16(1), 80–103. https://doi.org/10.1080/15332861.2017.1281706	(Hasan & Morris, 2017)	Scopus
E02	Davis, D., & Jiang, S. (2015). Usability evaluation of web-based interfaces for Type2 Diabetes Mellitus. <i>IEOM 2015 - 5th International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Proceeding</i> . https://doi.org/10.1109/IEOM.2015.7093713	(D. Davis & Jiang, 2015)	Scopus
E03	Lam, D., & Sajjanhar, A. (2019). Heuristic Evaluations of Cultural Heritage Websites. <i>2018 International Conference on Digital Image Computing: Techniques and Applications, DICTA 2018</i> . https://doi.org/10.1109/DICTA.2018.8615847	(Lam & Sajjanhar, 2019)	Scopus
E04	Jiménez, C., Cid, H. A., & Figueroa, I. (2017). PROMETHEUS: Procedural Methodology for Developing Heuristics of Usability. <i>IEEE Latin America Transactions</i> , 15(3), 541–549. https://doi.org/10.1109/TLA.2017.7867606	(Jiménez et al., 2017)	Scopus
E05	Paz, Freddy, Paz, F. A., Pow-Sang, J. A., & Collazos, C. (2018). A formal protocol to conduct usability heuristic evaluations in the context of the software development process. <i>International Journal of Engineering and Technology(UAE)</i> , 7(2), 10–19. https://doi.org/10.14419/ijet.v7i2.28.12874	(Freddy Paz et al., 2018)	Scopus
E06	Sanabre, C., Pedraza-Jiménez, R., & Codina, L. (2018). WebSite Canvas Model: propuesta de un modelo visual para la ideación estratégica de sitios web. <i>Revista Española de Documentación Científica</i> , 41(4), 221. https://doi.org/10.3989/redc.2018.4.1542	(Sanabre et al., 2018)	Scopus
E07	Ghazali, M., Sivaji, A., Abdollah, N., & Khean, C. N. (2017). Visual Clarity Checker (VC2) to support heuristic evaluation: To what extent does VC2 help evaluators? <i>Proceedings - 2016 4th International Conference on User Science and Engineering, i-USER 2016</i> , 182–187. https://doi.org/10.1109/IUSER.2016.7857957	(Ghazali et al., 2017)	Scopus

- E08 Maghfiroh, L. R. (2020). Observation and heuristics evaluation of student web-based application of SIPADU-STIS. *Journal of Physics: Conference Series*, 1511(1), 0–10. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1511/1/012019> (Maghfiroh, 2020) Scopus
- E09 Pincay-Ponce, J., Caicedo-Ávila, V., Herrera-Tapia, J., Delgado-Muentes, W., & Delgado-Franco, P. (2020). Usabilidad en sitios web oficiales de las universidades del Ecuador. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, E29, 106–120. (Pincay-Ponce et al., 2020) Scopus
- E10 Walsh, L., Hemsley, B., Allan, M., Adams, N., Balandin, S., Georgiou, A., Higgins, I., McCarthy, S., & Hill, S. (2017). The E-health Literacy Demands of Australia's My Health Record: A Heuristic Evaluation of Usability. *Perspectives in Health Information Management*, 14(Fall). (Walsh et al., 2017) Scopus
- E11 Díaz, J., Rusu, C., & Collazos, C. A. (2017). Experimental validation of a set of cultural-oriented usability heuristics: e-Commerce websites evaluation. *Computer Standards and Interfaces*, 50(October), 160–178. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2016.09.013> (Díaz et al., 2017) Scopus
- E12 Chen, Y. N., & Hwang, S. L. (2015). A heuristic evaluation on the usability of health information websites. *Bridging Research and Good Practices towards Patient Welfare - Proceedings of the 4th International Conference on HealthCare Systems Ergonomics and Patient Safety, HEPS 2014*, 109–116. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84940560015&partnerID=40&md5=5de54421f88bc9b84e3ab301af83a27f> (Chen & Hwang, 2015) Scopus
- E13 Kiourexidou, M., Antonopoulos, N., Kiourexidou, E., Piagkou, M., Kotsakis, R., & Natsis, K. (2019). Websites with multimedia content: A heuristic evaluation of the medical/anatomical museums. *Multimodal Technologies and Interaction*, 3(2). <https://doi.org/10.3390/mti3020042> (Kiourexidou et al., 2019) Scopus
- E14 Yeratziotis, A., & Zaphiris, P. (2018). A Heuristic Evaluation for Deaf Web User Experience (HE4DWUX). *International Journal of Human-Computer Interaction*, 34(3), 195–217. <https://doi.org/10.1080/10447318.2017.1339940> (Yeratziotis & Zaphiris, 2018) Scopus
- E15 Eliseo, M. A., Casac, B. S., & Gentil, G. R. (2017). A comparative study of video content user interfaces based on heuristic evaluation. *Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI*. <https://doi.org/10.23919/CISTI.2017.7975820> (Eliseo et al., 2017) Scopus
- E16 Motlagh Tehrani, S. E., Zainuddin, N. M. M., & Takavar, T. (2015). Heuristic evaluation for Virtual Museum on smartphone. *Proceedings - 2014 3rd International Conference on User Science and Engineering: Experience. Engineer. Engage, i-USER 2014, Vm*, 227–231. <https://doi.org/10.1109/IUSER.2014.7002707> (Motlagh Tehrani et al., 2015) Scopus
- E17 Puspitasari, I., Indah Cahyani, D., & Taufik. (2018). A User-Centered Design for Redesigning E-Government Website in Public Health Sector. *Proceedings - 2018 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication: Creative Technology for Human Life, Isemantic 2018*, 219–224. <https://doi.org/10.1109/ISEMANTIC.2018.8549726> (Puspitasari et al., 2018) Scopus
- E18 Quinones, D., Rusu, C., Roncagliolo, S., Rusu, V., & Collazos, C. A. (2016). Developing Usability Heuristics: A Formal or Informal Process? *IEEE Latin America Transactions*, 14(7), 3400–3409. <https://doi.org/10.1109/TLA.2016.7587648> (Quinones et al., 2016) Scopus
- E19 Ahmad, W. F. W., Sarlan, A., Ezekiel, A., & Juanis, L. (2016). Automated Heuristic Evaluator. *Journal of Informatics and Mathematical Sciences*, 8(4), 301–306. (Ahmad et al., 2016) ISI Web of Science
- E20 Paz Espinoza, F. A. (2018). Método para la evaluación de usabilidad de sitios web transaccionales basado en el proceso de inspección heurística. *Pontificia Universidad Católica Del Perú*, 275. (Paz Espinoza, 2018) Alicia Concytec

- E21 Halaweh, M. (2018). Usability testing of conferences websites: A case study of practical teaching. *Communications in Computer and Information Science*, 877, 380–389. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95204-8_32 (Halaweh, 2018) Scopus
- E22 Silvis, I. M., Bothma, T. J. D., & de Beer, K. J. W. (2019). Evaluating the usability of the information architecture of academic library websites. *Library Hi Tech*, 37(3), 566–590. <https://doi.org/10.1108/LHT-07-2017-0151> (Silvis et al., 2019) Scopus
- E23 Paz, F, Paz, F. A., Arenas, J. J., & Rosas, C. (2018). A perception study of a new set of usability heuristics for transactional web sites. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 722, 620–625. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73888-8_96 (F Paz, Paz, Arenas, et al., 2018) Scopus
- E24 Paz, F, Paz, F. A., & Pow-Sang, J. A. (2017). Comparing the effectiveness and accuracy of new usability heuristics. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 497, 163–175. https://doi.org/10.1007/978-3-319-41956-5_16 (F Paz et al., 2017) Scopus
- E25 Chanchí Golondrino, G. E., Pérez Oliveros, D., & Campo Muñoz, W. Y. (2019). Automation of usability inspections for websites. *Communications in Computer and Information Science*, 1114 CCIS, 124–137. https://doi.org/10.1007/978-3-030-37386-3_10 (Chanchí Golondrino et al., 2019) Scopus
- E26 Paz, F, Paz, F. A., Sánchez, M., Moquillaza, A., & Collantes, L. (2018). Quantifying the usability through a variant of the traditional heuristic evaluation process. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 10918 LNCS, 496–508. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91797-9_36 (F Paz, Paz, Sánchez, et al., 2018) Scopus
- E27 Inal, Y. (2018). University students' heuristic usability inspection of the national library of Turkey website. *Aslib Journal of Information Management*, 70(1), 66–77. <https://doi.org/10.1108/AJIM-09-2017-0216> (Inal, 2018) Scopus
- E28 dos Santos Pergentino, A. C., Canedo, E. D., Lima, F., & de Mendonça, F. L. L. (2020). Usability heuristics evaluation in search engine. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 12200 LNCS, 351–369. https://doi.org/10.1007/978-3-030-49713-2_25 (dos Santos Pergentino et al., 2020) Scopus
- E29 Iadanza, E., Fabbri, R., Luschi, A., Melillo, P., & Simonelli, F. (2020). A collaborative RESTful cloud-based tool for management of chromatic pupillometry in a clinical trial. *Health and Technology*, 10(1), 25–38. <https://doi.org/10.1007/s12553-019-00362-z> (Iadanza et al., 2020) Scopus
- E30 Federici, S., Mele, M. L., Lanzilotti, R., Desolda, G., Bracalenti, M., Buttafuoco, A., Gaudino, G., Cocco, A., Amendola, M., & Simonetti, E. (2019). Heuristic Evaluation of eGLU-Box: A Semi-automatic Usability Evaluation Tool for Public Administrations. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 11566 LNCS, 75–86. https://doi.org/10.1007/978-3-030-22646-6_6 (Federici et al., 2019) Scopus
- E31 de Menezes, M., & Falco, M. (2019). The Relationship of the Studies of Ergonomic and Human Computer Interfaces – A Case Study of Graphical Interfaces in E-Commerce Websites. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 11586 LNCS, 474–484. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23535-2_35 (de Menezes & Falco, 2019) Scopus
- E32 Paz, F, Paz, F. A., & Pow-Sang, J. A. (2016). Evaluation of usability heuristics for transactionalweb sites: A comparative study. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 448, 1063–1073. https://doi.org/10.1007/978-3-319-32467-8_92 (F Paz et al., 2016) Scopus

E33	Retore, A. P., Guimarães, C., & Leite, M. K. (2016). Heuristics for grid and typography evaluation of art magazines websites. <i>Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)</i> , 9731, 408–416. https://doi.org/10.1007/978-3-319-39510-4_38	(Retore et al., 2016)	Scopus
E34	Huang, Z. (2020). Usability of tourism websites: a case study of heuristic evaluation. <i>New Review of Hypermedia and Multimedia</i> , 26(1–2), 55–91. https://doi.org/10.1080/13614568.2020.1771436	(Huang, 2020)	Scopus
E35	Morales, J., Rusu, C., Botella, F., & Quiñones, D. (2020). Programmer experience: a set of heuristics for programming environments. <i>Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)</i> , 12195 LNCS, 205–216. https://doi.org/10.1007/978-3-030-49576-3_15	(Morales et al., 2020)	Scopus
E36	Okhovati, M., Karami, F., & Khajouei, R. (2017). Exploring the usability of the central library websites of medical sciences universities. <i>Journal of Librarianship and Information Science</i> , 49(3), 246–255. https://doi.org/10.1177/0961000616650932	(Okhovati et al., 2017)	Scopus
E37	Fung, R. H. Y., Chiu, D. K. W., Ko, E. H. T., Ho, K. K. W., & Lo, P. (2016). Heuristic Usability Evaluation of University of Hong Kong Libraries' Mobile Website. <i>Journal of Academic Librarianship</i> , 42(5), 581–594. https://doi.org/10.1016/j.acalib.2016.06.004	(Fung et al., 2016)	Scopus

Fuente: Elaboración propia

Anexo D: Formulario de extracción de datos

Resultado	Medio de verificación	Indicador objetivamente verificable
Código	Código asignado al estudio que iniciará con la letra "E" seguida de un número. Ejemplo: E05	General
Título	Título del estudio	General
Año de Publicación	Año de publicación en el que se realizó el estudio	General
Autores	Autores que han participado del estudio	General
Idioma	Idioma en el que está publicado el estudio	General
País	País de procedencia del estudio	General
Contexto aplicado	Muestra si se trata de un contexto académico o industrial	General
Tipos de desafío	Clasificación de los problemas en la ejecución del proceso de evaluación heurística a sitios web transaccionales a través de palabras clave que permitan su agrupamiento	Pregunta 1
Descripción de desafíos	Descripción en detalle de los tipos de desafío encontrados	Pregunta 1
Soluciones propuestas a los desafíos	Descripción de las soluciones propuestas a los desafíos encontrados respectivamente	Pregunta 1
Herramientas de soporte utilizadas	Descripción de las herramientas de soporte utilizadas como apoyo en la ejecución del proceso de evaluación heurística de sitios web transaccionales	Pregunta 2
Descripción del proceso automatizado	Descripción en detalle del proceso automatizado dentro de la ejecución de la evaluación heurística en sitios web transaccionales	Pregunta 2
Tipo de solución de software utilizada	Especificación de si se trata de una solución web, una aplicación móvil o una aplicación de escritorio	Pregunta 2
Metodologías aplicadas para la construcción de la solución	Descripción de las metodologías que se han utilizado para la construcción de la solución que permita la automatización	Pregunta 2
Beneficios de la automatización	Especificación de cuáles son los beneficios obtenidos por la automatización a través de la solución de software	Pregunta 2
Tipos de protocolo o proceso formal	Clasificación de los protocolos o procesos formales a través de palabras clave que permitan su agrupamiento	Pregunta 3

Descripción de protocolos o procesos formales	Descripción en detalle de los protocolos o procesos formales encontrados	Pregunta 3
Beneficios del empleo de protocolos o procesos formales	Descripción de los beneficios como resultado de la aplicación de los protocolos o procesos formales establecidos	Pregunta 3

Fuente: Elaboración propia

Anexo E: Resultados obtenidos en el formulario de extracción

Los resultados obtenidos por pregunta podrán ser revisados en el documento en formato Excel de nombre “20110076_AdrianLecaros_FreddyPaz_ArturoMoquillaza_FormularioExtracción.xlsx”, que se podrá acceder mediante el siguiente enlace: <https://drive.google.com/file/d/12Am67ccV9OJxz8BvLxJdu42zf1KV90xr/view>

Anexo F: Cronograma de trabajo para la obtención de los resultados del proyecto

El cronograma de trabajo para la obtención de los resultados del proyecto podrá ser revisado en el documento en formato Excel de nombre “Cronograma de trabajo.xlsx”, que se podrá acceder mediante el siguiente enlace: <https://drive.google.com/file/d/1F5oiVaW-Ud2oFfZzk0YGjFGF7vF7r4NZ/view>

Anexo G: Documento que contiene el cuadro de análisis comparativo de los procesos formales referenciados en la literatura

El cuadro comparativo de los procesos formales documentados en la literatura podrá ser revisado en el documento en formato Excel de nombre “R1.1. Cuadro comparativo de los procesos formales documentados en la literatura para llevar a cabo una evaluación heurística.xlsx”, que se podrá acceder mediante el siguiente enlace: https://drive.google.com/file/d/189Xq2cDyBu_TSCqa8QIknfCzCVF79OQW/view

Anexo H: Indicador objetivamente verificable: 100% de artículos relevantes considerados

Estudios que presentan protocolos o procesos formales	Protocolo o proceso formal encontrado						¿Aporte significativo en el proceso de evaluación heurística?
	PF1	PF2	PF3	PF4	PF5	PF6	
E01	X		X				Sí
E02				X			Sí
E03	X						No
E04	X						No
E05						X	Sí
E08			X				Sí
E09					X		Sí
E10			X				Sí
E11	X						No
E12		X					Sí
E13		X					Sí
E14	X						No
E15		X					Sí
E16				X			Sí
E17			X				Sí
E18	X		X				Sí
E20						X	Sí
E21		X					Sí
E22	X				X		Sí
E23	X		X				Sí
E24	X		X				Sí
E26					X		Sí
E27		X					Sí
E28		X					Sí
E29	X						No
E30		X					Sí
E31	X						No
E32	X		X				Sí
E33	X						No
E34		X		X			Sí
E35	X						No
E36		X					Sí
E37		X					Sí
E01	X		X				Sí
E02				X			Sí
E03	X						No

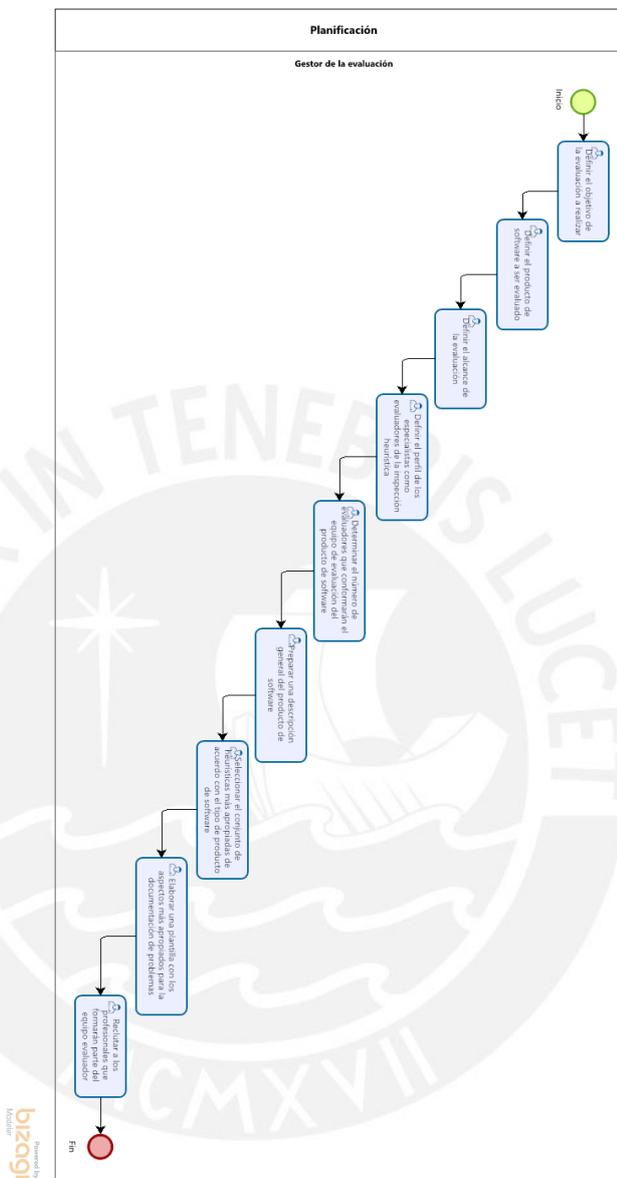
Fuente: Elaboración propia

Anexo I: Diagrama detallado del proceso seleccionado

El diagrama detallado del proceso seleccionado podrá ser revisado en el documento en formato BPMN de nombre “R1.2. Diagrama detallado del proceso seleccionado.bpm”, que se podrá acceder mediante el siguiente enlace:

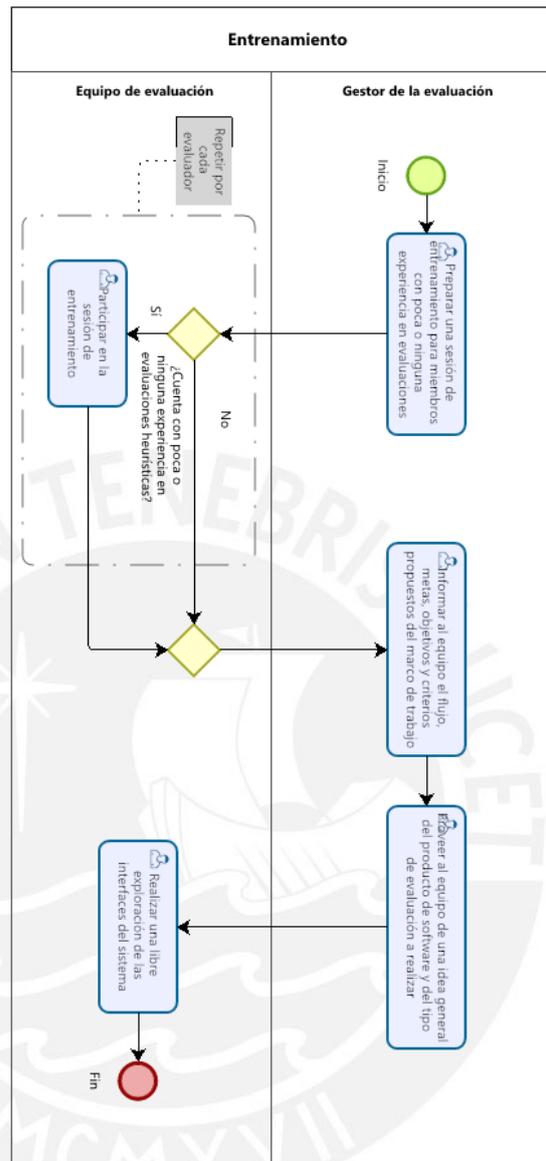
https://drive.google.com/file/d/18dCJBjR0Yj_2k0smVo8VfFzGAcAf4KPC/view

Anexo J: Diagrama detallado del proceso seleccionado (Planificación)



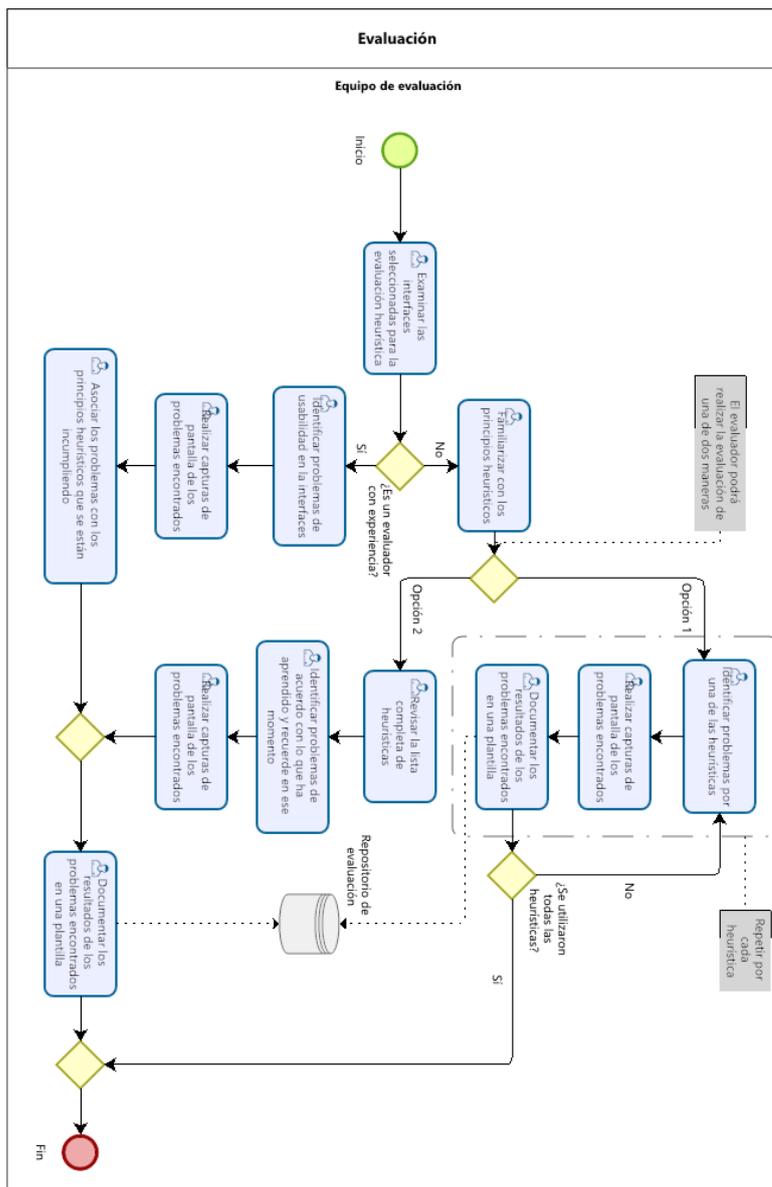
Fuente: Elaboración propia

Anexo K: Diagrama detallado del proceso seleccionado (Entrenamiento)



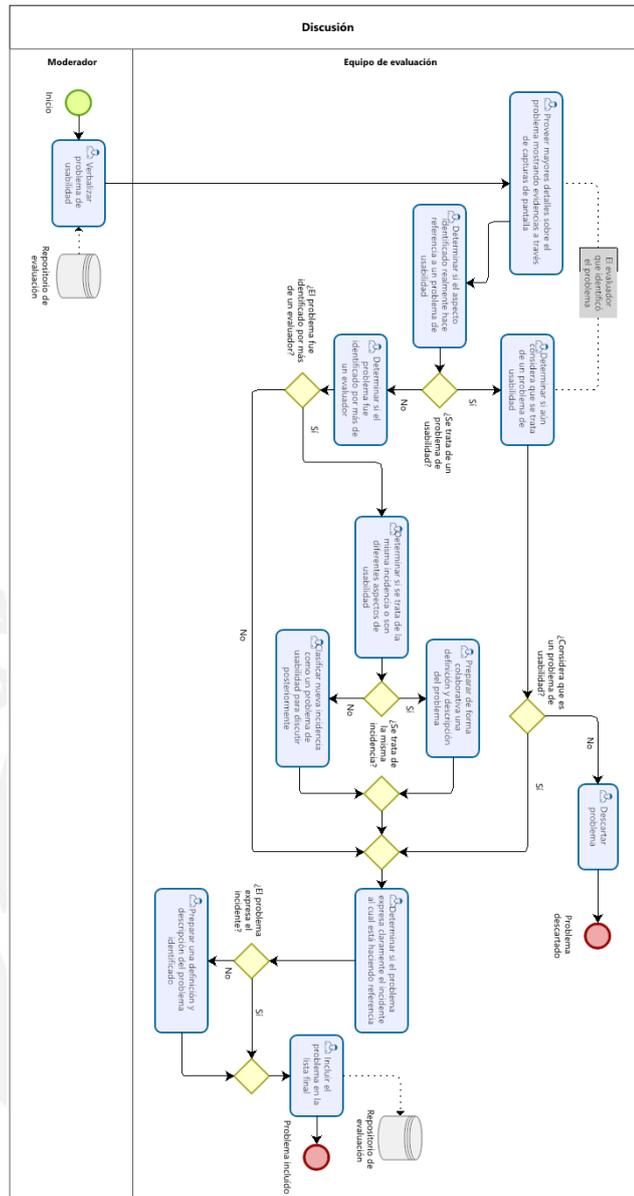
Fuente: Elaboración propia

Anexo L: Diagrama detallado del proceso seleccionado (Evaluación)



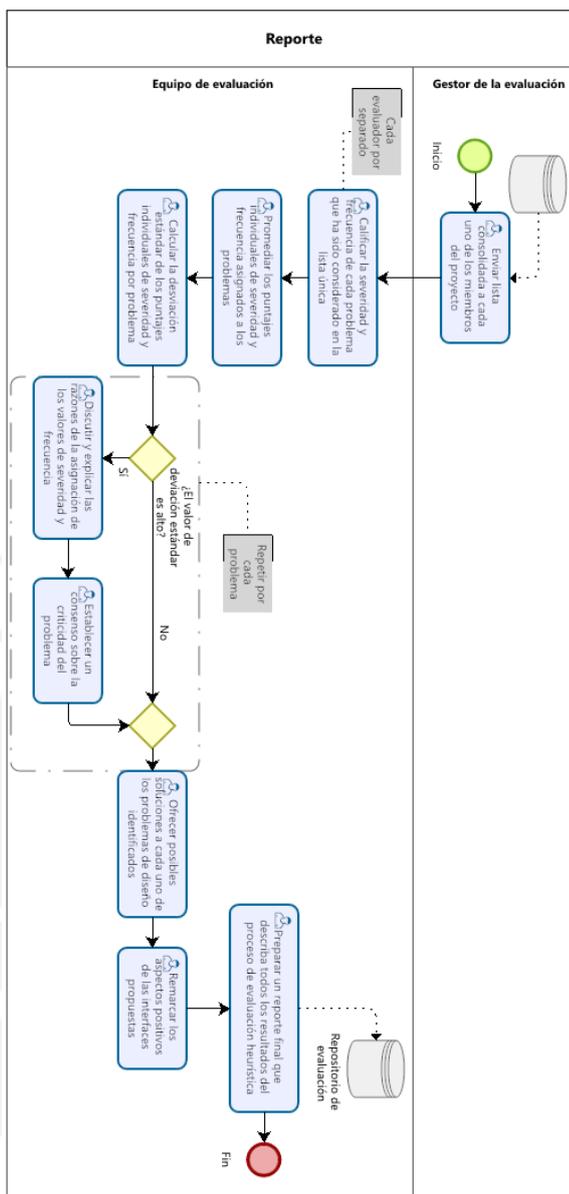
Fuente: Elaboración propia

Anexo M: Diagrama detallado del proceso seleccionado (Discusión)



Fuente: Elaboración propia

Anexo N: Diagrama detallado del proceso seleccionado (Reporte)



Fuente: Elaboración propia

Anexo O: Aprobación al 100% del diagrama BPMN obtenido por un especialista en HCI

Acta de confidencialidad

Yo, [REDACTED] **ACEPTO** participar en una entrevista supervisada por Adrian Enrique Lecaros Bao. Entiendo y estoy de acuerdo con las condiciones mencionadas en adelante.

1. Entiendo que la información obtenida en la entrevista solo se utilizará para propósitos académicos y/o de investigación, sin que mi identidad sea revelada.
2. Entiendo que puedo comunicar al supervisor de la entrevista, en cualquier momento, sobre algún malestar, molestia o inconformidad que pueda sentir durante la reunión, y que por tal motivo puedo abandonar la entrevista en cualquier momento.
3. Entiendo que la entrevista a realizar será grabada y que la grabación solo será utilizada para propósitos académicos y/o de investigación, sin que mi identidad sea revelada.
4. Entiendo que la entrevista tiene de motivo validar los contenidos correspondientes al resultado del objetivo *“Seleccionar y modelar un proceso formal de evaluación heurística aplicable al proceso de inspección de usabilidad de productos de software”*. El resultado a validar es el siguiente:
 - a. R1.2. Diagrama detallado del proceso seleccionado

Entiendo que al enviar este documento muestro **acepto** participar en la entrevista y muestro mi **conformidad** con los puntos mencionados anteriormente.

to me ▾ Mon, 5 Apr, 16:33 (4 days ago) ☆ ↶ ⋮

Spanish ▾ > English ▾ [Translate message](#) Turn off for: Spanish x

Estimado Adrián

Te envío mi acta de confidencialidad con mi VB.

Saludos cordiales,

[REDACTED]



[Acta de confidencialidad...](#)

[GRACIAS!](#) [OK.](#) [RECIBIDO.](#)

[↶ Reply](#) [↷ Forward](#)

Acta de validación de resultado del proyecto de tesis “Implementación de una aplicación web de soporte al proceso formal de evaluaciones heurísticas”

Yo, [REDACTED] luego de participar de la entrevista supervisada por Adrian Enrique Lecaros Bao, muestro mi conformidad con los siguientes puntos que fueron presentados para la validación del resultado **R1.2. Diagrama detallado del proceso seleccionado**, perteneciente al objetivo “Seleccionar y modelar un proceso formal de evaluación heurística aplicable al proceso de inspección de usabilidad de productos de software”:

1. Se presentó el diagrama detallado del proceso formal de evaluación heurística seleccionado en formato BPMN mediante el uso de la herramienta Bizagi BPMN Modeler.
2. Se comprendió con claridad el flujo del proceso sin lugar a que se pueda interpretar de más de una manera.
3. Se modeló correctamente el proceso a través del uso de las notaciones estándar BPMN para el modelado de procesos.
4. Se expuso adecuadamente el proceso y se respondieron claramente a las preguntas realizadas acerca de este.

Entiendo que al firmar este documento otorgo mi validación al 100% del resultado al confirmar que todos los puntos anteriores se cumplieron con éxito, según lo presentado en la entrevista.



Adrian Lecaros
Tesista



Mag. [REDACTED]
Especialista en HCI

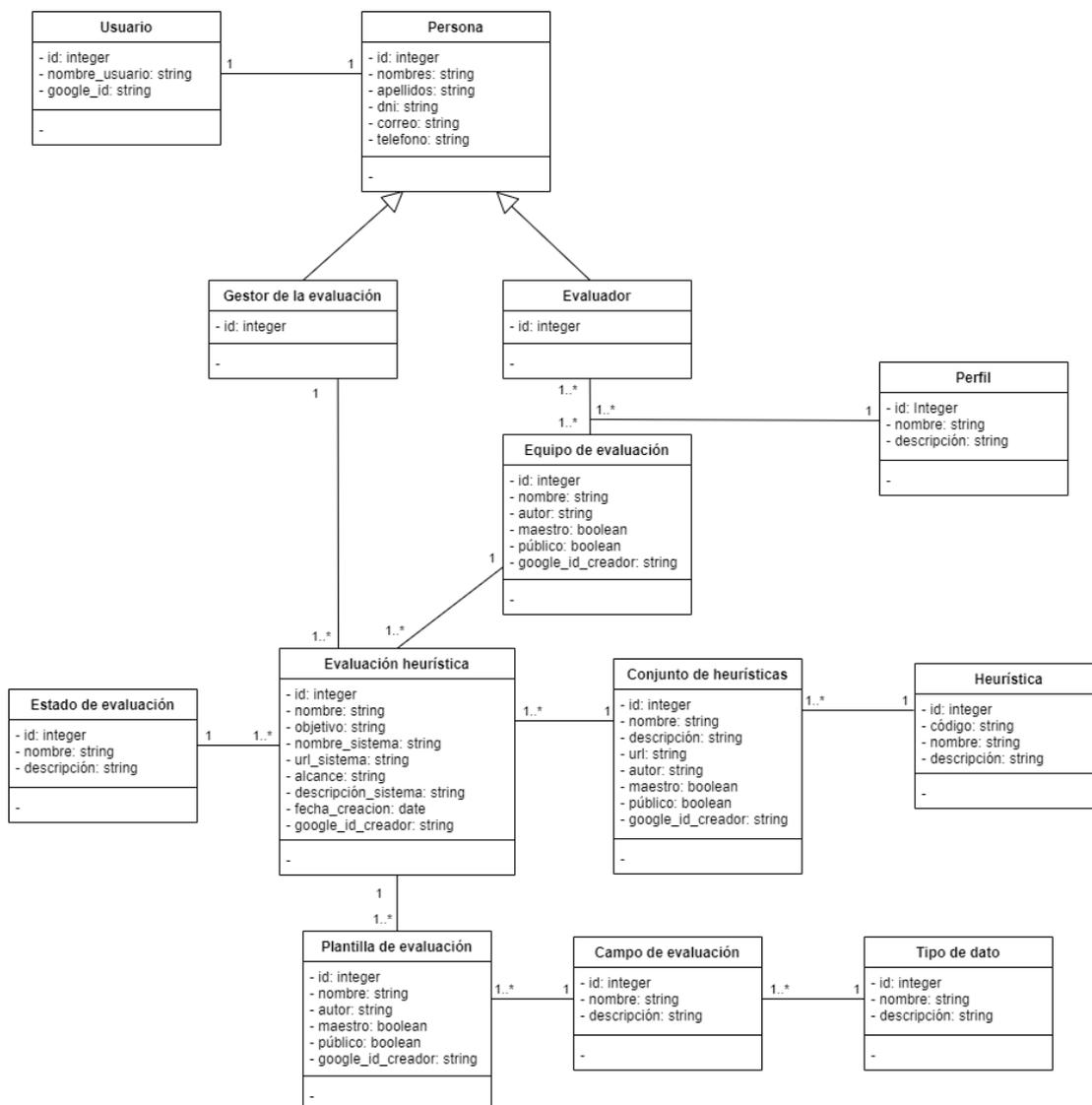
Anexo P: Documentos de arquitectura del módulo de selección de heurísticas

Los documentos de arquitectura del módulo de selección de heurísticas podrán ser revisados en formato PDF, cuyos nombres de archivo incluyen “R2.1. Arquitectura de un módulo de selección de heurísticas”, mediante el siguiente enlace:

<https://drive.google.com/drive/folders/1L54G6mRe3qefk2cvCEap2zE5BMPunWNP?usp=sh>

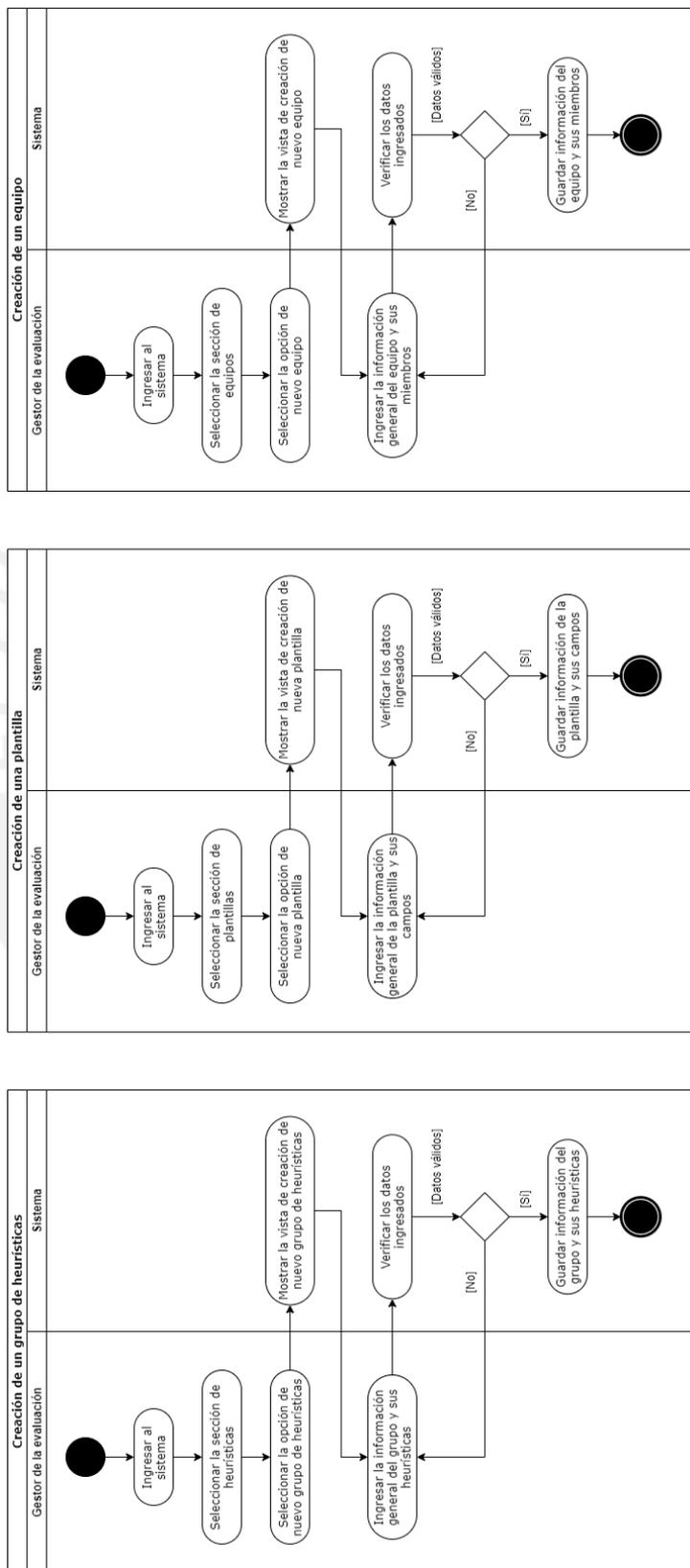
[aring](#)

Anexo Q: Vista lógica del módulo de selección de heurísticas

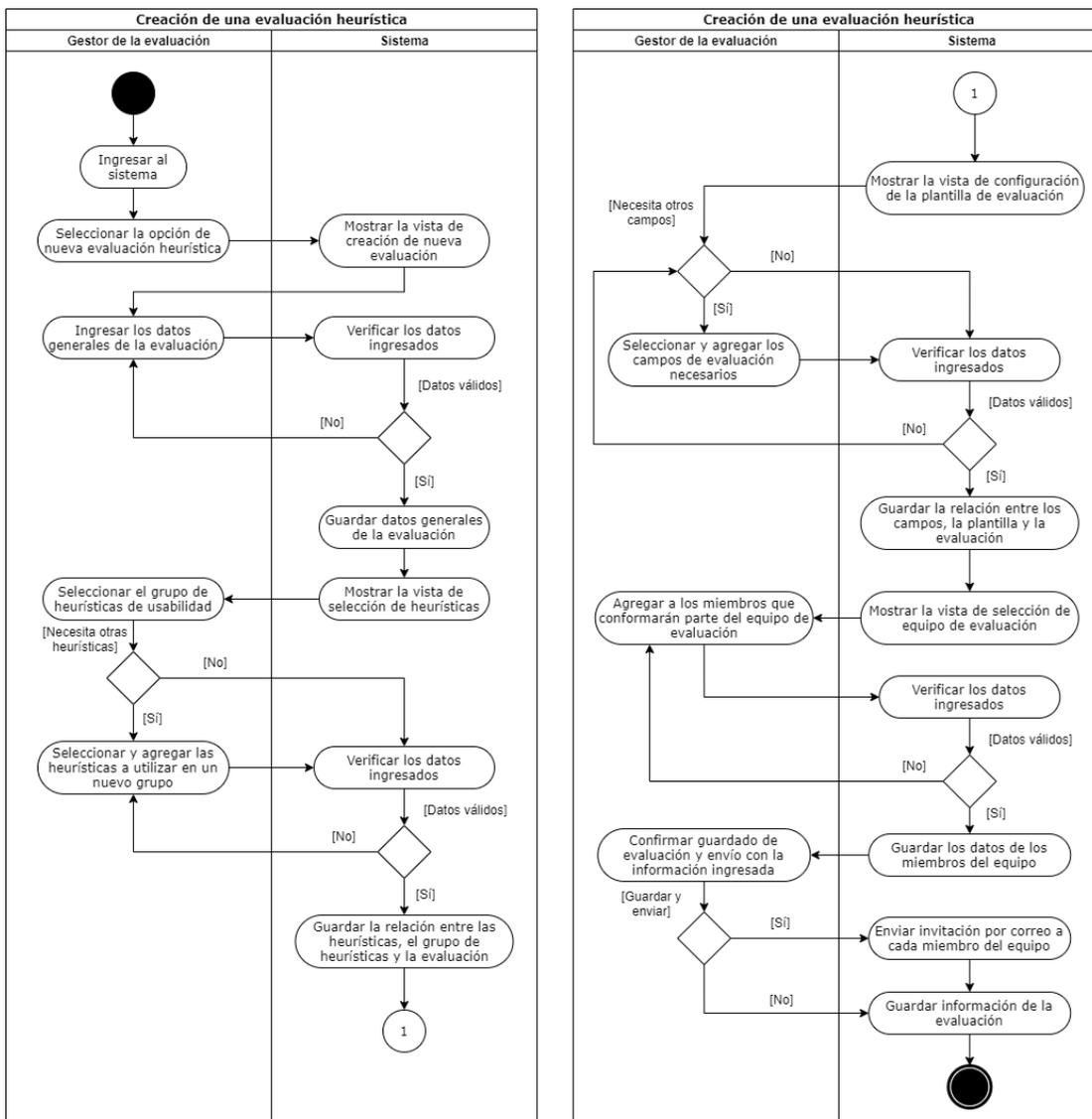


Fuente: Elaboración propia

Anexo R: Vista del proceso del módulo de selección de heurísticas (creación de grupos de heurísticas, plantillas y equipos)



Fuente: Elaboración propia



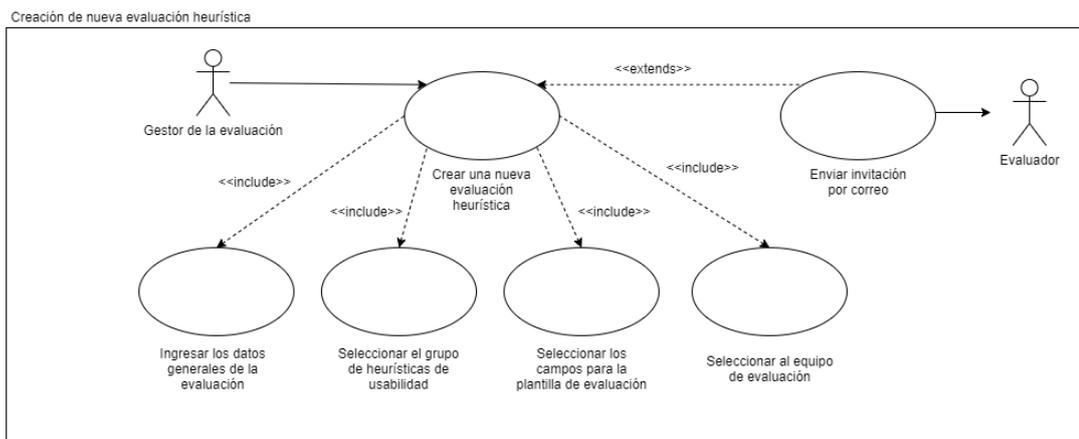
Fuente: Elaboración propia

Anexo S: Vista física del módulo de selección de heurísticas

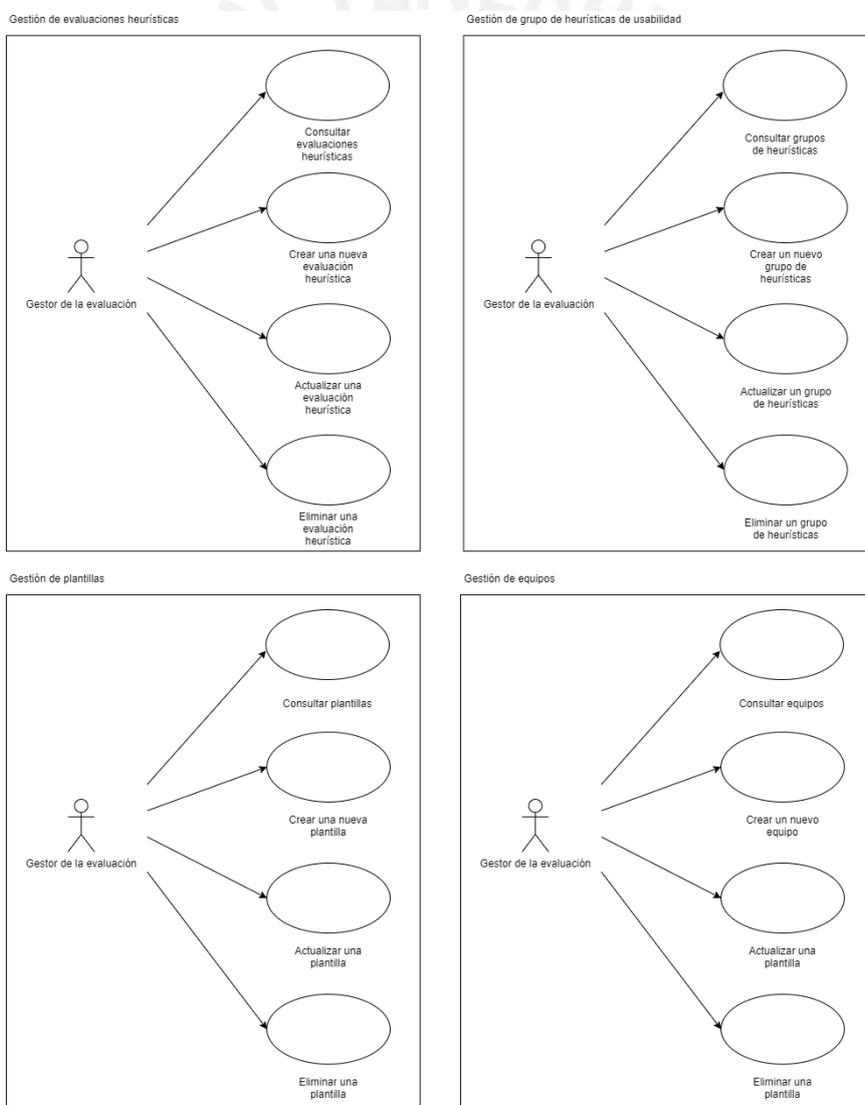


Fuente: Elaboración propia

Anexo U: Escenarios del módulo de selección de heurísticas



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Anexo V: Criterios de validación de resultados de arquitectura de módulos

- Se presentó el documento de vista lógica a través de la explicación a detalle del diagrama de clases del módulo expuesto.
- Se presentó el documento de vista del proceso a través de la explicación a detalle del diagrama de actividades del módulo expuesto.
- Se presentó el documento de vista de desarrollo a través de la explicación a detalle del diagrama de componentes del módulo expuesto.
- Se presentó el documento vista física a través de la explicación a detalle del diagrama de despliegue del módulo expuesto.
- Se presentó el documento de escenarios a través de la explicación a detalle de los escenarios y casos de uso del módulo expuesto.
- Se modeló correctamente cada uno de los documentos a través del uso de notaciones estándar para el modelado de arquitectura de software.
- Se explicó claramente la relación entre la arquitectura y el proceso formal del cuál se basó, y cómo esta podrá ser utilizada como la base para la implementación exitosa del módulo a desarrollar.
- Se expusieron adecuadamente los documentos y se respondieron claramente a las preguntas realizadas acerca de estos.
- De haberse presentado observaciones de mejora sobre la arquitectura durante la entrevista, estas se resolvieron con éxito posteriormente.

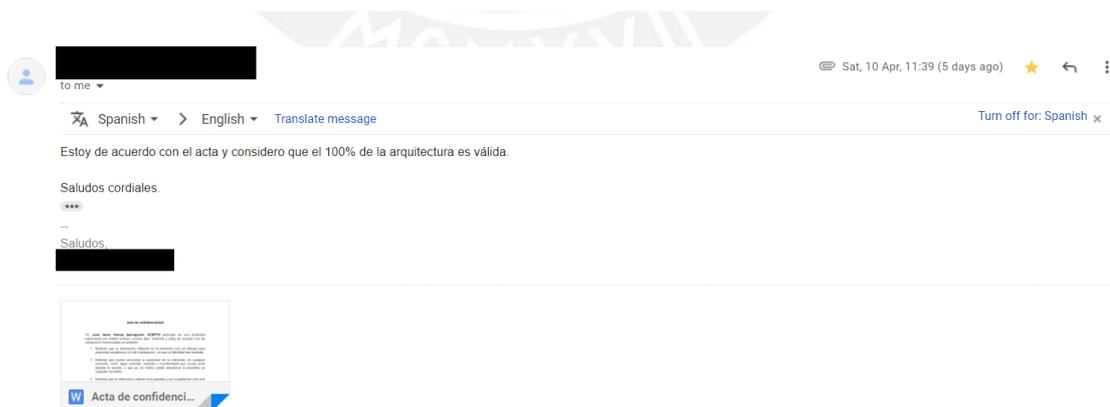
Anexo W: Aprobación al 100% de los documentos de arquitectura obtenidos por un especialista en Ingeniería de Software (módulo de selección de heurísticas)

Acta de confidencialidad

Yo, [REDACTED] **ACEPTO** participar en una entrevista supervisada por Adrian Enrique Lecaros Bao. Entiendo y estoy de acuerdo con las condiciones mencionadas en adelante.

1. Entiendo que la información obtenida en la entrevista solo se utilizará para propósitos académicos y/o de investigación, sin que mi identidad sea revelada.
2. Entiendo que puedo comunicar al supervisor de la entrevista, en cualquier momento, sobre algún malestar, molestia o inconformidad que pueda sentir durante la reunión, y que por tal motivo puedo abandonar la entrevista en cualquier momento.
3. Entiendo que la entrevista a realizar será grabada y que la grabación solo será utilizada para propósitos académicos y/o de investigación, sin que mi identidad sea revelada.
4. Entiendo que la entrevista tiene de motivo validar los contenidos correspondientes a dos resultados del objetivo *“Construir una aplicación web que automatice el proceso de evaluación heurística y solucione las dificultades de selección de heurísticas, ejecución y procesamiento de datos que afrontan los evaluadores de usabilidad”*. Los resultados a validar son los siguientes:
 - a. R2.1. Arquitectura de un módulo de selección de heurísticas
 - b. R2.3. Arquitectura de un módulo de ejecución de la evaluación heurística

Entiendo que al enviar este documento muestro **acepto** participar en la entrevista y muestro mi **conformidad** con los puntos mencionados anteriormente.



Acta de validación de resultado del proyecto de tesis “Implementación de una aplicación web de soporte al proceso formal de evaluaciones heurísticas”

Yo, [REDACTED], luego de participar de la entrevista supervisada por Adrian Enrique Lecaros Bao, muestro mi conformidad con los siguientes puntos que fueron presentados para la validación del resultado **R2.1. Arquitectura de un módulo de selección de heurísticas**, perteneciente al objetivo “Construir una aplicación web que automatice el proceso de evaluación heurística y solucione las dificultades de selección de heurísticas, ejecución y procesamiento de datos que afrontan los evaluadores de usabilidad”:

1. Se presentó el documento de vista lógica a través de la explicación a detalle del diagrama de clases del módulo expuesto.
2. Se presentó el documento de vista del proceso a través de la explicación a detalle del diagrama de actividades del módulo expuesto.
3. Se presentó el documento de vista de desarrollo a través de la explicación a detalle del diagrama de componentes del módulo expuesto.
4. Se presentó el documento vista física a través de la explicación a detalle del diagrama de despliegue del módulo expuesto.
5. Se presentó el documento de escenarios a través de la explicación a detalle de los escenarios y casos de uso del módulo expuesto.
6. Se modeló correctamente cada uno de los documentos a través del uso de notaciones estándar para el modelado de arquitectura de software.
7. Se explicó claramente la relación entre la arquitectura y el proceso formal del cuál se basó, y cómo esta podrá ser utilizada como la base para la implementación exitosa del módulo a desarrollar.
8. Se expusieron adecuadamente los documentos y se respondieron claramente a las preguntas realizadas acerca de estos.
9. De haberse presentado observaciones de mejora sobre la arquitectura durante la entrevista, estas se resolvieron con éxito posteriormente.

Entiendo que al firmar este documento **otorgo mi validación al 100% del resultado** al confirmar que todos los puntos anteriores se cumplieron con éxito, según lo presentado en la entrevista.



Adrian Lecaros

Tesista



Dr. [REDACTED]

Especialista en Ing. de Software

Anexo X: Repositorios de código fuente del sistema

El repositorio de código para *front-end* se podrá acceder mediante el siguiente enlace:

<https://gitlab.com/adrian.lecaros/front-proyecto-tesis>

El repositorio de código para *back-end* se podrá acceder mediante el siguiente enlace:

<https://gitlab.com/adrian.lecaros/back-proyecto-tesis>

Sin embargo, estos repositorios son privados, por lo que, si se desea acceder al código fuente del primer módulo, este podrá ser revisado en la carpeta comprimida de nombre “R2.2. Módulo de selección de heurísticas implementado.zip” mediante el siguiente enlace:

<https://drive.google.com/file/d/1oc0IVggXUp78CYhHUMrFRt-KKne67sp9/view>

Además, el código fuente del segundo módulo podrá ser revisado en la carpeta comprimida de nombre “R2.4. Módulo de ejecución de la evaluación heurística implementado.zip” mediante el siguiente enlace: [https://drive.google.com/file/d/1uJImaqcKe-](https://drive.google.com/file/d/1uJImaqcKe-56Q35tNh8hBtEWRdB46ZY5/view)

[56Q35tNh8hBtEWRdB46ZY5/view](https://drive.google.com/file/d/1uJImaqcKe-56Q35tNh8hBtEWRdB46ZY5/view)

Finalmente, el código fuente del tercer módulo podrá ser revisado en la carpeta comprimida de nombre “R2.6. Módulo de resultados y reportes implementado.zip” mediante el siguiente enlace:

https://drive.google.com/file/d/1v_MzVSQeIL47Bd4DoGfaRNimUTyPj90i/view

Anexo Y: Cuadro resumen de los casos de prueba funcionales del módulo de selección de heurísticas

ID caso de prueba	Escenario	Resultado esperado	Estado
PR-001	Verificación del inicio de sesión al sistema a través de Gmail	Iniciar sesión al sistema con éxito	Pasó la prueba con éxito
PR-002	Visualización de grupos de heurísticas	Visualizar la lista de grupos de heurísticas y desplegar el detalle por cada uno	Pasó la prueba con éxito
PR-003	Creación de un grupo de heurísticas	Crear exitosamente un nuevo grupo de heurísticas	Pasó la prueba con éxito
PR-004	Actualización de grupos de heurísticas	Actualizar exitosamente un grupo de heurísticas	Pasó la prueba con éxito
PR-005	Filtración de grupos de heurísticas	Filtrar exitosamente los grupos de heurísticas para mostrar el buscado	Pasó la prueba con éxito
PR-006	Eliminación de grupo de heurísticas	Eliminar exitosamente el grupo de heurísticas	Pasó la prueba con éxito

PR-007	Visualización de plantillas	Visualizar la lista de plantillas y desplegar el detalle por cada una	Pasó la prueba con éxito
PR-008	Creación de una plantilla	Crear exitosamente una nueva plantilla	Pasó la prueba con éxito
PR-009	Actualización de una plantilla	Actualizar exitosamente una plantilla	Pasó la prueba con éxito
PR-010	Filtración de plantillas	Filtrar exitosamente las plantillas para mostrar la búsqueda	Pasó la prueba con éxito
PR-011	Eliminación de plantilla	Eliminar exitosamente la plantilla	Pasó la prueba con éxito
PR-012	Visualización de equipos	Visualizar la lista de equipos y desplegar el detalle por cada uno	Pasó la prueba con éxito
PR-013	Creación de un equipo	Crear exitosamente un nuevo equipo	Pasó la prueba con éxito
PR-014	Actualización de un equipo	Actualizar exitosamente un equipo	Pasó la prueba con éxito
PR-015	Filtración de equipos	Filtrar exitosamente los equipos para mostrar el buscado	Pasó la prueba con éxito
PR-016	Eliminación de equipo	Eliminar exitosamente el equipo	Pasó la prueba con éxito
PR-017	Visualización evaluaciones	Visualizar la lista de evaluaciones con el detalle por cada una	Pasó la prueba con éxito
PR-018	Creación y envío de evaluación	Crear exitosamente la evaluación y enviar la invitación a cada miembro del equipo	Pasó la prueba con éxito
PR-019	Creación de evaluación en borrador	Crear exitosamente la evaluación en estado de borrador	Pasó la prueba con éxito
PR-020	Actualización de una evaluación	Actualizar exitosamente la evaluación en estado de borrador	Pasó la prueba con éxito
PR-021	Filtración por evaluaciones	Filtrar exitosamente las evaluaciones para mostrar la búsqueda	Pasó la prueba con éxito
PR-022	Eliminación de una evaluación	Eliminar exitosamente la evaluación	Pasó la prueba con éxito

Fuente: Elaboración propia

Anexo Z: Cuadro completo de los casos de prueba funcionales del módulo de selección de heurísticas

El cuadro completo de los casos de prueba funcionales del módulo de selección de heurísticas podrá ser revisado en el documento en formato Excel de nombre “R2.2. Casos de pruebas funcionales.xlsx”, que se podrá acceder, junto con las grabaciones de pantalla de cada uno de los casos probados mediante el siguiente enlace:

https://drive.google.com/drive/folders/1AgvUu6qz_LCn-pEnUI8jr_3Nao3r6EtJ?usp=sharing

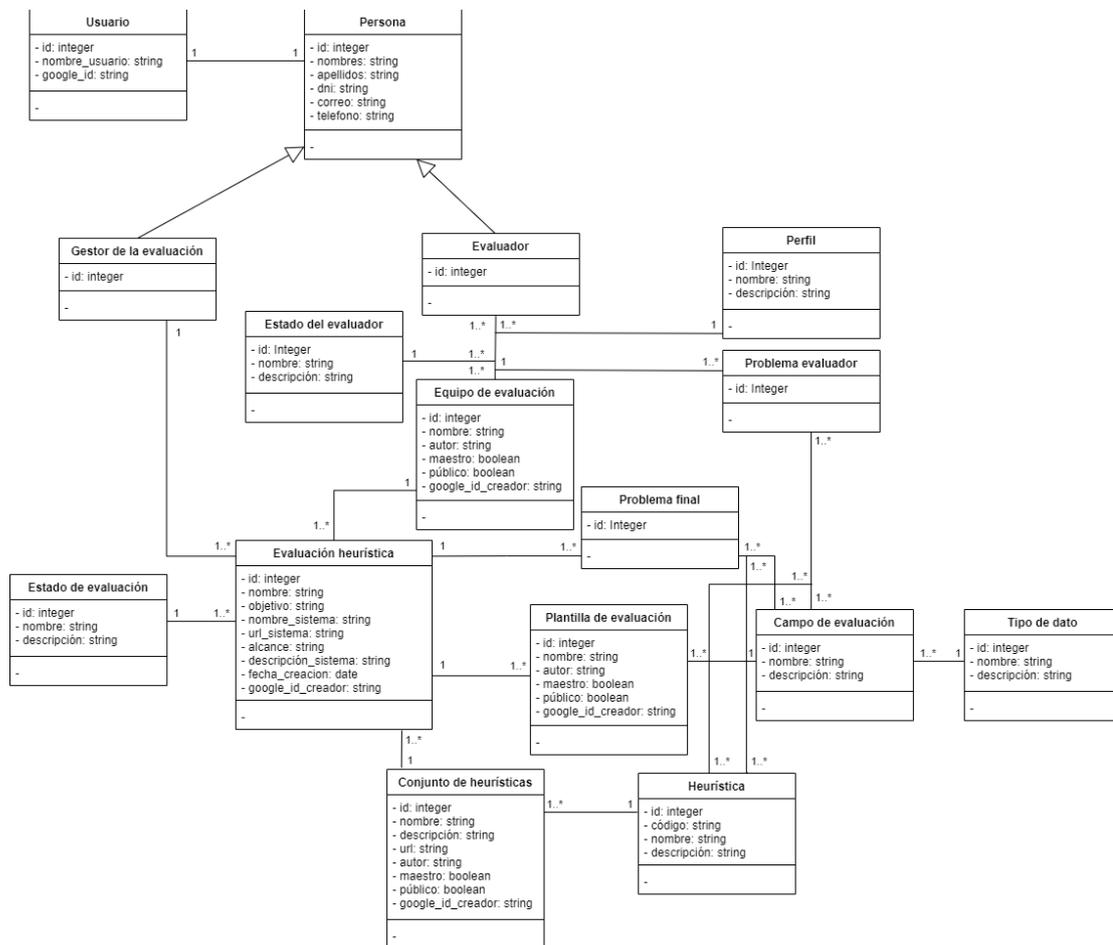
Anexo AA: Documentos de arquitectura del módulo de ejecución de la evaluación heurística

Los documentos de arquitectura del módulo de ejecución de la evaluación heurística podrán ser revisados en formato PDF, cuyos nombres de archivo incluyen “R2.3. Arquitectura

de un módulo de ejecución de la evaluación heurística”, mediante el siguiente enlace:

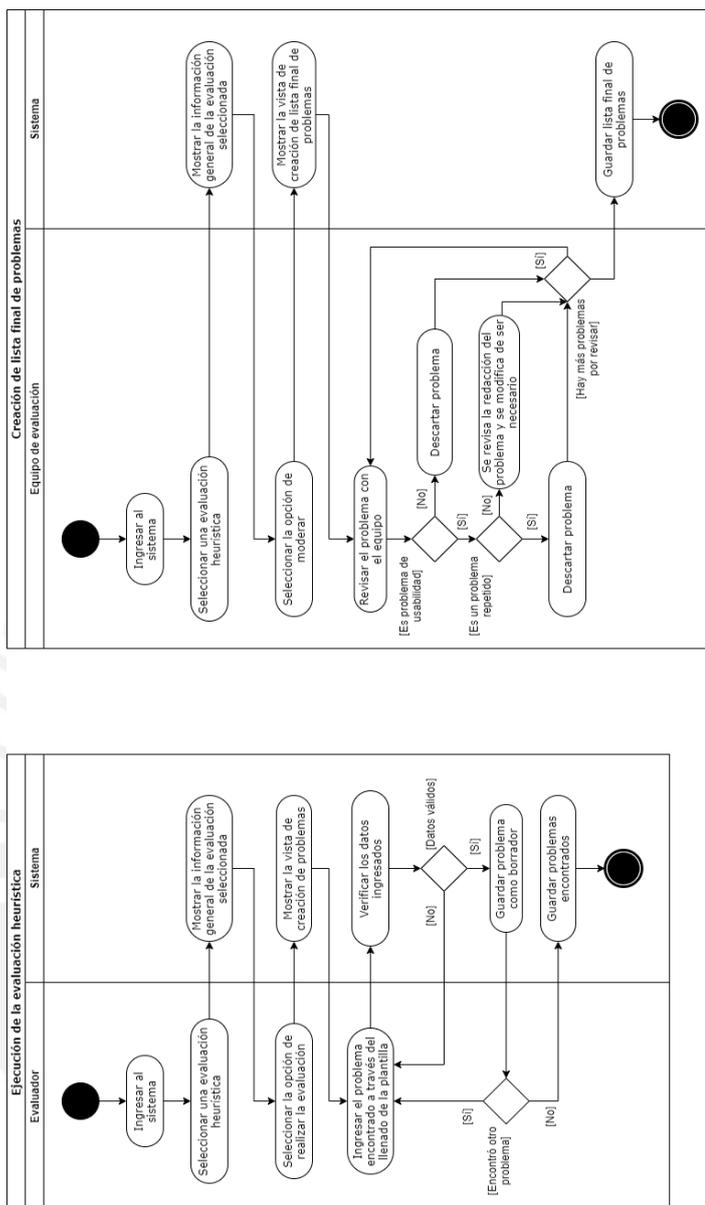
[https://drive.google.com/drive/folders/1qMIM2q7EdsT4fOTITISKG6DFHFkY6qc?usp=sha](https://drive.google.com/drive/folders/1qMIM2q7EdsT4fOTITISKG6DFHFkY6qc?usp=sharing)
ring

Anexo AB: Vista lógica del módulo de ejecución de la evaluación heurística

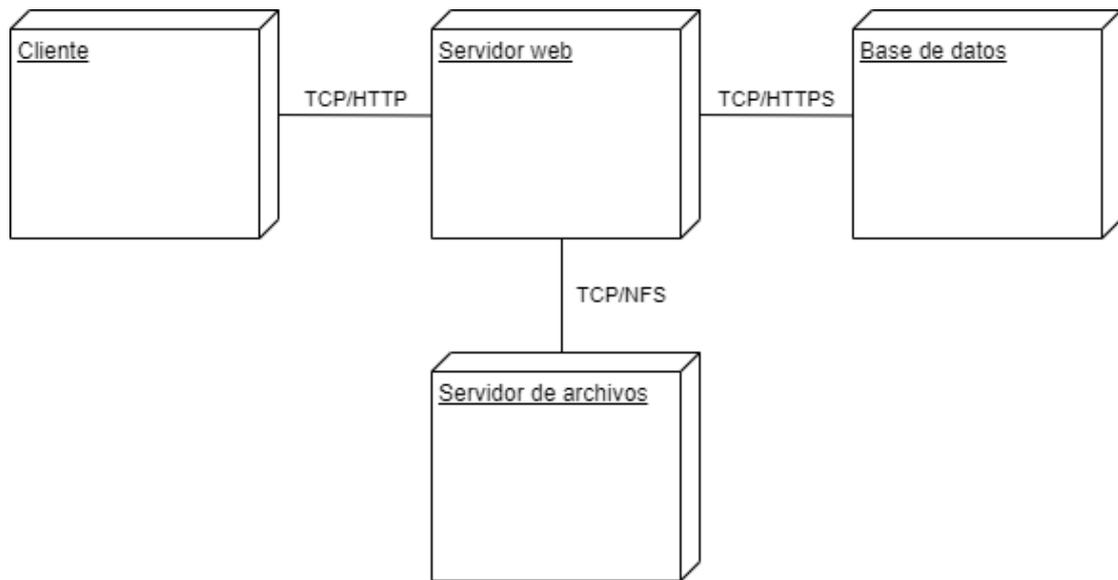


Fuente: Elaboración propia

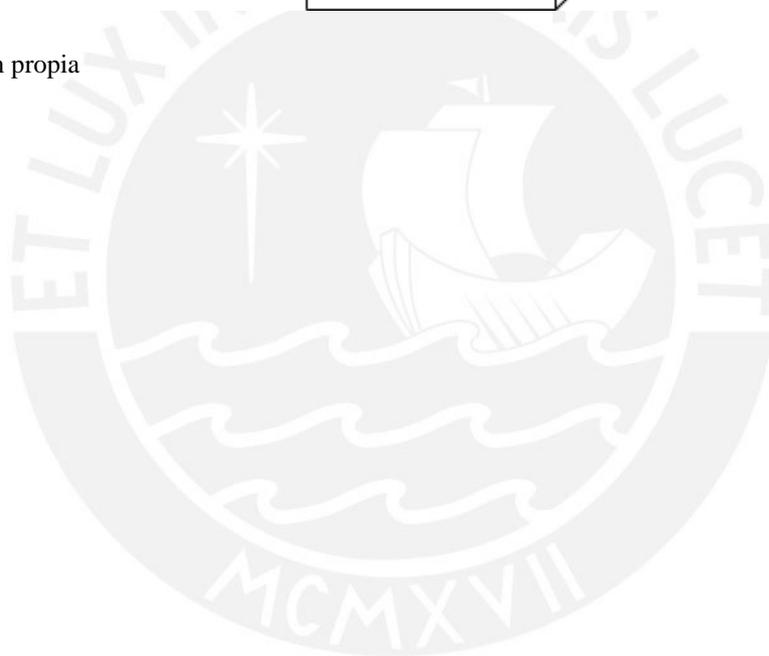
Anexo AC: Vista del proceso del módulo de ejecución de la evaluación heurística



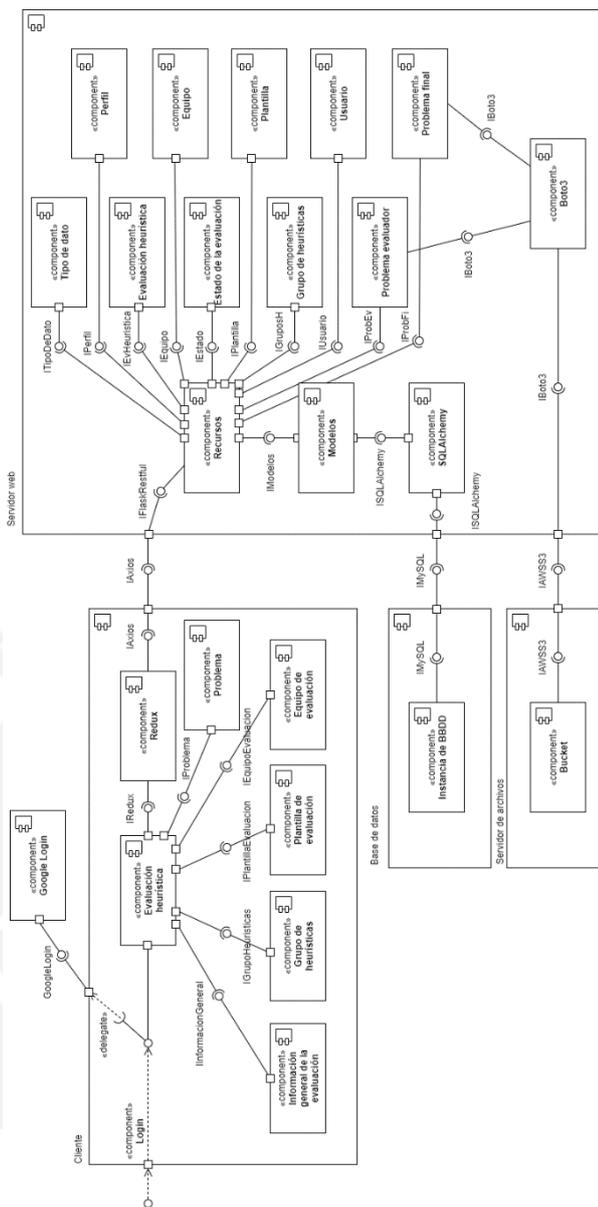
Fuente: Elaboración propia

Anexo AD: Vista física del módulo de ejecución de la evaluación heurística

Fuente: Elaboración propia

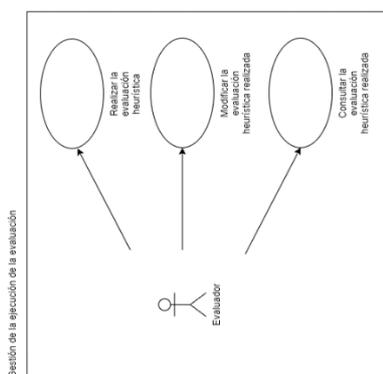
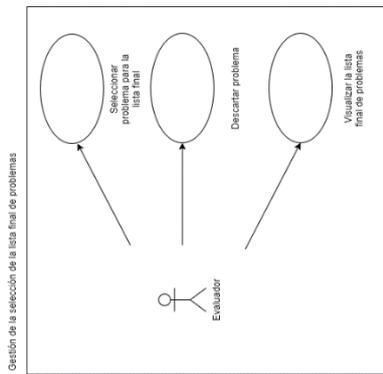
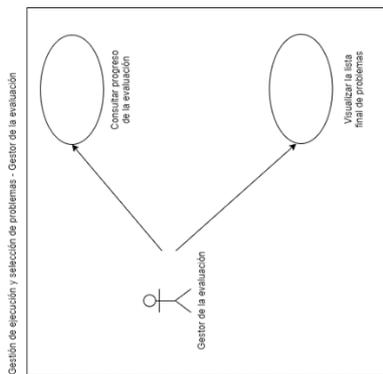
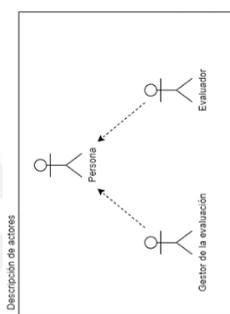


Anexo AE: Vista de desarrollo del módulo de ejecución de la evaluación heurística



Fuente: Elaboración propia

Anexo AF: Escenarios de módulo de ejecución de la evaluación heurística



Fuente: Elaboración propia

Anexo AG: Aprobación al 100% de los documentos de arquitectura obtenidos por un especialista en Ingeniería de Software (módulo de ejecución de la evaluación heurística)

Acta de confidencialidad

Yo, [REDACTED] **ACEPTO** participar en una entrevista supervisada por Adrian Enrique Lecaros Bao. Entiendo y estoy de acuerdo con las condiciones mencionadas en adelante.

1. Entiendo que la información obtenida en la entrevista solo se utilizará para propósitos académicos y/o de investigación, sin que mi identidad sea revelada.
2. Entiendo que puedo comunicar al supervisor de la entrevista, en cualquier momento, sobre algún malestar, molestia o inconformidad que pueda sentir durante la reunión, y que por tal motivo puedo abandonar la entrevista en cualquier momento.
3. Entiendo que la entrevista a realizar será grabada y que la grabación solo será utilizada para propósitos académicos y/o de investigación, sin que mi identidad sea revelada.
4. Entiendo que la entrevista tiene de motivo validar los contenidos correspondientes a dos resultados del objetivo *“Construir una aplicación web que automatice el proceso de evaluación heurística y solucione las dificultades de selección de heurísticas, ejecución y procesamiento de datos que afrontan los evaluadores de usabilidad”*. Los resultados a validar son los siguientes:
 - a. R2.1. Arquitectura de un módulo de selección de heurísticas
 - b. R2.3. Arquitectura de un módulo de ejecución de la evaluación heurística

Entiendo que al enviar este documento muestro **acepto** participar en la entrevista y muestro mi **conformidad** con los puntos mencionados anteriormente.

The screenshot shows a WhatsApp message interface. At the top, there is a header with a profile picture, the name 'to me', and the time 'Sat, 10 Apr, 11:39 (5 days ago)'. Below the header, there are language options: 'Spanish' and 'English', with a 'Translate message' link. The main body of the message contains the text: 'Estoy de acuerdo con el acta y considero que el 100% de la arquitectura es válida. Saludos cordiales. ... Saludos, [REDACTED]'. At the bottom, there is a document preview titled 'Acta de confidenci...' with a blue checkmark icon.

Acta de validación de resultado del proyecto de tesis “Implementación de una aplicación web de soporte al proceso formal de evaluaciones heurísticas”

Yo, [REDACTED] luego de participar de la entrevista supervisada por Adrian Enrique Lecaros Bao, muestro mi conformidad con los siguientes puntos que fueron presentados para la validación del resultado **R2.3. Arquitectura de un módulo de ejecución de la evaluación heurística**, perteneciente al objetivo “Construir una aplicación web que automatice el proceso de evaluación heurística y solucione las dificultades de selección de heurísticas, ejecución y procesamiento de datos que afrontan los evaluadores de usabilidad”:

1. Se presentó el documento de vista lógica a través de la explicación a detalle del diagrama de clases del módulo expuesto.
2. Se presentó el documento de vista del proceso a través de la explicación a detalle del diagrama de actividades del módulo expuesto.
3. Se presentó el documento de vista de desarrollo a través de la explicación a detalle del diagrama de componentes del módulo expuesto.
4. Se presentó el documento vista física a través de la explicación a detalle del diagrama de despliegue del módulo expuesto.
5. Se presentó el documento de escenarios a través de la explicación a detalle de los escenarios y casos de uso del módulo expuesto.
6. Se modeló correctamente cada uno de los documentos a través del uso de notaciones estándar para el modelado de arquitectura de software.
7. Se explicó claramente la relación entre la arquitectura y el proceso formal del cuál se basó, y cómo esta podrá ser utilizada como la base para la implementación exitosa del módulo a desarrollar.
8. Se expusieron adecuadamente los documentos y se respondieron claramente a las preguntas realizadas acerca de estos.
9. De haberse presentado observaciones de mejora sobre la arquitectura durante la entrevista, estas se resolvieron con éxito posteriormente.

Entiendo que al firmar este documento **otorgo mi validación al 100% del resultado** al confirmar que todos los puntos anteriores se cumplieron con éxito, según lo presentado en la entrevista.

Adrian Lecaros

Tesista

Dr. [REDACTED]

Especialista en Ing. de Software

Anexo AH: Cuadro resumido de los casos de prueba funcionales del módulo de ejecución de la evaluación heurística

ID caso de prueba	Escenario	Resultado esperado	Estado
PR-023	Realizar la evaluación heurística registrando un problema de usabilidad	Registrar con éxito un problema de usabilidad en la plantilla de evaluación	Pasó la prueba con éxito
PR-024	Modificar la evaluación heurística actualizando un problema de usabilidad	Modificar con éxito un problema de usabilidad mediante la plantilla de evaluación	Pasó la prueba con éxito
PR-025	Finalizar la evaluación	Guardar la evaluación con éxito incluyendo todos los problemas de usabilidad encontrados	Pasó la prueba con éxito
PR-026	Visualizar evaluación	Visualizar la evaluación heurística finalizada con todos los problemas encontrados	Pasó la prueba con éxito
PR-027	Aprobar un problema para la lista final	Registrar con éxito la decisión del equipo de aprobar un problema de usabilidad en la plantilla de evaluación y modificar campos para mejorar la redacción del problema	Pasó la prueba con éxito
PR-028	Rechazar un problema para la lista final	Registrar con éxito la decisión del equipo de rechazar un problema de usabilidad en la plantilla de evaluación	Pasó la prueba con éxito
PR-029	Finalizar moderación de problemas	Guardar la lista final de problemas con éxito incluyendo todos los problemas de usabilidad aprobados	Pasó la prueba con éxito
PR-030	Visualizar lista final de problemas (evaluador)	Visualizar la lista final de problemas con todos los problemas aprobados	Pasó la prueba con éxito
PR-031	Visualizar lista final de problemas (gestor de la evaluación)	Visualizar la lista final de problemas con todos los problemas aprobados	Pasó la prueba con éxito
PR-032	Visualizar progreso del equipo	Visualizar el progreso de todo el equipo de evaluación y visualizar el detalle de la evaluación de cada uno	Pasó la prueba con éxito
PR-033	Visualizar información del proceso formal de evaluación	Visualizar cada uno de los flujos del proceso formal que tiene como base el sistema	Pasó la prueba con éxito

Fuente: Elaboración propia

Anexo AI: Cuadro completo de los casos de prueba funcionales del módulo de ejecución de la evaluación heurística

El cuadro completo de los casos de prueba funcionales del módulo de ejecución de la evaluación heurística podrá ser revisado en el documento en formato Excel de nombre “R2.4. Casos de pruebas funcionales.xlsx”, que se podrá acceder, junto con las grabaciones de pantalla de cada uno de los casos probados mediante el siguiente enlace:

https://drive.google.com/drive/folders/1IeMhrymxhayNAXwy3z_nN3edw_UPxGRb?usp=sh

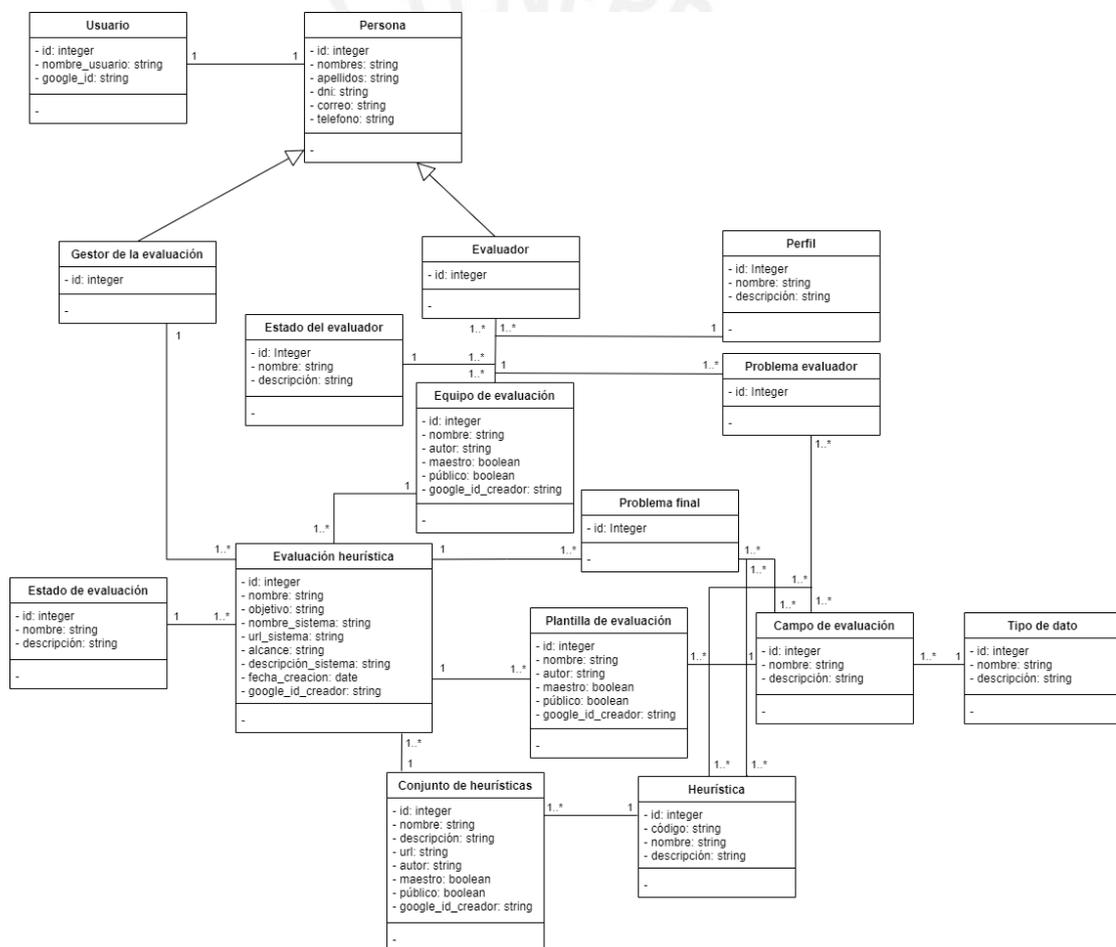
[aring](#)

Anexo AJ: Documentos de arquitectura del módulo de resultados y reportes

Los documentos de arquitectura del módulo de resultados y reportes podrán ser revisados en formato PDF, cuyos nombres de archivo incluyen “R2.5. Arquitectura de un módulo de resultados y reportes”, mediante el siguiente enlace:

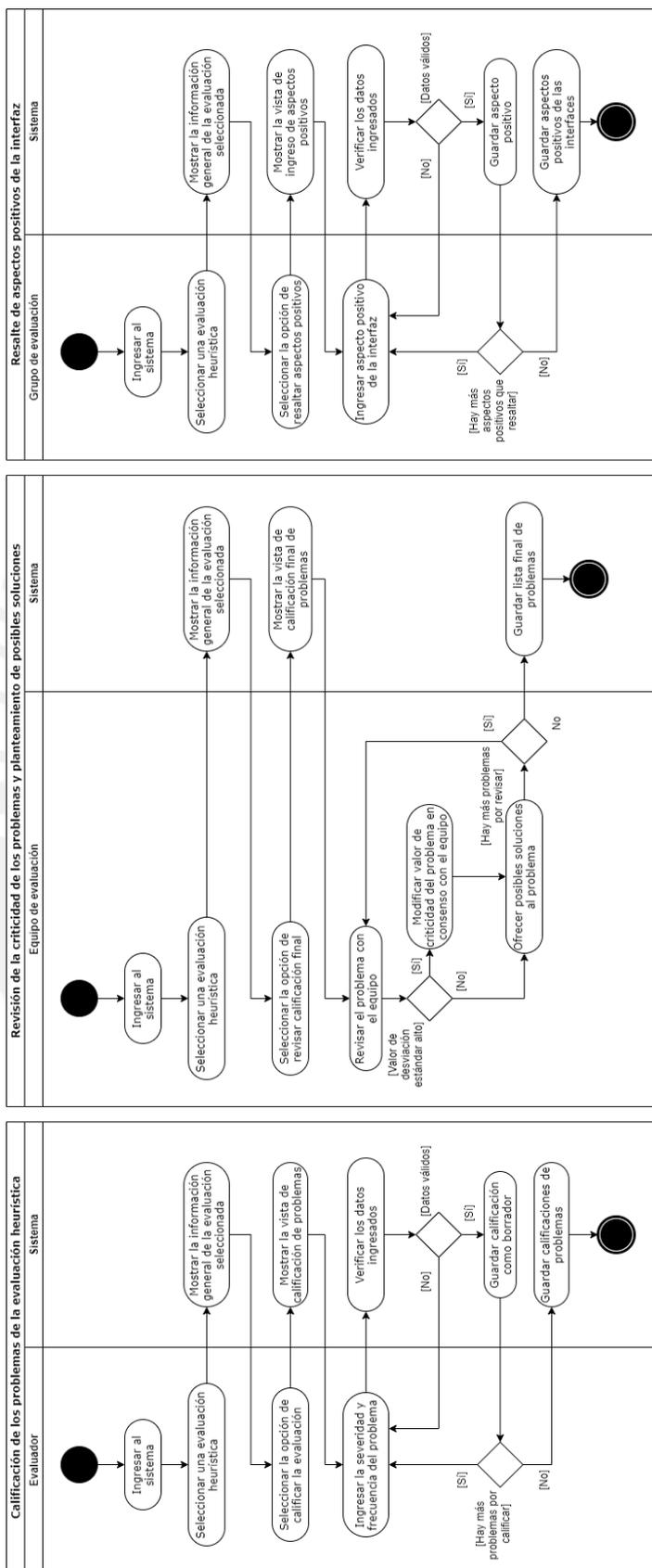
<https://drive.google.com/drive/folders/1we-uXT9NipUZGOjCufuMv8dHisD9PCEf?usp=sharing>

Anexo AK: Vista lógica del módulo de resultados y reportes

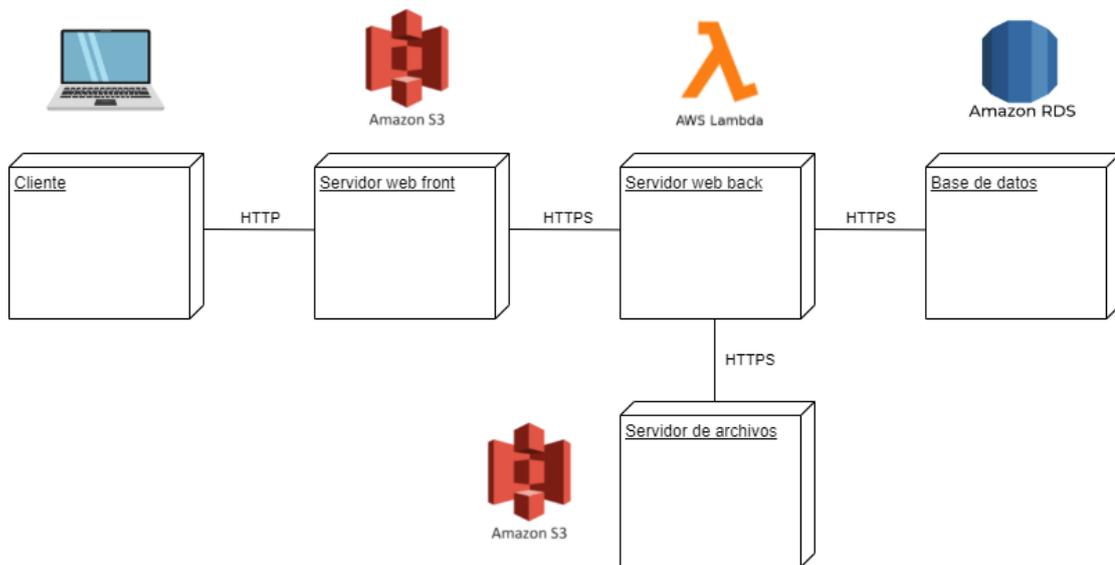


Fuente: Elaboración propia

Anexo AL: Vista del proceso del módulo de ejecución de resultados y reportes



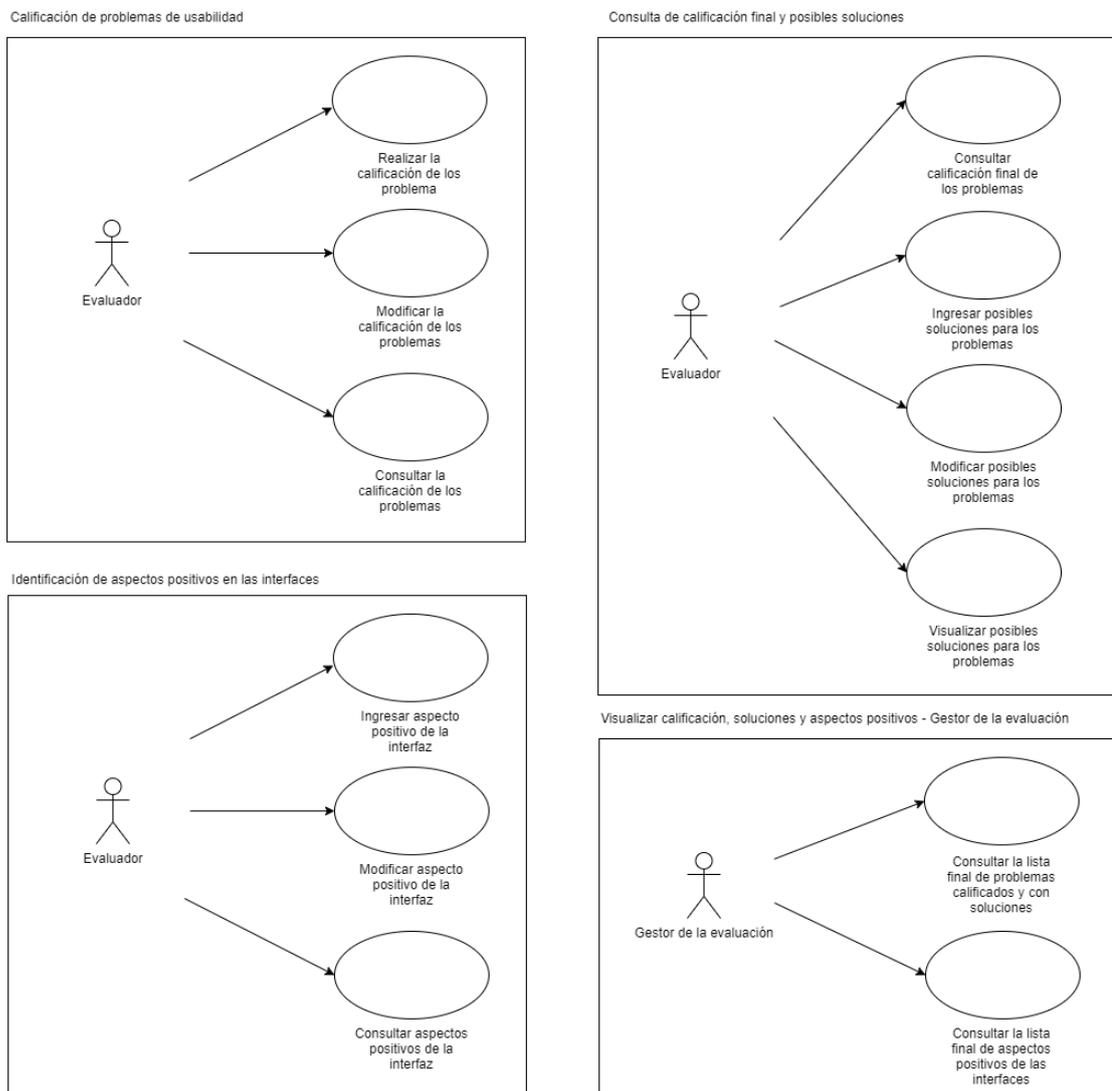
Fuente: Elaboración propia

Anexo AM: Vista física del módulo de resultados y reportes

Fuente: Elaboración propia



Anexo AO: Escenarios de módulo de resultados y reportes



Fuente: Elaboración propia

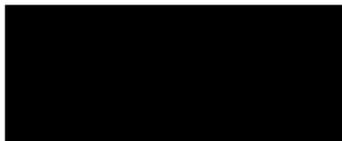
Anexo AP: Aprobación al 100% de los documentos de arquitectura obtenidos por un especialista en Ingeniería de Software (módulo de resultados y reportes)

Acta de confidencialidad

Yo,  **ACEPTO** participar en una entrevista supervisada por Adrian Enrique Lecaros Bao. Entiendo y estoy de acuerdo con las condiciones mencionadas en adelante.

1. Entiendo que la información obtenida en la entrevista solo se utilizará para propósitos académicos y/o de investigación, sin que mi identidad sea revelada.
2. Entiendo que puedo comunicar al supervisor de la entrevista, en cualquier momento, sobre algún malestar, molestia o inconformidad que pueda sentir durante la reunión, y que por tal motivo puedo abandonar la entrevista en cualquier momento.
3. Entiendo que la entrevista a realizar será grabada y que la grabación solo será utilizada para propósitos académicos y/o de investigación, sin que mi identidad sea revelada.
4. Entiendo que la entrevista tiene de motivo validar los contenidos correspondientes a un resultado del objetivo *"Construir una aplicación web que automatice el proceso de evaluación heurística y solucione las dificultades de selección de heurísticas, ejecución y procesamiento de datos que afrontan los evaluadores de usabilidad"*. El resultado a validar es el siguiente:
 - a. R2.5. Arquitectura de un módulo de resultados y reportes

Entiendo que al enviar este documento muestro **acepto** participar en la entrevista y muestro mi **conformidad** con los puntos mencionados anteriormente.



Acta de validación de resultado del proyecto de tesis "Implementación de una aplicación web de soporte al proceso formal de evaluaciones heurísticas"

Yo, [REDACTED] luego de participar de la entrevista supervisada por Adrian Enrique Lecaros Bao, muestro mi conformidad con los siguientes puntos que fueron presentados para la validación del resultado **R2.5. Arquitectura de un módulo de resultados y reportes**, perteneciente al objetivo "Construir una aplicación web que automatice el proceso de evaluación heurística y solucione las dificultades de selección de heurísticas, ejecución y procesamiento de datos que afrontan los evaluadores de usabilidad":

1. Se presentó el documento de vista lógica a través de la explicación a detalle del diagrama de clases del módulo expuesto.
2. Se presentó el documento de vista del proceso a través de la explicación a detalle del diagrama de actividades del módulo expuesto.
3. Se presentó el documento de vista de desarrollo a través de la explicación a detalle del diagrama de componentes del módulo expuesto.
4. Se presentó el documento vista física a través de la explicación a detalle del diagrama de despliegue del módulo expuesto.
5. Se presentó el documento de escenarios a través de la explicación a detalle de los escenarios y casos de uso del módulo expuesto.
6. Se modeló correctamente cada uno de los documentos a través del uso de notaciones estándar para el modelado de arquitectura de software.
7. Se explicó claramente la relación entre la arquitectura y el proceso formal del cuál se basó, y cómo esta podrá ser utilizada como la base para la implementación exitosa del módulo a desarrollar.
8. Se expusieron adecuadamente los documentos y se respondieron claramente a las preguntas realizadas acerca de estos.
9. De haberse presentado observaciones de mejora sobre la arquitectura durante la entrevista, estas se resolvieron con éxito posteriormente.

Entiendo que al firmar este documento **otorgo mi validación al 100% del resultado** al confirmar que todos los puntos anteriores se cumplieron con éxito, según lo presentado en la entrevista.

Adrian Lecaros

Tesista

Dr. [REDACTED]

Especialista en Ing. de Software

Anexo AQ: Cuadro resumen de los casos de prueba funcionales del módulo de resultados y reportes

ID caso de prueba	Escenario	Resultado esperado	Estado
PR-034	Realizar la calificación de un problema de usabilidad	Registrar con éxito la calificación de un problema de usabilidad	Pasó la prueba con éxito
PR-035	Modificar la calificación de un problema de usabilidad	Modificar con éxito la calificación de un problema de usabilidad	Pasó la prueba con éxito
PR-036	Finalizar la calificación de problemas de usabilidad	Guardar con éxito la calificación de todos los problemas de usabilidad	Pasó la prueba con éxito
PR-037	Visualizar la calificación de problemas de usabilidad	Visualizar la calificación realizada a todos los problemas de usabilidad	Pasó la prueba con éxito
PR-038	Visualizar la calificación promedio y desviación estándar de un problema de usabilidad	Visualizar con éxito los valores promedio y desviaciones estándar de la severidad, frecuencia y criticidad del problema	Pasó la prueba con éxito
PR-039	Ingresar posibles soluciones para un problema de usabilidad	Registrar con éxito posibles soluciones para un problema de usabilidad	Pasó la prueba con éxito
PR-040	Modificar posibles soluciones para un problema de usabilidad	Modificar con éxito posibles soluciones para un problema de usabilidad	Pasó la prueba con éxito
PR-041	Finalizar propuesta de posibles soluciones para problemas de usabilidad	Guardar con éxito las posibles soluciones de todos los problemas de usabilidad	Pasó la prueba con éxito
PR-042	Visualizar lista final de problemas y reportes (evaluador)	Visualizar la lista final de problemas con todos los problemas aprobados, calificados, con posibles soluciones y tanto con reportes en tablas como en gráficos	Pasó la prueba con éxito
PR-043	Visualizar lista final de problemas y reportes (gestor de la evaluación)	Visualizar la lista final de problemas con todos los problemas aprobados, calificados, con posibles soluciones y tanto con reportes en tablas como en gráficos	Pasó la prueba con éxito
PR-044	Ingresar un aspecto positivo de las interfaces revisadas	Registrar con éxito el aspecto positivo de las interfaces revisadas	Pasó la prueba con éxito
PR-045	Modificar un aspecto positivo de las interfaces revisadas	Modificar con éxito el aspecto positivo de las interfaces revisadas	Pasó la prueba con éxito
PR-046	Finalizar el resalte de aspectos positivos de las interfaces revisadas	Guardar con éxito todos los aspectos positivos de las interfaces revisadas	Pasó la prueba con éxito
PR-047	Visualizar los aspectos positivos de las interfaces (evaluador)	Visualizar los aspectos positivos de las interfaces con éxito	Pasó la prueba con éxito
PR-048	Visualizar los aspectos positivos de las interfaces (gestor de la evaluación)	Visualizar los aspectos positivos de las interfaces con éxito	Pasó la prueba con éxito
PR-049	Visualizar progreso del equipo	Visualizar el progreso de todo el equipo de evaluación y visualizar el detalle de la calificación realizada por cada uno	Pasó la prueba con éxito

Fuente: Elaboración propia

Anexo AR: Cuadro comparativo de los casos de prueba funcionales del módulo de resultados y reportes

El cuadro completo de los casos de prueba funcionales del módulo de resultados y reportes podrá ser revisado en el documento en formato Excel de nombre “R2.6. Casos de pruebas funcionales.xlsx”, que se podrá acceder, junto con las grabaciones de pantalla de cada uno de los casos probados mediante el siguiente enlace: https://drive.google.com/drive/folders/1vfEA6lWFfmRXwOLBGSs9rhJOyeTCCnVE?usp=s_haring

Anexo AS: Heurísticas para sitios web transaccionales

Resultado	Medio de verificación
F1	Visibilidad y Claridad de los Elementos del Sistema
F2	Visibilidad del Estado del Sistema
F3	Coincidencia entre el Sistema y los Aspectos Culturales del Usuario
F4	Retroalimentación sobre el Estado de una Transacción
F5	Alineamiento hacia los Estándares Web de Diseño
F6	Consistencia entre los Elementos del Sistema
F7	Simbología Estandarizada
F8	Diseño Estético y Minimalista
F9	Prevención, Reconocimiento y Recuperación de Errores
F10	Apropiada Flexibilidad y Eficacia de Uso
F11	Ayuda y Documentación
F12	Fiabilidad y Rapidez de las Transacciones
F13	Funcionalidad Correcta y Esperada
F14	Minimizar la Carga de Memoria
F15	Control y Libertad del Usuario

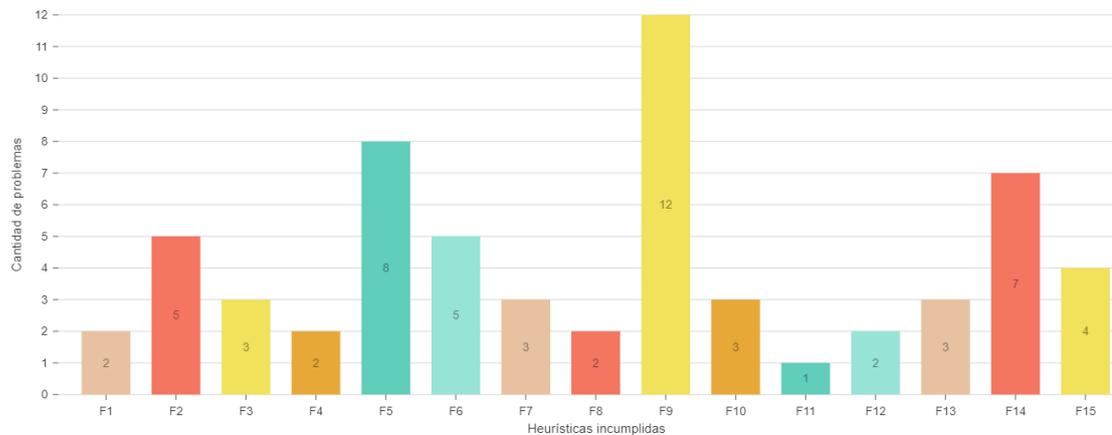
Fuente: Elaboración propia

Anexo AT: Plantilla genérica de evaluación heurística

Nombre del campo	Descripción
ID del problema	Identificador del problema encontrado
Definición del problema	Descripción del problema encontrado
Comentarios o explicaciones	Razones por las que se le considera un problema
Ejemplos de ocurrencia	¿En qué partes del sistema ocurre el problema?
Heurística(s) incumplida(s)	Mención de las heurísticas incumplidas
Capturas de pantalla	Pruebas visuales del error a través de capturas de pantalla

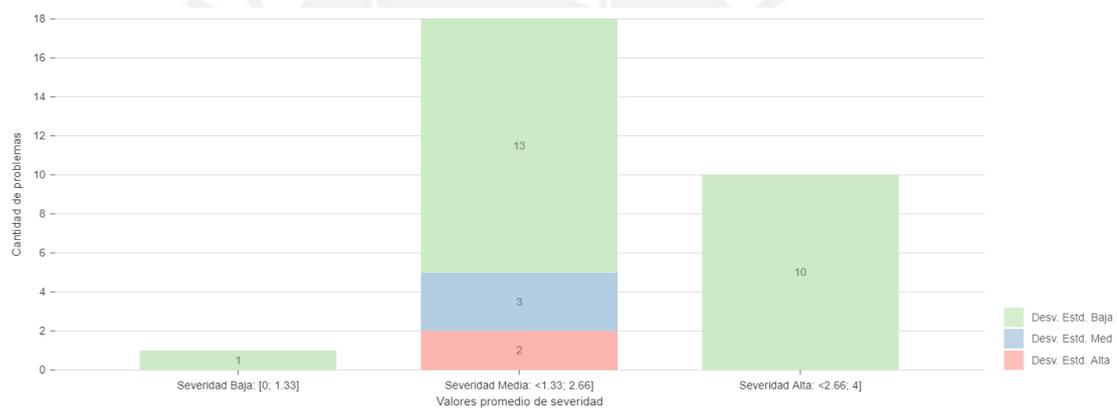
Fuente: Elaboración propia

Anexo AU: Heurísticas incumplidas vs. cantidad de problemas



Fuente: Elaboración propia

Anexo AV: Severidad promedio vs. Cantidad de problemas



Fuente: Elaboración propia

Anexo AW: Informe de las entrevistas realizadas a usuarios acerca del software propuesto

El informe de las entrevistas realizadas a usuarios acerca del software propuesto podrá ser revisado en el documento en formato PDF de nombre “R2.7. Informe de las entrevistas realizadas a usuarios acerca de la evaluación del software.pdf” que se podrá acceder mediante el siguiente enlace: https://drive.google.com/file/d/1-yraUJ8-R2bk_2i7L17nugg8fllE8-2H/view

Anexo AX: Contenido audiovisual para la elaboración del informe de evaluación

El contenido audiovisual para la elaboración del informe de evaluación podrá ser revisado en formato de video mediante el siguiente enlace:

<https://drive.google.com/drive/folders/1S7rJNrJftMiRSSCHrF17nNFbwmTEyORo?usp=sharing>



Anexo AY: Actas de confidencialidad de evaluadores que participaron en las entrevistas de evaluación al software propuesto

Acta de confidencialidad

Yo, [REDACTED], **ACEPTO** participar en una entrevista supervisada por Adrian Enrique Lecaros Bao. Entiendo y estoy de acuerdo con las condiciones mencionadas en adelante.

1. Entiendo que la información obtenida en la entrevista solo se utilizará para propósitos académicos y/o de investigación, sin que mi identidad sea revelada.
2. Entiendo que puedo comunicar al supervisor de la entrevista, en cualquier momento, sobre algún malestar, molestia o inconformidad que pueda sentir durante la reunión, y que por tal motivo puedo abandonar la entrevista en cualquier momento.
3. Entiendo que la entrevista a realizar será grabada y que la grabación solo será utilizada para propósitos académicos y/o de investigación, sin que mi identidad sea revelada.
4. Entiendo que la entrevista tiene de motivo ejecutar los contenidos correspondientes a un resultado del objetivo *“Construir una aplicación web que automatice el proceso de evaluación heurística y solucione las dificultades de selección de heurísticas, ejecución y procesamiento de datos que afrontan los evaluadores de usabilidad”*. El resultado a ejecutar es el siguiente:
 - a. R2.7. Informe de las entrevistas realizadas a usuarios acerca de la evaluación del software propuesto

Entiendo que al enviar este documento muestro **acepto** participar en la entrevista y muestro mi **conformidad** con los puntos mencionados anteriormente.



Adrian Lecaros

Tesista



Mg. [REDACTED]

Experto en usabilidad

Acta de confidencialidad

Yo, [REDACTED] **ACEPTO** participar en una entrevista supervisada por Adrian Enrique Lecaros Bao. Entiendo y estoy de acuerdo con las condiciones mencionadas en adelante.

1. Entiendo que la información obtenida en la entrevista solo se utilizará para propósitos académicos y/o de investigación, sin que mi identidad sea revelada.
2. Entiendo que puedo comunicar al supervisor de la entrevista, en cualquier momento, sobre algún malestar, molestia o inconformidad que pueda sentir durante la reunión, y que por tal motivo puedo abandonar la entrevista en cualquier momento.
3. Entiendo que la entrevista a realizar será grabada y que la grabación solo será utilizada para propósitos académicos y/o de investigación, sin que mi identidad sea revelada.
4. Entiendo que la entrevista tiene de motivo ejecutar los contenidos correspondientes a un resultado del objetivo *“Construir una aplicación web que automatice el proceso de evaluación heurística y solucione las dificultades de selección de heurísticas, ejecución y procesamiento de datos que afrontan los evaluadores de usabilidad”*. El resultado a ejecutar es el siguiente:
 - a. R2.7. Informe de las entrevistas realizadas a usuarios acerca de la evaluación del software propuesto

Entiendo que al enviar este documento muestro **acepto** participar en la entrevista y muestro mi **conformidad** con los puntos mencionados anteriormente.



Adrian Lecaros
Tesista



[REDACTED]
Experto en usabilidad

Acta de confidencialidad

Yo, [REDACTED], **ACEPTO** participar en una entrevista supervisada por Adrian Enrique Lecaros Bao. Entiendo y estoy de acuerdo con las condiciones mencionadas en adelante.

1. Entiendo que la información obtenida en la entrevista solo se utilizará para propósitos académicos y/o de investigación, sin que mi identidad sea revelada.
2. Entiendo que puedo comunicar al supervisor de la entrevista, en cualquier momento, sobre algún malestar, molestia o inconformidad que pueda sentir durante la reunión, y que por tal motivo puedo abandonar la entrevista en cualquier momento.
3. Entiendo que la entrevista a realizar será grabada y que la grabación solo será utilizada para propósitos académicos y/o de investigación, sin que mi identidad sea revelada.
4. Entiendo que la entrevista tiene de motivo ejecutar los contenidos correspondientes a un resultado del objetivo *“Construir una aplicación web que automatice el proceso de evaluación heurística y solucione las dificultades de selección de heurísticas, ejecución y procesamiento de datos que afrontan los evaluadores de usabilidad”*. El resultado a ejecutar es el siguiente:
 - a. R2.7. Informe de las entrevistas realizadas a usuarios acerca de la evaluación del software propuesto

Entiendo que al enviar este documento muestro **acepto** participar en la entrevista y muestro mi **conformidad** con los puntos mencionados anteriormente.



Adrian Lecaros
Tesista



Mg. [REDACTED]
Experto en usabilidad

Anexo AZ: Documento que contiene el diseño del caso de estudio

El informe de las entrevistas realizadas a usuarios acerca del software propuesto podrá ser revisado en el documento en formato PDF de nombre “R2.7. Informe de las entrevistas realizadas a usuarios acerca de la evaluación del software.pdf” que se podrá acceder mediante el siguiente enlace:

<https://drive.google.com/file/d/101RW4j5faaIsrsXVbCkRTTYWWv07JXPo/view>

Anexo BA: Aprobación al 100% del documento de diseño del caso de estudio por un especialista en HCI

Acta de confidencialidad

Yo, [REDACTED] **ACEPTO** participar en una entrevista supervisada por Adrian Enrique Lecaros Bao. Entiendo y estoy de acuerdo con las condiciones mencionadas en adelante.

1. Entiendo que la información obtenida en la entrevista solo se utilizará para propósitos académicos y/o de investigación, sin que mi identidad sea revelada.
2. Entiendo que puedo comunicar al supervisor de la entrevista, en cualquier momento, sobre algún malestar, molestia o inconformidad que pueda sentir durante la reunión, y que por tal motivo puedo abandonar la entrevista en cualquier momento.
3. Entiendo que la entrevista a realizar será grabada y que la grabación solo será utilizada para propósitos académicos y/o de investigación, sin que mi identidad sea revelada.
4. Entiendo que la entrevista tiene de motivo validar los contenidos correspondientes a un resultado del objetivo *“Construir una aplicación web que automatice el proceso de evaluación heurística y solucione las dificultades de selección de heurísticas, ejecución y procesamiento de datos que afrontan los evaluadores de usabilidad”*. El resultado a validar es el siguiente:
 - a. R3.1. Diseño del caso de estudio comparativo y de los instrumentos de validación

Entiendo que al enviar este documento muestro **acepto** participar en la entrevista y muestro mi **conformidad** con los puntos mencionados anteriormente.

Adrian Lecaros

Tesista

PhD.

Especialista en HCI

Acta de validación de resultado del proyecto de tesis “Implementación de una aplicación web de soporte al proceso formal de evaluaciones heurísticas”

Yo, [REDACTED], luego de participar de la entrevista supervisada por Adrian Enrique Lecaros Bao, muestro mi conformidad con los siguientes puntos que fueron presentados para la validación del resultado **R3.1. Diseño del caso de estudio comparativo y de los instrumentos de validación**, perteneciente al objetivo “Construir una aplicación web que automatice el proceso de evaluación heurística y solucione las dificultades de selección de heurísticas, ejecución y procesamiento de datos que afrontan los evaluadores de usabilidad”:

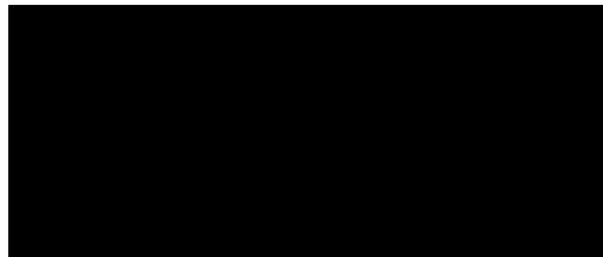
1. Se presentó un caso de estudio que permita realizar una comparación entre herramientas que se utilicen como soporte al proceso formal de evaluación heurística.
2. Se comprendió con claridad el caso de estudio presentado.
3. Se considera que el caso de estudio permitirá realizar una comparación imparcial de cada herramienta a evaluar.
4. Se considera que los criterios de percepción son adecuados para realizar la comparación.
5. Se expuso adecuadamente el caso de estudio y se respondieron claramente a las preguntas realizadas acerca de este.

Entiendo que al firmar este documento **otorgo mi validación al 100% del resultado** al confirmar que todos los puntos anteriores se cumplieron con éxito, según lo presentado en la entrevista.



Adrian Lecaros

Tesista



PhD [REDACTED]

Especialista en HCI

Anexo BB: Plantilla empleada para realizar la evaluación heurística

La plantilla empleada para realizar la evaluación heurística podrá ser revisada en el documento en formato Excel de nombre “R3.2. Plantilla para evaluación heurística a Linio Perú.xlsx” que se podrá acceder mediante el siguiente enlace: https://drive.google.com/file/d/1-1QENk4df1_wwag_ft_uYBT-xNFWVV4/view

Anexo BC: Resultados de las encuestas de percepción realizadas a los evaluadores

Los resultados de las encuestas de percepción realizadas a los evaluadores podrán ser revisadas en formato *Google Forms* y *Sheets* mediante el siguiente enlace:
https://drive.google.com/drive/folders/1cJf5T_UmBo3bTBVddEVKOe2FCE0A0IFo?usp=sharing

Anexo BD: Documento que contiene el reporte de los resultados obtenidos de la ejecución del escenario de validación

El reporte de los resultados obtenidos de la ejecución del escenario de validación podrá ser revisado en el documento en formato PDF de nombre “R3.2. Reporte de los resultados obtenidos de la ejecución del escenario de validación.pdf” que se podrá acceder mediante el siguiente enlace:
https://drive.google.com/file/d/13E13kIg_c35FZA_zbb2bf_1AqMB6TFoK/view

Anexo BE: Contenido audiovisual para la elaboración del reporte de los resultados obtenidos

El contenido audiovisual para la elaboración del informe de evaluación podrá ser revisado en formato de video mediante el siguiente enlace:
<https://drive.google.com/drive/folders/1GRtMqIIwFKMCTvbvxEXpph8gA9ZtqkMu?usp=sharing>

Anexo BF: Actas de confidencialidad de los evaluadores que formaron parte de los equipos del caso de estudio

Acta de confidencialidad

Yo, [REDACTED] **ACEPTO** participar en una entrevista supervisada por Adrian Enrique Lecaros Bao. Entiendo y estoy de acuerdo con las condiciones mencionadas en adelante.

1. Entiendo que la información obtenida en la entrevista solo se utilizará para propósitos académicos y/o de investigación, sin que mi identidad sea revelada.
2. Entiendo que puedo comunicar al supervisor de la entrevista, en cualquier momento, sobre algún malestar, molestia o inconformidad que pueda sentir durante la reunión, y que por tal motivo puedo abandonar la entrevista en cualquier momento.
3. Entiendo que la entrevista a realizar será grabada y que la grabación solo será utilizada para propósitos académicos y/o de investigación, sin que mi identidad sea revelada.
4. Entiendo que la entrevista tiene de motivo ejecutar los contenidos correspondientes a un resultado del objetivo *"Construir una aplicación web que automatice el proceso de evaluación heurística y solucione las dificultades de selección de heurísticas, ejecución y procesamiento de datos que afrontan los evaluadores de usabilidad"*. El resultado a ejecutar es el siguiente:
 - a. R3.2. Reporte de los resultados obtenidos de la ejecución del escenario de validación.

Entiendo que al enviar este documento muestro **acepto** participar en la entrevista y muestro mi **conformidad** con los puntos mencionados anteriormente.



Adrian Lecaros

Tesista



BSc [REDACTED]

Experto en usabilidad

Acta de confidencialidad

Yo, [REDACTED], **ACEPTO** participar en una entrevista supervisada por Adrian Enrique Lecaros Bao. Entiendo y estoy de acuerdo con las condiciones mencionadas en adelante.

1. Entiendo que la información obtenida en la entrevista solo se utilizará para propósitos académicos y/o de investigación, sin que mi identidad sea revelada.
2. Entiendo que puedo comunicar al supervisor de la entrevista, en cualquier momento, sobre algún malestar, molestia o inconformidad que pueda sentir durante la reunión, y que por tal motivo puedo abandonar la entrevista en cualquier momento.
3. Entiendo que la entrevista a realizar será grabada y que la grabación solo será utilizada para propósitos académicos y/o de investigación, sin que mi identidad sea revelada.
4. Entiendo que la entrevista tiene de motivo ejecutar los contenidos correspondientes a un resultado del objetivo *“Construir una aplicación web que automatice el proceso de evaluación heurística y solucione las dificultades de selección de heurísticas, ejecución y procesamiento de datos que afrontan los evaluadores de usabilidad”*. El resultado a ejecutar es el siguiente:
 - a. R3.2. Reporte de los resultados obtenidos de la ejecución del escenario de validación.

Entiendo que al enviar este documento muestro **acepto** participar en la entrevista y muestro mi **conformidad** con los puntos mencionados anteriormente.



Adrian Lecaros

Tesista





Experto en usabilidad

Acta de confidencialidad

Yo, [REDACTED] **ACEPTO** participar en una entrevista supervisada por Adrian Enrique Lecaros Bao. Entiendo y estoy de acuerdo con las condiciones mencionadas en adelante.

1. Entiendo que la información obtenida en la entrevista solo se utilizará para propósitos académicos y/o de investigación, sin que mi identidad sea revelada.
2. Entiendo que puedo comunicar al supervisor de la entrevista, en cualquier momento, sobre algún malestar, molestia o inconformidad que pueda sentir durante la reunión, y que por tal motivo puedo abandonar la entrevista en cualquier momento.
3. Entiendo que la entrevista a realizar será grabada y que la grabación solo será utilizada para propósitos académicos y/o de investigación, sin que mi identidad sea revelada.
4. Entiendo que la entrevista tiene de motivo ejecutar los contenidos correspondientes a un resultado del objetivo *“Construir una aplicación web que automatice el proceso de evaluación heurística y solucione las dificultades de selección de heurísticas, ejecución y procesamiento de datos que afrontan los evaluadores de usabilidad”*. El resultado a ejecutar es el siguiente:
 - a. R3.2. Reporte de los resultados obtenidos de la ejecución del escenario de validación.

Entiendo que al enviar este documento muestro **acepto** participar en la entrevista y muestro mi **conformidad** con los puntos mencionados anteriormente.



Adrian Lecaros

Tesista



Ing. [REDACTED]

Experto en usabilidad

Acta de confidencialidad

Yo, [REDACTED] **ACEPTO** participar en una entrevista supervisada por Adrian Enrique Lecaros Bao. Entiendo y estoy de acuerdo con las condiciones mencionadas en adelante.

1. Entiendo que la información obtenida en la entrevista solo se utilizará para propósitos académicos y/o de investigación, sin que mi identidad sea revelada.
2. Entiendo que puedo comunicar al supervisor de la entrevista, en cualquier momento, sobre algún malestar, molestia o inconformidad que pueda sentir durante la reunión, y que por tal motivo puedo abandonar la entrevista en cualquier momento.
3. Entiendo que la entrevista a realizar será grabada y que la grabación solo será utilizada para propósitos académicos y/o de investigación, sin que mi identidad sea revelada.
4. Entiendo que la entrevista tiene de motivo ejecutar los contenidos correspondientes a un resultado del objetivo *“Construir una aplicación web que automatice el proceso de evaluación heurística y solucione las dificultades de selección de heurísticas, ejecución y procesamiento de datos que afrontan los evaluadores de usabilidad”*. El resultado a ejecutar es el siguiente:
 - a. R3.2. Reporte de los resultados obtenidos de la ejecución del escenario de validación.

Entiendo que al enviar este documento muestro **acepto** participar en la entrevista y muestro mi **conformidad** con los puntos mencionados anteriormente.



Adrian Lecaros

Tesista



Br. [REDACTED]

Experto en usabilidad

Acta de confidencialidad

Yo, [REDACTED] **ACEPTO** participar en una entrevista supervisada por Adrian Enrique Lecaros Bao. Entiendo y estoy de acuerdo con las condiciones mencionadas en adelante.

1. Entiendo que la información obtenida en la entrevista solo se utilizará para propósitos académicos y/o de investigación, sin que mi identidad sea revelada.
2. Entiendo que puedo comunicar al supervisor de la entrevista, en cualquier momento, sobre algún malestar, molestia o inconformidad que pueda sentir durante la reunión, y que por tal motivo puedo abandonar la entrevista en cualquier momento.
3. Entiendo que la entrevista a realizar será grabada y que la grabación solo será utilizada para propósitos académicos y/o de investigación, sin que mi identidad sea revelada.
4. Entiendo que la entrevista tiene de motivo ejecutar los contenidos correspondientes a un resultado del objetivo *“Construir una aplicación web que automatice el proceso de evaluación heurística y solucione las dificultades de selección de heurísticas, ejecución y procesamiento de datos que afrontan los evaluadores de usabilidad”*. El resultado a ejecutar es el siguiente:
 - a. R3.2. Reporte de los resultados obtenidos de la ejecución del escenario de validación.

Entiendo que al enviar este documento muestro **acepto** participar en la entrevista y muestro mi **conformidad** con los puntos mencionados anteriormente.



Adrian Lecaros

Tesista



Experto en usabilidad

Acta de confidencialidad

Yo, [REDACTED], **ACEPTO** participar en una entrevista supervisada por Adrian Enrique Lecaros Bao. Entiendo y estoy de acuerdo con las condiciones mencionadas en adelante.

1. Entiendo que la información obtenida en la entrevista solo se utilizará para propósitos académicos y/o de investigación, sin que mi identidad sea revelada.
2. Entiendo que puedo comunicar al supervisor de la entrevista, en cualquier momento, sobre algún malestar, molestia o inconformidad que pueda sentir durante la reunión, y que por tal motivo puedo abandonar la entrevista en cualquier momento.
3. Entiendo que la entrevista a realizar será grabada y que la grabación solo será utilizada para propósitos académicos y/o de investigación, sin que mi identidad sea revelada.
4. Entiendo que la entrevista tiene de motivo ejecutar los contenidos correspondientes a un resultado del objetivo *“Construir una aplicación web que automatice el proceso de evaluación heurística y solucione las dificultades de selección de heurísticas, ejecución y procesamiento de datos que afrontan los evaluadores de usabilidad”*. El resultado a ejecutar es el siguiente:
 - a. R3.2. Reporte de los resultados obtenidos de la ejecución del escenario de validación.

Entiendo que al enviar este documento muestro **acepto** participar en la entrevista y muestro mi **conformidad** con los puntos mencionados anteriormente.



Adrian Lecaros

Tesista



BSc [REDACTED]

Experto en usabilidad