



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

ESCUELA DE POSGRADO



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

“HEURÍSTICAS DE USABILIDAD PARA SITIOS WEB TRANSACCIONALES”

Tesis para optar el grado de Magíster en Informática con mención en
Ingeniería de Software

AUTOR

FREDDY ALBERTO PAZ ESPINOZA

ASESORES

DR. JOSÉ ANTONIO POW SANG PORTILLO

DR. ALEXANDRU CRISTIAN RUSU

JURADO

DR. ARTURO MANUEL NAKASONE NAKANDAKARI

Mg. CLAUDIA MARÍA DEL PILAR ZAPATA DEL RIO

DR. JOSÉ ANTONIO POW SANG PORTILLO

DR. ALEXANDRU CRISTIAN RUSU

LIMA - PERÚ

2013

RESUMEN

El presente trabajo de investigación muestra cómo las heurísticas más reconocidas y utilizadas en la actualidad para evaluar el nivel de usabilidad de sitios Web transaccionales presentan falencias e inducen a errores en los resultados, motivo por el cual se determina que las actuales heurísticas ya no son instrumentos apropiados y fiables para evaluar esta característica de calidad en las nuevas y emergentes categorías de aplicaciones de software.

Este hecho ha sido el móvil para plantear la siguiente interrogante como tema de investigación: *¿Qué elementos esenciales deberían considerarse en la elaboración de un nuevo conjunto de principios heurísticos de evaluación que permitan medir con mayor precisión el nivel de usabilidad de un sitio Web transaccional?*

Para solucionar la problemática descrita en párrafos anteriores, se elaboró una propuesta metodológica basada en el análisis de datos de distintos casos de estudio que como resultado presentan un conjunto de principios heurísticos, los cuales han sido desarrollados considerando que pueden ser utilizados por evaluadores con distintos niveles de experticia en evaluaciones de usabilidad.

El objetivo de este nuevo conjunto de heurísticas de usabilidad propuesto estuvo orientado a la obtención de principios que sean entendibles, fáciles de utilizar y que a su vez permitan realizar de forma efectiva evaluaciones de usabilidad de Sitios Web Transaccionales. La metodología propuesta está enmarcada básicamente en la mejora del actual instrumento de evaluación propuesto por Jakob Nielsen y otros aspectos que han sido tomados de la literatura.

El alcance de la investigación se enmarca dentro del paradigma mixto debido a que la primera fase del trabajo se centró en demostrar la existencia de la problemática planteada a través de un análisis cualitativo de la evidencia obtenida en estudios de casos y en la elaboración de la propuesta heurística de evaluación que cubre aquellos aspectos que no están siendo considerados en la actualidad. Posteriormente, la realización de una evaluación heurística ha permitido validar mediante la aplicación en la práctica, la nueva propuesta desarrollada por el autor del trabajo de investigación; con lo que se consolida un nuevo conocimiento que aporta al bagaje cultural de la ciencia.

Palabras claves: usabilidad, sitios web transaccionales, propuesta heurística de evaluación.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. DISCUSIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	1
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	2
2. DEFINICIÓN DEL PROYECTO.....	4
2.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO	4
2.1.1. <i>Objetivo General</i>	4
2.1.2. <i>Objetivos Específicos</i>	4
2.2. JUSTIFICACIÓN	4
2.3. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	5
2.4. PLAN DE TRABAJO	5
3. INGENIERÍA WEB.....	8
3.1. SITIOS WEB	8
3.2. CLASIFICACIÓN DE LOS SITIOS WEB	9
4. USABILIDAD	10
4.1. DEFINICIÓN ISO 9241-11.....	10
4.2. DEFINICIÓN ISO/IEC 9126	10
4.3. DEFINICIÓN DE JAKOB NIELSEN	10
4.4. CARACTERÍSTICAS DE USABILIDAD.....	11
4.5. PARADIGMAS DE USABILIDAD	11
5. EVALUACIÓN DE USABILIDAD.....	12
5.1. CONCEPTO.....	12
5.2. IMPORTANCIA DE LAS EVALUACIONES DE USABILIDAD.....	12
5.3. FACTORES ESTRATÉGICOS DE USABILIDAD	13
6. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE USABILIDAD	14
6.1. TIPOS DE MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE USABILIDAD	14
6.1.1. <i>Métodos de Inspección de Usabilidad</i>	14
6.1.2. <i>Pruebas de Usabilidad</i>	14
7. EVALUACIÓN HEURÍSTICA	15
7.1. PROCESO DE EVALUACIÓN HEURÍSTICA.....	15
7.2. PROTOCOLO DE EVALUACIÓN	15

8.	PRINCIPIOS HEURÍSTICOS DE USABILIDAD DE JAKOB NIELSEN.....	17
9.	CASOS DE ESTUDIO	18
9.1.	RECURSOS DE INVESTIGACIÓN.....	18
9.1.1.	<i>Grupo de Investigación UseCV</i>	<i>18</i>
9.1.2.	<i>Estudiantes de Pregrado de Ingeniería de la Usabilidad.....</i>	<i>18</i>
9.2.	JUSTIFICACIÓN DE LOS CASOS DE ESTUDIO.....	19
9.3.	CASO DE ESTUDIO: HOTELCLUB.COM - EVALUACIÓN HEURÍSTICA	19
9.1.3.	<i>Resultados: Dificultades de Asociación</i>	<i>19</i>
9.1.4.	<i>Análisis de los Resultados.....</i>	<i>20</i>
9.1.5.	<i>Resultados: Errores de Asociación.....</i>	<i>20</i>
9.4.	CASO DE ESTUDIO: BOOKING.COM – ENCUESTA DE PERCEPCIÓN.....	21
9.2.1.	<i>Justificación de los Constructos.....</i>	<i>21</i>
9.2.2.	<i>Resultados</i>	<i>23</i>
9.2.3.	<i>Modelo de Percepción.....</i>	<i>24</i>
10.	PROPUESTA DE HEURÍSTICAS DE USABILIDAD PARA SITIOS WEB TRANSACCIONALES	26
10.1.	JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA	26
10.1.1.	<i>Visibilidad y Claridad de los Elementos del Sistema.....</i>	<i>26</i>
10.1.2.	<i>Visibilidad del Estado del Sistema</i>	<i>27</i>
10.1.3.	<i>Coincidencia entre el Sistema y el Aspecto Cultural del Usuario.....</i>	<i>27</i>
10.1.4.	<i>Retroalimentación sobre el Estado de una Transacción.....</i>	<i>27</i>
10.1.5.	<i>Alineamiento hacia los Estándares</i>	<i>28</i>
10.1.6.	<i>Consistencia entre los Elementos del Sistema.....</i>	<i>28</i>
10.1.7.	<i>Simbología Estandarizada.....</i>	<i>28</i>
10.1.8.	<i>Diseño Estético y Minimalista</i>	<i>29</i>
10.1.9.	<i>Prevención, Reconocimiento y Recuperación de Errores.....</i>	<i>29</i>
10.1.10.	<i>Apropiada Flexibilidad y Eficacia de Uso.....</i>	<i>29</i>
10.1.11.	<i>Ayuda y Documentación.....</i>	<i>30</i>
10.1.12.	<i>Fiabilidad y Rapidez de las Transacciones.....</i>	<i>30</i>
10.1.13.	<i>Funcionalidad Correcta y Esperada.....</i>	<i>30</i>
10.1.14.	<i>Minimizar la Carga de Memoria.....</i>	<i>30</i>
10.1.15.	<i>Control y Libertad del Usuario.....</i>	<i>30</i>
10.2.	PLANTILLA DETALLADA	31
10.2.1.	<i>Visibilidad y Claridad de los Elementos del Sistema.....</i>	<i>31</i>
10.2.2.	<i>Visibilidad del Estado del Sistema</i>	<i>31</i>
10.2.3.	<i>Coincidencia entre el Sistema y los Aspectos Culturales del Usuario</i>	<i>32</i>

10.2.4.	<i>Retroalimentación sobre el Estado de una Transacción</i>	32
10.2.5.	<i>Alineamiento hacia los Estándares</i>	33
10.2.6.	<i>Consistencia entre los Elementos del Sistema</i>	33
10.2.7.	<i>Simbología Estandarizada</i>	34
10.2.8.	<i>Diseño Estético y Minimalista</i>	34
10.2.9.	<i>Prevención, Reconocimiento y Recuperación de Errores</i>	34
10.2.10.	<i>Apropiada Flexibilidad y Eficacia de Uso</i>	35
10.2.11.	<i>Ayuda y Documentación</i>	35
10.2.12.	<i>Fiabilidad y Rapidez de las Transacciones</i>	36
10.2.13.	<i>Funcionalidad Correcta y Esperada</i>	36
10.2.14.	<i>Minimizar la Carga de Memoria</i>	36
10.2.15.	<i>Control y Libertad del Usuario</i>	37
10.3.	MAPEO ENTRE LAS HEURÍSTICAS DE NIELSEN Y LAS HEURÍSTICAS PROPUESTAS	38
11.	VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA	39
11.1.	CASO DE ESTUDIO: HOTELCLUB.COM.....	41
11.1.1.	<i>Evaluación basada en Heurísticas de Nielsen</i>	41
11.1.2.	<i>Evaluación basada en la Nueva Propuesta</i>	43
11.1.3.	<i>Análisis Comparativo de Resultados</i>	45
12.	TRABAJOS FUTUROS	49
13.	CONCLUSIONES	50
	REFERENCIAS	52
	ANEXOS	54
A1.	LISTA ÚNICA DE PROBLEMAS: CASO HOTELCLUB.COM	54
A2.	ENCUESTA DE PERCEPCIÓN: CASO BOOKING.COM	59
A3.	LISTA ÚNICA DE PROBLEMAS UTILIZANDO LAS HEURÍSTICAS DE NIELSEN – ETAPA DE VALIDACIÓN	62
A3.1.	<i>Lista de Problemas del Informe N° 1</i>	62
A3.2.	<i>Lista de Problemas del Informe N° 2</i>	64
A3.3.	<i>Lista de Problemas del Informe N° 3</i>	66
A4.	LISTA ÚNICA DE PROBLEMAS UTILIZANDO LA NUEVA PROPUESTA DE HEURÍSTICAS – ETAPA DE VALIDACIÓN	69

INDICE DE FIGURAS

FIG. 9.2.3.1. MODELO DE PERCEPCIÓN DE HEURÍSTICAS DE USABILIDAD 25

FIG. 11.1: DISEÑO DEL ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE HEURÍSTICAS DE NIELSEN Y HEURÍSTICAS PROPUESTAS. 40



INDICE DE TABLAS

TABLA 7.1. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MÉTODO DE EVALUACIÓN HEURÍSTICA.....	15
TABLA 7.2.1. PROTOCOLO DE EVALUACIÓN - ESCALA DE SEVERIDAD.....	16
TABLA 7.2.2. PROTOCOLO DE EVALUACIÓN – ESCALA DE FRECUENCIA	16
TABLA 9.2.2.1. PROMEDIO DE LAS PERCEPCIONES POR HEURÍSTICA.....	23
TABLA 9.2.3.1. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE LAS VARIABLES DE PERCEPCIÓN Y LA INTENCIÓN DE USO	24
TABLA 10.3.1. MAPEO ENTRE LAS HEURÍSTICAS DE NIELSEN Y LAS HEURÍSTICAS PROPUESTAS	38



1. INTRODUCCIÓN

El continuo crecimiento del comercio electrónico y la gran influencia de la Web en el trabajo diario del ámbito laboral y doméstico, han generado que la mayoría de organizaciones realicen grandes esfuerzos por utilizar Internet como medio para expandir sus negocios [1]. Como consecuencia de ello, la mayor parte de las organizaciones que existen a nivel internacional han desplazado sus principales actividades hacia la Web, y han puesto a disposición de los usuarios de todo el mundo, una excesiva cantidad de sitios Web indexados que superan los 11.5 billones [2]. Esto implica un constante desafío para las empresas que se ven obligadas a ofrecer a sus clientes, aplicaciones Web de calidad, entendibles y fáciles de usar que permitan a sus usuarios lograr sus objetivos específicos con eficacia, eficiencia, efectividad y satisfacción.

Desarrollar un sitio Web que sea entendible y fácil de usar es crítico para el éxito de los negocios [3]. Este desafío de desarrollar aplicaciones Web más usables ha generado la emergente aparición de una variedad de métodos, técnicas y herramientas que se enfocan en atender temas de usabilidad en aplicaciones de software. A pesar de ello, la mayor parte de aplicaciones web no satisfacen las expectativas de usabilidad de la mayoría de usuarios [4].

De esta manera, muchas compañías han tenido que verse obligadas a retirarse del mercado por contar con sitios Web demasiados complejos, con muchos errores y que tardan demasiado al momento de realizar una operación [5]. Teniendo en cuenta que uno de los factores más importantes para el éxito de los negocios es la habilidad y poder que esta muestra para conservar a sus clientes y mantenerlos cautivos [6], considerar características de usabilidad en sitios Web transaccionales es de gran importancia, ya que permite que los usuarios se sientan cómodos utilizando el sistema y continúen haciendo uso del servicio en línea consiguiendo fidelidad y logrando que estos a su vez influyan en otros usuarios y recomienden la aplicación a futuros compradores potenciales.

Actualmente, existen diversos métodos de evaluación que permiten medir el grado de usabilidad de un sistema software. Sin embargo muchos de estos métodos incluyen lineamientos que fueron diseñados originalmente con el objetivo de evaluar aplicaciones tradicionales [7], lo cual no necesariamente significa que no sean aplicables a otros tipos de software específicos. No obstante, teniendo en cuenta que las aplicaciones Web tienen características propias y únicas que las hacen diferentes de otros tipos de software [8], sobre todo si se trata de aplicaciones de tipo transaccional, entonces existirían características que no serían tomadas en cuenta durante la evaluación o que no tendrían la suficiente relevancia durante la inspección.

Esta investigación tiene como finalidad, establecer un conjunto de principios heurísticos de evaluación de usabilidad orientado específicamente a sitios Web transaccionales que permitan determinar apropiadamente el nivel de usabilidad de este tipo de aplicaciones.

1.1. Discusión Bibliográfica

Debido al gran incremento en el uso del Internet, la usabilidad se ha convertido en uno de los factores más importantes para el éxito de cualquier sitio Web, ya que esta característica permite que los usuarios realicen sus operaciones de manera fácil e interactúen con un diseño que sea comprensible y de fácil entendimiento. Por esta razón, las empresas están constantemente preocupadas en evaluar sus aplicaciones Web, para lo cual

necesitan de herramientas que les permitan determinar la eficiencia y efectividad de las mismas, con la finalidad de determinar la facilidad y amigabilidad de estas.

En el desarrollo de esta investigación se busca determinar la eficiencia y la eficacia de las heurísticas de evaluación de usabilidad más usadas en la actualidad para sitios Web transaccionales y sus características, así como sus falencias, razón por la cual utilizaremos los textos sobre usabilidad y evaluaciones heurísticas publicados por Jakob Nielsen.

Para determinar los principales características de las aplicaciones Web transaccionales así como su clasificación se han utilizado los libros de S. Murugesan [9], R. S. Pressman [10] y G. Kappel [11].

Para llevar a cabo la elaboración de heurísticas de usabilidad se ha empleado la metodología propuesta por Rusu et al. [12], en la cual se define un conjunto de fases para la obtención de nuevos instrumentos heurísticos de evaluación.

Para elaborar la propuesta se han llevado a cabo casos de estudio experimental. Sin embargo, también se han considerado los últimos alcances realizados en el área Web en relación con la usabilidad, tales como los trabajos realizados por I. Harms [13] y S. Batra [14].

1.2. Descripción del Problema

En el contexto de las transacciones en línea, los usuarios esperan que los sitios Web faciliten sus gestiones. Si un usuario determina que un sitio Web es difícil de utilizar, o no puede encontrar el producto que está buscando, o no es claro en lo que ofrece, entonces el usuario abandona el sitio Web [15]. En este sentido, la usabilidad es un aspecto importante en el diseño de los sitios Web, particularmente de los sitios Web transaccionales que están orientados a ofrecer algún tipo de producto o servicio. Si la usabilidad no es considerada en este tipo de aplicaciones, entonces un negocio corre el riesgo de perder clientes y también oportunidades, ocasionando un impacto negativo bastante significativo en los negocios [16].

La experiencia de las personas que visitan un sitio Web se ha vuelto un tema crítico para las empresas, debido a los esfuerzos e intentos de estas por conservar a sus clientes y por atraer nuevos consumidores potenciales. Esto ha traído como consecuencia para los creadores de software el reto desafiante de asegurar la usabilidad de los sitios Web [17].

La usabilidad constituye un papel fundamental en el proceso de diseño centrado en la persona, porque permite el diseño de aplicaciones de software entendibles y fáciles de usar, basándose en principios básicos de ingeniería [18]. Sin embargo, para poder determinar si una aplicación cumple con estas características, es necesario aplicar métodos de evaluación que permitan medir el nivel de usabilidad.

Los métodos de evaluación de usabilidad más conocidos y consolidados dentro del área de la Interacción Humano-Computador son los *métodos de inspección de usabilidad* y las *pruebas de usabilidad*, que están basados en las mejores prácticas de evaluación y han sido definidas por los investigadores del área a lo largo de

muchos años de estudio. Dentro de los métodos de inspección se encuentran las *evaluaciones heurísticas*, que establecen un conjunto principios de usabilidad denominados heurísticas, con el objetivo de que un grupo de especialistas determine si la aplicación de software cumple con niveles aceptables de usabilidad en base a una lista de principios [19]. A pesar de que los principios heurísticos permiten determinar información relevante sobre el nivel de cumplimiento de usabilidad de un producto software, no se adaptan a toda la variedad de tipos de software que existen en la actualidad, y en muchos casos eluden características muy específicas pero que son de gran importancia en ciertos tipos de aplicaciones [20].

Los principios heurísticos son un instrumento de evaluación dentro de los métodos de inspección y fueron inicialmente establecidos para evaluar interfaces genéricas poco complejas, como las más representativas aplicaciones de escritorio [4]. Debido a la importancia de las interfaces Web en los últimos años y a la aparición de distintos tipos de software en la actualidad, han surgido nuevas propuestas heurísticas que se enfocan en medir el nivel de usabilidad de interfaces de usuario de tipos de software específicos. Los resultados de estas evaluaciones permiten corregir los problemas de usabilidad que hayan sido identificados en un determinado producto software, para así obtener un diseño de interfaz que sea intuitivo y agradable al usuario. **A pesar de que estos métodos de evaluación son utilizados como base para el para el diseño de interfaces Web, muchas de estas aplicaciones continúan presentando problemas de usabilidad y no satisfacen las expectativas de los usuarios [21].**

El conjunto de principios heurísticos más utilizados en la actualidad para realizar evaluaciones de usabilidad es la propuesta de Jakob Nielsen, quien establece diez principios para identificar problemas de usabilidad en un producto de software. Sin embargo, estos principios han sido inicialmente desarrollados para el análisis de aplicaciones tradicionales de escritorio [22]. **A pesar de que este conjunto de heurísticas de evaluación ofrece resultados aceptables y es ampliamente utilizado en la actualidad para evaluar Sitios Web, descuida muchas características únicas y propias de las Aplicaciones Web Transaccionales que diferencian a estos sistemas informáticos de los demás tipos de software existentes [23].**

Esta inquietud es el motivo para realizar el presente estudio, planteando la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué elementos esenciales deberían considerarse en la elaboración de un conjunto de principios heurísticos de evaluación que permitan medir eficiente y eficazmente el nivel de usabilidad de un sitio web transaccional?

2. DEFINICIÓN DEL PROYECTO

2.1. Objetivos del Proyecto

2.1.1. Objetivo General

- Elaborar un conjunto de principios heurísticos que permitan realizar de forma efectiva evaluaciones de usabilidad de Sitios Web Transaccionales.

2.1.2. Objetivos Específicos

- Realizar el diagnóstico de uso de las actuales heurísticas usadas, determinando aquellos aspectos que no son cubiertos cuando son utilizadas para medir el nivel de usabilidad de Sitios Web Transaccionales, así como sus falencias e identificando los problemas de asociación que los evaluadores experimentan.
- Elaborar la propuesta de heurísticas de evaluación para Sitios Web Transaccionales, tomando como base los principales conceptos y fundamentos de usabilidad, así como las características esenciales de este tipo de software a fin de minimizar los errores que ocurren durante las evaluaciones.
- Validar el nuevo conjunto de principios heurísticos de usabilidad para Sitios Web Transaccionales a través de un caso de estudio práctico que permita demostrar que la nueva propuesta presenta resultados más apropiados que las heurísticas más utilizadas en la actualidad.

2.2. Justificación

Los métodos de evaluación de usabilidad desempeñan un rol crucial en el desarrollo de sistemas informáticos, porque revelan los actuales y potenciales problemas de diseño [24]. La **usabilidad** al ser considerada una característica de calidad, puede ser evaluada durante cualquier etapa del proceso de desarrollo de software, y no necesariamente cuando el producto ya se encuentra terminado [25]. De esta forma, mediante continuas evaluaciones de usabilidad a los diseños, prototipos y modelos de la interfaz, se podrían diseñar productos de software que sean entendibles, fáciles de utilizar y atractivos al usuario en condiciones específicas de uso.

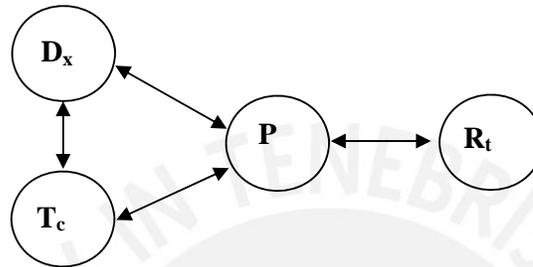
Los instrumentos más empleados en la actualidad han sido diseñados originalmente para medir el nivel de usabilidad de sistemas de software de tipo convencional [4]. A pesar de que estas herramientas muestran resultados efectivos cuando son utilizados para evaluar aplicaciones Web, existen ciertas características propias del sistema que no son tomadas en cuenta al momento de realizar la evaluación. Esto es debido a que una aplicación Web tiene características únicas que la diferencian de una aplicación de software de tipo convencional [23]. Por tanto la evaluación no es simplemente una generalización de las evaluaciones realizadas en otros tipos de sistemas de software. Todos los instrumentos de evaluación pueden ser empleados en sitios Web transaccionales, sin embargo, la problemática está en el tipo de información que ofrece cada uno de los instrumentos utilizados.

Elaborar un nuevo instrumento de evaluación permitirá obtener una herramienta que sea capaz de medir de forma precisa el nivel de usabilidad de sitios Web transaccionales, para poder determinar si se han alcanzado

los objetivos de calidad establecidos en productos de software de este tipo. A su vez estos métodos permitirán determinar si el proceso de desarrollo de software está siendo realizado con altos estándares de calidad que permitan el diseño de aplicaciones Web entendibles, funcionales, intuitivas y sobre todo fáciles de usar y aprender.

2.3. Metodología de Trabajo

La metodología empleada en el presente trabajo se enmarca dentro del paradigma mixto o pragmático-dialectico. Específicamente orientado a la transformación de la realidad existente. Es decir de tipo socio crítica. El diseño gráfico de la metodología es el siguiente:



donde:

D_x : Diagnóstico de la realidad existente.

T_c : Teorías y conocimiento científico sobre la realidad existente.

P : Propuesta.

R_t : realidad transformada.

El diseño analítico es el siguiente:

1. Observación diagnóstica o empírica de la realidad, a través de sus indicadores, características, falencias y aciertos.
2. Estudio de la realidad existente con apoyo de la literatura científica existente sobre el tema.
3. Diseño, elaboración y fundamentación de la propuesta.
4. Transformación de la realidad existente, debido a la propuesta planteada.

Este estudio por su propio enfoque de investigación mixto en el cual ha sido enmarcado, persigue una filosofía pragmática que busca no solamente la creación de nuevo conocimiento a través de la nueva propuesta planteada, sino que también intenta que este aporte sea de utilidad en el contexto real de la Ingeniería de Software, resolviendo un problema específico dentro de una de las grandes áreas de la Informática como la Interacción Humano-Computador.

2.4. Plan de Trabajo

Se estableció el siguiente plan de trabajo para llevar a cabo el presente proyecto de investigación. En este se incluyen las siguientes etapas que han permitido alcanzar el objetivo del proyecto:

- **1era Etapa : Formulación del Problema**

En esta etapa se identificó la problemática que pretende resolver este trabajo de investigación. Se realizó una búsqueda bibliográfica de los estudios que fundamentan esta investigación, se formuló la propuesta de solución y se establecieron los objetivos así como un plan de trabajo que ha permitido llevar un adecuado desarrollo de las actividades.

- **2da Etapa: Elaboración del Marco Referencial**

En esta etapa se realizó un estudio bibliográfico que ha permitido identificar los principales conceptos y aspectos relacionados con usabilidad y las principales características de los Sitios Web Transaccionales. Además se tomaron en cuenta las características propias de estos tipos de aplicaciones, que las diferencian de los otros tipos de productos de software, para que pudiesen ser consideradas en esta nueva propuesta heurística de evaluación.

- **3era Etapa: Estudio Exploratorio de la Literatura**

En esta etapa se realizó un estudio exploratorio de la literatura que permitió identificar los últimos alcances en el área y las nuevas investigaciones que se han llevado a cabo y que están orientadas al estudio de usabilidad de Sitios Web Transaccionales. El objetivo fue determinar los actuales modelos heurísticos de evaluación que son utilizados para medir el nivel de usabilidad en Aplicaciones Web Transaccionales o en tipos de software afines, con el propósito de considerar las características más resaltantes de estas propuestas en el nuevo conjunto de principios.

- **4ta Etapa: Casos de Estudio**

Esta etapa se realizó la ejecución de casos de estudio experimental que permitieron determinar las características y problemas de usabilidad que no están siendo cubiertos por la actual propuesta de principios heurísticos establecida por Jakob Nielsen cuando es aplicada como instrumento de evaluación para medir el nivel de usabilidad de Sitios Web Transaccionales. También se determinaron las dificultades de los evaluadores y los errores cometidos al momento de asociar los problemas de usabilidad identificados con las heurísticas incumplidas.

- **5ta Etapa: Análisis de los Resultados**

En esta etapa se realizó un análisis de los resultados obtenidos en la etapa previa, con el objetivo de determinar las falencias de la actual propuesta heurística de Jakob Nielsen cuando es utilizada para identificar problemas de usabilidad en Sitios Web Transaccionales, y establecer en base a estos resultados la nueva propuesta de principios heurísticos.

- **6ta Etapa: Elaboración de Principios Heurísticos de Usabilidad**

Esta etapa consistió en establecer la propuesta de este trabajo de investigación que se enfoca en desarrollar el nuevo conjunto de principios heurísticos de evaluación teniendo en cuenta los análisis de los resultados obtenidos y la información literaria y bibliográfica más relevante que haya sido recopilada en etapas previas a su desarrollo. El propósito fue establecer un conjunto de principios heurísticos que sean

entendibles, fáciles de usar, útiles y orientados a cubrir todos los aspectos de usabilidad de las aplicaciones Web Transaccionales asegurando una efectiva evaluación de este determinado tipo de software.

- **7ma Etapa: Validación de la Propuesta**

En esta etapa se validó la propuesta heurística de evaluación para Sitios Web Transaccionales a través de un caso de estudio en donde la nueva propuesta fue aplicada en un caso de estudio real.

- **8va Etapa: Conclusiones y Trabajos Futuros**

En esta etapa se evaluó el cumplimiento de los objetivos del proyecto y formularon las conclusiones del trabajo de investigación realizado. También se establecieron ciertas recomendaciones derivadas de este estudio para aquellos investigadores que se encuentren realizando trabajos en el tema de investigación o en áreas relacionadas. Finalmente se presentaron los posibles proyectos que podrán ser realizados en esta área y generar grandes aportaciones para de esta forma contribuir con el presente trabajo de investigación.



3. INGENIERÍA WEB Y USABILIDAD

Las aplicaciones Web son diferentes a los sistemas de software tradicional. La naturaleza Web es lo que las hace diferentes e incluso el proceso de desarrollo de software en aplicaciones Web es distinto comparado con el proceso de construcción de software tradicional. Debido a la naturaleza de estas aplicaciones y especialmente al amplio número de usuarios, es que nace una nueva disciplina para el desarrollo sistemático de estos sistemas.

La ingeniería Web es una forma de desarrollar y organizar conocimiento para el desarrollo de aplicaciones Web [9]. También es considerado como la aplicación de enfoques sistemáticos y cuantificables para realizar un análisis de requerimientos, diseño, implementación, pruebas, operación y mantenimiento de aplicaciones Web de altos estándares de calidad [11]. La ingeniería Web nace como consecuencia del alto crecimiento e impacto en la sociedad que están teniendo este nuevo tipo de aplicaciones originando nuevas formas de manejo de información en distintas áreas, lo cual ha hecho que las personas tiendan a realizar todas sus actividades por esta vía [26].

Desde que se surgió el Internet, las aplicaciones Web fueron tomadas en serio y el gran aumento de publicaciones e información ha hecho que este entorno se vuelva un desafío para los ingenieros de software, por lo que han surgido enfoques disciplinados sistemáticos y metodologías donde se tienen en cuenta aspectos específicos para este nuevo medio.

3.1. Sitios Web

Un sitio Web es un recurso de información que se encuentra disponible en Internet. Puede ser considerado como un sistema distribuido, que está basado en una arquitectura cliente-servidor o una arquitectura multicapa, que a su vez incluye las siguientes características [27]: (1) Un amplio número de usuarios distribuidos por todo el mundo accediendo a la aplicación concurrentemente, (2) Una aplicación que puede ejecutarse en diferentes entornos, de distintos hardware, conexiones de red, sistemas operativos y servidores Web, (3) una aplicación de naturaleza compleja ya que depende de la variedad de componentes de software que son usualmente están incluidos, los cuales pueden estar implementados en diferentes tecnologías y pueden tener naturaleza distinta. Además, (4) una aplicación que tiene la habilidad de generar componentes de software en momento de ejecución de acuerdo a las peticiones de los usuarios y estados del servidor.

Las aplicaciones Web son sistemas software particularmente complejos, en donde existe una interacción constante con el usuario y pueden ser repositorios de gran cantidad de información, además de ofrecer servicios que pueden ser accedidos desde cualquier lugar y desde variados dispositivos. Así, una aplicación web puede ser definida como [28]: *“Una aplicación web es un sistema de software que ofrece recursos específicos de la Web, como contenidos y servicios, mediante una interfaz de usuario denominada navegador web”*. Un sitio web también puede ser considerado como *“una colección de páginas Web relacionadas y comunes a un dominio de Internet o subdominio en la World Wide Web”* [29].

3.2. Clasificación de los Sitios Web

Las aplicaciones Web se pueden clasificar en las siguientes categorías [28]:

- **Centradas en Documentos:** Aplicaciones simples y estáticas. Generalmente, son páginas Web subidas manualmente mediante ciertas herramientas. Su objetivo es mostrar documentación a terceros a través de la Web. Se caracterizan por su simplicidad, estabilidad y bajo tiempo de respuesta.
- **Interactivas:** Aplicaciones caracterizadas por su capacidad de navegabilidad que le permite al usuario encontrar información rápidamente.
- **Transaccionales:** Creadas para proveer mayor interactividad, permitiendo al usuario no solo interactuar con la aplicación mediante la lectura, sino que también generando actualizaciones sobre el contenido asociado.
- **Orientadas al Flujo de Trabajo:** Aplicaciones web complejas que permiten el manejo de flujos de trabajo entre distintas organizaciones, empresas y personas. Se caracterizan por la disponibilidad de servicios Web apropiados que garantizan la interoperabilidad.
- **Colaborativas:** Desarrolladas especialmente para propósitos cooperativos en operaciones no estructuradas. Se dan por la necesidad de cooperación entre usuarios de áreas específicas. Es posible compartir información a través de estas aplicaciones.
- **Sociales:** Los usuarios se identifican con estas aplicaciones y comparten intereses con otros usuarios dentro de pequeñas comunidades. Los usuarios pueden buscar usuarios y comunidades, generando redes sociales en línea.

4. USABILIDAD

En este capítulo se detallan los conceptos más relevantes de usabilidad que han sido utilizados para realizar este trabajo de investigación y que sirven como fundamento teórico para la propuesta heurística de evaluación.

4.1. Definición ISO 9241-11

Uno de los conceptos ampliamente reconocidos es el establecido por el estándar ISO 9241, el cual define ciertos principios ergonómicos para el trabajo de oficina con terminales de despliegue visual y establece a la usabilidad en uno de sus apartados como un atributo indispensable para la calidad de cualquier producto. La definición establecida por la ISO 9241 está centrada en el concepto de la calidad de trabajo de un sistema en uso. Por lo tanto, otros factores podrían influenciar en el uso de un producto en el entorno real tales como: factores organizacionales, diferencias individuales, experiencia de los usuarios, etc. Según este estándar ISO/DIS 9241-11, la usabilidad se define como [30]: *“El grado en el que un producto puede ser utilizado por usuarios específicos, para lograr objetivos específicos en un contexto de uso específico.”*

4.2. Definición ISO/IEC 9126

En el enfoque propuesto por el estándar ISO/IEC 9126, se define a la usabilidad como un atributo de calidad de software. El término es utilizado para referirse a la capacidad que tiene un producto software para ser usado con facilidad. Esto corresponde a la definición de usabilidad como parte de la calidad del software, siendo la calidad del software definida por el estándar como: *“Un conjunto de atributos de software que se sostienen en el esfuerzo necesitado para el uso y en la valoración individual por un conjunto de usuarios declarados o implicados”*. Esto está relacionado con la capacidad del producto de software para ser entendido, aprendido, usado y atractivo para el usuario, cuando es utilizado bajo condiciones específicas.

4.3. Definición de Jakob Nielsen

Jakob Nielsen, uno de los más reconocidos investigadores en el área, establece que la usabilidad es un atributo de calidad que evalúa lo fáciles de usar que pueden ser las interfaces de usuario de un producto software. Desde la visión de Nielsen, la usabilidad se define en términos de cinco atributos: aprendizaje, eficiencia, memoria, prevención de errores y satisfacción subjetiva [31].

- **Aprendizaje:** ¿Qué tan fácil es para los usuarios llevar a cabo las tareas básicas la primera vez que interactúan con la interfaz del sistema?
- **Eficiencia:** Una vez que los usuarios se han familiarizado con el diseño de la interfaz, ¿Qué tan rápido pueden realizar las tareas?
- **Memoria:** ¿Qué tanto pueden recordar los usuarios acerca del diseño después de un periodo de tiempo de no utilizar el sistema?
- **Prevención de Errores:** ¿Cuántos errores comenten los usuarios, que tan graves pueden ser y con qué facilidad puede recuperarse de estos?

- **Satisfacción:** ¿Qué tan agradable es utilizar el diseño de la interfaz del sistema?

La usabilidad es considerada uno de los atributos básico de calidad de las aplicaciones informáticas. De acuerdo a la ISO/IEC 9126, la calidad de un producto software en el contexto de la Ingeniería de Software, está conformada por seis atributos básicos, de los cuales la usabilidad forma parte.

4.4. Características de Usabilidad

Según el modelo de calidad propuesto por la Organización Internacional para la Estandarización, la usabilidad posee sus propias características [32]:

- **Capacidad de ser entendido:** Capacidad del producto software que permite al usuario entender si el software es adecuado y cómo puede ser usado para unas tareas o condiciones de uso particulares.
- **Capacidad de ser aprendido:** Capacidad del producto software que permite al usuario aprender a utilizar aplicación.
- **Capacidad de ser operado:** Capacidad del producto software que permite al usuario operarlo y controlarlo.
- **Capacidad de atracción:** Capacidad del producto software de ser atractivo y agradable al usuario.

4.5. Paradigmas de Usabilidad

Existe un conjunto paradigmas de usabilidad que permiten obtener una visión global de las características que deben cumplir las aplicaciones informáticas para que sean usables. Los paradigmas de usabilidad son los que se muestran a continuación:

- **Acceso:** El usuario debe ser capaz de utilizar el sistema sin ayuda o capacitación.
- **Eficacia:** El sistema debe permitir un trabajo eficiente para usuarios con experiencia en el uso del sistema.
- **Avance:** El sistema debe apoyar el avance continuo en conocimientos y habilidades acomodándose al cambio progresivo mientras los usuarios van adquiriendo experiencia.
- **Soporte:** El sistema debe apoyar las tareas concretas del usuario de forma simple, fácil, rápida y divertida.
- **Contexto:** El sistema debe adaptarse a entornos específicos, a condiciones de uso reales en el que el sistema será utilizado.

5. EVALUACIÓN DE USABILIDAD

El diseño de interfaces de usuario de aplicaciones de software es un proceso complicado debido a la cantidad de factores que deben ser considerados al momento de buscar implementarlas. Particularmente, en el diseño de sitios Web, existen ciertos criterios que se deben tener en cuenta para asegurar que el diseño de una interfaz sea útil, fácil de usar e intuitiva. Algunos de estas consideraciones incluyen [23]: una adecuada distribución del texto, una correcta ubicación de las imágenes, la simplicidad y claridad de la redacción, la forma en que los controles están organizados, la manera en que se presenta la información, los requerimientos de accesibilidad y el tamaño de las páginas Web; teniendo en cuenta también factores externos a este proceso como las múltiples características que presentan los distintos navegadores Web y los monitores. Es por esto que el proceso de diseño requiere de numerosas iteraciones para la obtención de un producto con un alto nivel de usabilidad. Incluso algunas decisiones de diseño se verán afectadas por pequeños requerimientos o características propias del software por lo que se deberán tomar decisiones que sean las más acertadas posible en ese determinado momento del proceso de desarrollo de software, ya que algunos de los resultados de haber tomado estas decisiones de diseño no se podrán apreciar por completo hasta el software esté en funcionamiento. Sin embargo, esperar hasta después de que el sistema haya sido implementado para descubrir y corregir problemas de usabilidad, puede ser perjudicial, costoso, y de mucha demanda de tiempo tanto para usuarios como para desarrolladores. De hecho, muchos problemas no pueden ser corregidos después de la implementación, debido a la falta de tiempo y presupuesto. Para minimizar este tipo de problemas, es importante asegurar la usabilidad a través de continuas evaluaciones durante todo el proceso de desarrollo, tanto en etapas tempranas como al final del proyecto, para de esta forma probar y refinarla la interfaz de usuario hasta la obtención de un producto de software usable.

5.1. Concepto

La evaluación de la usabilidad es un proceso que permite establecer una medida del nivel de usabilidad de una aplicación de software específica. En la evaluación, existe un objeto que está siendo evaluado y un proceso a través del cual uno o más atributos son juzgados o se les da un valor [33]. El concepto de evaluación de usabilidad es para permitir la validación de todos los requisitos, para hacer del producto de software algo útil y aumentar la calidad así como la satisfacción del cliente del potencial producto. Por otro lado, la evaluación de usabilidad, es una de las tareas más importantes cuando se desarrolla una interfaz de usuario. Las interfaces que no son usables pueden alejar a potenciales clientes o llevar al fracaso. En un mundo competitivo como el actual, una interfaz con bajos niveles de usabilidad puede hacer que los clientes prefieran a la competencia.

5.2. Importancia de las Evaluaciones de Usabilidad

El proceso de evaluación de usabilidad es importante por las siguientes razones [34]:

- **Los desarrolladores y los usuarios tienen distintos conceptos:** Los usuarios y desarrolladores tienen distintas perspectivas y niveles de conocimiento. El conocimiento especializado de los desarrolladores permite establecer conceptos complejos en determinados contextos, que pueden no ser claros para los usuarios del sistema. Asimismo, los desarrolladores poseen una terminología que es distinta a la utilizada por los usuarios.
- **La percepción de los desarrolladores no es siempre la correcta:** A pesar de la experiencia adquirida por el diseñador, siempre existe un porcentaje de probabilidad de error en implementar el diseño de la interfaz

de un sistema, debido a la variedad de perspectivas y contextos específicos.

- **No existen perfiles fijos de usuario:** Todos los usuarios difieren en cuanto a sus habilidades motoras, intelectuales, percepciones, observaciones, velocidad de aprendizaje, preferencias, etc. El diseño debe permitir que personas con distintas características puedan desempeñarse de forma adecuada haciendo uso del sistema y logrando sus objetivos.
- **El nivel de usabilidad no depende de la apariencia de una interfaz.-** Existe muchas características que son tomadas en cuenta al momento de realizar una evaluación de usabilidad. Qué tan atractiva puede una interfaz, es solo uno de los aspectos a ser evaluados.
- **Los estándares y guías de diseño no son suficientes:** Los estándares y guías de diseño son componentes importantes en el diseño de una interfaz, sin embargo, no puede ser la base para establecer los elementos que formaran parte de la interacción entre el sistema y el usuario. Es necesario tener en cuenta principios de usabilidad que garanticen el diseño de un sistema usable.

5.3. Factores Estratégicos de Usabilidad

Enfocada desde una perspectiva Web, la usabilidad puede ser descrita como la capacidad del usuario para manipular las características de un sitio Web y lograr un objetivo en particular. Un determinado usuario evalúa la usabilidad de la aplicación Web, teniendo en cuenta la simplicidad, entendimiento y facilidad de uso de la misma. Esta percepción se ve influenciada por características propias del usuario tales como género, edad, nivel educativo y habilidades tecnológicas. Sin embargo esta percepción de usabilidad también está influenciada por diferencias culturales asociadas al diseño del sitio Web, uso de colores y animaciones, y contenido de la información [5]. Entre los aspectos a considerar se encuentran: la consistencia en el diseño del sitio Web, ya que el diseño del sitio es la presentación visual de la aplicación que está compuesta por el color de fondo, espacios en blanco, desplazamientos horizontal y vertical, tamaño y color de la fuente y otros elementos de diseño. El diseño afecta a la facilidad de uso y a la rapidez con la que el usuario identifica los componentes del sitio Web. El diseño puede estar influenciado por diferencias culturales, tales como el significado de un color en particular, el uso de gráficos (banderas de países o símbolos), o el uso de textos (de izquierda a derecha o de arriba hacia abajo). Esta consistencia hace referencia a ubicar correctamente los componentes Web dentro de la aplicación. Para establecer consistencia entre los componentes es necesario el uso de descripciones textuales, etiquetas, avisos y mensajes. La consistencia en el color es requerida para enlaces, fondos, texto, entre otros. La consistencia en el diseño promueve la facilidad de uso mediante una apariencia común que guarda relación con todas las páginas Web que conforman la aplicación.

La navegabilidad es otro aspecto importante y hace referencia al esquema de navegación en un sitio Web, en términos de amplitud y profundidad de rutas de búsqueda y mecanismos de recorrido. La simplicidad se promueve a través de un apropiado uso de enlaces, marcos, botones y texto. Por otro lado, el contenido de la información, debe incluir adecuados mensajes de error, avisos, etiquetas en los botones, ayuda e información al usuario. Desde una perspectiva global, la información que es traducida de un idioma a otro debe ser gramaticalmente correcta, y apropiado para distintas culturas. El servicio al usuario es una información adicional con mecanismos de soporte que las empresas ofrecen ponen a disposición del usuario para mejorar la experiencia en el uso del Sitio Web. Esto incluye email, números de teléfono y chat interactivo en tiempo real. También incluye el servicio de ayuda en el mismo lenguaje al usuario.

6. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE USABILIDAD

Un método de evaluación de usabilidad es un procedimiento compuesto de un conjunto de actividades bien definidas que permiten recolectar información relacionada a la interacción entre usuarios finales y un producto software, con el propósito de poder identificar el grado en que las propiedades específicas de una aplicación contribuyen a lograr un nivel de usabilidad apropiado [4].

6.1. Tipos de Métodos de Evaluación de Usabilidad

Existen diferentes métodos de evaluación de sitios Web que varían en su rigurosidad, costes y conocimientos necesarios para llevarlas a cabo. Los estudios realizados permiten afirmar que aún en la actualidad no existe un acuerdo para clasificar los métodos de evaluación de usabilidad y que distintos autores e investigadores en el área, han definido sus propias clasificaciones de métodos para la evaluación de usabilidad. En este estudio se ha considerado la clasificación propuesta por Holzinger, quien clasifica los métodos de evaluación de usabilidad en dos categorías [35]: métodos de inspección de usabilidad y pruebas de usabilidad.

6.1.1. Métodos de Inspección de Usabilidad

Este conjunto de métodos consiste en la inspección de interfaces de usuario realizada por varios especialistas en el área. En estos métodos, diferentes evaluadores encuentran distintos problemas de usabilidad. De esta forma, aumentando el número de evaluadores aumenta la capacidad para encontrar problemas, aunque el gran porcentaje de problemas puedan ser identificados únicamente con cinco evaluadores [36]. Por lo general, los métodos de inspección de usabilidad están orientados a encontrar problemas de usabilidad en un diseño [37], o estar dirigidos a determinar el grado de severidad de algunos problemas de usabilidad o el nivel global de usabilidad de un diseño completo [38]. También son utilizados para encontrar potenciales problemas de usabilidad en el proceso de desarrollo de forma fácil, rápida y tempranamente, incluso antes de que se haya preparado algún prototipo [39]. Dentro de estos métodos se encuentran: *Evaluación Heurística*, *Recorrido Cognitivo* [40] y *Action Analysis*. Este trabajo de investigación se enfoca elaborar un instrumento de evaluación para el método de evaluación heurística que consiste en que un grupo de especialistas en usabilidad juzgue si cada elemento de diálogo establecido en el diseño de la interfaz de usuario sigue unos principios de usabilidad denominadas “*heurísticas*”.

6.1.2. Pruebas de Usabilidad

La prueba de usabilidad es un método en la que se pide a un usuario o grupo de usuarios ejecutar un prototipo en funcionamiento y evaluarlo con el objetivo de recolectar información mejorar la usabilidad de un producto de software [41]. A mayor colección de datos, mayor oportunidad de análisis, pero ese análisis será más complicado y requerirá más especialización para ser ejecutado. Realizar una prueba piloto antes de la prueba real es siempre recomendable. Las principales pruebas de usabilidad son: *Lapiz y Papel*, *Pensamiento en Voz Alta* [42], *Co-Descubrimiento*, *Experimentos Formales*, *Métodos de Indagación* y *Card Sorting*.

7. EVALUACIÓN HEURÍSTICA

La evaluación heurística es un método de evaluación de la ingeniería de la usabilidad que permite encontrar problemas en el diseño de una interfaz de usuario. Este tipo de inspección es realizada por un conjunto de evaluadores quienes examinan la interfaz y juzgan su conformidad en base a principios de usabilidad denominados heurísticas [43].

La evaluación heurística en su forma más básica está compuesto por el siguiente conjunto de principios de usabilidad [44]: (1) uso de un lenguaje simple y natural, (2) manejo del idioma del usuario, (3) disminución de la carga de memoria, (4) consistencia y estándares, (5) informes del estado del sistema a través de retroalimentación, (6) salidas claramente diferenciadas, (7) accesos directos, (8) adecuados mensajes de error, (9) prevención de errores, y (10) ayuda y documentación.

Tabla 7.1. Ventajas y Desventajas del Método de Evaluación Heurística

Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Fáciles de realizar. • Costo relativamente bajo. • No se requiere la presencia del usuario. • Se pueden identificar muchos problemas.
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Los evaluadores deben tener experiencia y los conocimientos adecuados para inspeccionar el diseño de interfaces. • Los evaluadores pueden no tener un adecuado entendimiento de las tareas que realiza el producto de software. • Puede existir dificultad para identificar los problemas más importantes entre todos los problemas encontrados. • No existe una forma sistemática de generar soluciones a los problemas encontrados.

7.1. Proceso de Evaluación Heurística

En el desarrollo de una evaluación heurística, cada evaluador inspecciona la interfaz de usuario dos veces. Primero, para tener una idea general sobre el alcance del sistema y su estructura de navegación. Segundo, para enfocarse en la estructura de diseño con más detalle, evaluando la interfaz e implementación en base a las heurísticas predefinidas. Cada uno de los resultados obtenidos debe hacer referencia a una heurística que no está siendo cumplida. Después de que los problemas son encontrados, de preferencia, cada evaluador independientemente estima la criticidad de cada uno de ellos [19]. Una vez que todas las evaluaciones se han llevado a cabo, los resultados de los distintos evaluadores se comparan y se recogen en un informe que resume los hallazgos. Este informe describe las fallas encontradas de usabilidad bajo el contexto de las heurísticas utilizadas y un conjunto de recomendaciones que ayuden a mejorar el diseño de la interfaz en concordancia con lo establecido por las heurísticas [45].

7.2. Protocolo de Evaluación

Existen distintos protocolos para poder aplicar este método de inspección. Estos protocolos establecen los valores que puede recibir cada uno de los problemas de usabilidad en tres aspectos. Los aspectos a considerar en una prueba de son los siguientes:

- **Severidad del Problema.-** Nivel de gravedad del problema identificado en el sitio Web transaccional.
- **Frecuencia del Problema.-** Grado de ocurrencia del problema identificado dentro del sitio Web transaccional.
- **Criticidad del Problema.-** Severidad del Problema + Frecuencia del Problema.

Para el presente trabajo de investigación se ha utilizado una escala de 0 a 4 para estimar tanto la severidad como la frecuencia de los problemas de usabilidad que han sido identificados en los casos de estudio, donde:

Tabla 7.2.1. Protocolo de Evaluación - Escala de Severidad

0	No estoy de acuerdo en que se un problema de usabilidad.
1	Problema cosmético: no necesita ser reparado al menos que exista tiempo extra disponible en el proyecto.
2	Problema menor de usabilidad: Arreglar este problema es de baja prioridad.
3	Problema mayor de usabilidad: Importante de arreglar, por lo que es de alta prioridad.
4	Problema catastrófico: Es imprescindible corregir este problema antes de que el producto sea puesto en producción.

Tabla 7.2.2. Protocolo de Evaluación – Escala de Frecuencia

0	< 1 %
1	1 – 10 %
2	11 – 50 %
3	51 – 90 %
4	> 90 %

8. PRINCIPIOS HEURÍSTICOS DE USABILIDAD DE JAKOB NIELSEN

Dentro de las evaluaciones heurísticas, las heurísticas de usabilidad propuestas por Jakob Nielsen, son el instrumento de evaluación más reconocido y utilizado para realizar este tipo de inspección de usabilidad. A continuación se detallan [46]:

- **N1. Visibilidad del estado del sistema.-** El sistema debe mantener siempre informados a los usuarios sobre lo que está ocurriendo, a través de una adecuada retroalimentación dentro de un tiempo razonable.
- **N2. Coincidencia entre el sistema y el mundo real.-** El sistema debe expresarse en el lenguaje de los usuarios, empleando palabras, frases y conceptos entendibles por los usuarios, en vez de términos técnicos orientados al sistema.
- **N3. Control y libertad del usuario.-** Los usuarios eligen funciones del Sistema por error y necesitarán de una opción clara de “salida de emergencia” que les permita escapar de ese estado no deseado sin tener que realizar un conjunto de operaciones demasiado complejo y extenso. Debe dar soporte a las opciones “hacer” y “deshacer”.
- **N4. Consistencia y estándares.-** Los usuarios no deberían preguntarse si distintas palabras, situaciones o acciones significan lo mismo. El sistema debe seguir las convenciones de plataforma.
- **N5. Prevención de errores.-** Mucho más adecuado que mostrar mensajes de error entendibles, es un diseño cuidadoso que evite la ocurrencia de problemas. Se deben eliminar estas situaciones propensas a errores o verificarlas presentando una opción de confirmación a los usuarios antes de que realicen la acción.
- **N6. Reconocimiento más que recordatorios.-** Minimizar la carga de memoria de los usuarios mediante el uso de objetos, acciones y opciones visibles. El usuario no debería verse obligado a recordar información de una parte a otra de la funcionalidad del sistema. Las instrucciones de uso del sistema deben ser visibles y fáciles de recordar.
- **N7. Flexibilidad y eficacia de uso.-** Aceleradores que pasan desapercibidos para los usuarios novatos, pero que deben agilizar la interacción con el sistema a los usuarios expertos. El sistema debe abastecer a ambos: usuarios con y sin experiencia. Debe facilitar a los usuarios la ejecución de acciones frecuentes.
- **N8. Diseño estético y minimalista.-** El sistema no debe mostrar información que sea poco relevante o que raramente sea utilizada por el usuario. Cada unidad extra de información compite con aquellas que sí son significativas, disminuyendo su visibilidad relativa.
- **N9. Ayuda al usuario a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores.-** Los mensajes de error deben estar expresados en un lenguaje natural entendible a los usuarios (no en código o lenguaje máquina). Estos deben indicar de manera precisa el problema y sugerir una solución de forma constructiva.
- **N10. Ayuda y documentación.-** A pesar de que es mejor que el sistema sea intuitivo y se disminuya la necesidad de revisar la documentación, es necesario proporcionar ayuda y documentación. Cualquier tipo de información debe ser fácil de buscar y estar centrado en la tarea del usuario. Las instrucciones deben consistir en una lista concreta no muy extensa de tareas a realizar.

9. CASOS DE ESTUDIO

Para establecer un nuevo conjunto principios heurísticos de usabilidad, se llevaron a cabo múltiples casos de estudio dentro de los cuales varios Sitios Web Transaccionales fueron evaluados. El objetivo de estas evaluaciones ha sido identificar determinados aspectos de usabilidad que no están siendo cubiertos por el actual conjunto de principios heurísticos propuesto por Jakob Nielsen, específicamente para aplicaciones de tipo Web y transaccional. Estas evaluaciones han permitido enfocar la propuesta de esta investigación, hacia estos nuevos aspectos identificados, sin descuidar aquellas características que ya están siendo consideradas actualmente. Otro de los objetivos de estos casos de estudio fue determinar el nivel de claridad de las heurísticas, y cómo estas son percibidas por los evaluadores al momento de ser utilizadas como instrumento de evaluación.

9.1. Recursos de Investigación

Algunos de los recursos de investigación que han permitido llevar a cabo este estudio son:

9.1.1. Grupo de Investigación UseCV

La Pontificia Universidad Católica de Valparaíso cuenta con un grupo de investigación llamado *UseCV*. El propósito de este grupo es investigar una amplia gama de temas relacionados con la usabilidad. Este grupo está compuesto por especialistas y evaluadores en el área de Interacción Humano-Computador. La colaboración de este grupo de investigación en el proyecto ha permitido llevar a cabo un caso de estudio con la participación de diferentes tipos de evaluadores. Por un lado, ha sido posible llevar a cabo la inspección desde la perspectiva de evaluadores novatos que no están tan familiarizados con el instrumento de evaluación, lo cual ha permitido identificar problemas de usabilidad que no son cubiertos actualmente por las heurísticas de Nielsen. Por otro lado, la experticia de los especialistas ha permitido poner a discusión la relevancia de los problemas identificados.

9.1.2. Estudiantes de Pregrado de Ingeniería de la Usabilidad

Ingeniería de la Usabilidad es una de las asignaturas de libre elección para los estudiantes de pregrado del programa de Ingeniería Informática de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV). En esta clase los estudiantes deben aprender y realizar evaluaciones heurísticas como parte de su formación profesional. Esto ha generado una ventaja que ha sido utilizada en favor de este proyecto de investigación. Los estudiantes como evaluadores novatos tienen un punto de vista imparcial sobre las heurísticas de Nielsen. Por lo tanto, ha sido posible indagar sobre sus percepciones acerca del instrumento de evaluación y así aportar evidencia a la problemática y justificar aún más el desarrollo de este estudio. Además, los estudiantes han permitido que se pueda llevar a cabo la validación del nuevo conjunto de heurísticas de usabilidad de Sitios Web Transaccionales. Es importante resaltar que los estudiantes tienen similar experiencia debido a que han tenido el mismo desarrollo profesional para poder ser estudiantes de este determinado curso. Al mismo tiempo que permitieron realizar el proyecto, los estudiantes aprendieron sobre los fundamentos de usabilidad y aumentaron sus conocimientos en esta área.

9.2. Justificación de los Casos de Estudio

Se justifica la realización de estos casos de estudio porque existen antecedentes de trabajos de investigación realizados con anterioridad sobre estos sistemas. *HotelClub.com* y *Booking.com* como aplicaciones de software son seleccionados porque ambos sistemas encajan en el perfil del tipo de software al cual está orientado este estudio, son aplicaciones Web del mismo rubro y es posible establecer comparaciones de resultados y trabajar bajo un mismo contexto. Los datos obtenidos en múltiples trabajos que se han venido desarrollando en la Universidad Pontificia Católica de Valparaíso han permitido realizar análisis comparativos y establecer conclusiones interesantes de esta investigación.

9.3. Caso de Estudio: HotelClub.com - Evaluación Heurística

El primer caso de estudio consistió en realizar una evaluación heurística al Sitio Web Transaccional *Hotelclub.com*. Esta evaluación tuvo por objetivo identificar aquellos problemas de usabilidad que no se ajustaban correctamente con ninguna de las heurísticas propuestas por Jakob Nielsen, y a su vez, determinar el grado de claridad de las heurísticas, a través de la cantidad de asociaciones incorrectas establecidas por cada evaluador de forma individual, entre heurísticas y problemas de usabilidad. La evaluación heurística fue realizada por cinco evaluadores pertenecientes al grupo de investigación UseCV de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, un grupo especializado y dedicado a la investigación en temas relacionados a la Usabilidad y en tópicos afines del área de Interacción Humano Computador (HCI).

9.1.3. Resultados: Dificultades de Asociación

En la evaluación heurística realizada a *HotelClub.com*, se identificaron cincuenta y nueve problemas de usabilidad. De estos problemas identificados, hubo una grande dificultad para asociar siete problemas a las heurísticas de Nielsen. Estos problemas se detallan a continuación:

Id	Descripción del Problema	Criticidad	Heurística Forzada
P12	El Sitio Web no muestra el precio de los hoteles en la moneda local del usuario.	5.0	N2
P14	Pocos tipos de moneda disponibles.	4.4	N7
P18	Los destinos sugeridos presentados en la Página Principal del Sitio Web no se ajustan a la ubicación/preferencias del usuario.	4.0	N7
P24	Limitadas opciones de pago.	5.6	N2
P50	Los lugares de ocurrencia de los errores no son fácilmente reconocibles.	5.2	N6
P54	La personalización del Sitio Web no se guarda o almacena.	4.4	N4
P57	Aparente salida de sesión.	4.8	N1

9.1.4. Análisis de los Resultados

Cuando se realiza una evaluación heurística de usabilidad, los problemas de usabilidad reciben un puntaje de criticidad, en base a un protocolo de evaluación. En este se define un rango de valores tanto para la frecuencia como para la severidad que posteriormente generan como resultado la criticidad total del problema. Los evaluadores deben determinar teniendo en cuenta el protocolo establecido, un valor para cada problema. En este caso de estudio, se utilizó un rango de valores que va desde 0 a 4 para determinar la criticidad y frecuencia de los problemas identificados, por lo que la criticidad total puede variar de 0 a 8, en donde el problema con mayor puntaje es considerado como el más crítico. Teniendo en cuenta esta premisa y considerando también que los problemas con menor y mayor criticidad para esta determinada evaluación, oscilaron entre 2.6 y 6.4 respectivamente, no sería posible afirmar que estos problemas que se están detallando fuera de este marco de las heurísticas de Nielsen sean consideradas como irrelevantes. Por el contrario, son problemas de gran importancia y forman parte de los aspectos que no están siendo cubiertos por la actual propuesta de Jakob Nielsen.

9.1.5. Resultados: Errores de Asociación

Este caso de estudio fue llevado a cabo por 5 evaluadores. En la tabla 9.1.5 se muestra el número de asociaciones correctas e incorrectas realizadas por cada evaluador. En la figura 9.1.5 se puede apreciar el porcentaje total de este tipo de asociaciones. A pesar de haber contado con 2 evaluadores expertos para realizar la evaluación, hubo inconvenientes para asociar la tercera parte de estos problemas identificados con una heurística incumplida.

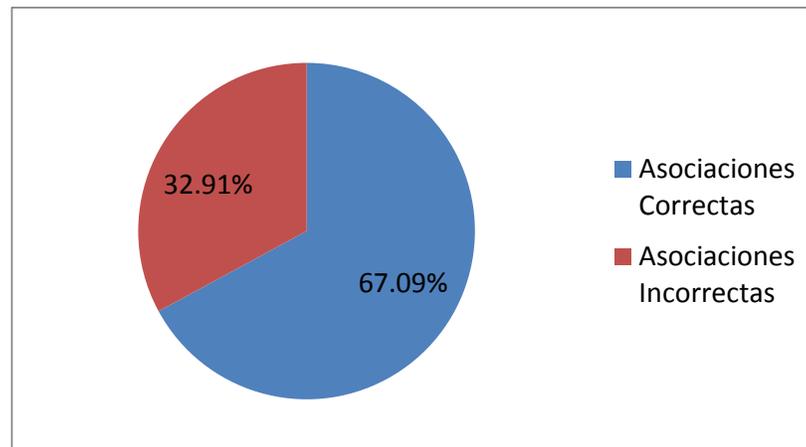
Tabla 9.1.5. Asociaciones Correctas e Incorrectas realizadas por cada evaluador

	E1		E2		E3		E4		E5	
	C	I	C	I	C	I	C	I	C	I
N1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
N2	0	0	2	1	2	0	3	1	0	3
N3	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
N4	3	0	5	1	3	1	3	6	5	1
N5	2	0	1	0	0	1	2	1	1	0
N6	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
N7	2	0	3	2	1	2	2	4	1	0
N8	1	0	1	0	0	0	3	0	1	0
N9	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
N10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	10	1	12	4	6	4	14	12	11	5

Tabla 9.1.6. Total de Asociaciones Correctas e Incorrectas

	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	TOTAL
Asociaciones Correctas	1	7	1	19	6	2	9	6	1	1	53
Asociaciones Incorrectas	0	5	1	9	2	1	8	0	0	0	26

Fig. 9.1.5. Porcentaje Total de Asociaciones Correctas e Incorrectas realizadas en el Caso de Estudio



9.4. Caso de Estudio: Booking.com – Encuesta de Percepción

El segundo caso de estudio fue una encuesta de percepción aplicada a veintiocho alumnos de pregrado del programa de Ingeniería Informática de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV). Los participantes fueron alumnos del curso de Ingeniería de Usabilidad, que como parte de su formación profesional debían realizar una evaluación heurística a un sitio Web transaccional, haciendo uso de las heurísticas de Nielsen. El caso de estudio consistió en poder determinar su opinión con respecto al instrumento de evaluación después de haber tenido una primera experiencia al utilizarlo. Se resalta el hecho de que los alumnos que formaron parte de este caso de estudio tenían conocimientos bastantes similares ya que todos ellos tuvieron que aprobar los mismos cursos del programa para poder asistir al curso electivo donde se realizó este caso experimental. Todos ellos tenían poca o ninguna experiencia previa con evaluaciones heurísticas, por lo que se tuvo que instruir previamente en tópicos relacionados a las evaluaciones heurísticas de usabilidad. Los constructos que fueron analizados en este estudio son:

- **Facilidad de Uso Percibida (FUP).**- Qué tan difícil es utilizar las heurísticas de usabilidad de Nielsen.
- **Utilidad Percibida (UP).**- El grado en que las heurísticas de Nielsen logran sus objetivos propuestos.
- **Claridad Percibida (CP).**- El grado en que las heurísticas de Nielsen son entendidas con la misma intención de uso para las cuales fueron propuestas.
- **Necesidad de Checklist (NC).**- El grado en que las heurísticas de Nielsen necesitan una lista de verificación para identificar problemas de usabilidad.
- **Intención de Uso (IU).**- El grado en que las heurísticas de Nielsen serán utilizadas como instrumento de evaluación para futuras inspecciones de usabilidad.
- **Complejidad Percibida (COP).**- el grado en que las heurísticas de Nielsen cubren todos los aspectos de usabilidad para sitios Web transaccionales.

9.2.1. Justificación de los Constructos

Las variables que formaron parte de este caso de estudio de percepción están basadas en un trabajo realizado anteriormente por Jimenez at el [47]. Sin embargo, en el presenta trabajo fueron

considerados dos constructos adicionales: *Intención de Uso* y *Complejidad Percibida*, estableciendo un total de seis constructos:

Facilidad de Uso Percibida (FUP).- La importancia de considerar la *facilidad de uso percibida* en este estudio experimental, es que a través de esta variable fue posible determinar que tan complejo y difícil podían ser percibidas las heurísticas de Nielsen cuando son utilizadas como instrumento de evaluación de usabilidad. Generalmente cuando los evaluadores novatos utilizan estas heurísticas por primera vez, no logran interpretar adecuadamente los principios y comienzan a encontrar problemas de usabilidad que no guardan relación con lo que está proponiendo Nielsen, razón por la cual empiezan a percibir a este instrumento como difícil y bastante complicado de utilizar.

Utilidad Percibida (UP).- Medir la *utilidad percibida* de las heurísticas de Nielsen tiene el propósito de determinar si los evaluadores novatos creen que estos principios son apropiados y pueden ser utilizados como una herramienta útil para identificar los problemas de usabilidad. Algunas veces, cuando los evaluadores realizan una evaluación de usabilidad, frecuentemente no utilizan la lista de principios para identificar problemas. En vez de eso, identifican problemas basados en sus propias percepciones de usabilidad, y después empiezan a relacionar cada problema con la heurística incumplida. Es al final de este proceso cuando empiezan a tener inconvenientes. Al momento de asociar apropiadamente los problemas de usabilidad identificados con las heurísticas de Nielsen. En este punto, empiezan a cuestionar la validez y utilidad del instrumento de evaluación. La medida de este constructo ha permitido determinar este tipo de percepción.

Claridad Percibida (CP).- La claridad de las heurísticas determina el éxito de los evaluadores para asociar adecuadamente los problemas de usabilidad identificados con las heurísticas de Nielsen. Con el propósito de permitir a los evaluadores desarrollar un proceso correcto de inspección de usabilidad, las heurísticas deben ser lo suficientemente claras para ser entendidas por cualquier profesional con una base en ciencias de la computación que quiera realizar este tipo de inspección. Sin embargo, en algunos casos el nombre y la explicación de las heurísticas pueden ser un poco para algunos evaluadores novatos que se están abriendo camino en esta área, especialmente si no están cerca de un especialista en usabilidad. A través del constructo *claridad percibida*, es posible medir este aspecto.

Necesidad de Checklist (NC).- El constructo relacionado a la *necesidad de checklist* fue considerado para determinar qué tan viable es proporcionar una lista de verificación que permita un mejor entendimiento de las heurísticas de Nielsen. No se establece que las heurísticas de Nielsen no sean claras y entendibles. Sin embargo, siempre hay discusión sobre el significado de las heurísticas, especialmente cuando los evaluadores tienen un primer contacto con ellas. Esta lista de verificación podría ser utilizada para aclarar estos conceptos. Si este no fuese el caso, podría ser parte de un elemento opcional que podría ser revisado únicamente por evaluadores novatos sin mucha experiencia en esta área. El checklist podría brindar ayuda para aclarar los conceptos relacionados a cada heurística con el propósito de dar soporte al proceso de reconocimiento de problemas de usabilidad.

Intención de Uso (IU).- La intención de los evaluadores para utilizar nuevamente las heurísticas de Nielsen es considerado un factor importante ya que establece el éxito del instrumento de evaluación, al determinar si este conjunto de principios será utilizado o no en futuras evaluaciones. En este estudio se analizaron dos casos: qué tipos de percepción afectan en un evaluador para tener intenciones de utilizar el conjunto de heurísticas de Nielsen en próximas evaluaciones y además cuál es la intención actual de hacer uso de estas tras haber tenido una primera experiencia a través de un caso de estudio.

Complejidad Percibida (CP).- El constructo relacionado a complejidad percibida fue incluido con el propósito de verificar si según la opinión de los evaluadores, las heurísticas de Nielsen cubren todos los aspectos de usabilidad. Además, este último constructo permite ser utilizado como elemento de control. De esta forma, la percepción sobre los demás constructos debería verse reflejado en la complejidad percibida de las heurísticas con respecto a la intención de uso.

9.2.2. Resultados

Con el objetivo de determinar qué heurística obtuvo la mejor y peor percepción de los evaluadores por tipo de constructo, se realizó el cálculo de la media entre percepciones por heurística en los cuatro de los constructos que fueron evaluados por heurística. La tabla únicamente presenta cuatro constructos porque únicamente Los resultados se presentan en la tabla 9.2.2.1. La primera columna hace referencia a cada una de las heurísticas de Nielsen [46], y las otras columnas a cada uno de los constructos evaluados.

Tabla 9.2.2.1. Promedio de las percepciones por heurística

	PEOU	PCL	PU	CN
N1	3.07	3.43	4.00	3.71
N2	3.07	3.07	3.86	3.79
N3	3.21	3.29	3.89	3.89
N4	2.86	3.11	3.89	3.82
N5	3.04	3.36	3.71	3.29
N6	2.61	2.93	3.68	3.36
N7	2.89	3.04	3.25	3.50
N8	3.54	3.50	3.57	3.57
N9	2.79	3.36	3.68	3.43
N10	3.18	3.36	3.57	3.32

Las conclusiones sobre los resultados son los siguientes:

- La heurística de Nielsen N° 6 (Reconocimiento más que recordatorios) es percibida como la más difícil de usar y la menos clara.
- La heurística de Nielsen N° 8 (Diseño estético y minimalista) es percibida como la más fácil de usar y la más clara.
- La heurística de Nielsen N° 7 (Flexibilidad y eficacia de uso) es percibida como la menos útil.
- La heurística de Nielsen N° 1 (Visibilidad del estado del sistema) es percibida como la más útil.
- Los evaluadores perciben que no es tan necesario una lista de verificación para la heurística de Nielsen N° 5 (Prevención de errores).
- Los evaluadores perciben que es muy importante para implementar una lista de verificación para la heurística N° 3 (Libertad y control de usuario).

9.2.3. Modelo de Percepción

Con el propósito de elaborar una nueva propuesta heurística de evaluación que sea exitosa, en términos de que los evaluadores tengan la intención de utilizar esta nueva propuesta en futuras evaluaciones de usabilidad, se realizó un análisis para poder determinar cuáles son los factores que influyen en este aspecto. Se planteó la siguiente pregunta de investigación: *¿Qué factores de percepción influyen en las heurísticas de Nielsen para que los evaluadores tengan intenciones de usar esa propuesta nuevamente en futuras evaluaciones?* Al determinar los factores que influyen en la intención de uso de la herramienta, es posible elaborar la herramienta teniendo en cuenta los aspectos a considerar para que la nueva propuesta tenga intenciones de ser utilizada nuevamente en el futuro.

Para poder determinar los factores de percepción que influyen en la intención de uso de las heurísticas de Nielsen se efectuó el cálculo del coeficiente de correlación de Pearson de la intención de uso con respecto a las demás variables involucradas en el estudio. Todos los supuestos de normalidad para realizar esta medida estadística fueron satisfechos.

El coeficiente de correlación de Pearson fue significativo con facilidad de uso percibida (FUP), utilidad percibida (UP), necesidad de checklist (CN) y completitud percibida (COP) (Tabla 9.2.4.1). Los resultados muestran fuertes relaciones entre las variables de acuerdo con Mujis [48] e indican que:

- 51.7% de la variabilidad de la intención de uso de las heurísticas en futuras evaluaciones, es explicada por una relación lineal con su facilidad de uso percibida.
- 56.3% de la variabilidad de la intención de uso de las heurísticas en futuras evaluaciones, es explicada por una relación lineal con su utilidad percibida.
- 63.1% de la variabilidad de la intención de uso de las heurísticas en futuras evaluaciones, es explicada por una relación lineal con la necesidad de una lista de verificación.
- 59.8% de la variabilidad de la intención de uso de las heurísticas en futuras evaluaciones, es explicada por una relación lineal con su completitud percibida.

Se concluye que la *facilidad de uso percibida, utilidad percibida, necesidad de checklist y completitud percibida* de las heurísticas de Nielsen influyen significativamente en su intención de uso.

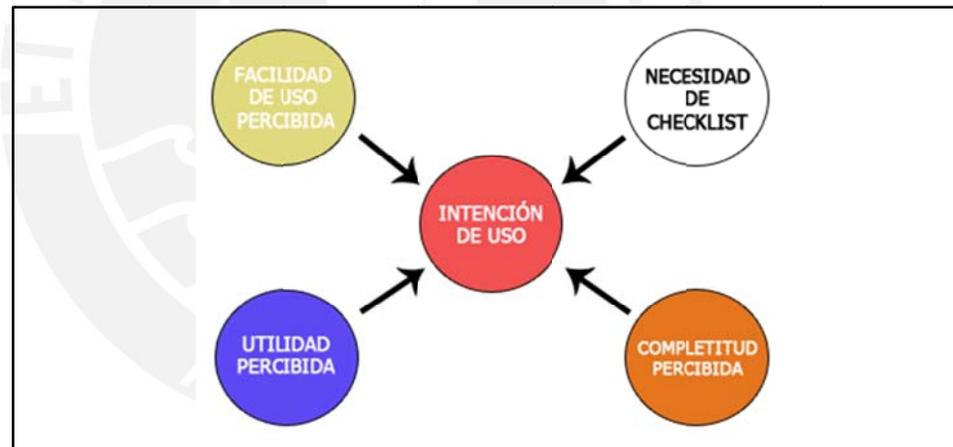
Tabla 9.2.3.1. Coeficiente de Correlación de Pearson entre las Variables de Percepción y la Intención de Uso

	Coeficiente de correlación	Sig.	SI/NO
FUP	0.517	0.005	SI
UP	0.563	0.002	SI
NC	0.207	0.290	NO
CN	0.631	0.000	SI
COP	0.598	0.001	SI

Se pudo determinar que la mayoría de las variables basadas en percepción estudiadas tienen un impacto significativo en la intención de uso de las heurísticas de usabilidad de Nielsen. El modelo basado en percepción obtenido es las heurísticas de usabilidad es presentado en la Fig. 9.2.3.1. En este modelo, se resaltan las relaciones que fueron confirmadas en este trabajo. El único constructo que en los resultados no se mostró como un factor influyente en la intención de uso de las heurísticas de Nielsen es: *claridad percibida*. Aparentemente el nivel de claridad no es considerado como un factor crítico que predispone a los evaluadores novatos a usar las heurísticas de usabilidad en evaluaciones futuras. Se puede concluir de este hecho que es posible que los evaluadores novatos sean conscientes de su falta de experiencia y debido a esto, encuentran dificultades para entender las heurísticas de Nielsen en un primer intento. Por esta razón, la claridad no forma parte del conjunto de percepciones que causan un impacto significativo en el uso futuro de las heurísticas de usabilidad propuestas por Nielsen.

Además, es importante notar que la presencia o ausencia de listas de verificación tiene un impacto en el uso futuro de las heurísticas de Nielsen. A pesar de este primer alcance, es trascendental seguir coleccionando evidencia suficiente para establecer patrones comunes con más soporte estadístico.

Fig. 9.2.3.1. Modelo de percepción de heurísticas de usabilidad



Los resultados sugieren que es necesario establecer que las nuevas heurísticas propuestas de evaluación para Sitios Web Transaccionales deben ser percibidas como: fáciles de usar, útiles, completas para que exista una futura intención de uso de estas.

10. PROPUESTA DE HEURÍSTICAS DE USABILIDAD PARA SITIOS WEB TRANSACCIONALES

A través de los casos de estudios que fueron realizados, se han establecido las siguientes heurísticas de usabilidad para sitios Web transaccionales:

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 Final de una Transacción
F5	Alineamiento hacia los Estándares Web de Diseño
F6	Consistencia en el Diseño 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

10.1. Justificación de la Propuesta

10.1.1. Visibilidad y Claridad de los Elementos del Sistema

Se ha identificado a través de los casos de estudio realizados que los evaluadores novatos confunden el propósito de la primera heurística de Nielsen referida a la visibilidad del estado del sistema. Los evaluadores suelen confundir esta heurística con la visibilidad de los elementos más importantes de la aplicación. Sin embargo, existen elementos que sí son esenciales dependiendo del tipo de aplicación Web transaccional que está siendo evaluada. Por lo tanto, la visibilidad y claridad de estos elementos se vuelve importante al momento de realizar una inspección ya que muchas veces estos elementos juegan un factor determinante en el logro de los objetivos del usuario dentro del sistema. Si estos elementos no son lo suficientemente visibles y claros, es bastante probable que los usuarios no logren su propósito.

10.1.2. Visibilidad del Estado del Sistema

Este principio hace referencia a la visibilidad del estado actual del sistema, uno de los aspectos que actualmente cubren las heurísticas de Nielsen. Sin embargo, en esta definición se resalta el hecho de mantener informado al usuario sobre lo que está pasando con el sistema. Una aplicación Web transaccional por su misma naturaleza debe indicar en que momento se encuentra realizando algún tipo de procesamiento o esperando algún tipo de respuesta y/o confirmación por parte del usuario. A través de las pruebas con usuarios, se pudo identificar que muchas veces el usuario al no estar enterado sobre lo que está sucediendo actualmente con el sistema, realiza una misma acción repetidas veces esperando algún cambio en la interfaz, sin percatarse de que posiblemente el sistema ya se encuentre realizando algún tipo de procesamiento. En aquellas aplicaciones Web transaccionales donde se realizan operaciones bancarias, este factor se vuelve considerablemente crítico; ya que un incumplimiento de este principio puede causar que los usuarios realicen acciones no deseadas durante el procesamiento de una transacción, generando en muchos casos que no sea realizada por completo.

10.1.3. Coincidencia entre el Sistema y el Aspecto Cultural del Usuario

A través de los casos de estudio realizados se identificó una gran cantidad de problemas de usabilidad relacionados a aspectos culturales que posteriormente fueron categorizados como altamente críticos para la usabilidad de las aplicaciones Web que fueron evaluadas. A pesar de tener un fuerte impacto en estos sistemas, las heurísticas de Nielsen no consideran este tipo de aspectos que se encuentran siempre presentes dependiendo de tipo de usuario que hace uso del sistema. Sin embargo, no es factible tampoco orientar la aplicación hacia todos los aspectos culturales que existen en la actualidad. Pocas veces se cuenta con los recursos suficientes para poder abarcar y satisfacer a través del diseño a una amplia gama de culturas, a pesar de que las aplicaciones sean Web y se encuentren disponibles para múltiples tipos de usuario. No obstante, es posible establecer perfiles que formarán parte del mayor porcentaje de usuarios que harán uso del sistema y a quienes está enfocada la aplicación. La propuesta es verificar el cumplimiento de los aspectos culturales para aquellos usuarios a quienes está orientado el sistema e incluir características pensando en la mayor cantidad posible de diversidad cultural.

10.1.4. Retroalimentación sobre el Estado de una Transacción

En una aplicación de software transaccional donde se realizan múltiples registros y modificaciones de la información, es importante mantener informados a los usuarios sobre el éxito o fracaso de estos procesos. Se ha podido identificar a través de la interacción con distintos sitios Web transaccionales, que algunos no informan sobre el estado final de las operaciones que están siendo realizadas. Indirectamente de si el sistema notifica o no que se encuentra realizando actualmente una transacción, esta heurística está enfocada en la necesidad que tiene el usuario de conocer sobre el resultado final de las transacciones realizadas dentro del Sitio Web, las cuales pueden terminar exitosamente o presentar errores. Sin embargo, dependiendo del tipo de aplicación que esté siendo evaluada existe la posibilidad de que para ciertas operaciones realizadas por el usuario, que no necesariamente implican una alteración de la información contenida en los almacenes de datos, sea

importante notificar que han sido procesadas por el sistema. Este tipo de situaciones se dan cuando el usuario debe realizar una secuencia de múltiples pasos hasta concretar la transacción final. A medida que el usuario realiza una de todo el conjunto de actividades que tiene asignado para lograr su propósito final, el sistema deberá ir informando sobre el éxito o fracaso de los objetivos.

10.1.5. Alineamiento hacia los Estándares

En el tiempo que tienen las aplicaciones Web de haber sido implementadas, grandes grupos y organizaciones como la W3C, IETF, ISO, Unicode e IANA han ido estableciendo ciertos lineamientos que ahora son conocidos como estándares o especificaciones técnicas, las cuales involucran un conjunto de buenas prácticas para la construcción de sitios Web de calidad. Generalmente estos estándares están referidos al cumplimiento de ciertas formas de programación y estructuración del código de un documento Web y hojas de estilo CSS. Sin embargo, también existen otro tipo de recomendaciones orientadas al diseño de sitios Web, que por su uso generalizado en múltiples aplicaciones, se han convertido en un estándar no solo para los diseñadores sino también para los usuarios que esperan que los sistemas Web tengan una estructura clásica determinada. Algunos lineamientos incluyen la imprescindible presencia de determinados elementos en ciertas partes específicas de la aplicación. Otras están referidas al grado de compatibilidad que debe existir con distintos tipos de plataformas. Seguir las convenciones de diseño establecidas asegura un grado relevante de usabilidad, interoperabilidad y accesibilidad.

10.1.6. Consistencia entre los Elementos del Sistema

El uso de distintos tipos de estructuras de diseño puede confundir al usuario y maximizar su carga de memoria innecesariamente, haciéndolo recordar múltiples elementos de diseño que podrían desorientarlo en el uso de la aplicación. Por tanto, es importante mantener en la medida de lo posible un mismo estilo de diseño y una misma estructura que esté bien organizada, respete el orden lógico de los elementos y sea consistente a través de toda la aplicación. Debido a los nuevos avances tecnológicos, se hace común actualmente incluir componentes cada vez más complejos y de distinta naturaleza en los sitios Web. Sin embargo, es importante mantener esa consistencia en los estilos de diseño a través de todo el sistema, evitando que el usuario de un enlace a otro pueda sentirse en un lugar completamente distinto al inicial. Por el contrario, la aplicación debe dar la sensación al usuario de sentirse siempre dentro de un mismo aplicativo, pero en alguna de las múltiples secciones del sitio Web.

10.1.7. Simbología Estandarizada

Cuando se realiza el diseño de una interfaz de usuario para una aplicación de software, se establece el uso de determinados símbolos estáticos para comunicar al usuario la intención de uso de algunos elementos específicos del sistema. Sin embargo, existen íconos que ya forman del modelo conceptual de los usuarios debido a su uso continuo en múltiples aplicaciones informáticas que tienen sus orígenes desde hace muchos años atrás. Esta heurística está orientada a verificar que esta simbología se respete en gran medida en los sitios Web transaccionales. Muchas veces los diseñadores se ven tentados a utilizar íconos nuevos e innovadores, que cambian por completo el

concepto que el usuario tiene sobre algo, haciendo que comiencen a preguntarse si estos nuevos símbolos significan lo que ellos piensan. El sistema debe hacer uso de conceptos estandarizados que si bien pueden tener un diseño nuevo y más atractivo, mantienen la misma simbología y logran transmitir un significado que ya es conocido por la gran mayoría de usuarios, haciendo que el sistema sea fácil de entender y utilizar.

10.1.8. Diseño Estético y Minimalista

Este principio hace referencia a una de las heurísticas establecidas por Nielsen. La interfaz de usuario de un Sitio Web no solamente debe ser atractiva sino que debe contener únicamente las unidades de información que sean relevantes para los usuarios. Es importante encontrar la forma adecuada de distribuir la información dentro de la interfaz sin sobrecargarla de texto, ya que cada unidad extra de información estará compitiendo en importancia con las unidades que sí son relevantes. Los últimos avances en la Web hacen posible disponer de elementos que ofrecen una gran variedad de funcionalidades. Sin embargo, estos elementos son cada vez complejos por lo que se hace importante estar siempre inspeccionando de que se cumpla con un diseño estético y minimalista al momento de incorporar nuevos elementos a la interfaz de usuario.

10.1.9. Prevención, Reconocimiento y Recuperación de Errores

La aparición de errores en cualquier sistema de software es inevitable, más aun en sitios Web transaccionales donde el buen funcionamiento de la aplicación informática se ve afectada por factores externos como el ancho de banda del usuario, el tráfico de la red en un momento dado y la cantidad de solicitudes realizadas en el sitio Web. Sin embargo, es importante prevenir su aparición tanto como sea posible, evitando que el usuario realice acciones que lo lleven a encontrarse frente a este tipo de situaciones de error. No obstante, ante la ocurrencia de errores, el sistema debe ayudar a los usuarios a reconocer y recuperarse de forma rápida de estos escenarios de error, mediante el uso de mensajes claros que indiquen de manera precisa y en lenguaje natural una solución apropiada al problema enfrentado.

10.1.10. Apropiaada Flexibilidad y Eficacia de Uso

Las aplicaciones de software deben permitir que los usuarios realicen sus operaciones de forma rápida y efectiva. Para esto, se deben implementar aceleradores que permitan que los usuarios con experiencia en el uso del sistema realicen sus actividades con flexibilidad y eficacia, sin afectar el flujo normal de trabajo de los usuarios novatos. El diseño del sistema debe permitir que ambos tipos de usuario, con o sin experiencia en el uso del sistema, puedan realizar sus actividades con facilidad y sin inconvenientes. Sin embargo, tampoco es apropiado disponer de muchos aceleradores dentro de un mismo sistema de software. Se debe conservar la simplicidad funcional del sistema, evitando sobrecargar de funcionalidad al aplicativo. Algunos de los sitios Web que fueron evaluados en los casos de estudio, presentaban problemas de usabilidad por disponer de múltiples posibilidades para realizar una misma operación dentro del sistema. Si bien es adecuado ofrecer formas rápidas de trabajo que agilicen el proceso a los usuarios expertos del sistema, tampoco es apropiado sobrecargar de excesiva funcionalidad al sistema, generando sobrecarga y volviéndolo sumamente complejo.

10.1.11. Ayuda y Documentación

Las aplicaciones de software deben disponer de una sección de ayuda con documentación clara e instrucciones específicas que colaboren con el logro de los objetivos del usuario, a pesar de que la interfaz sea tan intuitiva que el manual de usuario se vuelva poco relevante para realizar las operaciones dentro del sistema. Es importante ofrecer siempre opciones de ayuda fácilmente localizables en el sitio Web que orienten a los usuarios a realizar funciones específicas de forma concisa y sin mucha ambigüedad. Estos instructivos a su vez deben ser claros, detallando acciones concretas a realizar dentro del sistema que permitan alcanzar el propósito de los usuarios, evitando confundirlos con explicaciones demasiado extensas e imprecisas.

10.1.12. Fiabilidad y Rapidez de las Transacciones

Una de las principales características de las aplicaciones Web transaccionales es el continuo procesamiento de información. Estas operaciones dependiendo del tipo de sistema puede llegar incluso a manejar información financiera del usuario. Por esta razón las transacciones deben ser altamente fiables, con un alto grado de probabilidad de que se realicen adecuadamente bajo las condiciones operativas específicas. De lo contrario podría verse afectado el cliente, el negocio e incluso a la reputación de la misma organización y el sitio Web. El sistema debe ser capaz de corregir cualquier tipo de error ocurrido durante una transacción, pudiendo deshacer las operaciones realizadas manteniendo la estabilidad de los datos. Las transacciones también deben realizar en un tiempo razonable. No pueden demorar un tiempo prolongado porque de lo contrario los usuarios van a comenzar a cuestionarse si efectivamente se está realizando la operación y tratarán de realizar algún tipo de acción en el sistema, incrementando aún más la probabilidad de error.

10.1.13. Funcionalidad Correcta y Esperada

Una de las causas principales por las que un usuario deja de utilizar un sitio Web, es porque no se muestra lo que el usuario espera por parte del sistema o por un mal funcionamiento de la aplicación. Las funcionalidades dentro del sistema deben estar correctamente implementadas y deben ofrecer lo que el usuario espera por parte de ellas. El sistema debe realizar lo que promete al usuario.

10.1.14. Minimizar la Carga de Memoria

En sitios Web transaccionales donde se requiere de un conjunto de acciones por parte del usuario para efectuar una operación, se vuelve importante disponer de un diseño apropiado que le permita llevar a cabo esta actividad sin tener que recordar información de distintas partes del proceso. El usuario no debería verse obligado a recordar información previa al estado actual de la transacción que está realizando. Por tanto, las instrucciones de uso del sistema deben ser fáciles de recordar, evitando la carga de memoria de los usuarios a través del uso de interfaces altamente intuitivas.

10.1.15. Control y Libertad del Usuario

Las operaciones realizadas en aplicaciones Web de tipo transaccional pueden llegar a ser complejas e involucrar una serie de acciones por parte del usuario. Esto incrementa la probabilidad de que el

usuario pueda elegir ciertas funciones del Sistema por error. Por este motivo, se vuelve sumamente importante ofrecer opciones para que el usuario pueda deshacer fácilmente sus acciones y salir rápidamente del estado no deseado en cualquier momento, sin aplicar ningún tipo sanción al usuario. El sistema debe permitir a los usuarios iniciar las acciones y tomar control de la aplicación, a través de un mecanismo que permita regresar al estado previo, o mediante avisos de confirmación que notifiquen sobre una acción de naturaleza irreversible.

10.2. Plantilla Detallada

En esta sección se detallan cada una de las heurísticas que han sido propuestas en este trabajo, mediante el uso de una plantilla estándar establecida para la especificación de nuevos principios heurísticos de usabilidad. Esta plantilla ha sido propuesta en un trabajo realizado por Rusu et al. [12], en el que se describe una metodología para la elaboración de nuevas heurísticas de evaluación. Utilizando el formato establecido en este estudio, se especifican cada una de las heurísticas que han sido formuladas para evaluar el nivel de usabilidad de sitios Web transaccionales.

10.2.1. Visibilidad y Claridad de los Elementos del Sistema

ID	F1
Nombre	Visibilidad y Claridad de los Elementos del Sistema
Definición	Los elementos más importantes del sistema deben ser claramente visibles. Dependiendo del tipo de aplicación Web transaccional que esté siendo evaluada, existirán elementos con más relevancia que otros, por lo que será importante determinar un alto nivel de visibilidad y claridad de los elementos más esenciales para el logro de los objetivos del usuario.
Ejemplo	En un sitio Web transaccional de reservas hoteleras, los servicios ofrecidos por cada uno de los hoteles es información relevante y forma parte de uno de los factores críticos para que el usuario tome una decisión y por ende realice una reserva. Por lo tanto, este tipo de información debe ser lo suficiente visible y clara.

10.2.2. Visibilidad del Estado del Sistema

ID	F2
Nombre	Visibilidad del Estado del Sistema

Definición	El usuario debe estar informado sobre lo que está ocurriendo con el sistema, conocer en qué momento la aplicación se encuentra realizando algún tipo de procesamiento o esperando algún tipo de respuesta o confirmación por parte del usuario. El sistema debe mantener siempre informados a los usuarios sobre el estado actual de la aplicación a través de una adecuada retroalimentación dentro de tiempos de espera razonables.
Ejemplo	Cuando se está efectuando el pago de un producto y/o servicio con tarjeta de crédito a través de un sitio Web transaccional, el sistema debe informar claramente que la aplicación se encuentra realizando una operación de transferencia bancaria y que cualquier acción del usuario durante en ese instante podría ocasionar una falla en la transacción. Sin embargo, es importante también tener en cuenta que los tiempos de espera para que esta operación se realice deban ser los más apropiados.

10.2.3. Coincidencia entre el Sistema y los Aspectos Culturales del Usuario

ID	F3
Nombre	Coincidencia entre el Sistema y los Aspectos Culturales del Usuario
Definición	El sistema debe estar orientado hacia el perfil cultural de aquellos usuarios a quienes está dirigida la aplicación. Los usuarios a quienes está dirigida la aplicación no deberían sentirse forzados a emplear mecanismos propios de otro tipo de cultura.
Ejemplos	<ul style="list-style-type: none"> • Un sitio Web transaccional debería ofrecer múltiples formas y medios de pago pensando no solamente en aquellos usuarios que cuenta con una tarjeta de débito/crédito, sino en la gran variedad de posibilidades que nos ofrece hoy en día los avances tecnológicos. • Un sitio Web transaccional de reserva hotelera, al ofrecer la posibilidad de realizar reservas en múltiples países a nivel internacional, debe contemplar la posibilidad de mostrar el precio de las habitaciones en la moneda local del usuario y el país destino.

10.2.4. Retroalimentación sobre el Estado de una Transacción

ID	F4
Nombre	Retroalimentación sobre el Estado de una Transacción

Definición	El sistema debe informar a los usuarios sobre el éxito o fracaso de una transacción dentro de un tiempo razonable. Los usuarios deben tener conocimiento sobre el resultado final de las transacciones realizadas dentro del sitio Web. A medida que el usuario realiza un conjunto de actividades para su propósito final, el sistema debe ir informando sobre el éxito o fracaso de los objetivos.
Ejemplos	Tras haber realizado una compra a través de un sitio Web transaccional, la aplicación debe informar al usuario si se realizó la transferencia y se llevó a cabo la venta o si ocurrió alguna falla al momento de procesar la operación.

10.2.5. Alineamiento hacia los Estándares

ID	F5
Nombre	Alineamiento hacia los Estándares Web de Diseño
Definición	El sistema debe seguir las convenciones de diseño establecidas. El sistema debe seguir lineamientos estandarizados, estructuras comúnmente utilizadas y ubicaciones de elementos ampliamente conocidas por su continua implementación en distintas aplicaciones de software.
Ejemplos	<ul style="list-style-type: none"> • El logo representativo de la empresa debe estar situado en la parte superior izquierda de la interfaz de usuario de un Sitio Web. • El sitio Web debe ser compatible con múltiples navegadores y verse adecuadamente en múltiples resoluciones de pantalla. • El sitio Web debe disponer de <i>breadcrumbs</i> que orienten al usuario sobre su ubicación actual con respecto a otras secciones del sistema.

10.2.6. Consistencia entre los Elementos del Sistema

ID	F6
Nombre	Consistencia entre los Elementos del Sistema
Definición	El sistema debe mantener un mismo estilo de diseño y una misma estructura bien organizada, consistente a través de toda la aplicación y respetando el orden lógico de los elementos.
Ejemplo	Un sitio Web transaccional debe manejar en todas sus secciones un mismo estilo de diseño evitando confundir al usuario con nuevos formatos que pueden llevarlo a pensar que se encuentra en una aplicación totalmente distinta.

10.2.7. Simbología Estandarizada

ID	F7
Nombre	Simbología Estandarizada
Definición	El diseño de la interfaz del sistema debe hacer uso de simbología estandarizada que ya forma parte del modelo conceptual del usuario debido a su uso continuo en múltiples aplicaciones de software. El sistema debe hacer uso de conceptos estandarizados que si bien pueden tener un diseño nuevo y atractivo, mantienen la misma simbología y logran transmitir un significado que ya es conocido por la gran mayoría de usuarios.
Ejemplos	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema debe hacer uso de simbología estandarizada como el de un disquete para representar la opción guardar. • El símbolo de error debe estar representado por una x, el de advertencia por un signo de exclamación y el de información por una i.

10.2.8. Diseño Estético y Minimalista

ID	F8
Nombre	Diseño Estético y Minimalista
Definición	La interfaz de usuario no solamente debe ser atractiva sino que debe contener únicamente las unidades de información que sean relevantes para los usuarios. La información debe estar apropiadamente distribuida, sin sobrecargar de texto a la interfaz ya que cada unidad extra de información estará compitiendo en importancia con las unidades que sí son relevantes.
Ejemplos	<ul style="list-style-type: none"> • Las opciones de menú de un sitio Web transaccional deben estar conformadas por las secciones más relevantes para el usuario. • El diseño de la interfaz de usuario debe ser agradable y atractivo para el usuario. • La sección inferior de todo sitio Web no debería estar conformado por enlaces innecesarios u opciones raramente utilizadas.

10.2.9. Prevención, Reconocimiento y Recuperación de Errores

ID	F9
Nombre	Prevención, Reconocimiento y Recuperación de Errores

Definición	El sistema debe prevenir la ocurrencia de errores, evitando que el usuario realice acciones que lo lleven a encontrarse frente a este tipo de situaciones de error. No obstante, ante la ocurrencia de errores, el sistema debe ayudar a los usuarios a reconocer y recuperarse de forma rápida de estos escenarios, mediante el uso de mensajes claro que indiquen una solución apropiada al problema enfrentado.
Ejemplo	En sitio Web transaccional de reserva hotelera, al momento de efectuar una búsqueda de hoteles, el sistema permite que el usuario pueda colocar una fecha de entrada posterior a la fecha de salida. El mensaje de error es mostrado después de realizada la búsqueda. Sin embargo, el sistema debería evitar la ocurrencia de errores.

10.2.10. Apropiada Flexibilidad y Eficacia de Uso

ID	F10
Nombre	Apropiada Flexibilidad y Eficacia de Uso
Definición	El sistema debe disponer de aceleradores que permitan a los usuarios con experiencia realizar sus actividades con flexibilidad y eficacia, sin afectar el flujo normal de trabajo de los usuarios novatos. El diseño del sistema debe permitir que ambos tipos de usuario, con y sin experiencia, puedan realizar sus actividades con facilidad y sin inconvenientes. Sin embargo, se debe evitar sobrecargar de flexibilidad al aplicativo ya que podría volverlo complejo innecesariamente.
Ejemplo	Algunos sitios Web transaccionales de venta de productos ofrecen la posibilidad de realizar una compra con solamente un click. El sistema permite que los usuarios puedan almacenar sus datos para en una próxima iteración puedan realizar sus compras de forma rápida y efectiva.

10.2.11. Ayuda y Documentación

ID	F11
Nombre	Ayuda y Documentación
Definición	El sistema debe ofrecer opciones de ayuda fácilmente localizables que orienten los usuarios a realizar tareas específicas de forma concisa y sin mucha ambigüedad. Estos instructivos deben ser claros, detallando acciones concretas que permitan alcanzar el logro de los objetivos del usuario, evitando confundirlos con explicaciones demasiado extensas e imprecisas.

Ejemplo	Una aplicación Web debería disponer de una sección de ayuda y documentación en la cual se oriente a los usuarios sobre el flujo básico para realizar las principales operaciones dentro del sistema.
----------------	--

10.2.12. Fiabilidad y Rapidez de las Transacciones

ID	F12
Nombre	Fiabilidad y Rapidez de las Transacciones
Definición	Las transacciones deben ser altamente fiables, con un alto grado de probabilidad de que se realicen adecuadamente bajo las condiciones operativas específicas. El sistema debe ser capaz de corregir cualquier tipo de error ocurrido durante una transacción, pudiendo deshacer las operaciones realizadas manteniendo la estabilidad de los datos.
Ejemplo	Los sitios Web transaccionales que realizan transferencias bancarias y manejo de dinero deben realizar sus operaciones garantizando que el cliente no se verá perjudicado por alguna falla en el sistema al momento de realizar la operación.

10.2.13. Funcionalidad Correcta y Esperada

ID	F13
Nombre	Funcionalidad Correcta y Esperada
Definición	Las funcionalidades dentro del sistema deben estar correctamente implementadas y deben ofrecer lo que el usuario espera por parte de ellas. El sistema debe realizar lo que promete al usuario.
Ejemplo	Los elementos dentro del sistema no deben presentar ambigüedades. Estos deben especificar claramente su propósito y realizar correctamente la funcionalidad esperada.

10.2.14. Minimizar la Carga de Memoria

ID	F14
Nombre	Minimizar la Carga de Memoria
Definición	El usuario no debería verse obligado a recordar información previa al estado actual de la transacción que está realizando. Por tanto, las instrucciones de uso del sistema deben ser fáciles de recordar, evitando la carga de memoria de los usuarios a través del uso de interfaces altamente intuitivas.

Ejemplo	Si una transacción requiere de varios pasos y distintas páginas Web para llevarse a cabo, el usuario no debería verse obligado a recordar en información que colocó con anterioridad o antes del estado actual de la transacción.
----------------	---

10.2.15. Control y Libertad del Usuario

ID	F15
Nombre	Control y Libertad del Usuario
Definición	El usuario puede elegir ciertas funciones del Sistema por error. Por tanto el sistema debe ofrecer opciones para que el usuario pueda deshacer fácilmente sus acciones y salir rápidamente del estado no deseado en cualquier momento, sin aplicar ningún tipo sanción al usuario.
Ejemplo	Si un usuario ingresa a una funcionalidad específica mientras se encuentra realizando una transacción crítica, el sistema debe mostrar un mensaje de confirmación y advertencia sobre los resultados de esta acción antes de realizar la operación solicitada por el usuario.



10.3. Mapeo Entre las Heurísticas de Nielsen y las Heurísticas Propuestas

Se realizó un mapeo de la propuesta con las heurísticas de Nielsen, para verificar que se hayan cubierto todos los aspectos que ya están siendo actualmente evaluados.

Tabla 10.3.1. Mapeo entre las heurísticas de Nielsen y las heurísticas propuestas

Heurísticas de Nielsen	Heurísticas Propuestas
N1. Visibilidad del Estado del Sistema	F2. Visibilidad del Estado del Sistema
N2. Coincidencia entre el Sistema y el Mundo Real	F1. Visibilidad y Claridad de los Elementos del Sistema
	F3. Coincidencia entre el Sistema y el Aspecto Cultural del Usuario
N3. Control y Libertad del Usuario	F15. Control y Libertad del Usuario
N4. Consistencia y Estándares	F7. Simbología Estandarizada
	F5. Alineamiento hacia los Estándares Web de Diseño
	F6. Consistencia en el Diseño del Sistema
N5. Prevención de Errores	F9. Prevención, Reconocimiento y Recuperación de Errores
N9. Ayuda al Usuario a Reconocer, Diagnosticar y Recuperarse de Errores	
N6. Reconocimiento más que Recordatorios	F14. Minimizar la Carga de Memoria
N7. Flexibilidad y Eficacia de Uso	F10. Apropiaada Flexibilidad y Eficacia de Uso
N8. Diseño estético y Minimalista	F8. Diseño Estético y Minimalista
N9. Ayuda y Documentación	F11. Ayuda y Documentación
	F4. Retroalimentación sobre el Estado Final de una Transacción
	F12. Fiabilidad y Rapidez de las Transacciones
	F13. Funcionalidad Correcta y Esperada

II. VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

Para validar la propuesta se tomó en consideración la metodología establecida por Rusu et al. [12], diseñada para establecer nuevas heurísticas de usabilidad. En esta metodología se especifica que la nueva propuesta de heurísticas debe ser validada en contraste con las heurísticas tradicionales o más reconocidas actualmente para evaluar el tipo de software que está siendo objeto de estudio. La comparación debe realizarse a nivel de casos de estudio en donde ambos conjuntos de heurísticas sean utilizadas para posteriormente complementar los resultados con pruebas de usuarios.

La validación consiste en que dos grupos distintos de evaluadores con un nivel de experiencia similar en evaluaciones heurísticas y bajo las mismas condiciones inspeccionen una misma aplicación de software utilizando cada grupo un conjunto de heurísticas distinto. Un grupo utilizará únicamente las heurísticas de Nielsen, mientras que el otro grupo utilizará la nueva propuesta de evaluación. Los problemas de usabilidad que sean identificados por cada grupo deberán compararse, estableciendo los siguientes criterios:

Siendo,

- **P1:** Los problemas identificados por ambos grupos de evaluadores.
- **P2:** Los problemas identificados únicamente por el grupo de evaluadores que utilizó la nueva propuesta de heurísticas de usabilidad.
- **P3:** Los problemas identificados únicamente por el grupo de evaluadores que utilizó la propuesta de heurísticas de usabilidad establecida por Jakob Nielsen.

Es posible establecer que las nuevas heurísticas de usabilidad trabajan bien cuando:

- **P2** incluye el mayor porcentaje de problemas de usabilidad ó
- **P1 + P2** incluyen el mayor porcentaje de problemas de usabilidad.

Sin embargo, si el conjunto **P3** incluye el mayor porcentaje de problemas de usabilidad, será necesario descartar las siguientes hipótesis:

- Las nuevas heurísticas no han permitido identificar muchos problemas de usabilidad porque no están correctamente especificadas.
- Los evaluadores que usaron las nuevas heurísticas ignoraron subjetivamente los problemas.

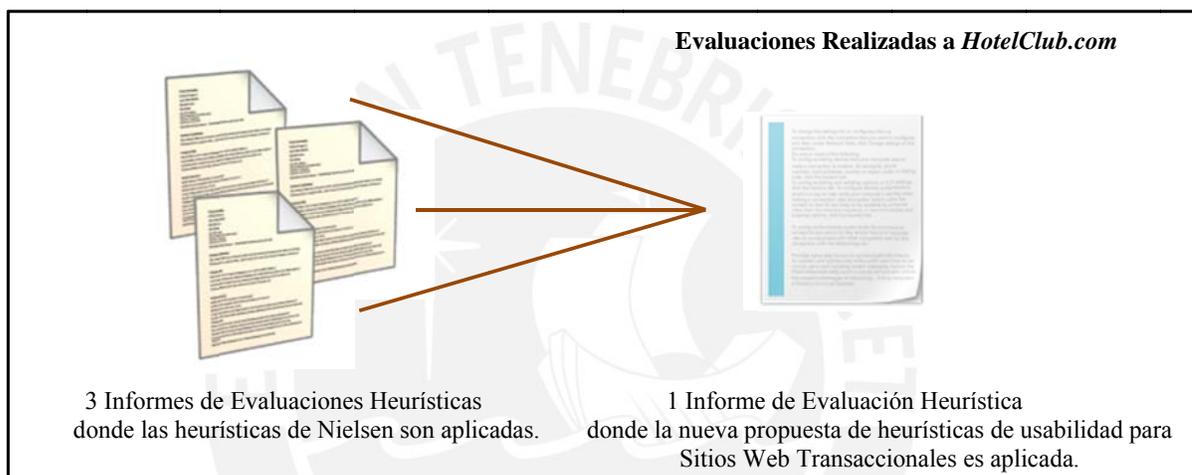
Ambas hipótesis deberán ser validadas o rechazadas a través de experimentos complementarios y/o pruebas de usabilidad con usuarios reales.

Para llevar a cabo la validación de esta nueva propuesta de heurísticas de evaluación se realizó un caso de estudio en la que *HotelClub.com*, un Sitio Web Transaccional altamente reconocido en el contexto de las reservas hoteleras en línea, fue inspeccionado. La elección de esta aplicación de software como objeto de estudio tuvo su justificación en la disposición de informes de evaluación que son el resultado de inspecciones heurísticas realizadas con anterioridad a este Sitio Web utilizando el conjunto de heurísticas de Nielsen. Este conjunto de informes ha permitido establecer los grupos de control o grupos que llevaron a cabo el caso de estudio utilizando las heurísticas tradicionales de Nielsen.

Por otro lado, para la obtención del grupo de comparación, se solicitó la colaboración de tres estudiantes de la asignatura de “Ingeniería de la Usabilidad” del Programa de Ingeniería Informática de pregrado para que realizar una inspección de usabilidad haciendo uso de la nueva propuesta de principios heurísticos de usabilidad para Sitios Web Transaccionales.

En la Fig. 11.1 se muestra el diseño del análisis comparativo que se llevó a cabo para determinar la efectividad de la nueva propuesta de heurísticas de usabilidad para Sitios Web Transaccionales. Se compararon tres informes que involucraban los resultados obtenidos de haber aplicado las heurísticas propuestas por Nielsen para identificar los problemas de usabilidad de *HotelClub.com*. Todos estos resultados fueron comparados uno a uno con los resultados obtenidos de haber aplicado las nuevas heurísticas de usabilidad a la misma aplicación Web Transaccional.

Fig. 11.1: Diseño del Análisis Comparativo entre Heurísticas de Nielsen y Heurísticas Propuestas



Cabe resaltar que los evaluadores participantes en las cuatro evaluaciones de usabilidad tuvieron aproximadamente el mismo nivel de experiencia y la misma formación académica ya que todos ellos fueron estudiantes de pregrado del curso de “Ingeniería de la Usabilidad” del programa de Ingeniería Informática, que para cursar esta asignatura han tenido que haber aprobado los mismos cursos del plan curricular establecido.

Adicionalmente a comprobar la cantidad de problemas determinado por cada grupo evaluador, se realizó un análisis comparativo de:

- El porcentaje de asociaciones que fueron correctamente realizadas entre problemas de usabilidad identificados y heurísticas incumplidas. En los cuadros resúmenes se especifica el número de asociaciones incorrectas, indicando la heurística y el número de veces que falló en ser identificada. No se especifica la heurística que fue establecida por los evaluadores en vez de la correcta. Por el contrario, se indica aquella heurística a la cual debió asociarse el problema y la cantidad de veces que falló en ser asociada indicando el evaluador otra heurística en su lugar.
- La calidad de los problemas identificados por la nueva propuesta heurística en base a los puntajes de criticidad que fueron establecidos.

11.1. Caso de Estudio: HotelClub.com

El producto de software evaluado fue *HotelClub.com*, es una página de búsqueda y reserva de hoteles a nivel mundial. Por medio de la página, los viajeros pueden encontrar información detallada de hoteles en distintas ciudades del mundo para facilitar una búsqueda eficiente de acuerdo a lo que se esté buscando. Se presenta información sobre la descripción de los hoteles, ubicación con mapa incluido, imágenes, precio, tipo de habitaciones, puntuación y comentarios hechos por otros viajeros que puedan servir de referencia para una adecuada selección y reserva vía Web. También permite el pago por medio de tarjetas de débito y crédito garantizando una transacción segura para la tranquilidad de los clientes.

Debido a la disposición de la información necesaria para poder realizar un análisis comparativo y debido a que esta aplicación se ajusta correctamente al tipo de software Web Transaccional que es objeto de estudio en esta investigación, es que fue seleccionado como caso de estudio válido para realizar la fase experimental a través de la aplicación de un caso real cuya aplicación informática se encuentra disponible y de acceso público a cualquier usuario a nivel internacional.

11.1.1. Evaluación basada en Heurísticas de Nielsen

Se analizaron los resultados obtenidos de tres evaluaciones heurísticas donde la propuesta de Jakob Nielsen fue empleada. La tabla 11.1.1 establece el número de participantes de cada evaluación que es analizada en esta sección.

Tabla 11.1.1. Cantidad de Asociaciones Correctas e Incorrectas en la Evaluación N° 1

Evaluación	N° de Participantes
<i>Evaluación N° 1</i>	4
<i>Evaluación N° 2</i>	4
<i>Evaluación N° 3</i>	4

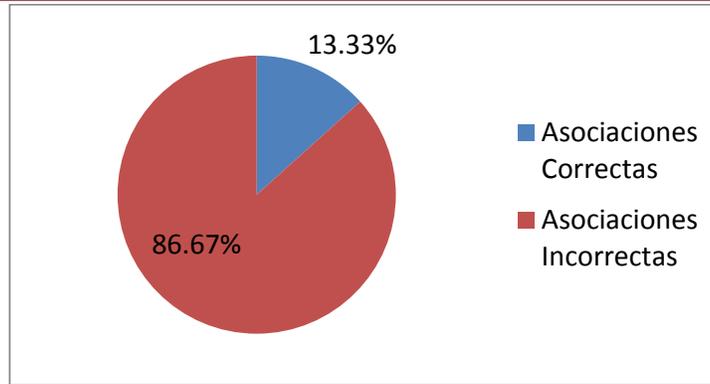
• **Evaluación N° 1**

Los problemas de usabilidad identificados en la evaluación N° 1 se especifican en el Anexo A3.1. La Tabla 11.1.2. y la Fig. 11.1.1. establecen la cantidad y el porcentaje de asociaciones correctas e incorrectas establecidas por los evaluadores respectivamente. Los resultados muestra que el porcentaje de asociaciones correctamente realizadas entre problemas de usabilidad identificados y heurísticas de usabilidad incumplidas es bastante bajo, de lo que se podría concluir un bajo nivel de entendimiento y falta de explicites en la intención de uso de las heurísticas. De los 15 problemas que fueron identificados en esta evaluación, 2 fueron asociados correctamente y 13 incorrectamente.

Tabla 11.1.2. Cantidad de Asociaciones Correctas e Incorrectas en la Evaluación N° 1

	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	TOTAL
Asociaciones Correctas	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
Asociaciones Incorrectas	0	0	0	3	5	0	3	2	0	0	13

Fig. 11.1.1: Porcentaje de Asociaciones Correctas e Incorrectas en la Evaluación N° 1



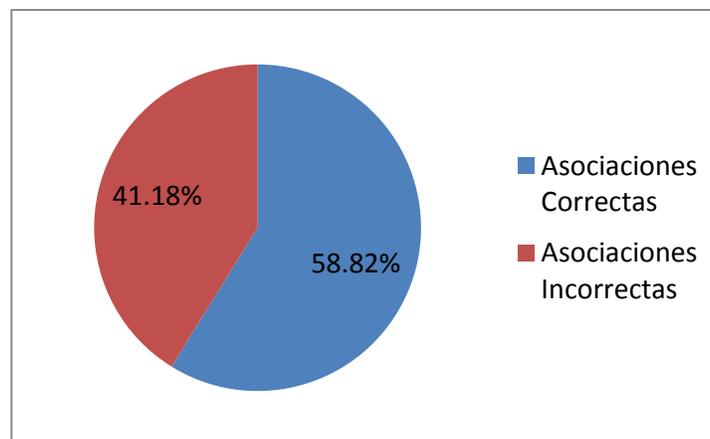
• **Evaluación N° 2**

Los problemas de usabilidad identificados en la evaluación N° 2 se especifican en el Anexo A3.2. La Tabla 11.1.3. y la Fig. 11.1.2. establecen la cantidad y el porcentaje de asociaciones correctas e incorrectas establecidas por los evaluadores respectivamente. A pesar de que en esta evaluación el porcentaje de asociaciones que fueron correctamente realizadas es mayor que las incorrectas, el porcentaje de error sigue siendo bastante alto casi llegando a la mitad. Este resultado sigue justificando la falta de un adecuado entendimiento de la intención de uso de las heurísticas de Nielsen. De los 17 problemas que fueron identificados en esta evaluación, 10 fueron asociados correctamente y 7 incorrectamente.

Tabla 11.1.3. Cantidad de Asociaciones Correctas e Incorrectas en la Evaluación N° 2

	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	TOTAL
Asociaciones Correctas	0	4	1	1	0	0	2	2	0	0	10
Asociaciones Incorrectas	0	1	0	4	1	0	0	0	1	0	7

Fig. 11.1.2: Porcentaje de Asociaciones Correctas e Incorrectas en la Evaluación N° 2



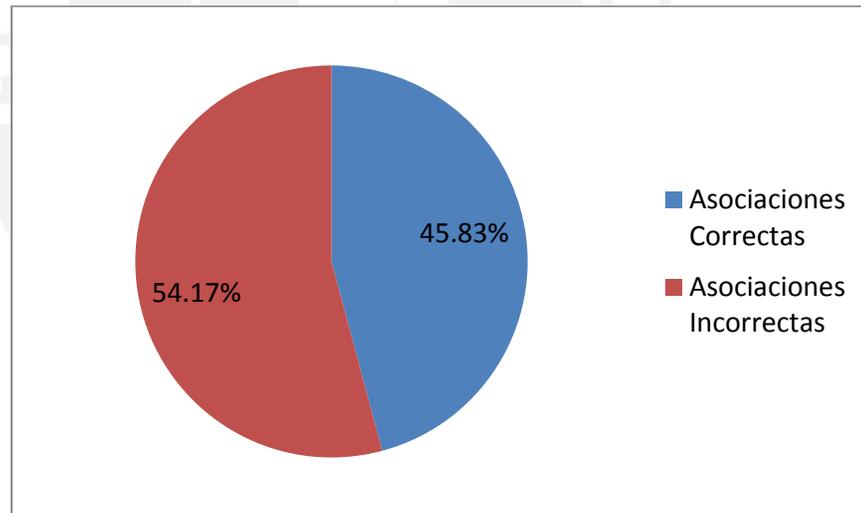
• **Evaluación N° 3**

Los problemas de usabilidad identificados en la evaluación N° 3 se especifican en el Anexo A3.3. La Tabla 11.1.4. y la Fig. 11.1.3. establecen la cantidad y el porcentaje de asociaciones correctas e incorrectas establecidas por los evaluadores respectivamente. Esta tercera evaluación ratifica los datos mostrados con anterioridad. El porcentaje de asociaciones incorrectas es mayor por lo que se podría establecer que definitivamente las heurísticas de Nielsen son un instrumento de evaluación difícil de aplicar correctamente debido al nivel de dificultad que existe por parte de los evaluadores novatos para entender la intención de uso de cada heurística. De los 24 problemas que fueron identificados en esta evaluación, 11 fueron asociados correctamente y 13 incorrectamente.

Tabla 11.1.4. Cantidad de Asociaciones Correctas e Incorrectas en la Evaluación N° 3

	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	TOTAL
Asociaciones Correctas	1	0	1	6	1	0	0	1	1	0	11
Asociaciones Incorrectas	1	2	0	7	1	0	1	1	0	0	13

Fig. 11.1.3: Porcentaje de Asociaciones Correctas e Incorrectas en la Evaluación N° 3



11.1.2. Evaluación basada en la Nueva Propuesta

La evaluación aplicando la nueva propuesta heurística de evaluación fue realizada por tres evaluadores novatos, estudiantes de pregrado del curso de “Ingeniería de la Usabilidad” del programa de Ingeniería Informática de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. La lista única de estos tres evaluadores pudo determinar 39 problemas en total, los cuales son especificados a detalle en el anexo A4.

La Tabla 11.1.5 resume la cantidad de problemas que fueron identificados por heurística propuesta. Es posible apreciar que casi todas las heurísticas fueron utilizadas para establecer algún problema de usabilidad.

Tabla 11.1.5. Cantidad de Problemas Identificados por Heurística con la Nueva Propuesta

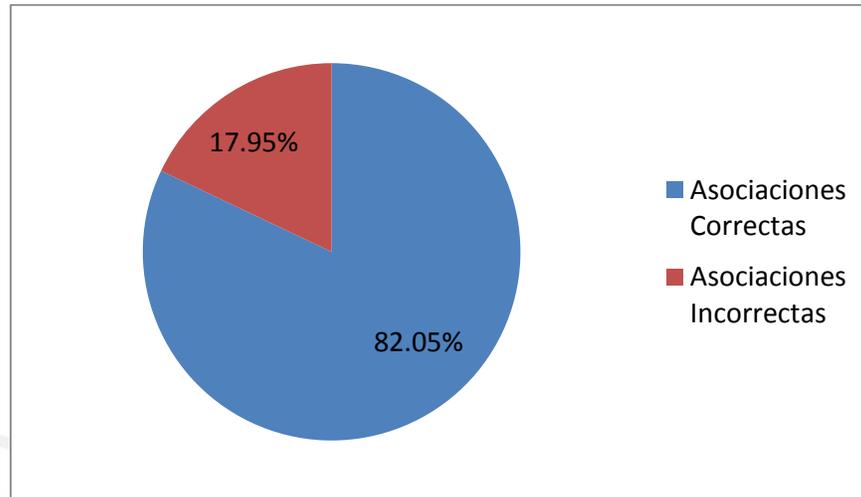
ID	Heurística de Usabilidad	Problemas que incumplen el principio	Nº de Problemas que incumple la Heurística de Usabilidad
F1	Visibilidad y Claridad de los Elementos del Sistema	P10, P27, P33, P38	4
F2	Visibilidad del Estado del Sistema	----	0
F3	Coincidencia entre el Sistema y los Aspectos Culturales del Usuario	P2, P28, P35	3
F4	Retroalimentación sobre el Estado de una Transacción	----	0
F5	Alineamiento hacia los Estándares	P13, P14, P15	3
F6	Consistencia entre los Elementos del Sistema	P5, P9, P16, P18, P21, P22	6
F7	Simbología Estandarizada	P32	1
F8	Diseño Estético y Minimalista	P20, P29, P34	3
F9	Prevención, Reconocimiento y Recuperación de Errores	P4, P6, P12, P39	4
F10	Apropiada Flexibilidad y Eficacia de Uso	P11, P19, P23, P26, P30, P37	6
F11	Ayuda y Documentación	P1	1
F12	Fiabilidad y Rapidez de las Transacciones	P25	1
F13	Funcionalidad Correcta y Esperada	P3, P7, P8, P17, P31, P36	6
F14	Minimizar la Carga de Memoria	----	0
F15	Control y Libertad del Usuario	P24	1
TOTAL			39

La Tabla 11.1.6. y la Fig. 11.1.4. establecen la cantidad y el porcentaje de asociaciones correctas e incorrectas establecidas por los evaluadores respectivamente cuando se utilizó la nueva propuesta de heurísticas de usabilidad. El número de asociaciones correctas mejoró notablemente pudiendo establecer que hubo una mejora significativa bastante alta en comparación con las evaluaciones que fueron realizadas con las heurísticas de Nielsen. Únicamente hubo inconvenientes para asociar menos de la quinta parte de problemas total. Definitivamente existe una mejor y es posible concluir para ser la primera vez que las heurísticas son puestas a prueba, han sido los suficientemente entendibles en su intención de uso.

Tabla 11.1.6. Cantidad de Asociaciones Correctas e Incorrectas con la Nueva Propuesta de Heurísticas

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	TOTAL
Asociaciones Correctas	4	0	3	0	3	5	1	2	4	1	1	1	6	0	1	32
Asociaciones Incorrectas	0	0	0	0	0	1	0	1	0	5	0	0	0	0	0	7

Fig. 11.1.4: Porcentaje de Asociaciones Correctas e Incorrectas con la Nueva Propuesta de Heurísticas



11.1.3. Análisis Comparativo de Resultados

Para poder establecer si la nueva propuesta de heurísticas de usabilidad para Sitios Web Transaccionales detecta mayor cantidad de problemas que la propuesta de Nielsen, se establece un análisis comparativo de los resultados. Este análisis también permitirá determinar en qué medida se incluyen en la nueva propuesta los problemas identificados utilizando las heurísticas de Nielsen.

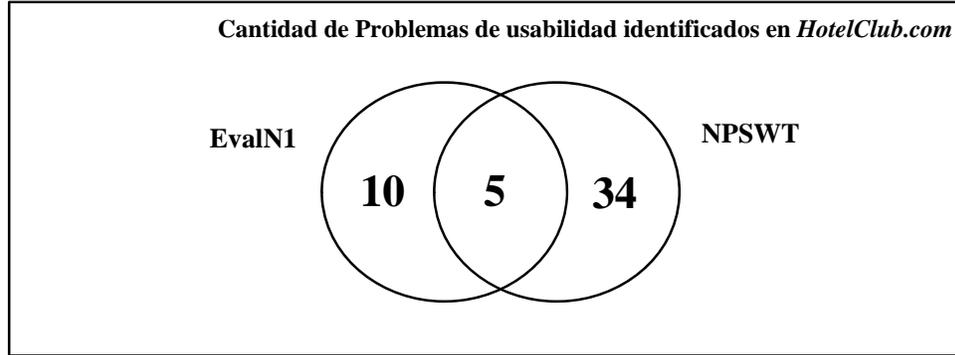
Para realizar el análisis comparativo se utilizarán las siguientes siglas:

- **EvalN1:** Evaluación N° 1 que fue realizada utilizando las heurísticas de Nielsen.
- **EvalN2:** Evaluación N° 2 que fue realizada utilizando las heurísticas de Nielsen.
- **EvalN3:** Evaluación N° 3 que fue realizada utilizando las heurísticas de Nielsen.
- **NPSWT:** Evaluación que fue realizada utilizando la nueva propuestas de heurísticas para Sitios Web Transaccionales.

En los gráficos se representan dos conjuntos. Un conjunto hace referencia a la cantidad de problemas de usabilidad que se identificaron por alguna de las evaluaciones donde las heurísticas de Nielsen fueron utilizadas. El otro conjunto hace referencia al conjunto de problemas que fue identificado utilizando la nueva propuesta de heurísticas para Sitios Web Transaccionales. La intersección de ambos conjuntos representa la cantidad de problemas que fueron detectados en ambas evaluaciones y que son comunes, es decir, se repiten en ambas evaluaciones a pesar de que estén redactados de distinta forma.

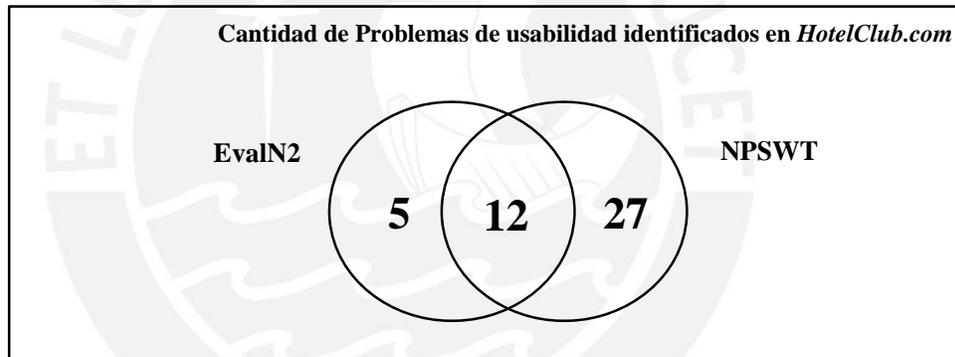
Comparación de cantidad de problemas con la Evaluación N° 1

Fig. 11.1.5: Cantidad de Problemas de Usabilidad Distintos y en Común entre EvalN1 y NPSWT



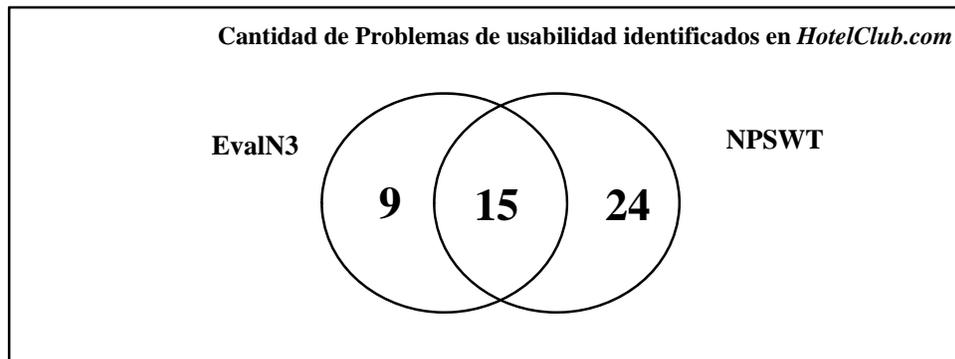
Comparación de cantidad de problemas con la Evaluación N° 2

Fig. 11.1.6: Cantidad de Problemas de Usabilidad Distintos y en Común entre EvalN2 y NPSWT



Comparación de cantidad de problemas con la Evaluación N° 3

Fig. 11.1.7: Cantidad de Problemas de Usabilidad Distintos y en Común entre EvalN3 y NPSWT



En todos los análisis comparativos, la cantidad de problemas identificados únicamente por el grupo de evaluadores que utilizó la nueva propuesta de heurísticas de usabilidad para Sitios Web Transaccionales fue mayor. Por tanto se podría concluir de los resultados obtenidos que la nueva propuesta es más eficiente y eficaz. Sin embargo, con los pocos datos estudiados no es posible generalizar aún. Será necesario realizar más casos de estudio para determinar con mayor evidencia las conclusiones obtenidas en este estudio.

Comparación a nivel de Asociaciones

La Tabla 11.1.8 y la Fig. 11.1.9 muestran el porcentaje de asociaciones correctas e incorrectas que fueron obtenidos en cada evaluación. Se puede observar que en la evaluación donde fue aplicado el nuevo conjunto de heurísticas de usabilidad, los evaluadores pudieron asociar más apropiadamente los problemas de usabilidad que identificaron.

Tabla 11.1.8. Porcentaje de Asociaciones Correctas e Incorrectas por Evaluación Realizada

	EvalN1	EvalN2	EvalN3	NPSWT
Asociaciones Correctas	13.33%	58.82%	45.83%	82.05%
Asociaciones Incorrectas	86.67%	41.18%	54.17%	17.95%

Fig. 11.1.9: Porcentaje de Asociaciones Correctas e Incorrectas por Evaluación Realizada

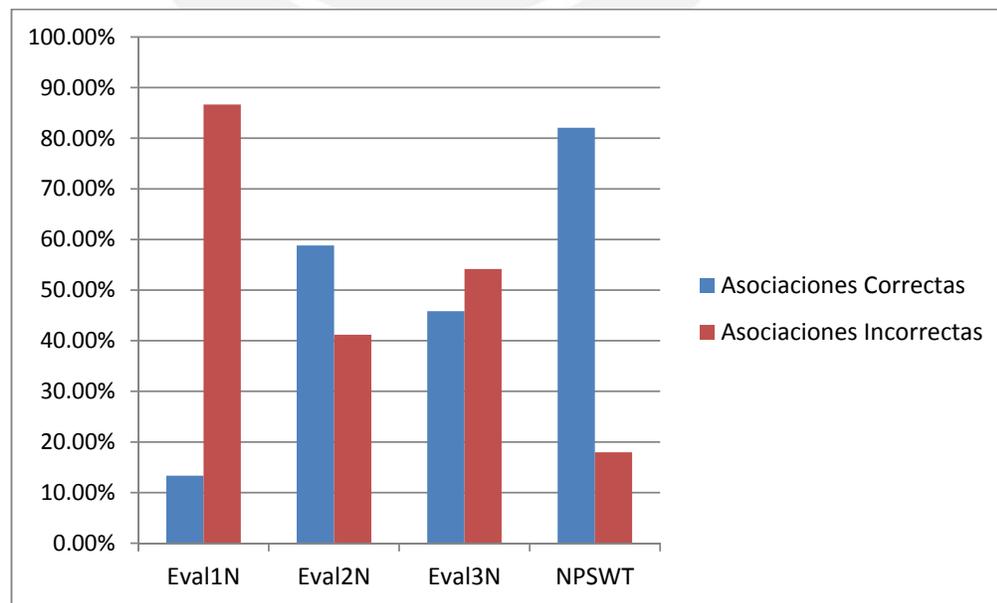
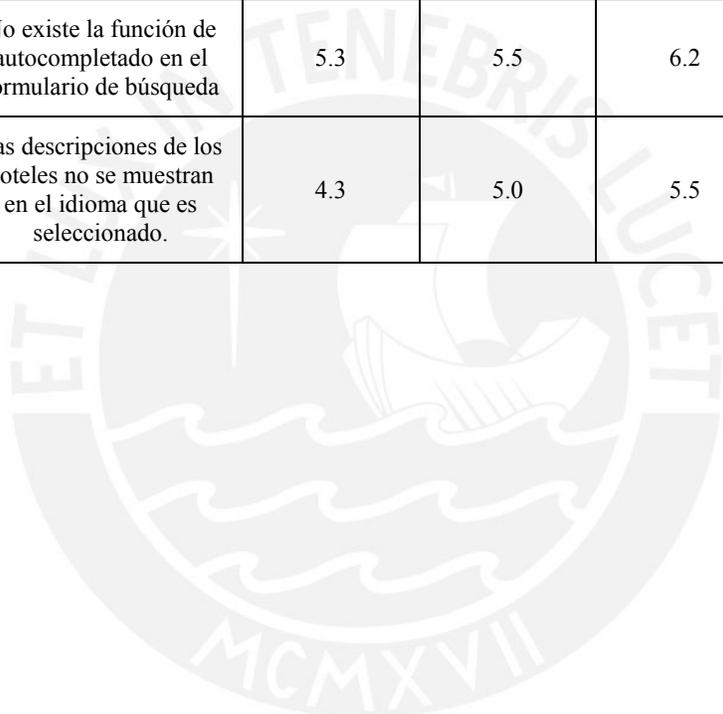


Tabla 11.1.9. Criticidad obtenida de los Problemas en las distintas evaluaciones

Problema	Eval1N		Eval2N		Eval3N		NPSWT	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
	3.0	6.0	2.0	6.5	3.2	7.0	2.6	6.4
No existe una guía de cómo utilizar el sistema para usuarios inexpertos.	5.3		5.0		5.5		4.2	
No es posible visualizar el precio de los hoteles en todos los tipos de moneda.	4.0		6.0		6.5		4.4	
No existe la función de autocompletado en el formulario de búsqueda	5.3		5.5		6.2		6.4	
Las descripciones de los hoteles no se muestran en el idioma que es seleccionado.	4.3		5.0		5.5		4.6	



12. TRABAJOS FUTUROS

A pesar de que los resultados han sido favorables para las heurísticas de usabilidad propuestas en este trabajo de investigación, es necesario continuar realizando experimentos que aporten evidencia a los resultados obtenidos en este estudio. No es posible generalizar los resultados debido a la poca cantidad de casos de estudio que se tomaron en cuenta para establecer las conclusiones de esta investigación. Por lo tanto queda mucha investigación que podría realizarse en esta área:

- Se realizó un estudio de percepciones del cual se pudo determinar un modelo de percepción basada en el análisis de las heurísticas de usabilidad con evaluadores novatos. Uno de los trabajos futuros a realizar es que se pueda validar este modelo y determinar si efectivamente cuando se tratan de heurísticas de usabilidad, la intención de uso se ve influida por la facilidad de uso percibida, utilidad percibida, completitud percibida y necesidad de lista de verificación.
- Se formuló una propuesta de heurísticas de usabilidad para Sitios Web Transaccionales. Sin embargo, no se elaboró ninguna lista de verificación asociada a este conjunto de heurísticas. La continuación de este trabajo de investigación debería considerar la posibilidad de detallar esta nueva propuesta y establecer una lista de verificación que facilite el trabajo a los evaluadores.
- Se deberán realizar casos de estudio en donde participen evaluadores expertos cuyos resultados podrían complementar lo presentado por este estudio. Adicionalmente se podría someter la propuesta a evaluación de los especialistas para que se obtenga retroalimentación y puedan cubrirse más aspectos que no están siendo considerados actualmente.

13. CONCLUSIONES

- A pesar de existir una gran variedad de estudios, métodos, herramientas y técnicas referidas a evaluaciones de usabilidad en aplicaciones de software, estas se enfocan en evaluar el nivel de cumplimiento de estas características en interfaces genéricas. Por lo tanto, existe la necesidad de elaborar un instrumento de evaluación que esté orientado a analizar el nivel de usabilidad de forma precisa en aplicaciones de tipo Web Transaccional.
- Se ha determinado que las heurísticas de usabilidad propuestas por Jakob Nielsen que son utilizadas en la actualidad, muestran limitaciones. Es decir, no pueden enfocarse a evaluar sitios Web transaccionales ya que no cubren ciertas características relacionadas a aspectos: culturales, transaccionales, funcionales, de diseño, consistencia, visibilidad y navegabilidad. Además estas presentan las siguientes dificultades: complejidad en el uso, falta de claridad, problemas de asociación y falta de completitud.
- Se logró elaborar la propuesta teórica, la cual contiene quince heurísticas enfocadas en medir el nivel de usabilidad de aplicaciones Web de tipo transaccional.
- Se pudo determinar que las heurísticas de usabilidad propuestas por Jakob Nielsen presentan inconvenientes al momento en que los evaluadores tratan de asociar los problemas de usabilidad que fueron identificados en una evaluación, con las heurísticas incumplidas. Las evaluaciones en donde las heurísticas de Nielsen fueron consideradas presentaron un alto porcentaje de malas asociaciones. Por el contrario, la nueva propuesta establecida por esta investigación, presentó un alto porcentaje de asociaciones correctas. Sería posible inferir que las heurísticas son entendibles y fáciles de utilizar. Sin embargo, aún es necesario realizar una encuesta de percepción que permita conocer la opinión de los evaluadores con respecto a este nuevo instrumento de evaluación.
- A través del modelo de percepción establecido en este trabajo de investigación se logró determinar un conjunto de heurísticas de usabilidad para Sitios Web Transaccionales considerando tres aspectos: que sean fáciles de usar, útiles y que cubre todos los aspectos de usabilidad de este tipo de aplicaciones de software.

En general podríamos afirmar que, la propuesta planteada es una herramienta que cubre un gran porcentaje de las falencias y limitaciones por las heurísticas actuales evidenciadas en los casos de estudio. Asimismo, los resultados establecieron que las nuevas heurísticas de usabilidad para Sitios Web Transaccionales son capaces de obtener resultados más eficientes identificando no solamente problemas adicionales de usabilidad sino que incluyen aquellos problemas que son identificados con la propuesta actual de Nielsen.

A pesar de que los resultados son favorables es importante destacar que existen ciertos factores que pueden haber afectado de manera favorable a la obtención de los datos presentados en este trabajo de investigación, tales como la disposición de los evaluadores para realizar las evaluaciones heurísticas o el nivel de experiencia del que dispone cada uno y la inclinación a realizar un análisis detallado, entre otros. Sin embargo, se trató de llevar a cabo una investigación objetiva con el propósito de elaborar una herramienta de evaluación que tenga una colaboración significativa en la comunidad científica del área.

Es necesario tener en cuenta que los experimentos fueron realizados bajo determinados escenarios y que probablemente los resultados puedan diferir en otros contextos. No obstante, la diferencia de resultados presentados en este estudio es bastante elevada por lo que se podría esperar un comportamiento igual o no tan diferenciado en adicionales casos de estudio que sean realizados a esta investigación.

El instrumento de evaluación propuesta ha presentado los resultados esperados y ha superado las expectativas al ser aplicado en un caso de estudio real. A través de esta herramienta ha sido posible determinar problemas de usabilidad orientadas a características propias de aplicaciones Web Transaccionales. Cumpliendo este propósito y abarcando también las características cubiertas por la actual propuesta heurística de Nielsen, se establece un nuevo conocimiento que será de utilidad no solo para los inspectores de software sino también para los investigadores en el área de la Interacción Humano-Computador que se encuentran realizando estudios en tipos de software emergentes como los que fueron objeto de estudio en el presente trabajo.



Referencias

- [1] S. Lee and R. J. Koubek, "The effects of usability and web design attributes on user preference for e-commerce web sites," *Computers in Industry*, vol. 61, pp. 329-341, 2010.
- [2] A. Gulli and A. Signorini, "The indexable web is more than 11.5 billion pages," presented at the Special interest tracks and posters of the 14th international conference on World Wide Web, Chiba, Japan, 2005.
- [3] Y. Lee and K. A. Kozar, "Understanding of website usability: Specifying and measuring constructs and their relationships," *Decision Support Systems*, vol. 52, pp. 450-463, 2012.
- [4] A. Fernandez, E. Insfran, and S. Abrahão, "Usability evaluation methods for the web: A systematic mapping study," *Information and Software Technology*, vol. 53, pp. 789-817, 2011.
- [5] S. A. Becker and F. E. Mottay, "A global perspective on Web site usability," *Software, IEEE*, vol. 18, pp. 54-61, 2001.
- [6] B. Vatanasombut, A. C. Stylianou, and M. Igharia, "How to retain online customers," *Commun. ACM*, vol. 47, pp. 64-70, 2004.
- [7] C. Koeffel, W. Hochleitner, J. Leitner, M. Haller, A. Geven, and M. Tscheligi, "Using Heuristics to Evaluate the Overall User Experience of Video Games and Advanced Interaction Games: Evaluating User Experience in Games," R. Bernhaupt, Ed., ed: Springer London, 2010, pp. 233-256.
- [8] C. C. Guerra-García, Ismael; Berti-Équille, Laure; Piattini, Mario, "DAQ_UWE: A Framework for Designing Data Quality Aware Web Applications," in *Proceedings of the 16th International Conference on Information Quality (ICIQ-11)*, 2011, pp. 115-129.
- [9] S. Murugesan and A. Ginige, "Web engineering: introduction and perspectives," *Web Engineering: Principles and Techniques*, vol. 1, 2005.
- [10] R. S. Pressman, "Part Three: Applying Web Engineering," *Software Engineering: A Practioner's Approach*, pp. 499-626, 2005.
- [11] G. Kappel, B. Pröll, S. Reich, and W. Retschitzegger, *Web Engineering: The Discipline of Systematic Development of Web Applications*: Wiley, 2006.
- [12] C. Rusu, S. Roncagliolo, V. Rusu, and C. Collazos, "A methodology to establish usability heuristics," 2011, pp. 59-62.
- [13] I. Harms and W. Schweibenz, "Evaluating the Usability of a Museum Web Site," 2001.
- [14] S. Batra and R. Bishu, "Web Usability and Evaluation: Issues and Concerns - Usability and Internationalization. HCI and Culture.." vol. 4559, N. Aykin, Ed., ed: Springer Berlin / Heidelberg, 2007, pp. 243-249.
- [15] J. Nielsen. (2003). *Usability 101: Introduction to Usability*. Available: <http://www.useit.com/alertbox/20030825.html>
- [16] A. Islam and K. Tsuji, "Evaluation of Usage of University Websites in Bangladesh," *DESIDOC Journal of Library & Information Technology*, vol. 31, 2011.
- [17] P. A. Davis and F. M. Shipman, "Learning usability assessment models for web sites," presented at the Proceedings of the 16th international conference on Intelligent user interfaces, Palo Alto, CA, USA, 2011.
- [18] A. Granić, I. Mitrović, and N. Marangunić, "Exploring the usability of web portals: A Croatian case study," *International Journal of Information Management*, vol. 31, pp. 339-349, 2011.
- [19] J. Nielsen, "Usability inspection methods," presented at the Conference companion on Human factors in computing systems, Boston, Massachusetts, United States, 1994.
- [20] S. Reis and R. Prates, "An initial analysis of communicability evaluation methods through a case study," presented at the Proceedings of the 2012 ACM annual conference extended abstracts on Human Factors in Computing Systems Extended Abstracts, Austin, Texas, USA, 2012.
- [21] J. Offutt, "Quality attributes of web software applications," *Software, IEEE*, vol. 19, pp. 25-32, 2002.
- [22] P. Koutsabasis, S. Vosinakis, K. Malisova, and N. Paparounas, "On the value of Virtual Worlds for collaborative design," *Design Studies*, vol. 33, pp. 357-390, 2012.
- [23] V. Bruno, A. Tam, and J. Thom, "Characteristics of web applications that affect usability: a review," presented at the Proceedings of the 17th Australia conference on Computer-Human Interaction: Citizens Online: Considerations for Today and the Future, Canberra, Australia, 2005.
- [24] R. O. Prates, S. D. J. Barbosa, and C. S. d. Souza, "A case study for evaluating interface design through communicability," presented at the Proceedings of the 3rd conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques, New York City, New York, United States, 2000.
- [25] L. Olsina, G. Lafuente, and G. Rossi, "Specifying Quality Characteristics and Attributes for Websites - Web

- Engineering." vol. 2016, S. Murugesan and Y. Deshpande, Eds., ed: Springer Berlin / Heidelberg, 2001, pp. 266-278.
- [26] J. L. V. Carnicero, *Ingeniería Web*. España: Editorial Universidad de León, 2003.
- [27] G. A. Di Lucca and A. R. Fasolino, "Testing Web-based applications: The state of the art and future trends," *Information and Software Technology*, vol. 48, pp. 1172-1186, 2006.
- [28] G. Kappel, *Web engineering: the discipline of systematic development of web applications*: Wiley, 2006.
- [29] S. L. Mora, in *Programación de aplicaciones Web: Historia, principios básicos y clientes Web*, E. C. Universitario, Ed., ed España, 2002.
- [30] ISO, "9241-11. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDT's)," in *Part 11: Guidance on Usability*, ed. Beuth, Berlin, Germany, 1998.
- [31] J. Nielsen, *Usability engineering*, 1 edition ed. San Diego, CA 92101, United States: Academic Press, 1993.
- [32] ISO, "9126-1: Software Engineering - Product Quality," in *Part 1: Quality Model*, ed. Geneva, Switzerland, 2000.
- [33] J. Karat, "User-centered software evaluation methodologies," *Handbook of human-computer interaction*, vol. 2, pp. 689-704, 1997.
- [34] W. O. Galitz, *The essential guide to user interface design: an introduction to GUI design principles and techniques*: Wiley, 2007.
- [35] A. Holzinger, "Usability engineering methods for software developers," *Commun. ACM*, vol. 48, pp. 71-74, 2005.
- [36] J. Nielsen and R. L. Mack, *Usability Inspection Methods*. New York, NY, United States: John Wiley & Sons, 1994.
- [37] R. Mack and F. Montaniz, "Observing, predicting, and analyzing usability problems," in *Usability inspection methods*, 1994, pp. 295-339.
- [38] J. Nielsen and V. L. Phillips, "Estimating the relative usability of two interfaces: heuristic, formal, and empirical methods compared," in *Proceedings of the INTERACT'93 and CHI'93 conference on Human factors in computing systems*, 1993, pp. 214-221.
- [39] H. Desurvire, D. Lawrence, and M. Atwood, "EMPIRICISM VERSUS JUDGEMENT: COMPARING USER INTERFACE EVALUATION METHODS ON A NEW TELEPHONE-BASED INTERFACE," *SIGCHI Bull.*, vol. 23, pp. 58-59, 1991.
- [40] P. G. Polson, C. Lewis, J. Rieman, and C. Wharton, "Cognitive walkthroughs: a method for theory-based evaluation of user interfaces," *International Journal of Man-Machine Studies*, vol. 36, pp. 741-773, 1992.
- [41] J. Nielsen, "The usability engineering life cycle," *Computer*, vol. 25, pp. 12-22, 1992.
- [42] L. GAMBERINI and E. VALENTINI, "Web usability today: Theories, approach and methods," *Towards Cyberpsychology: Mind, Cognition, and Society in the Internet Age*, vol. 2, p. 109, 2001.
- [43] J. Nielsen, "Finding usability problems through heuristic evaluation," presented at the Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, Monterey, California, United States, 1992.
- [44] M. W. M. Jaspers, "A comparison of usability methods for testing interactive health technologies: Methodological aspects and empirical evidence," *International Journal of Medical Informatics*, vol. 78, pp. 340-353, 2009.
- [45] A. De Angeli, M. Matera, M. Costabile, F. Garzotto, and P. Paolini, "On the advantages of a systematic inspection for evaluating hypermedia usability," *International Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 15, pp. 315-335, 2003.
- [46] J. Nielsen. (Last access 07th Dec, 2012). *Ten Usability Heuristics*. Available: http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html
- [47] C. Jimenez, C. Rusu, V. Rusu, S. Roncagliolo, and R. Inostroza, "Formal specification of usability heuristics: how convenient it is?," presented at the Proceedings of the 2nd international workshop on Evidential assessment of software technologies, Lund, Sweden, 2012.
- [48] D. Muijs, *Doing Quantitative Research in Education: with SPSS*, 1 ed. London, United Kingdom: Sage Publications Ltd, 2004.