

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

Usabilidad en Dispositivos Móviles Táctiles

RODOLFO ANDRÉS FERNANDO INOSTROZA CARVAJAL

Profesor Guía: **Cristian Alexandru Rusu**

MEMORIA DE TÍTULO
PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL EN INFORMÁTICA

MARZO, 2012

A mis padres por hacer de mí el hombre que soy y por compartir mis sueños. A mi hermanita por iluminar mi vida día a día. A mi familia por todas esas reuniones que me perdí, gracias por su apoyo incondicional. A mi tutor que confió y creyó en mí. Mil gracias por esta increíble oportunidad.

Resumen

La usabilidad en los productos software es una variable primordial en la medición del éxito de un sistema de información, así como en la medición de la calidad de software. Por esto, la usabilidad en dispositivos móviles táctiles se debe considerar en el desarrollo de nuevos productos, en especial considerando la gran competitividad existente en el mercado. Uno de los métodos de medición de usabilidad más utilizados es la evaluación heurística, la cual analiza los productos utilizando principios heurísticos, o heurísticas de usabilidad. La calidad de la medición depende, entre otros, de las heurísticas utilizadas. Por lo anterior, este trabajo presenta una propuesta de principios heurísticos que se ajusta a la naturaleza de los dispositivos móviles táctiles, permitiendo así una evaluación mas precisa y detallada. La investigación se basó en una metodología de desarrollo de heurísticas de usabilidad, la cual presenta un proceso iterativo flexible que facilita la construcción del conjunto de principios heurísticos. Luego de tres iteraciones, incluyendo dos etapas de validación, se lograron obtener resultados promisorios. Se requiere analizar más casos de estudio.

Palabras Clave: usabilidad, heurísticas de usabilidad, evaluaciones de usabilidad, dispositivos móviles táctiles.

Abstract

The usability in software products is a main issue which can determine the quality and success of an information system. Usability in the development of new touchscreen-based mobile devices should be considered as a distinctive feature in a rushing market as the one of mobile devices. One of the most used and popular usability measuring methods is the heuristic evaluation, which analyze the products using heuristic principles, or usability heuristics. The quality of the measurement depends, among others, on the used heuristics. This work proposes a set of usability heuristics which considers the nature of touchscreen-based mobile devices, allowing a more precise and detailed evaluation. The research was based on a methodology to establish usability heuristics, which considers an iterative and flexible process in order to facilitate the construction of a set of heuristic principles. After three iterations, and two validation stages, we got promising results. More case studies are required.

Keywords: usability, usability heuristics, usability measurement techniques, touchscreen-based mobile devices.

Índice

Glosario de Términos	I
Lista de Figuras	IV
Lista de Tablas	VI
1. Introducción	1
1.1. Discusión Bibliográfica	2
1.2. Descripción del Problema	3
2. Definición del Proyecto	5
2.1. Objetivos del Proyecto	5
2.1.1. Objetivo General	5
2.1.2. Objetivos Específicos	5
2.2. Metodología de la Investigación	5
2.3. Plan de Trabajo	6
3. Dispositivos Móviles	8
3.1. Concepto de Dispositivo Móvil	8
3.2. Clasificación de Dispositivos Móviles	8
3.3. Aplicaciones para Dispositivos Móviles Táctiles	12
3.3.1. Análisis Comparativo de Sistemas Operativos para Dispositivos Móviles Táctiles	12
3.3.2. Categorías de Aplicaciones Móviles	15
4. Usabilidad	16
4.1. Concepto de Usabilidad	16
4.2. Atributos de Usabilidad	16
4.3. Paradigmas de Usabilidad	18
4.4. Principios de Usabilidad	19
4.5. Métodos de Evaluación de la Usabilidad	21
4.5.1. Técnicas de Inspección	21
4.5.1.1. Evaluación Heurística	21
4.5.1.2. Recorrido Cognitivo	23
4.5.2. Técnicas de Prueba o Test	23
4.5.2.1. Pruebas de Papel y Lápiz	24
4.5.2.2. Pensamiento en voz alta	24
5. Usabilidad en Dispositivos Móviles Táctiles	25
5.1. Atributos de Usabilidad para Dispositivos Móviles Táctiles	25
5.2. Desafíos para la medición de Usabilidad en Dispositivos Móviles Táctiles	27
5.2.1. Diseño e Implementación de Pruebas de Usabilidad en Dispositivos Móviles	27
5.2.1.1. Metodologías	27
5.2.1.2. Herramientas	30

6. Desarrollo de Heurísticas de Evaluación de la Usabilidad	32
6.1. Metodología de Desarrollo de Heurísticas de Usabilidad	32
6.2. Casos de Estudio	33
6.3. Primera Iteración: Propuesta Preliminar de Heurísticas de Usabilidad para Dispositivos Móviles Táctiles	34
6.4. Segunda Iteración: Validación Preliminar	38
6.4.1. Primer Experimento: <i>Blackberry Storm 2</i>	38
6.4.2. Segundo Experimento: <i>Nokia N97</i>	41
6.5. Tercera Iteración: Refinamiento de la Propuesta de Heurísticas de Usabilidad para Dispositivos Móviles Táctiles	44
6.5.1. DMT1: Visibilidad del estado del sistema	45
6.5.2. DMT2: Correspondencia entre el sistema y el mundo real	49
6.5.3. DMT3: Control y libertad del usuario	51
6.5.4. DMT4: Consistencia y estándares	52
6.5.5. DMT5: Prevención de errores	54
6.5.6. DMT6: Minimizar la carga de memoria del usuario	56
6.5.7. DMT7: Personalización y atajos	57
6.5.8. DMT8: Eficiencia de uso y rendimiento	60
6.5.9. DMT9: Estética y diseño minimalista	61
6.5.10. DMT10: Ayuda al usuario a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores	62
6.5.11. DMT11: Ayuda y documentación	62
6.5.12. DMT12: Interacción física y ergonomía	63
6.5.13. Comparación con Heurísticas de Nielsen	67
6.5.14. Lista de comprobación	68
7. Validación de la Propuesta de Heurísticas de Evaluación de la Usabilidad	73
8. Conclusiones	76
Bibliografía	79
Anexos	80
A. Tablas	80

Glosario de Términos

3G: *3rd-generation*. Es la abreviación de tercera-generación de transmisión de voz y datos a través de telefonía móvil. La definición técnicamente correcta es UMTS. (Véase *UMTS*).

4G: *4th-generation*. Son las siglas de la cuarta generación de tecnologías de telefonía móvil. Provee velocidades de transmisión de datos entre 100 Mbps en movimiento y 1 Gbps en reposo.

Bluetooth: Es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal (WPANs) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM de los 2,4 GHz.

CDMA: *Code Division Multiple Access* (Multiplexación por división de código) es un término genérico para varios métodos de multiplexación o control de acceso al medio basados en la tecnología de espectro expandido. CDMA emplea una tecnología de espectro expandido y un esquema especial de codificación, por el que a cada transmisor se le asigna un código único, escogido de forma que sea ortogonal respecto al del resto; el receptor capta las señales emitidas por todos los transmisores al mismo tiempo, pero gracias al esquema de codificación (que emplea códigos ortogonales entre sí) puede seleccionar la señal de interés si conoce el código empleado.

E-book: *Electronic book* (libro electrónico), también conocido como e-book, eBook, ecolibro o libro digital, es una versión electrónica o digital de un libro. También suele denominarse así al dispositivo usado para leer estos libros, que es conocido también como e-reader o lector de libros electrónicos.

GPRS: *General Packet Radio Service* (Servicio general de paquetes vía radio) es una extensión del Sistema Global para Comunicaciones Móviles (Global System for Mobile Communications o GSM) para la transmisión de datos no conmutada (o por paquetes). Con GPRS se pueden utilizar servicios como Wireless Application Protocol (WAP) , servicio de mensajes cortos (SMS), servicio de mensajería multimedia (MMS), Internet y para los servicios de comunicación, como el correo electrónico y la World Wide Web (WWW).

GSM: Del francés *groupe spécial mobile*. Es un sistema estándar, libre de regalías, de telefonía móvil digital. Un cliente GSM puede conectarse a través de su teléfono con su computador y enviar y recibir mensajes por e-mail, faxes, navegar por Internet, acceder con seguridad a la red informática de una compañía (LAN/Intranet), así como utilizar otras funciones digitales de transmisión de datos, incluyendo el Servicio de mensajes cortos (SMS) o mensajes de texto. GSM se considera, por su velocidad de transmisión y otras características, un estándar de segunda generación (2G).

MIDP: Es una versión de J2ME (Java 2 Micro Edition) integrada en el hardware de celulares relativamente modernos que permite el uso de programas java denominados MIDlets, tales como juegos, aplicaciones o todo tipo de software.

MMS: *Multimedia message service* (Servicio de mensajes multimedia) es un estándar de mensajería que le permite a los teléfonos móviles enviar y recibir contenidos multimedia, incorporando sonido, video, fotos o cualquier otro contenido disponible en el futuro. La mensajería multimedia nos permite el envío de estos contenidos además a cuentas de correo electrónico, ampliando las posibilidades de la comunicación móvil, pudiendo publicar nuestras fotografías digitales o actuar en weblogs sin mediación de un ordenador. El límite de cada mensaje multimedia suele ser de 100 o 300 KB, dependiendo de cada móvil, si bien ese límite lo definen el operador o las características del terminal y no el protocolo.

Multitasking: Es una característica de los sistemas operativos modernos. Permite que varios procesos sean ejecutados al mismo tiempo compartiendo uno o más procesadores.

QWERTY: Es la distribución de teclado más común. Fue diseñado y patentado por Christopher Sholes en 1868 y vendido a Remington en 1873. Su nombre proviene de las primeras seis letras de su fila superior de teclas. Su propósito principal es lograr que las personas escriban más rápido distribuyendo las letras de tal forma que se puedan usar las dos manos para escribir la mayoría de las palabras.

Ringtone: Es el término con el cual se conoce el sonido hecho por un teléfono para indicar la llegada de un mensaje de texto o al recibir una llamada, el término es un anglicismo que aún no ha sido acuñado por la Real Academia de la Lengua Española aunque en español traduciría literalmente tono de llamada.

Slider: Es un componente de Interfaz de Usuario que permite una manipulación directa de datos, generalmente utilizada para seleccionar valores dentro de un rango finito. La forma de utilizarlo es deslizando, con el dedo, un indicador sobre un eje (1 dimensión) o área (2 dimensiones) delimitados por sus valores mínimos y máximos.

SMS: *Short message service* (Servicio de mensajes cortos) es un servicio disponible en los teléfonos móviles que permite el envío de mensajes cortos (también conocidos como mensajes de texto, o más coloquialmente, textos) entre teléfonos móviles, teléfonos fijos y otros dispositivos de mano. SMS fue diseñado originariamente como parte del estándar de telefonía móvil digital GSM, pero en la actualidad está disponible en una amplia variedad de redes, incluyendo las redes 3G.

Stylus: Originalmente es un instrumento de escritura. El término se emplea también para designar un accesorio de computadoras, generalmente de PDA o smartphones. Normalmente hace referencia a una vara alargada y estrecha, similar a un bolígrafo moderno, utilizada para interactuar con una pantalla táctil (touch-screen).

Switch: Es un componente de Interfaz de Usuario que permite seleccionar valores del tipo Booleano (verdadero o falso). Gráficamente trata de semejar un interruptor como los empleados para controlar la iluminación dentro del hogar.

TCP/IP: El TCP/IP es la base de Internet, y sirve para enlazar computadoras que utilizan diferentes sistemas operativos, incluyendo PC, minicomputadoras y computadoras centrales sobre redes de área local (LAN) y área extensa (WAN). TCP/IP fue desarrollado y demostrado por primera vez en 1972 por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, ejecutándolo en ARPANET, una red de área extensa de dicho departamento.

Touch-screen: Es una pantalla que mediante un toque directo sobre su superficie permite la entrada de datos y órdenes al dispositivo. A su vez, actúa como periférico de salida, mostrando los resultados introducidos previamente. Este contacto también se puede realizar con lápiz u otras herramientas similares.

Trackball: Es un dispositivo integrado al equipo que consiste en una bola que se puede hacer girar libremente en todas direcciones (2 ejes) con los dedos y permite el control de los elementos de la pantalla. Generalmente permite controlar el movimiento de un cursor.

Trackpad: Es un dispositivo táctil de entrada que permite controlar un cursor o facilitar la navegación a través de un menú o de cualquier interfaz gráfica. La posición del dedo se calcula con precisión basándose en las variaciones de la capacidad mutua en varios puntos hasta determinar el centro de la superficie de contacto. La resolución de este sistema es de hasta 1/40 mm. Además se puede medir también la presión que se hace con el dedo. No se pueden usar lápices u otros materiales no conductores como punteros.

Trackwheel: Es un dispositivo integrado al equipo que consiste en una rueda que se puede hacer girar libremente en un eje (generalmente vertical a la pantalla del equipo) con los dedos y permite el control de los elementos de la pantalla.

UMTS: *Universal Mobile Telecommunications System* (Sistema universal de telecomunicaciones móvil) es una de las tecnologías usadas por los móviles de tercera generación (también llamado *WCDMA*). Sus tres grandes características son las capacidades multimedia, una velocidad de acceso a Internet elevada, la cual también le permite transmitir audio y video en tiempo real; y una transmisión de voz con calidad equiparable a la de las redes fijas. Además, dispone de una variedad de servicios muy extensa

WAP: *Wireless Application Protocol* (Protocolo de aplicaciones inalámbricas) es un estándar abierto internacional para aplicaciones que utilizan las comunicaciones inalámbricas, p.ej. acceso a servicios de Internet desde un teléfono móvil. Se trata de la especificación de un entorno de aplicación y de un conjunto de protocolos de comunicaciones para normalizar el modo en que los dispositivos inalámbricos, se pueden utilizar para acceder a correo electrónico, grupo de noticias y otros.

Wifi: Es una marca de la Wi-Fi Alliance (anteriormente la WECA: *Wireless Ethernet Compatibility Alliance*), la organización comercial que adopta, prueba y certifica que los equipos cumplen los estándares 802.11 relacionados a redes inalámbricas de área local.

Lista de Figuras

4.1. Modelo de Calidad de Software según ISO/IEC 9126.	17
4.2. Modelo IS Success según Delone y McLean	18
5.3. Framework para el Diseño e Implementación de Pruebas de Usabilidad según Zhang y Adipat	28
6.1. DMT1 - Nokia X6: Luz de notificación	47
6.2. DMT1 - Nokia X6: Notificaciones gráficas de mensajes. a: Notificación tipo <i>push</i> . b: Ícono estático	48
6.3. DMT2 - Nokia X6: Modo <i>landscape</i> u horizontal. Inclinación detectada por el acelerómetro del equipo.	50
6.4. DMT3 - Nokia X6: Administrador de aplicaciones. Permite al usuario cerrar una aplicación sin necesidad de ingresar a la misma.	51
6.5. DMT4 - Nokia X6: Barra de desplazamiento en diferentes partes del sistema.	53
6.6. DMT5 - Nokia X6: Proceso de eliminación de un contacto.	55
6.7. DMT5 - Samsung Galaxy S: <i>Reset</i> de configuración de fábrica.	55
6.8. DMT6 - Nokia X6: Ver detalles de contacto.	58
6.9. DMT7 - Samsung Galaxy S: Creación y eliminación de atajos.	58
6.10. DMT7 - Nokia X6: Atajos personalizables (izquierda). Opciones del menú de configuración (derecha).	59
6.11. DMT9 - Samsung Galaxy S: Estructura y diseño.	61
6.12. DMT10 - Samsung Galaxy S: Mensajes de error.	64
6.13. DMT11 - Nokia X6: Ayuda y documentación.	64
6.14. DMT12 - Nokia X6 y Samsung Galaxy S: Dimensiones, forma y botones.	66
6.15. DMT12 - Nokia X6: Posición de los botones.	66

Lista de Tablas

2.1. Plan de trabajo propuesto	7
3.1. Clasificación de dispositivos móviles según A. Baz, I. Ferreira, M. Álvarez, y R. García	9
3.2. Clasificación de dispositivos móviles según <i>Little Springs Design</i>	10
3.3. Comparativa de Sistema Operativos Móviles	14
4.1. Atributos de Usabilidad según ISO/IEC 9126	18
4.2. Atributos de Usabilidad según Jakob Nielsen	19
4.3. Paradigmas de Usabilidad	20
4.4. Evaluación Heurística: Ventajas y Desventajas	22
4.5. Recorrido Cognitivo: Ventajas y Desventajas	23
4.6. Pruebas de Papel y Lápiz: Ventajas y Desventajas	24
5.7. Características de dispositivos móviles táctiles: Desafíos de Usabilidad	29
6.1. Casos de estudio	34
6.2. Casos de estudio	34
6.3. Primera Iteración: Conjunto de Heurísticas de Usabilidad para Dispositivos Móviles Táctiles	36
6.4. Primer experimento: Problemas de usabilidad encontrados por grupo de evaluadores, por heurística	39
6.5. Primer experimento: Problemas por categoría	40
6.6. Primer experimento: Severidad promedio por categoría	40
6.7. Segundo experimento: Problemas de usabilidad encontrados por grupo de evaluadores, por heurística	42
6.8. Segundo experimento: Desviaciones estándar por problema: Nielsen	43
6.9. Segundo experimento: Desviaciones estándar por problema: Propuesta	43
6.10. Segundo experimento: Problemas por categoría	44
6.11. Segundo experimento: Severidad promedio por categoría	44
6.12. Segundo experimento: Problemas detectados sólo por las Heurísticas de Nielsen	45
6.13. Mapeo entre Heurísticas de Usabilidad para Dispositivos Móviles Táctiles y Heurísticas de Usabilidad de Nielsen	67
6.14. Comparación de heurísticas DMT4, DMT5 y DMT7 con N4, N5 y N7	69
6.15. Checklist propuesto	70
7.1. Validación propuesta formal: Problemas de usabilidad encontrados por grupo de evaluadores, por heurística	74
7.2. Validación propuesta formal: Problemas por categoría	74
7.3. Validación propuesta : Severidad promedio por categoría	75
A.1. Resultados de evaluación de problemas de usabilidad: Nokia X6	80
A.2. Resultados de evaluación de problemas de usabilidad: Samsung Galaxy S	83
A.3. Principios incumplidos: Nokia X6	85
A.4. Principios incumplidos: Samsung Galaxy S	86
A.5. Aspectos positivos	86
A.6. Primer experimento: Listado de problemas - Nielsen	88
A.7. Primer experimento: Listado de problemas - Propuesta	90
A.8. Primer experimento: Principios incumplidos - Nielsen	94

A.9. Primer experimento: Principios incumplidos - Propuesta	94
A.10. Primer experimento: Problemas detectados por ambos grupos	95
A.11. Segundo experimento: Listado de problemas - Nielsen	95
A.12. Segundo experimento: Listado de problemas - Propuesta	98
A.13. Segundo experimento: Principios incumplidos - Nielsen	101
A.14. Segundo experimento: Principios incumplidos - Propuesta	101
A.15. Segundo experimento: Problemas detectados por ambos grupos	102
A.16. Segundo experimento: Problemas detectados sólo por las Heurísticas de Nielsen	102
A.17. Validación propuesta formal: Listado de problemas - Nielsen	104
A.18. Validación propuesta formal: Listado de problemas - Propuesta	105

1. Introducción

El término dispositivo móvil es utilizado para referenciar un amplio espectro de equipos electrónicos. Usualmente, la denominación de dispositivo móvil se utiliza para artefactos que se pueden conectar a internet, y que, el usuario puede transportar fácilmente. Sin embargo, algunas clasificaciones consideran también como dispositivos móviles los equipos reproductores de MP4/MP4 y cámaras digitales.

Dentro de los dispositivos móviles más populares se encuentran los teléfonos inteligentes. Un teléfono inteligente, también denominado *smartphone*, es un dispositivo móvil que ofrece funcionalidades más allá que una llamada de voz. Dentro de estas funcionalidades se destacan: cliente de correo electrónico, organizador personal, conexión a internet (*3G, 4G, Wifi*), *multitasking* y la posibilidad de instalar aplicaciones, entre otras. Existen diferentes tipos de *smartphone*, dentro de los que destacan los dispositivos móviles con pantallas táctiles o *touch-screen*; los más populares actualmente.

Según Morgan Stanley [6] más usuarios preferirán conectarse a la red a través de un *smartphone* que desde un equipo de escritorio en un plazo de 5 años. Considerando esto se ve la necesidad de contar con aplicaciones fáciles de usar, por la mayor parte de los usuarios de estos equipos. Para lograr esto, una actividad fundamental es medir la usabilidad en estos equipos y sus respectivos sistemas operativos y aplicaciones, con el fin de detectar posibles problemas que puedan dificultar el uso de los mismos. Tomando en cuenta la gran competencia existente en este mercado, la usabilidad se perfila como un criterio diferenciador importante a la hora de lanzar un nuevo producto, ya que, un alto grado de usabilidad implica un uso eficaz, eficiente y satisfactorio por parte del usuario. Por lo anterior se puede ver que la usabilidad se perfila como punto clave al momento de fidelizar a los usuarios.

En el contexto de los dispositivos móviles táctiles, los métodos tradicionales de evaluación de la usabilidad no son tan eficaces como debieran ser, ya que, éstos no consideran las particularidades de cada equipo. Según Zhang y Adipat [10] los desafíos para medir la usabilidad en estos dispositivos incluyen: contexto de uso móvil, tamaño y resolución de pantalla, métodos de ingreso de datos, conectividad, capacidad limitada de procesamiento y capacidad limitada de energía. De aquí se extrae la necesidad de crear nuevas técnicas que permitan medir la usabilidad de dispositivos móviles de una forma más precisa, o particularizar los métodos existentes para que éstos logren considerar las características de los dispositivos móviles.

Es por esto que este proyecto se abocará al estudio de la usabilidad en dispositivos móviles táctiles, proponiendo un conjunto de heurísticas de evaluación para poder medir la usabilidad de los dispositivos móviles táctiles. En primera instancia se define el proyecto (Capítulo 2): se plantean el objetivo principal y sus respectivos objetivos específicos y se presenta la metodología utilizada. En el Capítulo 3 se analizan las características y clasificación de los dispositivos móviles para posteriormente ahondar en los dispositivos móviles táctiles y sus aplicaciones. En el Capítulo 4 se exponen los conceptos de usabilidad en su forma genérica, mientras que en el Capítulo 5 se particulariza el concepto de usabilidad para dispositivos móviles táctiles, basado en la bibliografía existente. En el Capítulo 6 se presenta la formalización de la propuesta de heurísticas para la

evaluación de usabilidad en dispositivos móviles táctiles junto con la descripción del proceso iterativo realizado, con sus validaciones previas y reformulación, y en el Capítulo 7 se muestran los resultados de un experimento preliminar de validación realizado. Por último se enumeran las conclusiones y trabajo futuro (Capítulo 8).

1.1. Discusión Bibliográfica

Dentro del área de la usabilidad existen diversos autores y especialistas, los cuales presentan su particular visión del concepto de usabilidad. Uno de los autores más conocidos y cuyos estudios han sido ampliamente validados es Jakob Nielsen. Este autor propuso hace más de 15 años lo que se podría considerar como la base de los estudios de usabilidad en el mundo, con su libro “*Usability Engineering*” [7]. Los atributos de usabilidad, así como también los principios heurísticos propuestos por Nielsen forman parte del marco teórico de la mayoría de los estudios de usabilidad realizados.

Entorno a la usabilidad en dispositivos móviles existen diversos estudios relacionados mayoritariamente con la usabilidad en interfaces web, los cuales no consideran la naturaleza del dispositivo mismo. Es sabido que existen diferentes fabricantes de equipos, los cuales crean productos con diferentes características, por lo que la parte tangible del dispositivo no es trivial. Para entender un poco mejor esto, Ketola and Røykkee [18] proponen dividir la interfaz de usuario, correspondiente a todo con lo que tiene interacción el usuario, en siete áreas: (1) Entrada (ej.: teclas de navegación y alfanuméricas), (2) Salida (ej.: íconos, indicadores), (3) Audio (ej.: ringtones), (4) Ergonomía (ej.: sensación al tacto), (5) Partes desmontables (ej.: batería, tarjeta SIM), (6) Comunicación (ej.: *bluetooth*) y (7) Aplicaciones (ej.: juegos, hacer una llamada). Si analizamos lo propuesto por Ketola and Røykkee, podemos ver que al analizar la usabilidad sólo en las aplicaciones se dejan de lado aspectos muy importantes en la interacción del usuario con el equipo; aspectos que afectan la eficiencia, efectividad y satisfacción de uso.

Un avance en este aspecto es lo propuesto por Ham y otros [12], donde describen un marco de trabajo para medir la usabilidad en dispositivos móviles, específicamente en teléfonos móviles, jerárquico, de cuatro niveles de abstracción. Este modelo describe a la Usabilidad del dispositivo como el primer nivel de abstracción, la cual debe ser medida por factores menos abstractos. En segundo nivel se presentan cinco indicadores de usabilidad: (1) Soporte visual de cumplimiento de tareas, (2) Soporte de interacción cognitiva, (3) Soporte de interacción eficiente, (4) Soporte funcional de las necesidades del usuario y (5) Soporte de ergonomía. En tercer nivel se presenta un conjunto de criterios de usabilidad, los cuales están relacionados con al menos un indicador del nivel superior. En el nivel más bajo se presentan propiedades de usabilidad, las cuales miden el estado real o comportamiento de los componentes de la interfaz.

Para aplicar el *framework* propuesto por Ham y otros [12] descrito arriba, los componentes de la interfaz se agrupan en tres grandes áreas de interfaz: (1) LUI o Interfaz Lógica de Usuario: Interfaz relacionada con contenido de información y estructura para la ejecución de tareas. (2) GUI o Interfaz Gráfica de Usuario: Interfaz relacionada con elementos gráficos o visuales y presenta información relevante a la ejecución de tareas. (3) PUI o Interfaz Física de Usuario: Interfaz relacionada con todo lo tangible, lo físico de la interfaz que apoya al usuario en la

ejecución de tareas. Al tener estas áreas definidas, se agrega una cuarta relacionada con aspectos relacionados con la ejecución de tareas (*task-based*) y se propone realizar una evaluación por cada una de estas áreas a través de *checklists*. Luego, los resultados de estas *checklists* se pueden cuantificar con tal de entregar un valor referencial de la usabilidad del dispositivo móvil analizado.

Por otro lado, Zhang y Adipat [10] proponen una metodología para diseñar e implementar pruebas de usabilidad en dispositivos móviles, la cual toma en cuenta el contexto de uso real del equipo. A través de esta metodología se propone seleccionar un tipo de prueba adecuado en base a los objetivos de la investigación (estudio de usabilidad).

A partir de esta bibliografía, y de la existente por el lado de la usabilidad, se propone particularizar los conceptos y métodos de evaluación de la usabilidad para adecuarse de forma más eficaz al contexto de los dispositivos móviles táctiles.

1.2. Descripción del Problema

La usabilidad en productos software juega un rol esencial a la hora de medir la calidad y el éxito de un sistema. De esta misma forma, la usabilidad en dispositivos móviles táctiles se perfila como un criterio decisivo para definir la calidad y el éxito del producto. Los avances tecnológicos en el área, especialmente de *hardware*, hacen que el mercado de los dispositivos móviles sea cada vez más competitivo, haciendo llegar equipos más poderosos a precios más bajos. Finalmente el usuario, a la hora de elegir su próximo dispositivo, considera muchos aspectos relevantes, diferenciadores, entre los que destaca la usabilidad.

Los dispositivos móviles táctiles son el subconjunto más popular de los móviles, especialmente representados por los teléfonos inteligentes (también conocidos como *smartphones*). Los alcances de estos equipos son cada vez mayores, debido a que cumplen con la tendencia de reunir en un solo dispositivo la mayor cantidad de funciones posible, con tal de satisfacer (o al menos intentarlo) las necesidades del usuario. Agenda, libro de contactos, calendario, conversor de moneda, reproductor de música, navegador web, cámara fotográfica, GPS son algunos ejemplos de las funcionalidades que ofrece un equipo actual promedio, todo esto sumado a la sincronización con la red social que el usuario escoja. Los dispositivos móviles permiten acceder a información de forma inalámbrica prácticamente de cualquier lugar.

Esto último es relevante a la hora de medir la usabilidad de los dispositivos móviles táctiles, ya que estos son utilizados en los más variados contextos de uso. Por ejemplo: un usuario puede utilizar su dispositivo sentado dentro de una sala de clases o de pie en una fila antes de entrar a un concierto de rock. Factores como el exceso/ausencia de luz, nivel de ruido, incluso si se manipula el equipo con una o dos manos, influyen en la usabilidad percibida por el usuario; influyen en su satisfacción subjetiva.

Existen diversos estudios y propuestas de técnicas para medir la usabilidad en dispositivos móviles, sin embargo, dentro de la bibliografía consultada no se proponen heurísticas de evaluación de usabilidad específicas para dispositivos móviles táctiles, y además, no se considera el efecto del contexto de uso en la usabilidad de los dispositivos móviles táctiles.

Es por esto que la presente investigación tiene como propósito proponer un conjunto de heurísticas de evaluación de usabilidad adecuadas para dispositivos móviles táctiles, haciendo una evaluación comparativa con las heurísticas de evaluación de usabilidad propuestas por Nielsen. Este nuevo conjunto de heurísticas de usabilidad tiene como objetivo considerar la naturaleza de los dispositivos móviles táctiles, permitiendo así una evaluación mas precisa y detallada. Los resultados del trabajo realizado son promisorios y pretenden ser un aporte importante al estudio de la usabilidad en dispositivos móviles táctiles.

2. Definición del Proyecto

En este capítulo se detalla la información base utilizada para llevar a cabo el presente proyecto. De esta forma, se define el objetivo general y sus respectivos objetivos específicos, luego la metodología y el plan de trabajo.

2.1. Objetivos del Proyecto

A continuación se define el objetivo general y los objetivos específicos.

2.1.1. Objetivo General

- Establecer un conjunto de heurísticas de evaluación de la usabilidad para dispositivos móviles táctiles.

2.1.2. Objetivos Específicos

- Analizar las características, clasificación y elementos de dispositivos móviles táctiles.
- Analizar atributos, reglas, principios y métodos de evaluación de usabilidad.
- Proponer heurísticas para la evaluación de usabilidad para dispositivos móviles táctiles.
- Validar el conjunto de heurísticas propuestas, a partir de evaluaciones heurísticas y pruebas de usabilidad para los casos de estudio.

2.2. Metodología de la Investigación

La investigación consta de una metodología de trabajo para poder fundamentar la validez científica de su desarrollo, de manera de poder visualizar de mejor forma todo el proceso involucrado, programar una serie de actividades y coordinarlas para asegurar que el avance del proyecto sea el que corresponde.

Según Hernández y otros, los estudios exploratorios se efectúan, normalmente, cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes. Es decir, cuando la revisión de la literatura reveló que únicamente hay guías no investigadas e ideas vagamente relacionadas con el problema de estudio [2]. Los estudios exploratorios nos sirven para aumentar el grado de familiaridad con fenómenos relativamente desconocidos, obtener información sobre la posibilidad de llevar a cabo una investigación más completa sobre un contexto particular de la vida real, investigar problemas del comportamiento humano que consideren cruciales los profesionales de determinada área, identificar conceptos o variables promisorias, establecer prioridades para investigaciones posteriores o sugerir afirmaciones (postulados) verificables.

Además, según el mismo Hernández, la investigación descriptiva requiere considerable conocimiento del área que se investiga para formular las preguntas específicas que busca responder [2]. La descripción puede ser más o menos profunda, pero en cualquier caso se basa en la medición de uno o más atributos del fenómeno descrito.

Por otro lado, Rusu y otros proponen una metodología para establecer heurísticas de usabilidad [20]. Los autores presentan una metodología flexible e iterativa que pretende facilitar el proceso de desarrollo y/o particularización de heurísticas de usabilidad. Dentro de su estructura se describen 6 etapas las cuales comparten características con lo descrito por Hernández.

En un principio se propone una etapa con un enfoque exploratorio, donde se sugiere realizar una revisión bibliográfica profunda, con el fin de lograr identificar características que debieran tener las heurísticas en el contexto seleccionado y, además, verificar si existen heurísticas particulares ya definidas. Las siguientes etapas de la metodología son descritas en detalle en el Capítulo 6.1.

Por todo lo anteriormente descrito, se justifica la elección de la metodología propuesta por Rusu y otros [20] para la presente investigación.

2.3. Plan de Trabajo

Las actividades realizadas durante el desarrollo del proyecto con sus fechas se presentan en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1: Plan de trabajo propuesto

Actividad\Mes	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Etapa 1	X	X	X	X	X	X				
Descripción del contexto y motivación de la investigación	X									
Análisis y estudio de bibliografía	X	X	X	X						
Formulación de objetivos		X								
Elaboración del Marco Teórico		X	X	X	X					
Categorización de las aplicaciones en estudio			X							
Definición de los casos de estudio				X						
Identificar las características de heurísticas					X					
Etapa 2					X	X	X	X	X	X
Elección y adaptación de heurísticas existentes					X					
Formulación de la propuesta						X				
Validación de la propuesta							X	X	X	
Refinación de la propuesta										X
Formalización de la propuesta										X
Validación de la propuesta formal										X+
Análisis de resultados y conclusiones										X+

3. Dispositivos Móviles

Este capítulo tiene como objetivo presentar los conceptos más importantes relacionados con los dispositivos móviles. Se comienza con una breve descripción del concepto de dispositivo móvil, luego se presentan tres propuestas de clasificación de dispositivos móviles y se señala la clasificación que será utilizada como referencia. Finalmente se describen las aplicaciones, incluyendo los sistemas operativos.

3.1. Concepto de Dispositivo Móvil

Un dispositivo móvil se puede definir como un aparato de pequeño tamaño, con algunas capacidades de procesamiento, con conexión permanente o intermitente a una red, con memoria limitada, que ha sido diseñado específicamente para una función, pero que puede llevar a cabo otras funciones más generales. De acuerdo con esta definición existen multitud de dispositivos móviles, desde los reproductores de audio portátiles hasta los navegadores *GPS*, pasando por los teléfonos móviles, los *PDA*s o los *Tablet-PC*s.

3.2. Clasificación de Dispositivos Móviles

Dado el variado número de niveles de funcionalidad asociado con dispositivos móviles, es necesario hacer una clasificación de los mismos. Han existido variadas propuestas de clasificación de dispositivos móviles, de los cuales uno de los primeros aprontes fue lo propuesto en [15], descrito en la Tabla 3.1.

En otro apronte, Little Springs Design [5] propuso una nueva taxonomía de dispositivos móviles basada en necesidades de los usuarios y su comportamiento, descrito en la Tabla 3.2.

Finalmente se presenta la taxonomía adoptada en esta investigación, la cual corresponde a la propuesta en [17], donde se clasifican los dispositivos según los siguientes criterios (lista no completa): (1) Tamaño y peso (*Size and weight*), (2) Modos de entrada de información (*Input modes*), (3) Modos de salida de información (*Output modes*), (4) Rendimiento (*Performance*), (5) Tipo de uso (*Kind of usage*), (6) Capacidades de comunicación (*Communication capabilities*), (7) Tipo de sistema operativo (*Type of operating system*) y (8) Capacidad de expansión (*Expandability*).

Para esta clasificación se toma en cuenta que todos los dispositivos tienen una fuente de poder (o energía) en la forma de un acumulador (batería) y todos pueden comunicarse bidireccionalmente de forma inalámbrica.

■ Computadores Personales Móviles Estándar (*Mobile Standard PC*)

Compuestos por *laptops/notebooks*, *subnotebooks* (también llamados *netbooks*) y *Tablet-PC* (incluyendo los *Ultra Mobile PC (UMPC)*). En estos dispositivos se pueden usar los sistemas operativos convencionales (*Linux*, *Windows*, entre otros), además de los paquetes de software como la suite de *Microsoft Office*. Algunas características importantes son el tamaño del equipo y la pantalla, el peso, los periféricos integrados (Ejemplo: Unidad óptica) y el tipo de uso.

Tabla 3.1: Clasificación de dispositivos móviles según A. Baz, I. Ferreira, M. Álvarez, y R. García

Tipo	Descripción
Dispositivo Móvil de Datos Limitados (<i>Limited Data Mobile Device</i>)	Teléfonos móviles clásicos. Se caracterizan por tener un pantalla pequeña de tipo texto. Ofrecen servicios de datos generalmente limitados a SMS y acceso WAP.
Dispositivo Móvil de Datos Básicos (<i>Basic Data Mobile Device</i>)	Se caracterizan por tener una pantalla de mediano tamaño, menú o navegación basada en iconos, y ofrecer acceso a emails, lista de direcciones, SMS, y, en algunos casos, un navegador web básico.
Dispositivo Móvil de Datos Mejorados (<i>Enhanced Data Mobile Device</i>)	Se caracterizan por tener pantallas de medianas a grandes (por encima de los 240 x 120 pixels), navegación con <i>stylus</i> , y que ofrecen las mismas características que el "Dispositivo Móvil de Datos Básicos" (<i>Basic Data Mobile Devices</i>) más aplicaciones nativas como aplicaciones de <i>Microsoft Office Mobile</i> (<i>Word, Excel, PowerPoint</i>) y aplicaciones corporativas usuales, en versión móvil, como <i>SAP</i> , portales intranet, etc. Este tipo de dispositivos incluyen los S.O. como Windows Mobile.

Según esta taxonomía, los *notebooks* dotados de comunicación inalámbrica son dispositivos móviles. Sin embargo, el autor hace hincapié en que esta clasificación está centrada en equipos más pequeños y livianos que pueden ser utilizados por un usuario de pie o caminando. Los *notebooks* usualmente requieren de un lugar de apoyo, tales como una mesa o las piernas de una persona, por lo que no se consideran dentro de la categoría ni de la clasificación. Por otro lado, las *Tablet-PC* son una subclase especial de esta categoría, ya que poseen una pantalla sensible al tacto (*touch-screen*) lo que les permite ser utilizadas de pie, sin un lugar de apoyo.

- **Dispositivos Móviles para Internet (*Mobile Internet Devices*)**

También llamados *Web-Tablet* o *Mobile Thin Client*. Tienen características similares a los dispositivos de la categoría anterior, tales como tamaño de pantalla y equipamiento, pero con diferencias en el rango de funcionalidades disponibles. La mayoría de estos equipos están equipados con un sistema operativo dentro de su memoria de solo-lectura (*ROM*) y están listos para usar apenas son encendidos. Principalmente son utilizados para navegar por internet y dependen principalmente de una conexión inalámbrica a la red para poder cumplir la mayor parte de sus tareas.

- **Asistentes Personales Digitales (*Handhelds o PDA*)**

Tabla 3.2: Clasificación de dispositivos móviles según *Little Springs Design*

Tipo	Descripción
Profesional o de trabajo (<i>General purpose work devices</i>)	Compuestos por Computadores de escritorio, tablets, laptops y similares. Estos dispositivos pueden ejecutar una amplia variedad de tareas centradas en la información, siendo utilizados principalmente dentro de las horas de trabajo.
Entretenimiento (<i>General purpose entertainment devices</i>)	Estos dispositivos pueden ser especializados en videojuegos, en lectura de libros (<i>e-books</i>) o multimedia (música, videos, imágenes), pero están diseñados para soportar el uso de otros tipos de medios de entretenimiento. Ejemplo de esto: iPod video, Sony PSP.
Comunicaciones y control (<i>Communications and control devices</i>)	Compuestos por teléfonos de todo tipo (alámbricos e inalámbricos), PDA, entre otros. Estos dispositivos permiten al usuario comunicarse con otros a través de voz, texto y otros métodos.
Especializados (<i>Specialized devices</i>)	Aquí prácticamente tienen lugar todos los dispositivos móviles que no calzan totalmente en las categorías señaladas anteriormente. Compuestos por relojes, <i>iPods</i> , <i>Gameboys</i> , entre otros. Estos equipos son diseñados con el fin de entregar al usuario una funcionalidad específica, y, aunque pueden tener otras funciones, éstas serán muy secundarias. Ejemplo de esto es un <i>iPod</i> , el cual tiene un calendario, pero de ninguna forma interfiere con el uso del dispositivo como un reproductor de música.

Son pequeños computadores que pueden ser sujetados solo con una mano. Originalmente eran utilizados para manejar información personal con aplicaciones como: calendario, libro de direcciones o notas personales. Actualmente estos dispositivos están equipados con soporte multimedia. Tal como la categoría anterior, están equipados con sistemas operativos en su *ROM* disponibles de forma inmediata al encenderlos. Además de los programas incluidos, los usuarios pueden instalar nuevas aplicaciones. Usualmente poseen pantallas sensibles al tacto (*touch-screen*) que pueden ser utilizadas con un lápiz (o stylus) o simplemente con los dedos. Los dispositivos son clasificados como PDA o Handheld sólo si no pueden conectarse a las redes de comunicación para telefonía móvil como *GSM* o *UMTS*.

- **Teléfonos Inteligentes (*Smartphones*)**

El término *smartphone* designa una combinación de un Teléfono de altas prestaciones y un *PDA*, usualmente con dimensiones más pequeñas que este último y un rango de

funcionalidad menor. Los dispositivos con características de un PDA, con capacidad de comunicarse a través de las redes de telefonía móvil y con conexión a internet “en todas partes” pertenecen a esta categoría, así como también los equipos con características de un Teléfono de altas prestaciones con modos de entrada de datos extendidos.

Los modos de entrada de datos extendidos pueden ser implementados a través de una pantalla sensible al tacto (*touch-screen*) o a través de un teclado completo (generalmente conocido como teclado *QWERTY*).

- **Teléfonos de altas prestaciones (*Feature Phones*)**

Son equipos con una pantalla de mayores dimensiones y un rango de funcionalidad mayor que un teléfono simple. El propósito principal de los teléfonos de altas prestaciones es la comunicación móvil, que incluye tanto la comunicación a través de voz y la comunicación basada en texto (*SMS*, *MMS*, *e-mail*, etc). Esta comunicación es realizada a través de las redes de comunicación móviles (Ej.: *GPRS* o *UMTS*).

La ausencia de modos de entrada de datos extendidos es característica de estos dispositivos. Estos están limitados a un teclado numérico con pocas teclas adicionales. Usualmente están dotados de un navegador web y aplicaciones para reproducir contenido multimedia.

En estos equipos, los usuarios tienen la posibilidad de instalar aplicaciones adicionales. Como muchos de estos dispositivos poseen sistemas operativos propietarios, la mayor parte de las aplicaciones adicionales disponibles están implementadas en Java Micro Edition (*Java ME*), el cual es soportado por prácticamente cualquier teléfono de altas prestaciones fabricado a la fecha.

- **Teléfonos simples (*Simple Phones*)**

Son los clásicos teléfonos móviles (también llamados “celulares”) que fueron desarrollados principalmente para comunicación por voz. Sin embargo, la comunicación basada en texto en la forma de *SMS* ya es un estándar en estos equipos. Es característica de estos dispositivos la ausencia de soporte para comunicación inalámbrica del tipo *TCP/IP*, por lo que navegar por internet o recibir un email quedan totalmente descartados. La resolución de pantalla y la cantidad de colores soportada por la misma son notablemente menores que los equipos descritos en las categorías anteriores. El rango de funcionalidad sólo puede ser extendido con aplicaciones en pequeña escala, por ejemplo: agregando *ringtones* adicionales, imágenes, animaciones o juegos; limitados por el rendimiento del procesador y el espacio de memoria disponible.

- **Terminales especiales (*Special Terminals*)**

A esta categoría pertenecen todos aquellos dispositivos móviles con la capacidad de transmitir datos de forma inalámbrica que no pertenecen a ninguna de las categorías anteriormente mencionadas. Es el caso de: lectores de *e-books*, terminales para compras con tarjetas (Ej.: Redcompra), lectores de código de barra (según corresponda), entre otros.

Los dispositivos móviles táctiles son todos aquellos dispositivos móviles que posean una pantalla sensible al tacto (*touch-screen*). De esta manera, según la clasificación adoptada, los dispositivos móviles táctiles corresponden a Computadores Personales Móviles Estándar, Dispositivos Móviles para Internet, Asistentes Personales Digitales y Teléfonos Inteligentes que poseen una pantalla sensible al tacto.

El foco de esta investigación está puesto en los teléfonos inteligentes (*smartphones*), por ser productos actuales, en constante desarrollo y avance, y principalmente populares. Sin embargo, el estudio realizado en este proyecto se puede aplicar óptimamente a otros dispositivos dentro de la clasificación de dispositivos móviles táctiles.

3.3. Aplicaciones para Dispositivos Móviles Táctiles

Las aplicaciones para dispositivos móviles táctiles son sistemas software que operan en dispositivos móviles, los cuales deben lidiar con las restricciones que eso conlleva (pantallas de tamaño reducido, diferentes capacidades de procesamiento (en general, reducido), conexiones inestables a la red, entre otras). Las aplicaciones móviles han evolucionado rápidamente, haciendo que la información esté disponible en cualquier lugar. Por ejemplo, muchos de estos sistemas software tienen la capacidad de conectarse a internet de forma inalámbrica.

Un tipo particular de software corresponde a los sistemas operativos móviles. Estos sistemas son parte fundamental de cualquier dispositivo móvil, ya que, son ellos los que permiten que los programas utilicen los recursos del equipo de forma eficiente. Tanto los sistemas operativos móviles, como las aplicaciones móviles son detalladas a continuación.

3.3.1. Análisis Comparativo de Sistemas Operativos para Dispositivos Móviles Táctiles

Un sistema operativo actúa como un intermediario entre el usuario y el hardware del dispositivo. El propósito de un sistema operativo es proporcionar un entorno en el que el usuario pueda ejecutar programas de una manera práctica y eficiente.

Un sistema operativo es software que gestiona el hardware del dispositivo. El hardware debe proporcionar los mecanismos apropiados para asegurar el correcto funcionamiento del sistema informático e impedir que los programas de usuario interfieran con el apropiado funcionamiento del sistema [19].

Los principales sistemas operativos para dispositivos móviles existentes en el mercado son: Symbian, iOS, Android y BlackBerry OS. Sin embargo, también se describirá el recientemente lanzado Windows Phone 7 de Microsoft, ya que, apunta a ser un duro competidor en el mercado de sistemas operativos para dispositivos móviles.

- **Symbian**

Symbian es un sistema operativo diseñado para smartphones, actualmente mantenido por Nokia. Durante el ciclo de vida de Symbian han existido diversas versiones utilizadas por diferentes fabricantes de smartphones, entre los que destacan: *Samsung*, *Sony Ericsson* y

Nokia.

Los usuarios de Symbian señalan como principal ventaja del sistema el hecho de que exista una amplia selección de aplicaciones disponibles para todo tipo de teléfonos móviles.

■ **iOS**

Conocido como iPhone OS antes de Junio del 2010, es un sistema operativo móvil de Apple. Originalmente desarrollado para el iPhone, ha sido adaptado para soportar otros dispositivos de Apple como el iPod touch, el iPad y Apple TV. El sistema operativo iOS es una versión reducida de Mac OS X optimizada para los procesadores ARM.

La interfaz de usuario de iOS está basada en el concepto de la manipulación directa, usando gestos propios de las pantallas sensibles al tacto en múltiples puntos (*multi-touch*). Los elementos presentados por la interfaz consisten en botones, *sliders* y *switches*.

■ **Android**

Es un sistema operativo basado en Linux para dispositivos móviles, como teléfonos inteligentes y tablets. Fue desarrollado inicialmente por Android Inc., una firma comprada por Google en 2005. Es el principal producto de la Open Handset Alliance, un conglomerado de fabricantes y desarrolladores de hardware, software y operadores de servicio. La mayoría del código de Android está liberado bajo la licencia Apache, una licencia libre y de código abierto.

La estructura del sistema operativo Android se compone de aplicaciones que se ejecutan en un framework Java de aplicaciones orientadas a objetos sobre el núcleo de las bibliotecas de Java en una máquina virtual Dalvik con compilación en tiempo de ejecución. Las bibliotecas escritas en lenguaje C incluyen un administrador de interfaz gráfica (surface manager), un framework OpenCore, una base de datos relacional SQLite, una API gráfica OpenGL ES 2.0 3D, un motor de renderizado WebKit, un motor gráfico SGL, SSL y una biblioteca estándar de C Bionic.

■ **BlackBerry OS**

BlackBerry OS es un sistema operativo móvil propietario, desarrollado por *Research In Motion* (también conocido como RIM) para su línea de smartphones BlackBerry. El sistema operativo está dotado de soporte para multitareas (*multitasking*) y permite el uso de dispositivos especializados para entrada de datos, tales como: *trackwheel*, *trackball*, *trackpad* y *touch-screen*.

La plataforma BlackBerry es conocida por su soporte nativo para correo electrónico corporativo, a través de MIDP 1.0 y MIDP 2.0 en algunas versiones, permitiendo una completa activación y sincronización inalámbrica con Microsoft Exchange, Lotus Domino,

o la Suite GroupWise de Novell. El sistema operativo también provee soporte para WAP 1.2.

■ **Windows Phone 7**

Es un sistema operativo móvil desarrollado por Microsoft, como sucesor de la plataforma Windows Mobile. Está pensado para el mercado de consumo general en lugar del mercado empresarial por lo que carece de muchas funcionalidades que proporciona la versión anterior (Windows Mobile 6). Microsoft ha decidido no hacer compatible Windows Phone 7 con Windows Mobile 6 por lo que las aplicaciones existentes no funcionan en Windows Phone 7, haciendo necesario desarrollar nuevas aplicaciones.

Con WP7 Microsoft ofrece una nueva interfaz de usuario, integra varios servicios y planea un estricto control del hardware que implementará el sistema operativo.

En la Tabla 3.3 se presenta una comparación de los aspectos más relevantes de los sistemas operativos móviles.

Tabla 3.3: Comparativa de Sistema Operativos Móviles

	Symbian	iOS	Android	BlackBerry OS	Windows Phone 7
Versión de referencia	3	4.2.1	2.3	4.7	Beta (para desarrolladores)
Núcleo	EKA2	OS X Mobile	Linux	BB Kernel (Java)	Windows CE 6
Desarrollado por	Nokia	Apple	Google	RIM	Microsoft
Licencia	Código abierto	Propietaria	Código abierto	Propietaria	Propietaria
Redes	GPRS/ CDMA/ GSM/ UTMS	GPRS/ GSM/ UTMS	GPRS/ CDMA/ GSM/ UTMS	GPRS/ CDMA/ GSM/ UTMS	GPRS/ CDMA/ GSM/ UTMS
Multitasking	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Multitouch	Sí	Sí	Sí	No	Sí
Copiar/Pegar	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Navegador Web	Mozilla	Safari/ Webkit	Chrome/ Webkit	Webkit	Internet Explorer/ Trident
Dominio del mercado [1]	31.52 %	24.61 %	11.63 %	16.02 %	0.09 %

3.3.2. Categorías de Aplicaciones Móviles

Las aplicaciones móviles cubren un amplio espectro de áreas y necesidades. Día a día son descargadas millones de estas aplicaciones a los diversos dispositivos móviles en todo el mundo. Solo en la *App Store* de *Apple* existen más de 300.000 aplicaciones disponibles para el *iPhone 4*. Tomando en cuenta la gran cantidad de aplicaciones existentes, se hace necesario clasificarlas en base a su área de aplicación.

Dentro de las categorías de aplicaciones móviles están:

Juegos Es una de las categorías más populares. Los juegos para móviles han ido evolucionando junto con el *hardware* de los equipos. Actualmente existen juegos que aprovechan las nuevas tecnologías disponibles, como acelerómetros (sensor que detecta movimientos del equipo), GPS (posicionamiento global a través de satélites), entre otros. Por ejemplo: Es posible controlar la clásica barra del juego *Arkanoid* con sólo inclinar el dispositivo.

Productividad Aquí pertenecen las aplicaciones relacionadas con la oficina. Procesadores de texto, diapositivas, hojas de cálculo, entre otras aplicaciones permiten llevar la oficina en la comodidad del bolsillo.

Música En esta categoría encontramos aplicaciones tanto para reproducir como para crear música. Secuenciadores, sintetizadores, reproductores musicales y radios online son ejemplos de esta categoría.

Finanzas Esta es una categoría muy específica. Agrupa aplicaciones como Banca Móvil, Indicadores de Bolsa, entre otras.

Redes Sociales Categoría de crecimiento vertiginoso. Contiene clientes para Twitter, Facebook, Foursquare, y más.

4. Usabilidad

Este capítulo tiene como objetivo presentar los conceptos más importantes relacionados con la usabilidad. De esta forma, se comienza con la definición del concepto de usabilidad que será utilizado como base para la investigación. Luego, se analizan los atributos, paradigmas, heurísticas y métodos de evaluación de usabilidad en su forma más genérica como introducción al capítulo 5 donde se presenta el estado del arte de la usabilidad en dispositivos móviles táctiles.

4.1. Concepto de Usabilidad

La usabilidad es la medida en que un producto puede ser usado por usuarios específicos para conseguir objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso particular. La usabilidad mide la calidad de la experiencia de un usuario cuando interactúa con un producto o sistema, ya sea sitio Web, aplicación software, tecnología móvil, o cualquier dispositivo operado por un usuario [3].

El concepto de usabilidad ha adquirido un lugar importante dentro del ciclo de vida del software, llegando incluso a determinar la calidad del mismo. Según la ISO (Organización Internacional para la Estandarización) [4], la calidad de un producto en el contexto de la ingeniería de software está dada por la implementación de seis atributos básicos, como se muestra en la Figura 4.1. En el modelo presentado en la figura se puede encontrar a la usabilidad como uno de los seis atributos más importantes que debe poseer cualquier producto software, junto con las características más importantes de cada uno de estos.

Desde el punto de vista del éxito del producto, el modelo IS Success [13], presentado en la Figura 4.2, muestra como la Calidad del Sistema está directamente relacionada con la satisfacción del usuario, donde se espera que un alto grado de calidad del sistema conducirá a un alto grado de satisfacción del usuario, que a su vez significará un impacto positivo en la productividad individual. Este impacto positivo tendrá efecto sobre la productividad de la organización, aumentando los beneficios netos de la misma y, por tanto, resultando en el éxito del sistema software. Según los autores del modelo, una experiencia positiva del usuario con el uso del sistema conducirá hacia una mayor satisfacción en un sentido causal. Similarmente, un alto grado de satisfacción conducirá a una mayor intención de uso, y por tanto, aumentará el uso del sistema.

4.2. Atributos de Usabilidad

Según la ISO, los atributos propios de la usabilidad son tres: facilidad de aprendizaje, flexibilidad de uso y robustez. En la Tabla 4.1 se da una breve descripción de cada uno de estos atributos.

Jakob Nielsen [7], considerado como uno de los gurús en usabilidad a nivel mundial, propone otro conjunto de atributos básicos de la usabilidad, tomando en consideración, entre otros aspectos, la satisfacción del usuario con el sistema. El argumento utilizado por Nielsen es que la usabilidad es un concepto abstracto, y por lo tanto debe ser medida a través de sus atributos. Cabe señalar que la propuesta hecha por Nielsen es la adoptada por la presente investigación, por considerar que presenta un nivel más detallado y cada atributo se puede medir de forma simple

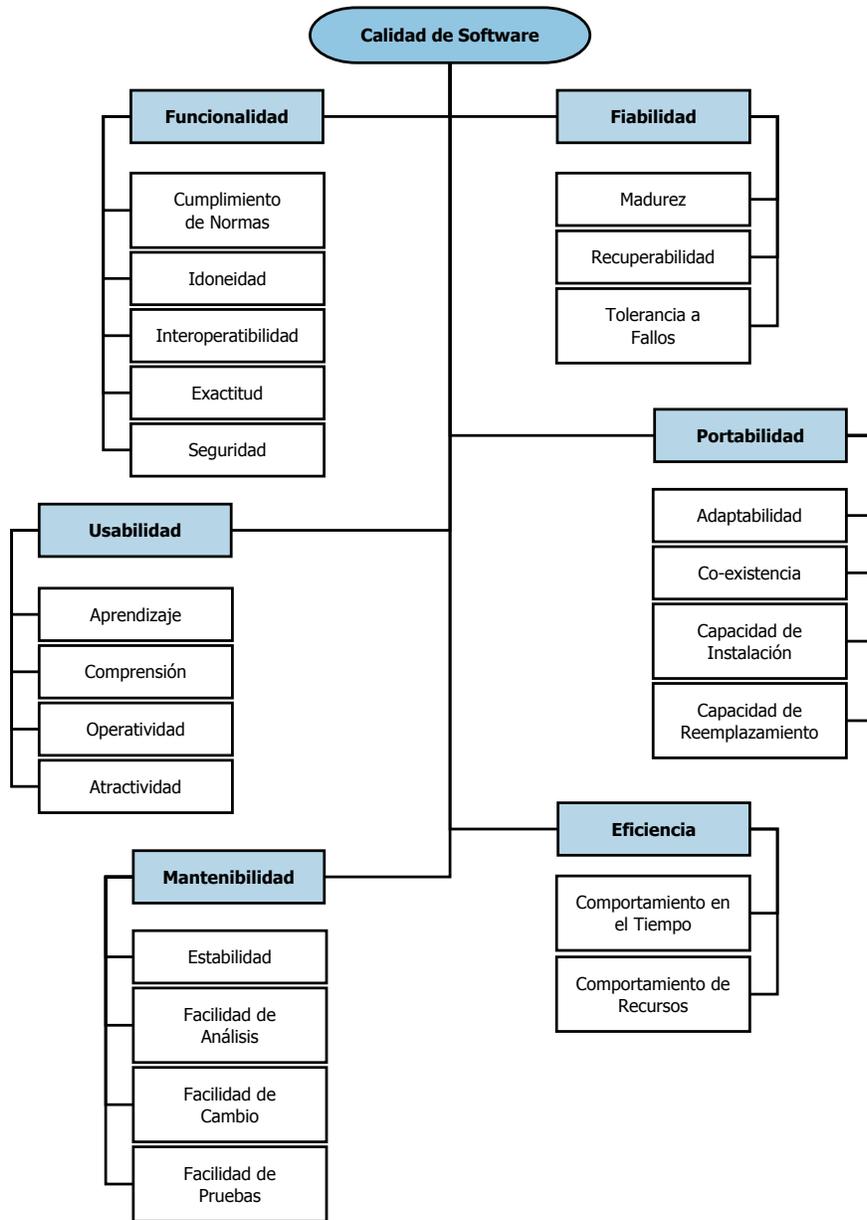


Figura 4.1: Modelo de Calidad de Software según ISO/IEC 9126.

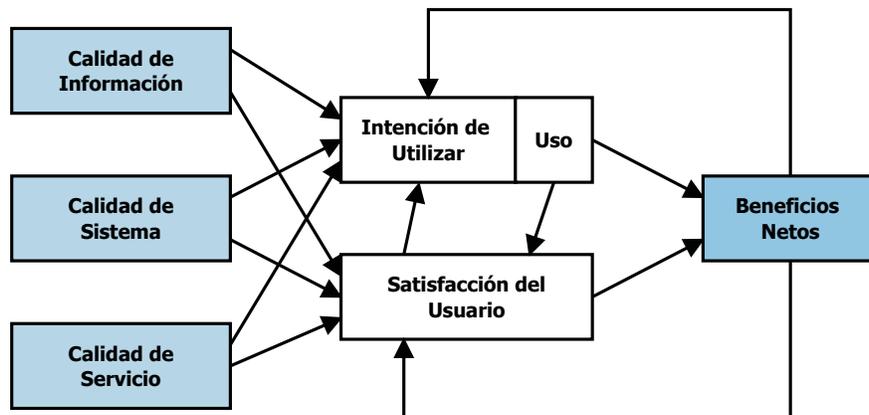


Figura 4.2: Modelo IS Success según Delone y McLean

Tabla 4.1: Atributos de Usabilidad según ISO/IEC 9126

Atributo	Descripción
Facilidad de Aprendizaje	Este atributo se refiere a que tan fácil es para el usuario novato aprender a utilizar la aplicación de forma correcta y efectiva.
Flexibilidad de uso	Se refiere a las distintas posibilidades de interacción que tiene el usuario con el sistema para poder lograr sus objetivos.
Robustez	Es el nivel de ayuda y apoyo que presta la aplicación al usuario, para que este pueda lograr sus objetivos. Asimismo, se relaciona con las trabas que pone el sistema al usuario, y la capacidad de recuperación de errores del sistema.

con métricas conocidas. Cada uno de estos atributos es detallado en la Tabla 4.2.

4.3. Paradigmas de Usabilidad

Los paradigmas buscan establecer la filosofía u orientación general de usabilidad y surgen de la experiencia, son, además, la base sobre la que se construyen los principios. Actualmente, los paradigmas reconocidos como tales son los señalados en la Tabla 4.3.

Tabla 4.2: Atributos de Usabilidad según Jakob Nielsen

Atributo	Descripción
Aprendizaje	Se busca que el sistema sea sencillo de aprender, en especial para usuarios novatos, es decir, que no tengan experiencia con el sistema y, en algunas ocasiones, incluso ninguna experiencia con sistemas en general. Este atributo consiste en ver qué tan rápido puede aprender a realizar suficientemente bien tareas básicas un usuario que nunca antes había visto la interfaz.
Eficiencia	Se busca que un usuario que ya haya aprendido el funcionamiento de un sistema, posteriormente logre altos niveles de productividad. Es importante que un usuario que ya posea experiencia con el sistema pueda hacer un uso eficiente del sistema realizando sus tareas comunes.
Memorización	Se busca que el sistema sea fácil de recordar en funcionalidad, para que usuarios que durante cierto tiempo no lo hayan utilizado, al retomar el sistema lo hagan con normalidad. Si un usuario ha usado el sistema antes, debería recordar lo suficiente para usarlo efectivamente y no tener que aprender a usarlo nuevamente.
Errores	Se busca que el sistema tenga una tasa de errores baja y, de ocurrir éstos, los usuarios se puedan recuperar rápidamente de ellos. Además, no deben ocurrir errores catastróficos, y no deberían ocurrir errores con mucha frecuencia ni de mucha severidad.
Satisfacción Subjetiva	Se busca que los usuarios se sientan satisfechos al usar el sistema. Es decir, que el sistema resulte agradable de usar, ameno, etc. Al preguntarle su opinión respecto al sistema a un usuario que lo ha probado, se espera que su percepción acerca del mismo sea positiva, que le haya gustado.

4.4. Principios de Usabilidad

La usabilidad, como muchas otras disciplinas, posee una lista de principios que la componen. Estas corresponden a recomendaciones generales de usabilidad para el diseño de interfaces de usuario y para evaluar la usabilidad de los productos. Los principios son más específicos que los paradigmas de usabilidad, indicando caminos para la solución de problemas prácticos. Su objetivo principal es el mismo que el de los paradigmas de usabilidad: maximizar la usabilidad de los sistemas.

Nuevamente se debe recurrir a las teorías de Jakob Nielsen para explicar estos principios. Este importante y reconocido investigador de la usabilidad estableció diez principios básicos de la usabilidad, los cuales se detallan a continuación [8]:

1. Visibilidad del Estado del Sistema:

El sistema debe mantener siempre a los usuarios informados sobre lo que ocurre, mediante una apropiada retroalimentación y con tiempos razonables.

Tabla 4.3: Paradigmas de Usabilidad

Paradigma	Descripción
Acceso	Cualquier persona conocedora del área de aplicación del sistema debería ser capaz de utilizarlo y cumplir sus objetivos sin ayuda.
Eficacia	El sistema no debe poner trabas a los usuarios más expertos, permitiéndoles lograr el máximo de eficiencia posible.
Avance	El sistema debe apoyar el avance progresivo del usuario en conocimientos y habilidades dentro del mismo, y adaptarse al cambio progresivo mientras los usuarios acumulan experiencia.
Soporte	El sistema debe apoyar las tareas concretas del usuario, haciendo las cosas más fáciles, simples, divertidas e incluso permitiendo cosas nuevas.
Contexto	El sistema debe ser capaz de adaptarse a las condiciones reales de uso, en el entorno específico en el que será utilizado.

2. Conexión entre el Sistema y el Mundo Real:

El sistema debe hablar el lenguaje del usuario, con palabras, frases y conceptos familiares al usuario, en lugar de términos orientados al sistema. Seguir convenciones del mundo real, haciendo aparecer la información en un orden natural y lógico.

3. Control y Libertad del Usuario:

A menudo los usuarios eligen funciones del sistema por error, por lo que necesitan una "salida de emergencia" marcada claramente para dejar ese estado no querido sin tener que soportar extensos cuadros de diálogo. Debe permitir las funciones deshacer y rehacer.

4. Consistencia y Estándares:

Los usuarios no deberían tener que preguntarse si diferentes palabras, situaciones o acciones significan lo mismo. Se debe utilizar convenciones de plataforma.

5. Prevención de Errores:

Incluso mejor que un buen mensaje de error es un diseño cuidadoso que prevenga que un problema ocurra primero. Eliminar o chequear las condiciones propensas a errores y presentar a los usuarios opciones de confirmación antes de realizar la acción.

6. Minimizar la carga de Memoria:

Minimizar la carga de memoria del usuario, haciendo objetos, acciones y opciones visibles. El usuario no debe tener que recordar información de una parte de un diálogo en otra. Las instrucciones de uso de un sistema deben ser visibles o fácilmente recuperables cuando sea apropiado.

7. Flexibilidad y Eficiencia de Uso:

Los aceleradores, no vistos por usuarios novatos, deben a menudo acelerar la interacción de un usuario experto para que el sistema pueda atender tanto a usuarios inexpertos como a usuarios expertos. Debe permitir a los usuarios realizar acciones frecuentes a su medida.

8. Diseño Estético y Minimalista:

Los diálogos no deben contener información irrelevante o raramente necesitada por el usuario. Cada unidad adicional de información en un diálogo compite con las unidades relevantes de información, disminuyendo su visibilidad relativa.

9. Ayuda a los Usuarios a Reconocer, Diagnosticar y Recuperarse de Errores:

Los mensajes de error deben ser expresivos en lenguaje plano (sin códigos), indicando precisamente el problema, y sugiriendo constructivamente una solución.

10. Ayuda y Documentación:

Incluso aunque es mucho mejor que un sistema pueda ser usado sin documentación, debe ser necesario proveer al usuario de ayuda y documentación. Cualquier información debe ser fácil de buscar, enfocada en las tareas del usuario, con una lista de pasos concretos que deben llevarse a cabo, y no debe ser demasiado larga.

4.5. Métodos de Evaluación de la Usabilidad

Dentro de las clasificaciones existentes de los métodos de evaluación de la usabilidad, una de las más utilizadas separa estos métodos en dos grandes categorías: Las inspecciones y las pruebas de usabilidad (también conocidas como *tests*). Las inspecciones se caracterizan por ser realizadas por expertos en usabilidad, mientras que las pruebas son realizadas con usuarios representativos del sistema. A continuación se presenta una breve descripción de algunos de los principales métodos de cada una de estas categorías. Los métodos presentados son los más populares y fáciles de aplicar en el contexto de la presente investigación.

4.5.1. Técnicas de Inspección

Si bien existen muchos métodos que caen dentro de la categoría de inspección de usabilidad, en el presente trabajo se presenta un resumen de los dos más utilizados, que son: La evaluación heurística y el recorrido cognitivo.

4.5.1.1. Evaluación Heurística

La evaluación heurística es uno de los métodos más comunes. Involucra tener especialistas en usabilidad analizando cada dialogo u otros elementos interactivos siguiendo principios de usabilidad establecidos. La metodología original propone que cada evaluador inspecciones la interfaz de usuario de forma independiente. Sólo después de que todos los evaluadores hayan finalizado este primer paso, ellos pueden reunirse y compartir sus hallazgos. Esta restricción es importante para asegurar evaluaciones independientes e imparciales. Durante una sola sesión de evaluación, el evaluador recorre la interfaz muchas veces, inspeccionando los diferentes elementos interactivos y comparándolos con una lista de principios de usabilidad conocidos; usualmente se utilizan los

principios de Nielsen [8], pero otros principios pueden ser utilizados. Las heurísticas de usabilidad deben ser cuidadosamente seleccionadas para que las mismas reflejen las características particulares del producto o sistema siendo analizado. Usualmente son necesarios de tres a cinco evaluadores expertos (aumentando el costo de esta técnica). Evaluadores menos expertos pueden realizar una evaluación heurística, pero los resultados puede que no sean tan buenos como se esperaría. Sin embargo, realizar una evaluación heurística con usuarios no-expertos puede ser apropiado, dependiendo de quién está disponible para participar [9].

Este método presenta las ventajas y desventajas listadas en la Tabla 4.4.

Tabla 4.4: Evaluación Heurística: Ventajas y Desventajas

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> ■ Bajo costo. ■ Intuitivo. ■ Utilizable en etapas tempranas de desarrollo (inclusive sobre prototipos no funcionales). ■ Se encuentra un alto número de problemas. ■ Se encuentran tanto problemas mayores como menores. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Puede obviar problemas específicos del dominio. ■ Un alto número de evaluadores puede elevar demasiado los costos.

El conjunto de heurísticas de usabilidad más utilizado para evaluaciones heurísticas es el propuesto por Jakob Nielsen [8]. A continuación se presentan las diez heurísticas con su identificador y definición.

- *N1* - Visibilidad del Estado del Sistema
- *N2* - Conexión entre el Sistema y el Mundo Real
- *N3* - Control y Libertad de Usuario
- *N4* - Consistencia y Estándares
- *N5* - Prevención de Errores

- N6 - Minimizar la carga de Memoria
- N7 - Flexibilidad y Eficiencia de Uso
- N8 - Diseño Estético y Minimalista
- N9 - Ayuda a los Usuarios a Reconocer, Diagnosticar y Recuperarse de Errores
- N10 - Ayuda y Documentación

4.5.1.2. Recorrido Cognitivo

Consiste en que un evaluador se pasea por la interfaz imaginando el pensamiento y las acciones de un usuario principiante, centrándose en el aprendizaje basado en el modelo humano de aprendizaje exploratorio. El objetivo de este método es el de evaluar la facilidad de aprendizaje, identificando barreras que lo dificulten u obstruyan, mediante la construcción de escenarios.

Este método presenta las ventajas y desventajas listadas en la Tabla 4.5.

Tabla 4.5: Recorrido Cognitivo: Ventajas y Desventajas

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> ■ Encuentra problemas orientados a tareas. ■ Ayuda a definir los objetivos y presunciones del usuario. ■ Disponible en etapas tempranas del desarrollo. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Requiere mucho tiempo. ■ Requiere preparación (experiencia) previa. ■ Requiere una metodología de definición de tareas. ■ Orientado sólo a la facilidad de aprendizaje.

4.5.2. Técnicas de Prueba o Test

Las pruebas de usabilidad son pruebas empíricas de diseño de interfaces con la participación de usuarios representativos. Las pruebas de usabilidad permiten obtener información mientras se utiliza el sistema o posterior a su uso, para ello cuenta con distintos métodos. En el presente trabajo se presenta un resumen de las dos más utilizadas, que son: Pruebas de Papel y Lápiz y Pensamiento en voz alta.

4.5.2.1. Pruebas de Papel y Lápiz

Muestran, a través de papel, aspectos relacionados con la interfaz y permiten responder consultas relacionadas a ella. Para los desarrolladores es una buena herramienta ya que cuenta con retroalimentación de forma inmediata. El soporte es un documento imprimible en papel, por lo que la recogida de respuestas de los usuarios a las pruebas, se realiza sobre el mismo.

Este método presenta las ventajas y desventajas listadas en la Tabla 4.6.

Tabla 4.6: Pruebas de Papel y Lápiz: Ventajas y Desventajas

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none">■ Bajo costo.■ Resultados se recogen de forma inmediata.	<ul style="list-style-type: none">■ Requiere encargados expertos

4.5.2.2. Pensamiento en voz alta

Consiste en que el usuario expresa en voz alta sus pensamientos, sentimientos y opiniones mientras que interactúa con el sistema. Se les dice a los usuarios que realicen las tareas y que expliquen que es lo que piensan al respecto mientras están trabajando con la interfaz.

5. Usabilidad en Dispositivos Móviles Táctiles

En este capítulo se presenta el estado del arte en el ámbito de la usabilidad en dispositivos móviles táctiles. Cabe destacar que muchos de estos estudios se han hechos enfocados en dispositivos móviles sin la necesidad de que sean táctiles, pero al analizar los resultados se puede concluir que con unos pequeños ajustes (en algunos casos sin ajustes) se pueden aplicar a dispositivos móviles táctiles. Esto es posible debido a que las características consideradas para la evaluación de usabilidad en dispositivos móviles no difiere mucho de las características de los dispositivos móviles táctiles, más allá de los métodos de entrada y salida de datos.

Antes de poder evaluar la usabilidad en estos dispositivos, se debe tener en claro los aspectos claves que los diferencian del resto de los dispositivos. Según [12] los dispositivos móviles son sistemas de comunicación e información portátiles, que se ven caracterizados por tres aspectos clave que influyen en el diseño de sus interfaces de usuario:

1. Principalmente son utilizados en las manos del usuario.
2. Son operados inalámbricamente.
3. Soportan la adición de nuevas aplicaciones y conexión a internet.

Otros aspectos a considerar son las características (o restricciones) de las interfaces de usuario que pueden influenciar la usabilidad de los dispositivos móviles. Algunas propuestas en [21] son:

1. Los dispositivos móviles tienen tamaños de pantalla muy pequeños para desplegar grandes cantidades de información al mismo tiempo.
2. Los botones de los dispositivos tienen, generalmente, más de una función.
3. Los dispositivos móviles tienen capacidad de procesamiento y memoria limitados.

Otras características se detallan en la Sección 5.2.

5.1. Atributos de Usabilidad para Dispositivos Móviles Táctiles

Si se analizan los atributos de usabilidad propuestos por Jakob Nielsen, presentados en la Sección 4.2, se puede revisar su aplicación al ámbito de los Dispositivos Móviles Táctiles (DMT). A continuación se presentan los atributos de Nielsen, su descripción y observaciones para aplicarlos en Dispositivos Móviles Táctiles.

1. **Aprendizaje:** Se busca que el sistema sea sencillo de aprender, en especial para usuarios novatos, es decir, que no tengan experiencia con el sistema y, en algunas ocasiones, incluso ninguna experiencia con sistemas en general. Este atributo consiste en ver qué tan rápido puede aprender a realizar suficientemente bien tareas básicas un usuario que nunca antes había visto la interfaz.
Este atributo se refiere a la barrera de entrada y aplica a los dispositivos móviles, tanto a las aplicaciones como al equipo como un todo. Es importante mantener las cosas simples y concordancia con el mundo real.

2. **Eficiencia:** Se busca que un usuario que ya haya aprendido el funcionamiento de un sistema, posteriormente logre altos niveles de productividad. Es importante que un usuario que ya posea experiencia con el sistema pueda hacer un uso eficiente del sistema realizando sus tareas comunes.

En el caso de los DMT, es importante que el usuario pueda personalizar, de cierta forma, la manera en que se presenta la información con tal de ajustarse a los diferentes tipos de uso (aceleradores).

3. **Memorización:** Se busca que el sistema sea fácil de recordar en funcionalidad, para que usuarios que durante cierto tiempo no lo hayan utilizado, al retomar el sistema lo hagan con normalidad. Si un usuario ha usado el sistema antes, debería recordar lo suficiente para usarlo efectivamente y no tener que aprender a usarlo nuevamente.

El desafío aquí es intentar mostrar la mayor cantidad de información desplegando lo menos posible en la pantalla, debido al reducido tamaño de ésta. Por lo tanto, en los DMT el texto es muy poco, siendo remplazado por íconos, por lo que se requiere una gran memoria visual.

4. **Errores:** Se busca que el sistema tenga una tasa de errores baja y, de ocurrir éstos, los usuarios se puedan recuperar rápidamente de ellos. Además, no deben ocurrir errores catastróficos, y no deberían ocurrir errores con mucha frecuencia ni de mucha severidad. En dispositivos móviles, la mayor causa de errores se debe a métodos de entrada de datos difíciles de usar. Si se combina el hecho de tener una pantalla pequeña, íconos pequeños y un puntero en la forma de un dedo, produce que parte de la información desplegada (que ya es mínima) sea obstaculizada por la mano misma, elevando la tasa de errores respecto a si se usara un lápiz o stylus.

5. **Satisfacción Subjetiva:** Se busca que los usuarios se sientan satisfechos al usar el sistema. Es decir, que el sistema resulte agradable de usar, ameno, etc. Al preguntarle su opinión respecto al sistema a un usuario que lo ha probado, se espera que su percepción acerca del mismo sea positiva, que le haya gustado.

Gran parte de la satisfacción del usuario viene dada por el balance entre sus necesidades y las funcionalidades disponibles en el equipo (“Que haga lo que quiero”). Otro aspecto importante es el rendimiento del equipo al realizar tareas (“Que lo haga como quiero”).

Si se analizan los atributos propuestos en su forma más genérica, se puede ver que en ningún caso se mencionan aspectos relacionados con la interfaz física de usuario. Desde este punto de vista, los aspectos ergonómicos (comprensión de las interacciones entre humanos y otros elementos de un sistema) juegan un rol importantísimo.

En general si se analizan los paradigmas y principios de usabilidad tradicionales se puede ver que los aspectos físicos de los dispositivos no se consideran, además de las implicaciones que pueden tener los diferentes contextos de uso. Por lo tanto, queda en evidencia que la solución a proponer debe considerar estos aspectos.

5.2. Desafíos para la medición de Usabilidad en Dispositivos Móviles Táctiles

Las características únicas de los dispositivos móviles táctiles hacen que sea más complicada la evaluación de usabilidad en estos equipos. El contexto de uso móvil, el tamaño de pantalla reducido y sus diferentes resoluciones, la capacidad limitada de procesamiento de datos, la capacidad limitada de energía y los métodos de entrada de datos limitados presentan desafíos a la hora de medir la usabilidad de dispositivos móviles táctiles (y dispositivos móviles en general).

En la Tabla 5.7 se presentan las características señaladas anteriormente, que presentan desafíos al medir usabilidad, junto a una pequeña descripción.

5.2.1. Diseño e Implementación de Pruebas de Usabilidad en Dispositivos Móviles

Teniendo estos factores en cuenta, se propone un marco de trabajo (framework) [10] para el diseño e implementación de pruebas de usabilidad para aplicaciones móviles. El framework se muestra en la Figura 5.3.

5.2.1.1. Metodologías

Según los autores de este framework, las metodologías más importantes de pruebas de usabilidad que se han utilizado en el ámbito de los dispositivos móviles son:

1. Experimentos en laboratorio.
2. Estudios de campo.

Experimentos en laboratorio Esta metodología consiste en: Se solicita a sujetos humanos (usuarios), que cumplen con cierto perfil, desarrollar y cumplir tareas específicas seleccionadas usando una aplicación móvil en un ambiente de laboratorio controlado.

Existen ciertas ventajas al utilizar esta metodología. Primero, el administrador de la prueba tiene control total sobre el experimento. El/ella puede definir tareas específicas que coinciden con los objetivos del estudio de usabilidad desarrollado, y asegurar que los participantes de la prueba sigan las instrucciones dadas. Por ejemplo, si el objeto de estudio es investigar la efectividad de un método de entrada (o ingreso) de datos mientras el usuario se está moviendo, entonces un experimento en laboratorio es más apropiado que un estudio de campo, ya que los encargados de la prueba pueden exigir, y monitorear, que los participantes utilicen un dispositivo mientras se mueven. En segundo lugar, es simple medir atributos de usabilidad e interpretar resultados controlando otras variables irrelevantes para el estudio. Por esto, el experimento en un laboratorio es un método que apoya los estudios que se centran en comparar múltiples diseños de interfaces o diferentes métodos de entrada de datos. Tercero, hace posible el uso de grabaciones de video y/o audio para capturar las reacciones (incluyendo emociones) de los participantes cuando utilizan las aplicaciones.

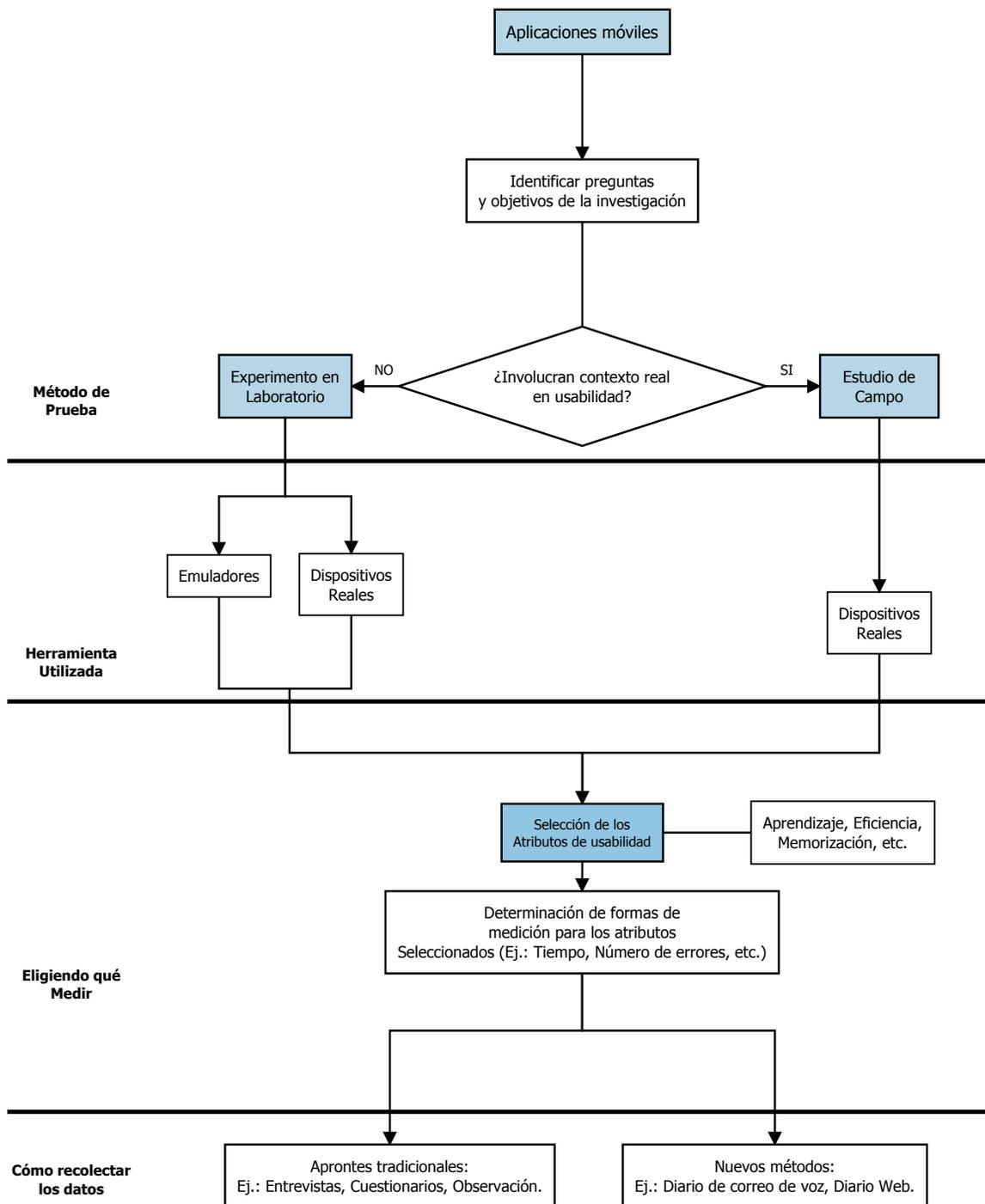


Figura 5.3: Framework para el Diseño e Implementación de Pruebas de Usabilidad según Zhang y Adipat

Tabla 5.7: Características de dispositivos móviles táctiles: Desafíos de Usabilidad

Tipo	Descripción	Desafíos
Contexto de Uso Móvil	Puede ser definido como cualquier información que caracteriza una situación relacionada con la interacción entre usuarios, aplicaciones y el ambiente que los rodea [14]. Es típico que la locación, la gente alrededor, objetos, así como también otros elementos del ambiente, tales como: distracciones auditivas (Ej.: ruido) o visuales (Ej.: exceso o falta de luz), pueden distraer la atención del usuario.	Seleccionar una metodología que incluya todas las posibilidades de contexto de uso móvil en una sola prueba.
Tamaño de pantalla reducido	Este aspecto puede afectar notablemente la usabilidad de una aplicación móvil. La presentación nativa de la mayoría de los sitios web en una pantalla pequeña puede ser estéticamente poco placentero, poco navegable, y en el peor de los casos, completamente ilegible.	Realizar pruebas que consideren distintos tamaños de pantalla.
Diferentes resoluciones de pantalla	Los dispositivos móviles táctiles (según la clasificación presentada en la sección 3.3), hasta el día de hoy, soportan resoluciones de pantalla mucho menores que los equipos de escritorio. Una baja resolución puede degradar la calidad de la información multimedia desplegada en la pantalla del dispositivo.	Diferentes niveles de resolución de pantalla en diferentes dispositivos pueden revelar diferentes problemas de usabilidad.
Capacidad limitada de procesamiento y energía	Aquí la brecha entre los dispositivos móviles táctiles y los equipos de escritorio es mucho mayor. Algunas aplicaciones requieren una gran cantidad de memoria para soporte gráfico o procesamiento de datos, lo que muchas veces excede las capacidades del equipo.	Los desarrolladores pueden requerir la deshabilitación de algunas funciones de sus aplicaciones, lo que no permite una medición de usabilidad óptima.
Métodos de entrada de datos	El ingreso de datos en un dispositivo móvil táctil presenta dificultades acentuadas por los aspectos nombrados anteriormente. Botones y etiquetas pequeños limitan la eficiencia y efectividad en el ingreso de datos; reducen la velocidad y aumentan los errores. Además si se considera el estado del usuario al usar el equipo (Ej.: usuario sentado versus usuario caminando, sujetar el dispositivo en una mano versus apoyarlo en una mesa) puede aumentar los problemas de ingreso de datos.	Diseñar evaluaciones que minimicen el impacto de estos factores siempre y cuando no sean el foco de la investigación.

Una de las principales desventajas de este método es que ignora el contexto de uso real del dispositivo, dejando de lado variables como la inestabilidad de una conexión inalámbrica. Una aplicación puede no funcionar tan bien en un ambiente real como podría funcionar dentro de un

ambiente controlado como el de un laboratorio.

Estudios de campo Por otro lado, esta metodología consiste en: Se solicita a sujetos humanos (usuarios), que cumplen con cierto perfil, desarrollar y cumplir tareas específicas seleccionadas usando una aplicación móvil en un dispositivo y condiciones de uso reales.

Una mayor ventaja de llevar a cabo estudios de campo es que éstos consideran el dinamismo del contexto de uso real del dispositivo y sus respectivas aplicaciones, condiciones que son muy difíciles de simular en experimentos en laboratorios. La usabilidad percibida de una aplicación móvil es derivada de la experiencia de los participantes del estudio en un ambiente real, el cual es potencialmente más confiable y realista.

Sin embargo, llevar a cabo este tipo de pruebas tiene sus propios desafíos. Uno de estos desafíos es la falta de control sobre los participantes. Existen tres importantes dificultades según la literatura [16]. Primero, puede ser complicado establecer ambientes realistas que capturen la esencia de un contexto de uso móvil. Segundo, no es fácil aplicar las técnicas de evaluación establecidas, por ejemplo: observación, cuando se lleva a cabo un estudio de campo. Tercero, como los usuarios se moverán dentro de un ambiente dinámico, cambiante, la recolección de datos y el control se vuelven desafíos. Por esto los encargados del estudio deben definir el alcance del contexto de uso, como el movimiento físico (caminando, en reposo, sentado o parado) y el ambiente (oficina o casa, silencioso o ruidoso), y utilizar métodos efectivos para recolectar los datos.

5.2.1.2. Herramientas

Si analizamos el framework propuesto, a la hora de realizar las pruebas existen 2 maneras de llevarlas a cabo:

1. Utilizando un emulador en un equipo de escritorio o similar.
2. Utilizando un dispositivo móvil real.

Utilizar un emulador permite, a los encargados de la prueba, capturar el comportamiento del usuario (Ej.: cantidad de toques realizados) de forma precisa. Los datos capturados generalmente permiten analizar el desempeño del usuario y encontrar problemas de diseño que frustran a los mismos. Sin embargo, al utilizar un emulador se dejan de lado algunos aspectos importantes de los dispositivos y su contexto de uso. Por ejemplo, métodos de entrada de datos ineficientes o el ambiente en constante cambio pueden variar la percepción y satisfacción del usuario.

Por otro lado, ejecutar la prueba en un dispositivo real permite, a los encargados de la prueba, recolectar información más realista por todos los aspectos anteriormente señalados. Sin embargo, capturar el número de toques realizado a un botón o medir la velocidad en el ingreso de datos se vuelve muy complicado.

En conclusión, se recomienda el uso de un emulador para medir la usabilidad de aspectos mayoritariamente estéticos como la interfaz de usuario. Para encontrar problemas de usabilidad

relacionados con el uso del dispositivo en un contexto real se recomienda el uso de un dispositivo móvil real.

6. Desarrollo de Heurísticas de Evaluación de la Usabilidad

En este capítulo se presentan los principios heurísticos desarrollados para la evaluación de la usabilidad en dispositivos móviles táctiles. Estos principios se basan en los principios heurísticos de Nielsen presentados en la sección 4.4, con adaptaciones e inclusiones de nuevos principios para ser lo más adecuados posibles para la evaluación de usabilidad en dispositivos móviles táctiles. La propuesta ha sido refinada y validada en un proceso iterativo.

En una primera parte se describe la metodología utilizada para el desarrollo de la propuesta (Sección 6.1). En la sección 6.2 se presentan y describen los casos de estudio seleccionados. Luego se describe la primera iteración realizada y los resultados obtenidos de la inspección guiada realizada (Sección 6.3). Después se muestra la segunda iteración, donde se realizó un primer experimento de validación (Sección 6.4). Finalmente en la sección 6.5 se presenta la tercera iteración, donde se realizó un refinamiento de la propuesta. Dentro de este capítulo se formaliza la propuesta utilizando una plantilla estándar.

6.1. Metodología de Desarrollo de Heurísticas de Usabilidad

Como se expuso en el Capítulo 2.2, la metodología adoptada para la presente investigación es la propuesta por Rusu y otros [20]. La metodología se divide en 6 etapas:

- **(ETAPA 1):** Una fase con un enfoque *exploratorio* para recolectar información bibliográfica relacionada con el/los tópico(s) principal(es) de la investigación: aplicaciones y/o productos específicos, sus características, heurísticas de usabilidad generales y/o relacionadas (si existen).
- **(ETAPA 2):** Una fase con un enfoque *descriptivo* para destacar las características más importantes de la información recolectada previamente, con el fin de formalizar los conceptos principales asociados a la investigación.
- **(ETAPA 3):** Una fase con un enfoque *correlacional* para identificar las características que debieran tener las heurísticas de usabilidad específicas. Todo esto basado en análisis de principios heurísticos tradicionales y análisis de casos de estudio.
- **(ETAPA 4):** Una fase con un enfoque *explicativo* para especificar formalmente el conjunto propuesto de heurísticas de usabilidad, utilizando una plantilla estándar.
- **(ETAPA 5):** Una fase de *validación* (experimental), para comprobar las *nuevas* heurísticas contra principios heurísticos tradicionales por medio de experimentos. Estos experimentos, usualmente, corresponden a evaluaciones heurísticas realizadas sobre casos de estudio apropiados y complementados con pruebas con usuarios.
- **(ETAPA 6):** Una fase de *refinación* basada en la retroalimentación obtenida de etapas anteriores.

De esta forma, en una etapa inicial (*ETAPA 1*) la investigación se regirá por un enfoque del tipo exploratorio, en cuanto a la descripción del contexto y motivación de la investigación, el análisis y estudio del estado actual y relaciones sobre los elementos de la usabilidad aplicada a los dispositivos móviles táctiles, la definición de la problemática en cuestión y la formulación de los objetivos generales y específicos.

Una vez concluida esta etapa será posible construir un marco teórico basado en la información recolectada anteriormente. Todo esto realizado siguiendo un enfoque descriptivo (*ETAPA 2*).

La siguiente etapa corresponde a una del tipo correlacional (*ETAPA 3*), donde se analizarán las heurísticas tradicionales (en este caso las heurísticas o principios de Nielsen) y los casos de estudio propuestos para identificar las características que deben tener las heurísticas específicas al ámbito de la usabilidad en dispositivos móviles táctiles.

A continuación se procederá a diseñar una solución sistemática que permita establecer heurísticas para la evaluación de usabilidad de dispositivos móviles táctiles. Todo esto dentro de una etapa denominada explicativa (*ETAPA 4*). Los estudios explicativos están dirigidos a responder a las causas de los eventos físicos o sociales; su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da éste, o por qué dos o más variables están relacionadas [2].

En quinto lugar se define una etapa experimental o de validación (*ETAPA 5*), donde se verifica la solución propuesta llevándola a la práctica mediante evaluaciones heurísticas y pruebas de usabilidad, para después contraponer los resultados con la aplicación de las heurísticas y pruebas tradicionales (o de control). Aquí se espera que los problemas de usabilidad encontrados por medio de la aplicación de la solución propuesta superen a los encontrados por medio de la aplicación de los métodos tradicionales.

Finalmente se llega a una etapa de refinación (*ETAPA 6*), donde por medio de los datos obtenidos en la etapa anterior (retroalimentación) se refina la propuesta.

6.2. Casos de Estudio

Los casos de estudio para la presente investigación deben considerar otros aspectos además del software, para evaluar los efectos de estos aspectos en la usabilidad percibida por los usuarios, de las aplicaciones. Para lograr los objetivos propuestos en este trabajo, se hace necesario considerar tres criterios a la hora de escoger los casos de estudio. Estos factores son: (1) Aplicaciones móviles a evaluar, (2) Sistema operativo móvil, (3) Dispositivo Móvil Táctil.

Los criterios (2) y (3) dependen el uno del otro. En otras palabras, elegir un sistema operativo móvil define el(los) equipo(s) disponible(s) o al elegir el equipo se define el sistema operativo móvil. El criterio (1) en parte depende de la elección anterior por temas de compatibilidad, sin embargo se pueden estudiar aplicaciones equivalentes.

En un primer apronte, se consideran dos casos de estudio detallados en la Tabla 6.1.

Tabla 6.1: Casos de estudio

Caso de estudio	Dispositivo móvil táctil	Sistema operativo móvil	Aplicaciones
1	Nokia X6	Symbian S60 5ta edición	(1) Libro de contactos, (2) Agenda (Calendario), (3) Mensajería, (4) Menú y (5) Cámara
2	Samsung Galaxy S	Android 2.1 (Eclair)	(1) Libro de contactos, (2) Agenda (Calendario), (3) Mensajería, (4) Menú y (5) Cámara

Una comparativa de los equipos respecto a sus características generales se muestra en la Tabla 6.2.

Ambos equipos presentan características similares en cuanto a tipo de pantalla, resolución de cámara de fotos, entre otros, sin embargo, es importante destacar que el equipo Samsung tiene una fecha de lanzamiento mucho más reciente que el equipo Nokia. Además, la velocidad de procesamiento del equipo Samsung es 2 veces la del equipo Nokia, posee un tamaño de pantalla superior y mayores dimensiones. Este último aspecto juega un rol importante en cuanto a la ergonomía del equipo, lo que influye en la percepción de comodidad del usuario con el dispositivo.

Tabla 6.2: Casos de estudio

Característica	Nokia X6	Samsung Galaxy S
Dimensiones	111 x 51 x 13.8 mm	122.4 x 64.2 x 9.9 mm
Peso	122 g	119 g
Procesador	ARM 11 de 434 MHz	S5PC110 de 1000 MHz
Tamaño de pantalla	3.2 pulgadas	4 pulgadas
Resolución de pantalla	360 x 640 pixeles	480 x 800 pixeles
Tipo de pantalla	Capacitiva	Capacitiva

6.3. Primera Iteración: Propuesta Preliminar de Heurísticas de Usabilidad para Dispositivos Móviles Táctiles

En una primera iteración se realizaron los pasos 1, 2, 3 y 4 de la metodología. Luego de una revisión bibliográfica profunda y una posterior formalización de los conceptos básicos, esenciales, para la investigación (*ETAPAS 1 y 2*), se realizó una inspección guiada en la cual se analizaron

dos dispositivos móviles: *Nokia X6* y *Samsung Galaxy S*.

La inspección guiada fue realizada utilizando los diez principios propuestos por Nielsen [8], detallados en la sección 4.4. Constó con la participación de dos estudiantes de Ingeniería de Ejecución en Informática de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, cada uno con más de 6 evaluaciones heurísticas de experiencia, además de la participación de un estudiante de Ingeniería Civil Informática de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso con más de 6 evaluaciones heurísticas de experiencia.

Para la inspección se siguió la siguiente metodología:

- *Etapa 1:* Los evaluadores analizan los problemas de usabilidad de uno de los equipos definidos en los Casos de Estudio (sección 6.2) utilizando los principios heurísticos de Nielsen.
- *Etapa 2:* Se recopilan los problemas en dos tablas independientes.
- *Etapa 3:* Los evaluadores intercambian los dispositivos y vuelven a realizar un análisis de problemas de usabilidad bajo las mismas condiciones de la Etapa 1.
- *Etapa 4:* Se rellenan las tablas correspondientes y se ordenan los resultados. No se realiza la evaluación de Severidad, Frecuencia y Criticidad, ya que solo se busca correlacionar los problemas detectados con las heurísticas y detectar vacíos que requieran de nuevas heurísticas.
- *Etapa 5:* Posteriormente, se solicita a los evaluadores, a modo personal, hacer una lista de aspectos positivos de cada uno de los equipos.
- *Etapa 6:* Se ordenan los aspectos positivos en una tabla y se asocian a las heurísticas de Nielsen.
- *Etapa 7:* Se analizan todas las tablas y se identifican los aspectos no cubiertos por las heurísticas de Nielsen.
- *Etapa 8:* Finalmente, se desarrolla una propuesta incluyendo una adaptación de las heurísticas de Nielsen, más las heurísticas propuestas en base al análisis de los resultados de la evaluación.

Este análisis correlacional de heurísticas tradicionales (en este caso Nielsen) y casos de estudio, corresponde a la *ETAPA 3* de la metodología.

- En la Tabla A.1 en Anexos se presentan los resultados obtenidos de la evaluación del equipo *Nokia X6*.

- En la Tabla A.2 en Anexos se presentan los resultados obtenidos de la evaluación del equipo Samsung Galaxy S.
- En la Tabla A.3 en Anexos se presentan los principios de usabilidad de Nielsen incumplidos por el equipo: Nokia X6.
- En la Tabla A.4 en Anexos se presentan los principios de usabilidad de Nielsen incumplidos por el equipo: Samsung Galaxy S.
- En la Tabla A.5 en Anexos se presentan los aspectos positivos percibidos por los evaluadores.

Como producto de la Inspección Guiada realizada junto con una serie de consulta con especialistas en usabilidad, se llego al siguiente conjunto de heurísticas de usabilidad para dispositivos móviles táctiles presentado en la Tabla 6.3 en forma de cuadro resumen [11]. Todo esto como producto de la *ETAPA 4* de la metodología.

Tabla 6.3: Primera Iteración: Conjunto de Heurísticas de Usabilidad para Dispositivos Móviles Táctiles

Id	Denominación	Descripción
DMT1	Visibilidad del estado del sistema	El Dispositivo Móvil Táctil debe mantener siempre informado al usuario sobre qué está haciendo, a través de una retroalimentación específica y en un tiempo razonable.
DMT2	Correspondencia entre el sistema y el mundo real	El Dispositivo Móvil Táctil debe hablar el lenguaje e idioma del usuario, con palabras, frases y conceptos familiares al usuario, en lugar de términos orientados al sistema. Seguir convenciones del mundo real, al igual que sus Leyes Físicas, haciendo aparecer la información en un orden natural y lógico.
DMT3	Control y libertad del usuario	El Dispositivo Móvil Táctil debe permitir al usuario deshacer y rehacer sus acciones, además de proporcionar "salidas de emergencia" que le permitan abandonar un estado del sistema no deseado. Estas opciones se deben marcar claramente, de preferencia por medio de un botón físico o similar, y no deben someter al usuario a secuencias de cuadros de diálogo extensas.

Continúa en la siguiente página. . .

Tabla 6.3 – Continuación

Id	Denominación	Descripción
DMT4	Consistencia y estándares	El Dispositivo Móvil Táctil debe seguir las convenciones establecidas y existentes, con tal que el usuario pueda hacer las cosas de la misma forma en la que está acostumbrado de una forma estándar y consistente.
DMT5	Prevención de errores	El Dispositivo Móvil Táctil debe disponer de un diseño (de interfaz gráfica y de interfaz física de usuario) cuidadoso que prevenga la ocurrencia de errores. Se deben ocultar o desactivar las funcionalidades que no estén disponibles y permitir, al usuario, acceder a información adicional respecto a cada funcionalidad. Se debe advertir a los usuarios.
DMT6	Minimizar la carga de memoria del usuario	El Dispositivo Móvil Táctil debe hacer que los objetos, acciones, y opciones sean visibles para el usuario, el que no debe tener que recordar la información de una parte del diálogo a otra.
DMT7	Personalización y atajos	El Dispositivo Móvil Táctil debe proporcionar opciones de configuración básica, dando la posibilidad de acceder a opciones de configuración avanzadas para usuarios expertos. También debe permitir personalizar y definir, o proporcionar, atajos para aquellas acciones más frecuentes que llevan a cabo los usuarios.
DMT8	Estética y diseño minimalista	El Dispositivo Móvil Táctil debe evitar mostrar información irrelevante o que rara vez es necesaria. Cada unidad extra de información que se despliega va a ocupar espacio de pantalla y va a disminuir el rendimiento del equipo.
DMT9	Ayuda al usuario a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores	Los mensajes de error presentes en el Dispositivo Móvil Táctil deben ser expresados en lenguaje natural, indicando el problema de forma precisa y sugiriendo una solución constructiva.

Continúa en la siguiente página. . .

Tabla 6.3 – Continuación

Id	Denominación	Descripción
DMT10	Ayuda y documentación	El Dispositivo Móvil Táctil debe proporcionar ayuda y documentación fácil de encontrar, centrada en la tarea del usuario, enumerando los pasos concretos que se deben realizar, sin ser demasiado extensa.
DMT11	Interacción física y ergonomía	El Dispositivo Móvil Táctil debe proporcionar botones físicos o elementos de interfaz similares y adecuados para las principales funciones del equipo ubicados en posiciones reconocibles por el usuario. Además, las dimensiones y diseño del equipo, en conjunto con la posición de los botones o similares, se debe ajustar a la posición normal de las manos del usuario.

6.4. Segunda Iteración: Validación Preliminar

Para la segunda iteración, se realizaron los pasos 1, 2 y 5 de la metodología. Luego de actualizar el marco teórico (*ETAPAS 1 y 2*), en vista que el contexto de los dispositivos móviles avanza muy rápido, se llegó a una etapa de validación preliminar (*ETAPA 5*).

Se realizaron dos experimentos de validación. Estos experimentos fueron desarrollados siguiendo un proceso similar sobre diferentes casos de estudio. Para la primera iteración se seleccionó un equipo marca *Blackberry* modelo *Storm 2* y para la segunda iteración se seleccionó un equipo marca *Nokia* modelo *N97*. A continuación se describen, en detalle, ambos experimentos.

6.4.1. Primer Experimento: *Blackberry Storm 2*

Como un primer experimento de validación, se realizó una inspección guiada. El conjunto de heurísticas de usabilidad para dispositivos móviles táctiles presentado en la sección ?? fue evaluado contra el conjunto de heurísticas de usabilidad de Nielsen. Un dispositivo móvil de marca *Blackberry* modelo *Storm 2* fue evaluado por dos grupos independientes de dos evaluadores cada uno, con grados de experiencia similares, en condiciones iguales. Un grupo utilizó sólo el conjunto de heurísticas propuesto, mientras que el otro grupo sólo utilizó las heurísticas de Nielsen. Los problemas de usabilidad detectados por ambos grupos fueron comparados.

- La Tabla A.6 en Anexos muestra el listado completo de problemas encontrados por el grupo que utilizó el conjunto de heurísticas de usabilidad de Nielsen.

- La Tabla A.7 en Anexos presenta el listado completo de problemas detectados por el grupo que utilizó el conjunto de heurísticas de usabilidad para dispositivos móviles táctiles.
- Las Tablas A.8 y A.9 detallan los principios incumplidos, ordenados por número de problemas.

Los problemas se clasificaron en tres categorías:

- (P1) Problemas identificados por ambos grupos de evaluadores (Ver Tabla A.10 de Anexos),
- (P2) Problemas identificados sólo por el grupo que utilizó el conjunto de heurísticas propuesto,
- (P3) Problemas identificados sólo por el grupo que utilizó el conjunto de heurísticas de Nielsen.

La Tabla 6.4 muestra el número de problemas de usabilidad encontrados por grupo de evaluadores, por heurística.

Tabla 6.4: Primer experimento: Problemas de usabilidad encontrados por grupo de evaluadores, por heurística

Grupo 1: Usando heurísticas para dispositivos móviles táctiles			Grupo 2: Usando heurísticas de Nielsen		
Id	Número de problemas	Severidad promedio	Id	Número de problemas	Severidad promedio
DMT1	3	3,17	N1	2	3,25
DMT2	9	2,83	N2	4	1,80
DMT3	2	2,75	N3	1	4,00
DMT4	2	3,50	N4	4	2,50
DMT5	2	3,50	N5	3	3,00
DMT6	1	2,50	N6	1	2,50
DMT7	5	2,80	N7	5	3,40
DMT8	2	4,00	N8	3	2,83
DMT9	1	4,00	N9	0	0,00
DMT10	1	3,00	N10	0	0,00
DMT11	2	3,00			
Total	30		Total	23	
	Promedio	3,19		Promedio	2,33

Aquí se logra apreciar que ambas herramientas (conjuntos de heurísticas) permiten identificar problemas de usabilidad de una manera similar. Sin embargo, el conjunto de heurísticas propuesto, compuesto por once heurísticas, parece ser más apropiado. Esto se justifica con el hecho que se pudo identificar un número ligeramente mayor de problemas que por medio del uso del conjunto

de heurísticas de Nielsen.

Un total de 53 problemas fueron identificados por los 4 evaluadores. Se detectaron un mayor número de problemas utilizando el conjunto de heurísticas para dispositivos móviles táctiles, en comparación a la cantidad de problemas detectados utilizando las heurísticas de control (Nielsen). La Tabla 6.5 presenta un resumen de los resultados.

Tabla 6.5: Primer experimento: Problemas por categoría

Id	Categoría	Total de Problemas	Porcentaje
<i>P1</i>	Problemas identificados por ambos grupos de evaluadores	18	34 %
<i>P2</i>	Problemas identificados sólo por el grupo que utilizó el conjunto de heurísticas propuesto	21	40 %
<i>P3</i>	Problemas identificados sólo por el grupo que utilizó el conjunto de heurísticas de Nielsen	14	26 %
	Total	53	100 %

Los 14 problemas identificados sólo mediante las heurísticas de Nielsen (P3) fueron asociados a las heurísticas N7 - Flexibilidad y eficiencia de uso (5 problemas), N4 - Consistencia y estándares (4 problemas), N2 - Correspondencia entre el sistema y el mundo real (4 problemas), N8 - Estética y diseño minimalista (3 problemas), N5 - Prevención de errores (3 problemas), N1 - Visibilidad del estado del sistema (2 problemas), N6 - Minimizar la carga de memoria del usuario (1 problema) y N3 - Control y libertad del usuario (1 problema). El conjunto de heurísticas de usabilidad para dispositivos móviles táctiles proporciona las herramientas que pueden, potencialmente, identificar todos estos problemas: DMT7 - Personalización y atajos, DMT4 - Consistencia y estándares, DMT2 - Correspondencia entre el sistema y el mundo real, DMT8 - Estética y diseño minimalista, DMT5 - Prevención de errores, DMT1 - Visibilidad del estado del sistema, DMT6 - Minimizar la carga de memoria del usuario y DMT3 - Control y libertad del usuario, respectivamente. La Tabla 6.6 muestra el número de problemas y la severidad promedio correspondiente a cada categoría de problemas identificado.

Tabla 6.6: Primer experimento: Severidad promedio por categoría

Id	Categoría	Total de Problemas	Severidad Promedio
<i>P1</i>	Problemas identificados por ambos grupos de evaluadores	18	3,14
<i>P2</i>	Problemas identificados sólo por el grupo que utilizó el conjunto de heurísticas propuesto	21	3,00
<i>P3</i>	Problemas identificados sólo por el grupo que utilizó el conjunto de heurísticas de Nielsen	14	2,68

Se puede ver que, además de detectar un mayor número de problemas, el conjunto de heurísticas propuesto permitió identificar problemas más severos que el conjunto de control; las heurísticas de Nielsen.

6.4.2. Segundo Experimento: Nokia N97

Para el segundo experimento de validación, se realizó una evaluación heurística. El conjunto de heurísticas de usabilidad para dispositivos móviles táctiles presentado en la sección ?? una vez más fue evaluado contra el conjunto de heurísticas de usabilidad de Nielsen. Un dispositivo móvil de marca *Nokia* modelo *N97* fue evaluado por dos grupos independientes de tres evaluadores cada uno, con grados de experiencia variados pero balanceados en cada grupo, en condiciones iguales. Un grupo utilizó sólo el conjunto de heurísticas propuesto, mientras que el otro grupo sólo utilizó las heurísticas de Nielsen. Los problemas de usabilidad detectados por ambos grupos fueron comparados.

- La Tabla A.11 en Anexos muestra el listado completo de problemas encontrados por el grupo que utilizó el conjunto de heurísticas de usabilidad de Nielsen.
- La Tabla A.12 en Anexos presenta el listado completo de problemas detectados por el grupo que utilizó el conjunto de heurísticas de usabilidad para dispositivos móviles táctiles.
- Las Tablas A.13 y A.14 detallan los principios incumplidos, ordenados por número de problemas.

Los problemas se clasificaron en tres categorías:

- (*P1*) Problemas identificados por ambos grupos de evaluadores (Ver Tabla A.15 de Anexos),
- (*P2*) Problemas identificados sólo por el grupo que utilizó el conjunto de heurísticas propuesto,
- (*P3*) Problemas identificados sólo por el grupo que utilizó el conjunto de heurísticas de Nielsen.

La Tabla 6.7 muestra el número de problemas de usabilidad encontrados por grupo de evaluadores, por heurística.

Aquí se vuelve a comprobar que ambas herramientas (conjuntos de heurísticas) permiten identificar problemas de usabilidad de una manera similar. Sin embargo, el conjunto de heurísticas propuesto parece ser, una vez más, más apropiado y específico. Esto se justifica con el hecho que se pudo identificar un número ligeramente mayor de problemas que por medio del uso del conjunto de heurísticas de Nielsen.

Un total de 60 problemas fueron identificados por los 6 evaluadores. Se detectaron un mayor número de problemas utilizando el conjunto de heurísticas para dispositivos móviles táctiles, en comparación a la cantidad de problemas detectados utilizando las heurísticas de control (Nielsen).

Tabla 6.7: Segundo experimento: Problemas de usabilidad encontrados por grupo de evaluadores, por heurística

Grupo 1: Usando heurísticas para dispositivos móviles táctiles			Grupo 2: Usando heurísticas de Nielsen		
Id	Número de problemas	Severidad promedio	Id	Número de problemas	Severidad promedio
DMT1	4	3,33	N1	1	2,67
DMT2	3	2,67	N2	4	1,92
DMT3	4	2,93	N3	4	3,00
DMT4	9	2,11	N4	5	2,27
DMT5	2	2,67	N5	0	0,00
DMT6	0	0,00	N6	2	2,00
DMT7	2	2,33	N7	10	1,97
DMT8	3	2,33	N8	2	2,33
DMT9	1	2,33	N9	0	0
DMT10	1	2,67	N10	0	0
DMT11	2	2,50			
Total	32		Total	28	
	Promedio	2,35		Promedio	1,62

Durante el análisis de resultados, se pudo observar ciertas diferencias en las notas de severidad y frecuencia entre los evaluadores. Los valores de desviación estándar fueron un tanto mayores que en el experimento previo. Esto se puede explicar debido a los diferentes grados de experiencia presentados en los miembros de cada grupo. Cada grupo contó con 2 evaluadores principiantes (de 0 a 5 evaluaciones heurísticas previas) y un evaluador medio-avanzado (más de 5 evaluaciones heurísticas previas), el cual cumplió el rol de coordinador de grupo. En las Tablas 6.8 y 6.9 se pueden ver los problemas con una desviación estándar igual o superior a 1.

La Tabla 6.10 presenta las categorías de problemas, junto al número correspondiente de problemas de usabilidad detectados. La Tabla 6.11 muestra el número de problemas y la severidad promedio correspondiente a cada categoría de problemas identificado, para fines comparativos.

Una vez más se puede ver que, además de detectar un mayor número de problemas, el conjunto de heurísticas propuesto permitió identificar problemas más severos que el conjunto de control; las heurísticas de Nielsen.

Es importante decir que, dentro del análisis hecho, se logró identificar que es altamente probable que la totalidad de los problemas identificados con las heurísticas de Nielsen puedan ser detectados mediante el uso del conjunto de heurísticas de usabilidad para dispositivos móviles táctiles, ya que, corresponden a una particularización de las heurísticas de control. Sin embargo, es muy probable que ciertos problemas identificados por el conjunto de heurísticas de usabilidad para dispositivos móviles táctiles no puedan ser detectados por las heurísticas de Nielsen o sea muy difícil. Esto se justifica en el hecho que la propuesta introduce una nueva dimensión: la

Tabla 6.8: Segundo experimento: Desviaciones estándar por problema: Nielsen

Id	Definición del problema	Desviación estándar
P14	Sensibilidad de touchscreen	1,732
P23	Si alguna creación de evento quedo inconclusa en la agenda, al entrar nuevamente levará directamente a ella en vez de mostrar la vista de calendario	1,732
P7	Abreviación	1,526
P10	Iconos poco claros sin texto	1,155
P21	No hay consistencia en el orden de los botones de agenda	1,155
P8	Ayuda en aplicación extensa y difícil de memorizar	1,155
P1	No se puede cancelar la acción, sólo se permite salir de la aplicación	1,155
P6	No hay opción de cancelar cuando se ingresa texto	1,000
P18	El boton que lleva a las aplicaciones no se encuentra en la posición habitual	1,000
P20	El boton para cambiar de modos en la agenda no posee una buena metáfora	1,000
P25	Inconsistencia del estado de la galeria de fotos	1,000

Tabla 6.9: Segundo experimento: Desviaciones estándar por problema: Propuesta

Id	Definición del problema	Desviación estándar
PM4	Difícil seleccionar destinatario de mensaje de la lista de contactos	1,526
PM12	Escasa validación de campos	1,155
PM18	El mensaje de error no ayuda a identificar el problema	1,155
PM23	Presentación inconsistente del menú de opciones	1,155
PM24	Falta metáfora para el menú	1,155
PM1	Pantalla resistiva dificulta la interacción	1,155
PM2	Íconos poco representativos	1,000
PM13	Campos de identificación de contactos inentendibles	1,000
PM15	Desaprovechamiento del espacio en pantalla	1,000

interfaz física de usuario. Dentro de las heurísticas de Nielsen no se encuentra, explícitamente, una referencia a aspectos ergonómicos de los dispositivos, lo que puede hacer imposible la detección de problemas de usabilidad relacionados con estos aspectos. Esto último es particularmente cierto para evaluadores novatos. Además, la forma en que las heurísticas han sido especificadas permite que resulten relativamente sencillas de utilizar e interpretar por evaluadores principiantes.

Tabla 6.10: Segundo experimento: Problemas por categoría

Id	Categoría	Total de Problemas	Porcentaje
<i>P1</i>	Problemas identificados por ambos grupos de evaluadores	10	17 %
<i>P2</i>	Problemas identificados sólo por el grupo que utilizó el conjunto de heurísticas propuesto	27	45 %
<i>P3</i>	Problemas identificados sólo por el grupo que utilizó el conjunto de heurísticas de Nielsen	23	38 %
Total		60	100 %

Tabla 6.11: Segundo experimento: Severidad promedio por categoría

Id	Categoría	Total de Problemas	Severidad Promedio
<i>P1</i>	Problemas identificados por ambos grupos de evaluadores	10	2,90
<i>P2</i>	Problemas identificados sólo por el grupo que utilizó el conjunto de heurísticas propuesto	27	2,93
<i>P3</i>	Problemas identificados sólo por el grupo que utilizó el conjunto de heurísticas de Nielsen	23	2,39

6.5. Tercera Iteración: Refinamiento de la Propuesta de Heurísticas de Usabilidad para Dispositivos Móviles Táctiles

Para la tercera iteración, se ejecutaron los pasos 6, 3, 4 y 5. Luego de analizar los datos de retroalimentación obtenidos de la iteración anterior, se propuso refinar la propuesta de heurísticas de usabilidad para dispositivos móviles táctiles (*ETAPA 6*).

Luego de haber realizado ambos experimentos de validación, se identificaron ciertos problemas que sólo fueron descubiertos por el grupo que utilizó las heurísticas de Nielsen. Se hizo un análisis de dichos problemas con el fin de intentar asociar una heurística de usabilidad para dispositivos móviles, y en algunos casos, identificar aspectos para incluir en la siguiente iteración de la propuesta (*ETAPA 3*). La Tabla A.16 presenta la lista de problemas identificados sólo por las heurísticas de Nielsen.

En esta lista se puede ver que hay ciertos problemas para los cuales no se logró asociar una heurística del conjunto propuesto. Los Problemas P2, P5, P9, P23 y P25 pertenecen a dicho conjunto de problemas. Algo que se puede apreciar es que los evaluadores originalmente asociaron la heurística N7 de Nielsen, correspondiente a Flexibilidad y eficiencia de uso, a todos ellos excepto el problema P9. La Tabla 6.12 presenta el problema P9 en detalle, donde HNA: Heurística de Nielsen asociada y HPA: Heurística propuesta asociada.

Tabla 6.12: Segundo experimento: Problemas detectados sólo por las Heurísticas de Nielsen

Id	Descripción	Explicación	HNA	HPA
P9	Menú de opciones sin agrupación	El menú en sí es extenso haciendo difícil encontrar lo que se necesita	N8	-

Si bien, los evaluadores asociaron el problema P9 con la heurística N8 de Nielsen, correspondiente a Diseño estético y minimalista, al analizar la definición y explicación del problema se ve que claramente se puede asociar a la heurística N7, ya que tiene relación con la flexibilidad y eficiencia de uso.

Toda esta evidencia empírica hace notar la falta de una heurística relacionada con temas de eficiencia de uso de una forma más explícita que la presentada por la heurística propuesta DMT7: Personalización y atajos. Además, de la definición de los problemas se rescata la necesidad de incorporar el rendimiento del equipo como un factor que guarda relación con la usabilidad del dispositivo. Abajo se presenta la propuesta de heurísticas de usabilidad para dispositivos móviles táctiles utilizando una plantilla estándar, producto de la *ETAPA 4* de la metodología. La plantilla utilizada posee la siguiente estructura [20]:

- *Id y denominación del principio*: Un identificador único seguido del nombre de la heurística, que resume la misma en pocas palabras.
- *Descripción*: El concepto general que abarca la heurística.
- *Explicación*: Explicación extendida del contenido y los conceptos que abarca la heurística, incluyendo consejos y comparaciones con otras heurísticas.
- *Ejemplos*: Se muestran casos en que la heurística no se ha cumplido, y en algunos casos ejemplos positivos de la aplicación del principio heurístico.
- *Beneficios*: Posibles beneficios derivados del cumplimiento del principio.
- *Problemas anticipados*: Posibles dificultades previstas en la aplicación de la heurística (Ej.: Malinterpretaciones).

El detalle de cada heurística se presenta a continuación.

6.5.1. DMT1: Visibilidad del estado del sistema

Descripción: El Dispositivo Móvil Táctil debe mantener siempre informado al usuario sobre qué está haciendo, a través de una retroalimentación específica y en un tiempo razonable.

Explicación: A través de la interacción con el dispositivo, el usuario puede realizar diversas acciones. Estas acciones pueden significar cambios en el estado del sistema, los cuales deben ser informados al usuario de algún modo. Además, existen otras acciones que no involucran interacción del usuario, pero que si requieren su interacción posterior. Ejemplos de esto último: Llamada telefónica, videollamada, recepción de mensajes de texto, alarmas, alerta de batería baja, entre otros.

Los modos de retroalimentación específica existentes actualmente son los siguientes:

1. Sonido:

- Tono de llamada.
- Tono de mensaje.
- Tono de mensaje de Correo electrónico.
- Alerta de batería baja.
- Tono de obturador de cámara fotográfica.
- Entre otros.

Idealmente, estos sonidos deben ser característicos por defecto (en relación a convenciones principalmente), diferentes entre sí y personalizables.

2. Luces:

- Bajo los botones.
- Luces de notificación (En algunos equipos existen luces destinadas solo a notificaciones Ej.: Algunos equipos Blackberry).
- Flash de cámara fotográfica.
- Entre otros.

3. Información gráfica a través de la pantalla.

- Íconos estáticos.
- Íconos animados.
- Notificaciones de texto.
- Mensajes de alerta (Mensaje tipo *push* con ícono distintivo y texto).

- Mensajes de error (Mensaje tipo *push* con ícono distintivo, diferente a alerta, y texto).
- Entre otros.

4. Vibración.

Ejemplos:

- En la Figura 6.1 se puede ver un ejemplo de cumplimiento de la heurística, correspondiente al equipo Nokia X6. Se puede apreciar en el recuadro, la luz de notificación de mensaje, ubicada bajo el botón de menú.
- En la Figura 6.2 se aprecian 2 diferentes tipos de notificaciones gráficas, correspondientes a la recepción de un mensaje. Aquí también se cumple la heurística.



Figura 6.1: DMT1 - Nokia X6: Luz de notificación

Beneficios:

- *Mejor experiencia de uso:* Retroalimentación precisa y adecuada permite al usuario reaccionar de mejor manera a los eventos ocurridos dentro del dispositivo móvil táctil, mejorando su experiencia de uso.
- *Mayor conocimiento del estado del sistema:* Retroalimentación precisa y adecuada permite al usuario saber si existe algún cambio relevante en el sistema.



Figura 6.2: DMT1 - Nokia X6: Notificaciones gráficas de mensajes. a: Notificación tipo *push*. b: Ícono estático

Problemas anticipados: Un problema que puede surgir al momento de aplicar esta heurística es distinguir entre la falta de retroalimentación efectiva, en el sentido de no estar implementada, y una retroalimentación afectada por el poder de procesamiento del equipo. Durante las pruebas con usuarios, se detectó este problema al momento de cerrar una aplicación o al abrir una. La cantidad de memoria en uso, cantidad de aplicaciones abiertas y nivel de carga de batería afectan el rendimiento del equipo, lo que puede causar que la retroalimentación se inhabilite o parezca estarlo.

6.5.2. DMT2: Correspondencia entre el sistema y el mundo real

Descripción: El Dispositivo Móvil Táctil debe hablar el lenguaje del usuario, con palabras, frases y conceptos familiares al usuario, en lugar de términos orientados al sistema. Seguir convenciones del mundo real, al igual que sus Leyes Físicas, haciendo aparecer la información en un orden natural y lógico.

Explicación: Los dispositivos proveen diversas formas de interacción con el usuario, más allá de solo seleccionar opciones a través de un teclado. Actualmente los equipos, al menos los abarcados por la presente investigación, poseen diferentes características que hacen posible interactuar con ellos de diversas formas, tales como:

1. Pantalla táctil: Permite interactuar con la interfaz utilizando los dedos o un lápiz especial conocido como *stylus*. De esta forma se pueden ingresar gestos como arrastrar, tocar, presionar, entre otros.
2. Sensor de proximidad: Utilizado para desactivar la retroiluminación de la pantalla al acercarse el equipo a la oreja del usuario.
3. Acelerómetro: El cual detecta variaciones de aceleración producto de mover el equipo.
4. GPS: Permite enviar señales de posicionamiento global, sin necesidad que el usuario especifique su ubicación. Útil para marcar la ubicación en donde se tomó una fotografía, determinar la ubicación geográfica para el reporte del tiempo, entre otros.

Por medio de estas nuevas formas de interacción, se logra que el usuario pueda realizar tareas y acciones de una forma más intuitiva que antes, ya que, se intenta imitar los efectos de estas interacciones en el mundo real. Un ejemplo de esto cuando se explora una lista de ítems, ésta se puede desplazar utilizando el dedo o *stylus*. Al desplazar la lista en un sentido con cierta velocidad y soltar, la lista sigue en movimiento y se detiene después de un tiempo, dependiendo de la velocidad con que se haya hecho el desplazamiento. Esto se conoce como scroll cinético, que se corresponde con la ley de la conservación de la energía en física.

Se espera, por lo tanto, que todas estas interacciones que intentan imitar las existentes en el mundo real, tengan efectos similares a los obtenidos realmente. Además se espera que el lenguaje utilizado, por ejemplo iconografía, tenga relación con el mundo real y con conceptos reconocibles por el usuario.

Ejemplos:

- En la Figura 6.3 se puede ver el efecto de girar el equipo hacia la izquierda. La presentación del menú se reorganiza en modo horizontal. Esto corresponde al cumplimiento de la heurística.



Figura 6.3: DMT2 - Nokia X6: Modo *landscape* u horizontal. Inclínación detectada por el acelerómetro del equipo.

Beneficios:

- *Disminuir la barrera de entrada para usuarios novatos:* Al utilizar un lenguaje cercano al usuario y seguir las convenciones del mundo real, se logra que el sistema sea más intuitivo para usuarios novatos.
- *Minimizar errores:* Al utilizar un lenguaje cercano al usuario y seguir las convenciones del mundo real, se logra reducir las malinterpretaciones y mensajes crípticos, lo que minimiza los errores relacionados, como seleccionar una opción indeseada.

Problemas anticipados: No confundir con la heurística DMT4 que habla de consistencia. El hecho de que diversas partes del sistema aparezcan en diferentes idiomas no se trata de un problema de correspondencia entre el sistema y el mundo real, sino un problema de consistencia. Además, para el análisis de esta heurística también se debe considerar la capacidad de procesamiento de datos. Puede darse el caso de intentar realizar un *scroll cinético* y el resultado no sea el esperado.

6.5.3. DMT3: Control y libertad del usuario

Descripción: El Dispositivo Móvil Táctil debe permitir al usuario deshacer y rehacer sus acciones, además de proporcionar 'salidas de emergencia' que le permitan abandonar un estado del sistema no deseado. Estas opciones se deben marcar claramente, de preferencia por medio de un botón o símil físico, y no deben someter al usuario a secuencias de cuadros de diálogo extensas.

Explicación: Cuando el usuario comete un error ingresando datos, modificando opciones en la configuración o simplemente el usuario llega a un estado en el cual no quiere estar, el sistema debe proporcionar las salidas de emergencia necesarias. Estas opciones deben permitir al usuario llegar desde este punto indeseado a otro estado de su agrado. El usuario debe poder deshacer y rehacer sus acciones de una forma sencilla e intuitiva. Además, el usuario debe tener el control de lo que ocurre en su equipo, poder administrar las aplicaciones en ejecución y tener la posibilidad de detenerlas a gusto. En cuanto a la conexión a la red, el sistema debe permitir al usuario poder controlar el tiempo y la cantidad de datos que se transmiten.

Ejemplos:

- En la Figura 6.4 se puede ver el control del usuario sobre el sistema. En la imagen se muestra el administrador de aplicaciones, en donde se intenta cerrar la aplicación *Adm. Archivos*.



Figura 6.4: DMT3 - Nokia X6: Administrador de aplicaciones. Permite al usuario cerrar una aplicación sin necesidad de ingresar a la misma.

Beneficios:

- *Mejor experiencia de uso:* Al tener control sobre el sistema y un mayor grado de libertad, el usuario percibe de mejor manera el producto, haciendo que su experiencia de uso sea mejor.
- *Mayor eficiencia de uso:* Al tener control sobre el sistema, el usuario puede experimentar un mayor grado de eficiencia de uso, pudiendo controlar los recursos utilizados del sistema. Haciendo un correcto uso de este control, se puede aumentar el rendimiento del equipo.
- *Mayor cercanía del usuario con el equipo:* Al tener control sobre el sistema y un mayor grado de libertad, el usuario siente una mayor cercanía con el equipo, al lograr determinar qué ocurre y no ocurre dentro del mismo.

Problemas anticipados: No se debe confundir el control y libertad con otro concepto: flexibilidad y eficiencia de uso. Si bien ciertos efectos del control corresponde a mayor eficiencia (como se explicó en los beneficios de esta heurística), no apuntan a lo mismo. Esta heurística de control y libertad de usuario apunta, principalmente a reparar o solucionar errores, proveer al usuario la opción de arrepentirse de alguna elección hecha y controlar como se utilizan los recursos en su equipo.

6.5.4. DMT4: Consistencia y estándares

Descripción: El Dispositivo Móvil Táctil debe seguir las convenciones establecidas y existentes dentro del mismo equipo (de una parte a otra del sistema) y dentro de los equipos de su misma gama, con tal que el usuario pueda hacer las cosas de la misma forma en la que está acostumbrado de una forma estándar y consistente.

Explicación: Muchas veces ocurre que diferentes partes de un mismo sistema tienen diseño o lógica diferentes para conceptos que deberían ser igual. En general, todo concepto presentado de una forma diferente a la concebida en el modelo mental del usuario produce un cierto grado de confusión. Esta confusión puede traer efectos negativos como una disminución de eficiencia, o un bajo grado de usabilidad percibido por el usuario, entre otros efectos adversos. Es por esto que se espera que el sistema respete las convenciones y estándares fijados, para lograr un sistema altamente intuitivo para el usuario. Se pueden respetar las convenciones y estándares en diferentes dimensiones:

1. *De una parte a otra del sistema:* Ej.: La forma de desplazarse por listas de ítems debe ser igual en todo el sistema.
2. *De un equipo a otro de una misma gama (o mismo fabricante):* Ej.: En todos los equipos Nokia se puede modificar el perfil de sonidos apretando el botón de encendido/apagado.
3. *De un equipo a otro con un mismo sistema operativo:* Ej.: Todos los equipos Android tienen un botón *home* y un botón *volver*.

Además, la consistencia se debe respetar tanto en el idioma, iconografía, sonidos, interacción, etc. *Las cosas iguales deben ser iguales.*

Ejemplos:

- En la Figura 6.5 se muestran 3 diferentes listas de elementos, en donde todas poseen una barra de desplazamiento. Esta barra, y la forma en que se realiza el desplazamiento, es igual en todas las partes del sistema. Esto cumple la heurística de consistencia y estándares.



Figura 6.5: DMT4 - Nokia X6: Barra de desplazamiento en diferentes partes del sistema.

Beneficios:

- *Disminuir la barrera de entrada para usuarios novatos:* Al seguir las convenciones y estándares, un usuario novato con el equipo en particular puede aprovechar su experiencia en el uso de otros equipos similares para lograr un buen uso del dispositivo.
- *Minimizar errores:* Al tener un sistema intuitivo y consistente, se puede minimizar la cantidad de errores.
- *Aumentar el soporte disponible:* No se requiere invertir en desarrollar documentación y proveer soporte para diferentes sistemas y se puede utilizar documentación y soporte existente.

Problemas anticipados: No se debe confundir consistencia con la inclusión de palabras o conceptos que muchas veces no tienen traducción. En especial en el ámbito de la tecnología, existen conceptos difíciles de traducir, o que, una vez traducidos pierden coherencia. Un par de palabras no está mal, pero todo un texto en un idioma y otro texto en otro idioma es inconsistente.

6.5.5. DMT5: Prevención de errores

Descripción: El Dispositivo Móvil Táctil debe disponer de un diseño (de interfaz gráfica y de interfaz física de usuario) cuidadoso que prevenga la ocurrencia de errores. Se deben ocultar o desactivar las funcionalidades que no estén disponibles y permitir, al usuario, acceder a información adicional respecto a cada funcionalidad. Se debe advertir a los usuarios.

Explicación: El dispositivo debe intentar ser lo más explícito posible en cuanto a lo que hace cada opción. Como ya se analizó, la gran dificultad de esto es el desplegar mucha información con un tamaño de pantalla reducido. Es por ésto que los íconos juegan un rol importante. Lamentablemente, no siempre se logra expresar todo lo deseado a través de una imagen tan pequeña, es por esto, que el sistema debe proveer información adicional cuando el usuario lo necesite. Esta información se debe desplegar de una forma clara, intentando evitar los cuadros de diálogo extensos.

Además, se debe advertir al usuario, principalmente cuando realice acciones que puedan tener efectos no deseados o dañar el equipo. Se debe intentar ubicar las opciones potencialmente peligrosas en niveles de profundidad mayores, con tal de prevenir errores. Por lo tanto, se debe evitar asignar estas opciones a botones físicos.

Por otro lado, en el aspecto físico, se debe asegurar el correcto funcionamiento del equipo en diferentes contextos. Acciones como la remoción de la batería, chip (cuando corresponda) y/o tarjeta de memoria, pueden hacer que el equipo deje de funcionar abruptamente perdiendo todos los datos no guardados. Es por esto que estas acciones deben tener un cierto nivel de seguridad para evitar que ocurran casualmente.

Ejemplos:

- En la Figura 6.6 se muestra el proceso de eliminación de un contacto desde la agenda de contactos. En la imagen se logra apreciar la confirmación del sistema ante esta acción con potenciales efectos no deseados. Ejemplo de cumplimiento de la heurística.
- En la Figura 6.7 se puede ver el proceso de configurar el equipo con las opciones que vienen de fábrica. En la imagen se muestra el mensaje de confirmación con un texto explicativo acerca de los efectos de esta modificación. Ejemplo de cumplimiento de la heurística.

Beneficios:

- *Mayor eficiencia de uso:* Al prevenir errores, el usuario perderá menos tiempo resolviéndolos, por lo que su eficiencia aumentará.
- *Minimizar errores:* Al prevenir, se puede minimizar la cantidad de errores.

Problemas anticipados: No se debe confundir la prevención de errores con reparar o solucionar errores. Si se logra llegar a un error, es una falla de prevención, por lo tanto es incumplimiento de esta heurística. Se debe poner a disposición del usuario, información, sin tener que recurrir a un sitio web o documentación impresa.



Figura 6.6: DMT5 - Nokia X6: Proceso de eliminación de un contacto.

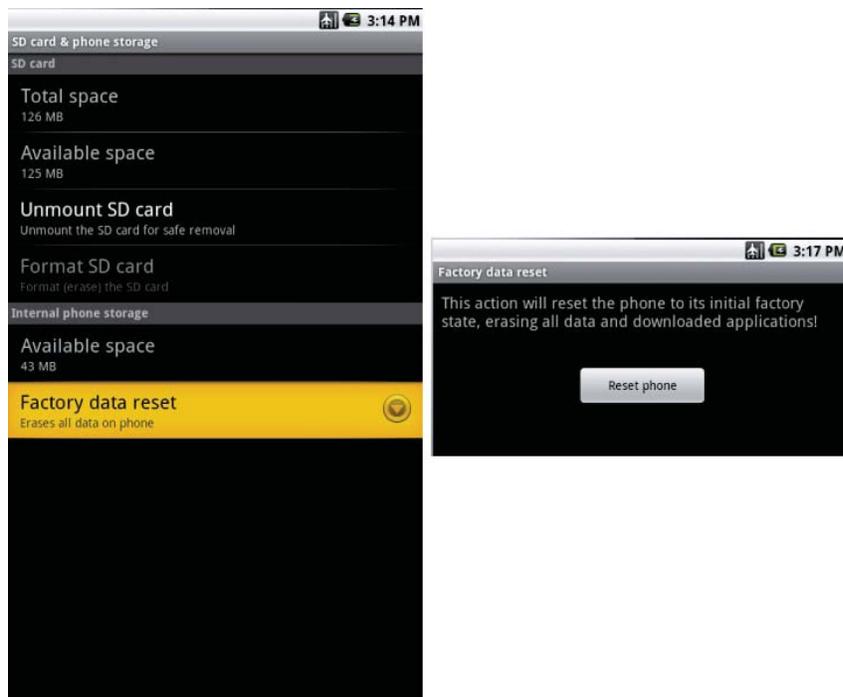


Figura 6.7: DMT5 - Samsung Galaxy S: *Reset* de configuración de fábrica.

6.5.6. DMT6: Minimizar la carga de memoria del usuario

Descripción: El Dispositivo Móvil Táctil debe hacer que los objetos, acciones, y opciones sean visibles para el usuario, el que no debe tener que recordar la información de una parte del diálogo a otra.

Explicación: La memoria de corto plazo es limitada, el usuario no debería tener que recordar información de una parte del diálogo a otra, las instrucciones de como usar el sistema deben ser visibles o fáciles de obtener, las instrucciones complicadas deben ser simplificadas. En el caso de los dispositivos móviles táctiles, muchas veces el tamaño de pantalla pone en jaque a los diseñadores en cuanto a qué objetos se deben ocultar o minimizar dentro de la interfaz gráfica de usuario. En ese sentido, es importante que la información sensible esté a la vista. Tampoco se debe pedir al usuario escribir texto de un lado a otro, en estos dispositivos es mucho mejor seleccionar que escribir.

Ejemplos:

- En la Figura 6.8 se puede apreciar el proceso de ver la información de un contacto. En la imagen se muestra la selección del contacto (lado izquierdo) y posteriormente su perfil completo. En la parte superior de la pantalla se conserva el nombre del contacto seleccionado. Esto ayuda a minimizar la carga de memoria del usuario, por lo que es un ejemplo de cumplimiento de la heurística.

Beneficios:

- *Minimizar el agotamiento:* Al tener que recordar información extensa o muchos trozos pequeños, se produce un agotamiento o *stress* mental. Por lo que al minimizar la carga de memoria se logra minimizar este efecto negativo.
- *Minimizar la frustración:* Al minimizar la carga de memoria se evita frustrar al usuario al obligarlo a recordar información con la posibilidad que se olvide o recuerde erróneamente.
- *Minimizar los errores:* Al minimizar la carga de memoria se evita que el usuario cometa errores por olvidar parte o toda la información solicitada.

Problemas anticipados: Para esta heurística en especial, se pueden encontrar ciertos problemas relacionados a confusión respecto a la heurística de prevención de errores. Lo importante aquí es diferenciar que ésta, la heurística de minimizar la carga de memoria del usuario tiene mayor relación con la sobrecarga de información para el usuario. No se trata si tiene a su disposición la información, sino cuanta información debe memorizar.

6.5.7. DMT7: Personalización y atajos

Descripción: El Dispositivo Móvil Táctil debe proporcionar opciones de configuración básica, dando la posibilidad de acceder a opciones de configuración avanzadas para usuarios expertos. También debe permitir personalizar y definir, o proporcionar, atajos para aquellas acciones o elementos más frecuentes y poder organizarlos en grupos.

Explicación: El dispositivo móvil táctil actualmente pasa a ser una extensión del cuerpo humano, agrupando una gran cantidad de funcionalidades, muchas veces esenciales, para el día a día. Es por esto que la personalización y creación de atajos para las acciones más frecuentes es una característica muy importante para estos equipos. Cada usuario tiene necesidades particulares, y con millones de usuarios diferentes la tarea de satisfacerlos a todos se hace infinitamente difícil. Al permitir a los usuarios personalizar y "armar el equipo a su manera" se logra reducir esta dificultad.

Por medio del acceso a configuraciones avanzadas se puede lograr que usuarios expertos puedan utilizar el equipo de una forma más eficiente, y a su vez, usuarios novatos solo configuren el equipo de forma más superficial con tal de evitar errores o resultados indeseados.

Ejemplos:

- La Figura 6.9 muestra el proceso de creación de un atajo en la pantalla principal del dispositivo. Además de dar la opción de crear el atajo, el sistema permite eliminar el atajo u otro ya existente. Esto corresponde a un ejemplo de cumplimiento de la heurística.
- En la Figura 6.10 se puede ver la posición de los atajos personalizables en la pantalla principal del dispositivo (a la izquierda). A la derecha se muestran algunas opciones de personalización que provee el sistema al usuario. Ejemplo de cumplimiento de la heurística.

Beneficios:

- *Mayor cercanía del usuario con el equipo:* Al poder personalizar el equipo a su manera, el usuario siente una mayor cercanía con el equipo.
- *Mayor eficiencia:* Al permitir la creación de atajos y poder acceder a opciones de configuración avanzadas (en el caso de usuarios expertos), se logra un nivel mayor de eficiencia, al poner más cerca las acciones más frecuentes y ajustar el sistema al estilo de trabajo del usuario.

Problemas anticipados: Claramente, existe un nivel limitado de personalización. Modificaciones del tipo estéticas son posibles en la mayor parte del sistema y sus limitaciones están consideradas dentro de esta heurística. Sin embargo, si se considera hacer modificaciones que involucren cambios más grandes en el sistema, como cambiar la lógica y/o aspectos relacionados con *hardware*, se debe analizar caso a caso. Se requiere criterio por parte del evaluador.

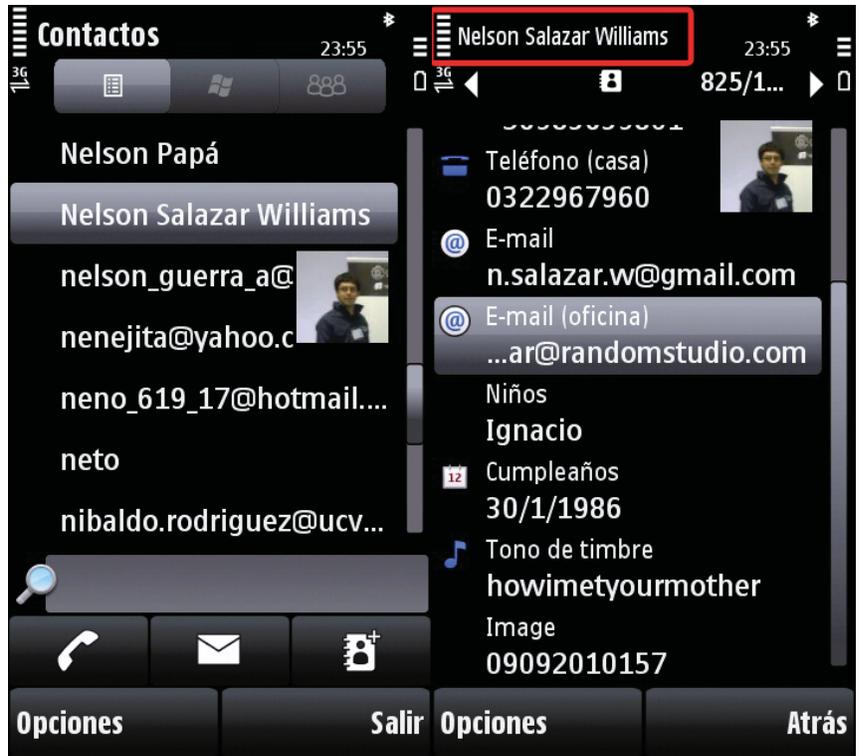


Figura 6.8: DMT6 - Nokia X6: Ver detalles de contacto.

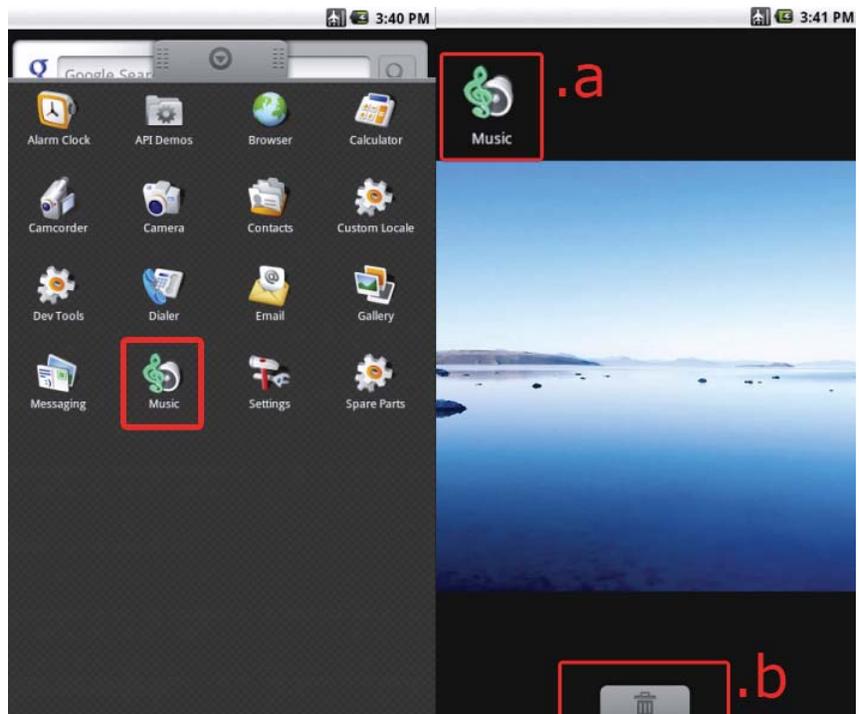


Figura 6.9: DMT7 - Samsung Galaxy S: Creación y eliminación de atajos.



Figura 6.10: DMT7 - Nokia X6: Atajos personalizables (izquierda). Opciones del menú de configuración (derecha).

6.5.8. DMT8: Eficiencia de uso y rendimiento

Descripción: El Dispositivo Móvil Táctil debe apoyar las tareas del usuario, permitiéndole realizarlas en el mínimo tiempo posible. El Dispositivo debe minimizar los pasos necesarios para ejecutar una tarea y debe presentar tiempos de respuesta y ejecución óptimos para el uso del equipo.

Explicación: El poder de procesamiento de los Dispositivos Móviles Táctiles se ha incrementado exponencialmente en el último tiempo, llegando a tener la posibilidad de equipos con 4 núcleos para un mayor poder de procesamiento. El diseño de los sistemas operativos apunta a ser muy estético, llamativo e incluso divertido con un gran número de colores, efectos, transiciones y animaciones. Sin embargo, no siempre la combinación de hardware es compatible con tal nivel de carga gráfica. Se espera que el software cargado en el dispositivo sea compatible con su poder de procesamiento, sin hacer que el usuario gaste largos tiempos esperando que la aplicación cargue. Además, las animaciones, efectos y transiciones incorporados se deben desplegar de una forma óptima, con movimientos fluidos; sin interrupciones. Si un equipo tiene cierto sistema operativo, se espera que esté optimizado para su hardware. *No basta con hacer cosas estéticamente atractivas, también debe ser eficiente.*

Otro punto importante tiene relación con la cantidad de pasos para realizar una tarea. Las tareas complejas, potencialmente dañinas y/o poco frecuentes pueden tener varios pasos, incluso para reforzar la seguridad. Las tareas sencillas y/o recurrentes deben ser *sencillas; si el usuario desea fijar la alarma despertador, no espera un proceso de 4 pasos a las 4 de la mañana.*

Ejemplos:

- Al hacer scroll en el menú de aplicaciones del dispositivo, el desplazamiento de los elementos debe ser continuo, suave y sin interrupciones.
- El tiempo de carga del S.O y de sus respectivas aplicaciones debe ser el mínimo, sin dejar al usuario esperando y que, finalmente, pierda el interés.

Beneficios:

- *Mayor eficiencia:* Al minimizar los tiempos de carga y de respuesta en general del equipo, se logra un mayor número de tareas por unidad de tiempo, lo que se traduce en mayor eficiencia. *Un sistema eficiente es un sistema exitoso.*

Problemas anticipados: Se debe separar los problemas de rendimiento de hardware y software de los problemas de rendimiento relacionados con la conexión a la red de datos o telecomunicaciones. Si bien estos aspectos afectan el rendimiento, y en consecuencia la usabilidad del dispositivo, éstos se ven afectados por muchos aspectos adicionales que no están dentro de los alcances de la presente investigación. Respecto a los pasos para realizar una tarea, un problema anticipado es el determinar cuando la cantidad de pasos es excesiva. En general la usabilidad está muy ligada a la subjetividad, por lo que, si a un evaluador le parece excesivo el proceso para realizar una tarea, entonces es un problema de usabilidad que debe ser considerado.

6.5.9. DMT9: Estética y diseño minimalista

Descripción: El Dispositivo Móvil Táctil debe evitar mostrar información irrelevante o que rara vez es necesaria. Cada unidad extra de información que se despliega va a ocupar espacio de pantalla y va a disminuir el rendimiento del equipo.

Explicación: Para dispositivos con fecha de lanzamiento no tan reciente (es decir: antes de la generación con doble-procesador), cada unidad de información desplegada en una pantalla comparativamente pequeña involucra una disminución en el rendimiento del equipo. Es por esto que se debe ser cuidadoso al momento de desplegar información por pantalla. Además, interfaces sobrecargadas producen *stress* al usuario.

Ejemplos:

- En la Figura 6.11 se muestra la estructura general del dispositivo Samsung Galaxy S. Aquí se puede apreciar la forma en que se organiza la información. Secciones deslizables, también conocidas como *tabs* o pestañas, agrupan los accesos directos a las aplicaciones y las notificaciones respectivamente, dejando un amplio espacio en la pantalla principal. Esto es un ejemplo de estética y diseño minimalista.



Figura 6.11: DMT9 - Samsung Galaxy S: Estructura y diseño.

Beneficios:

- *Mayor rendimiento del equipo:* Al utilizar un diseño minimalista se logra ahorrar recursos y energía.
- *Minimizar el agotamiento:* Al minimizar la cantidad de información visual, se minimiza el *stress* o agotamiento mental.

Problemas anticipados: Para esta heurística, el problema está en la pregunta ¿Dónde está el límite?. Distinguir entre un diseño minimalista y una situación donde falta información es crítico. Si el evaluador se encuentra con una interfaz sobrecargada, claramente es un incumplimiento de esta heurística.

6.5.10. DMT10: Ayuda al usuario a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores

Descripción: Los mensajes de error presentes en el Dispositivo Móvil Táctil deben ser expresados en lenguaje natural, indicando el problema de forma precisa y sugiriendo una solución constructiva.

Explicación: Cuando ocurre un error, el usuario no necesita tecnicismos, alertas con mensajes crípticos o simplemente nada de retroalimentación. Al contrario, lo que el usuario necesita en esta situación es un mensaje en un lenguaje reconocible, con pasos concretos para recuperarse del error.

Ejemplos:

- En la Figura 6.12-Izquierda se muestran algunos mensajes de error. Se puede ver que la aplicación Settings se ha detenido inesperadamente y se provee un botón para cerrar la aplicación forzosamente. Si bien se podría entregar más detalle acerca del error, además de ocultar el nombre técnico del proceso para usuarios novatos, este ejemplo cumple la heurística de ayuda al usuario a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores.
- En la Figura 6.12-Derecha se puede ver un mensaje de error respecto a que el destinatario del mensaje no es válido. Aquí no se da mayor detalle ni se entrega una serie de pasos a seguir para solucionar el error, por lo que corresponde a un incumplimiento de la heurística.

Beneficios:

- *Disminuir frustración del usuario:* El que ocurra un error es, por sí, algo frustrante. Por medio de la ayuda al usuario a recuperarse de los errores se puede mitigar esta frustración, intentando evitar que el usuario se aburra y deje de utilizar el producto.

Problemas anticipados: Se debe distinguir entre la heurística de prevención de errores y la presente heurística. El límite entre una y otra es el tiempo. Si el error aún no ocurre, estamos frente a prevención, en otro caso, se trata de la heurística actual.

6.5.11. DMT11: Ayuda y documentación

Descripción: El Dispositivo Móvil Táctil debe proporcionar ayuda y documentación fácil de encontrar, centrada en la tarea del usuario, enumerando los pasos concretos que se deben realizar, sin ser demasiado extensa.

Explicación: El equipo debe proveer acceso a información detallada de las funcionalidades disponibles de forma sencilla, ordenada y desde el estado del sistema en que se encuentra el usuario. De preferencia esta información debe ser incluida en el equipo. Como medida alternativa se puede derivar a un sitio web de soporte (asumiendo que el equipo cuenta con acceso a la red) y/o en forma de documentación impresa.

Ejemplos:

- En la Figura 6.13 se puede ver el proceso de solicitar ayuda y acceder a la documentación sobre el uso del equipo. A través del menú contextual de cada función se puede acceder a un pequeño manual en donde se explica, paso a paso, el uso de la funcionalidad específica. Lo positivo del ejemplo es que esta información está disponible de forma inmediata, sin tener que acceder a la red. Éste es un ejemplo de cumplimiento de la heurística.

Beneficios:

- *Minimizar errores:* Al tener información de ayuda detallada se puede evitar incurrir en errores.
- *Incrementar el nivel de conocimiento del usuario respecto al sistema:* Al igual que la experiencia adquirida al usar el equipo, la documentación juega un rol importante en hacer que un usuario novato se convierta gradualmente en uno experto.
- *Incrementar la eficiencia de uso:* Mediante el conocimiento del sistema, a través del acceso a documentación, el usuario puede hacer un uso más eficiente del equipo.

Problemas anticipados: La principal dificultad prevista al interpretar esta heurística tiene relación con diferenciarla de la heurística de prevención de errores. Si bien, esta última habla sobre información adicional sobre las funcionalidades, se refiere a información sensible relacionada con la posibilidad de producirse un error. Mensajes de alerta, advertencias, mensajes de confirmación se corresponden con prevención de errores. Por otro lado, instrucciones de uso para cierta funcionalidad, información adicional sobre opciones adicionales, entre otros, corresponden a la heurística de ayuda y documentación.

6.5.12. DMT12: Interacción física y ergonomía

Descripción: El Dispositivo Móvil Táctil debe proporcionar botones o similares para las principales funciones del equipo ubicados en posiciones reconocibles por el usuario y fácilmente diferenciables respecto a otros elementos del equipo. Además, las dimensiones, peso y diseño del equipo, en conjunto con la posición de los botones o similares, se debe ajustar a la posición normal de las manos del usuario.

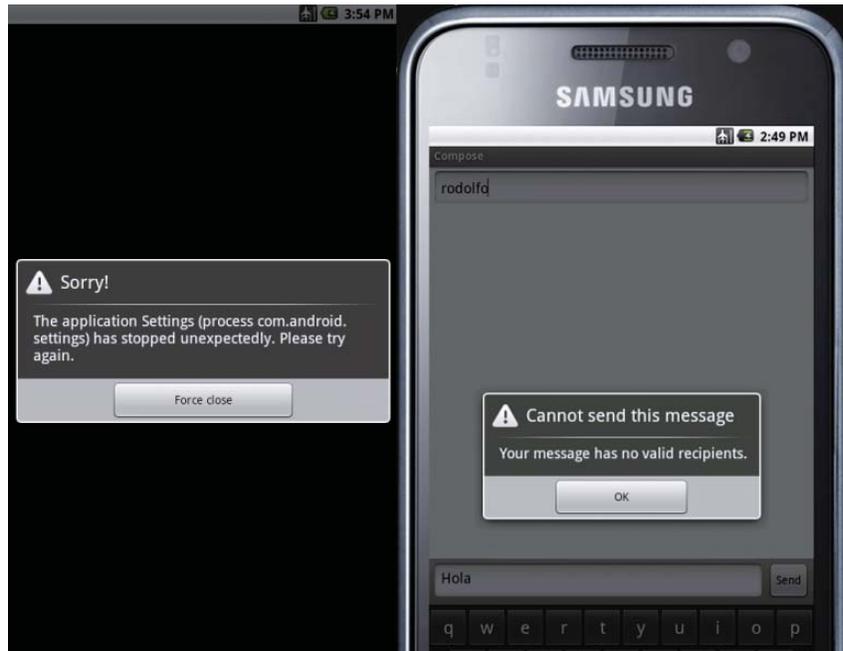


Figura 6.12: DMT10 - Samsung Galaxy S: Mensajes de error.



Figura 6.13: DMT11 - Nokia X6: Ayuda y documentación.

Explicación: Los dispositivos móviles táctiles son equipos diseñados para ser usados por el usuario, utilizando principalmente una sola mano. En los tiempos actuales es fácil ver a las personas de un lado a otro con los equipos en la mano durante muchas horas, por lo que la comodidad y ergonomía en su uso juega un rol fundamental. Cualquier producto que tenga forma, dimensiones o distribución de botones que no coincidan con la posición natural de la mano o que produzcan molestia al cabo de un tiempo relativamente corto, se puede decir que no cumple esta heurística. El peso del equipo es factor, dependiendo del usuario.

Respecto a los botones, éstos deben ubicarse en posiciones reconocibles por el usuario. Ya es prácticamente un estándar el ubicar el botón del obturador de la cámara en el costado inferior-derecho del dispositivo, con tal de poder utilizarlo con el dedo índice de la mano derecha al poner el equipo de forma horizontal. Por otro lado, se debe contar con botones específicos para funciones principales del dispositivo, tales como: Encendido/Apagado, Contestar/Terminar una llamada, Control de volumen, Bloquear/Desbloquear el equipo, acceder al menú Aplicaciones, Volver, como mínimo. Si el equipo no presenta botones físicos para todas las funciones mencionadas, debe proporcionar botones táctiles para dichas funciones, ubicados en posiciones claras y reconocibles por el usuario, rotuladas explícitamente. Se debe evitar asignar muchas funciones a un mismo botón.

Ejemplos:

- En la Figura 6.14 se muestra la forma, dimensiones y ubicación de los botones en los equipos: Nokia X6 y Samsung Galaxy S respectivamente. Aquí se puede ver que el tamaño y forma del dispositivo Nokia se ajusta a la posición de la mano, mientras que el equipo Samsung posee dimensiones más grandes, lo que hace un poco más incómodo su manipulación con una sola mano.
- En la Figura 6.15 se muestra el equipo Nokia X6 en modo horizontal, donde se puede ver donde está ubicado el botón del obturador de la cámara (a). Al lado izquierdo se puede apreciar el botón del *zoom* (b). Ambos cumplen con las convenciones establecidas, por lo que es un ejemplo de cumplimiento de la heurística.

Beneficios:

- *Facilidad de uso:* Al ubicar los botones en posiciones reconocibles por el usuario, claramente rotulados, se logra un sistema intuitivo. Un sistema intuitivo es fácil de usar.
- *Disminuir el agotamiento de la(s) mano(s):* Si el dispositivo respeta la forma y posición natural de la(s) mano(s), se logra disminuir el agotamiento, dolores u otras molestias.
- *Incrementar la eficiencia de uso:* Al proporcionar botones físicos o similares para las principales funciones del equipo, el usuario puede hacer un uso más eficiente del mismo.



Figura 6.14: DMT12 - Nokia X6 y Samsung Galaxy S: Dimensiones, forma y botones.

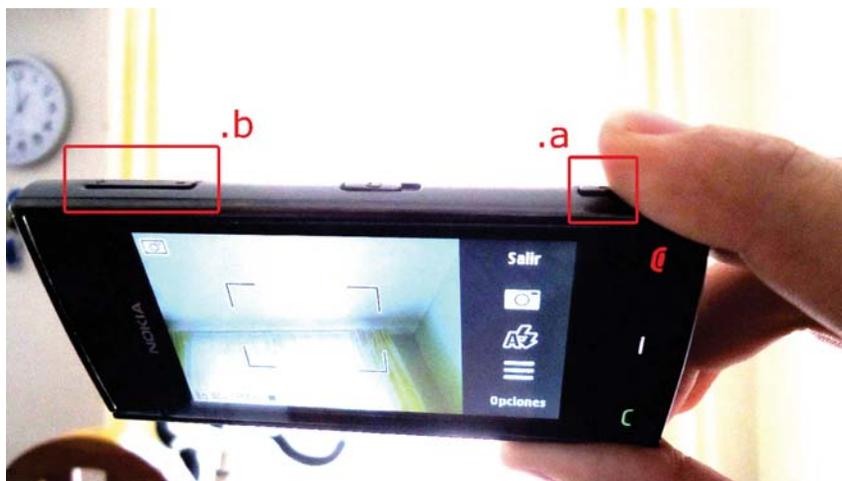


Figura 6.15: DMT12 - Nokia X6: Posición de los botones.

Problemas anticipados: Un problema previsto para la aplicación de esta heurística es el caso de usuarios con necesidades especiales. En este caso el evaluador debe aplicar su criterio. Existen equipos que resultan incómodos para ciertas personas, mientras que otros se hacen difíciles de usar para un gran número de usuarios. Un aspecto importante es no dejarse llevar por la popularidad de un producto para decir si es usable o no; muchas veces la moda influye mucho en el mercado y no la usabilidad. Se debe analizar cada caso independientemente.

6.5.13. Comparación con Heurísticas de Nielsen

La Tabla 6.13 presenta un mapeo entre las 12 heurísticas de usabilidad para dispositivos móviles táctiles y las 10 heurísticas de usabilidad propuestas por Jakob Nielsen [8].

Las heurísticas de usabilidad para dispositivos móviles táctiles DMT1 a DMT11 particularizan las heurísticas de Nielsen H1 a H10, basadas en las características de los dispositivos móviles táctiles. Aunque, las definiciones de las heurísticas pueden parecer similares, éstas no son idénticas en su descripción. La Tabla 6.14 presenta una comparación de las heurísticas 4, 5 y 7 respectivamente. La heurística de usabilidad para dispositivos móviles táctiles DMT12 presenta un nuevo aspecto a considerar: interfaz física de usuario; no se encuentra una heurística equivalente en la propuesta de Jakob Nielsen.

Tabla 6.13: Mapeo entre Heurísticas de Usabilidad para Dispositivos Móviles Táctiles y Heurísticas de Usabilidad de Nielsen

Heurísticas para DMT		Heurísticas de Nielsen	
Id	Definición	Id	Definición
DMT1	Visibilidad del estado del sistema	N1	Visibilidad del estado del sistema
DMT2	Correspondencia entre el sistema y el mundo real	N2	Correspondencia entre el sistema y el mundo real
DMT3	Control y libertad del usuario	N3	Control y libertad del usuario
DMT4	Consistencia y estándares	N4	Consistencia y estándares
DMT5	Prevención de errores	N5	Prevención de errores
DMT6	Minimizar la carga de memoria del usuario	N6	Minimizar la carga de memoria del usuario
DMT7	Personalización y atajos	N7	Flexibilidad y eficiencia de uso
DMT8	Eficiencia de uso y rendimiento		
DMT9	Estética y diseño minimalista	N8	Estética y diseño minimalista
DMT10	Ayuda al usuario a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores	N9	Ayuda al usuario a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores
DMT11	Ayuda y documentación	N10	Ayuda y documentación
DMT12	Interacción física y ergonomía		

6.5.14. Lista de comprobación

Como una forma de apoyo a la detección de problemas de usabilidad en dispositivos móviles táctiles, se ha desarrollado una lista de comprobación (o *checklist*) en la cual se presentan una serie de afirmaciones con aspectos que un dispositivo con un buen grado de usabilidad debiera tener. La idea aquí es que el evaluador analice cada punto y determine si el equipo cumple o no cumple. Al encontrar un punto incumplido, se tiene señales de que existe un problema de usabilidad asociado a la heurística correspondiente. La Tabla 6.15 presenta la lista de comprobación asociada.

Tabla 6.14: Comparación de heurísticas DMT4, DMT5 y DMT7 con N4, N5 y N7

Id	Descripción	Id	Descripción
TMD4	El Dispositivo Móvil Táctil debe seguir las convenciones establecidas y existentes, con tal que el usuario pueda hacer las cosas de la misma forma en la que está acostumbrado de una forma estándar y consistente.	N4	Los usuarios no deberían tener que preguntarse si diferentes palabras, situaciones o acciones significan lo mismo. Se debe utilizar convenciones de plataforma.
TMD5	El Dispositivo Móvil Táctil debe disponer de un diseño (de interfaz gráfica y de interfaz física de usuario) cuidadoso que prevenga la ocurrencia de errores. Se deben ocultar o desactivar las funcionalidades que no estén disponibles y permitir, al usuario, acceder a información adicional respecto a cada funcionalidad. Se debe advertir a los usuarios.	N5	Incluso mejor que un buen mensaje de error es un diseño cuidadoso que prevenga que un problema ocurra primero. Eliminar o chequear las condiciones propensas a errores y presentar a los usuarios opciones de confirmación antes de realizar la acción.
TMD7	El Dispositivo Móvil Táctil debe proporcionar opciones de configuración básica, dando la posibilidad de acceder a opciones de configuración avanzadas para usuarios expertos. También debe permitir personalizar y definir, o proporcionar, atajos para aquellas acciones más frecuentes que llevan a cabo los usuarios.	N7	Los aceleradores, no vistos por usuarios novatos, deben a menudo acelerar la interacción de un usuario experto para que el sistema pueda atender tanto a usuarios inexpertos como a usuarios expertos. Debe permitir a los usuarios realizar acciones frecuentes a su medida.

Tabla 6.15: Checklist propuesto

Id	Heurística	Punto a evaluar
DMT1	Visibilidad del estado del sistema	<p>El Dispositivo presenta un área de notificaciones gráficas.</p> <p>El Dispositivo informa al usuario cuando éste tiene un mensaje sin revisar.</p> <p>El Dispositivo informa al usuario del éxito o fracaso en un cambio en la configuración del equipo.</p> <p>El Dispositivo informa al usuario cuando se ha abierto o cerrado una aplicación.</p> <p>El Dispositivo informa cuando el usuario presiona un botón o símil.</p>
DMT2	Coincidencia entre sistema y mundo real	<p>Al interactuar con el dispositivo, las respuestas del mismo coinciden con las leyes físicas del mundo real.</p> <p>Las metáforas utilizadas son fáciles de entender.</p> <p>El lenguaje de la interfaz es claro y fácil de entender.</p> <p>La información se despliega en orden natural y lógico.</p>
DMT3	Control y libertad de usuario	<p>Existe la posibilidad de cancelar las acciones y procesos.</p> <p>Existe la posibilidad de revertir las acciones.</p> <p>El usuario puede controlar los recursos utilizados en el Dispositivo.</p> <p>El usuario puede escapar de un estado no deseado de forma instantánea.</p>
DMT4	Consistencia y Estándares	<p>El usuario puede realizar las acciones como está acostumbrado a hacerlo en otros dispositivos similares.</p> <p>El usuario puede realizar las acciones como está acostumbrado a hacerlo en otras partes del sistema.</p> <p>Todos los elementos de la interfaz se encuentran en un mismo idioma.</p> <p>Los elementos similares son presentados de forma similar.</p>
DMT5	Prevención de errores	<p>Las opciones potencialmente peligrosas se encuentran ubicadas en un nivel de profundidad mayor a las opciones básicas.</p>

Continúa en la siguiente página. . .

Tabla 6.15 – Continuación

Id	Heurística	Punto a evaluar
		<p>Las opciones potencialmente peligrosas se encuentran ubicadas lejos de las opciones básicas o más utilizadas.</p> <p>Antes de ejecutar una funcionalidad potencialmente peligrosa se advierte al usuario.</p> <p>Se valida todo ingreso de datos.</p> <p>Las opciones no disponibles se ocultan o deshabilitan claramente.</p> <p>Se especifican o ejemplifican claramente los valores permitidos para ingresar.</p>
DMT6	Minimizar carga de memoria	<p>Se informa al usuario sobre su ubicación dentro del sistema.</p> <p>Las funcionalidades principales son fáciles de encontrar.</p> <p>Se informa al usuario las opciones que escogió dentro de un proceso.</p>
DMT7	Personalización y atajos	<p>El usuario puede crear o personalizar accesos directos para funcionalidades de su gusto en la pantalla de inicio.</p> <p>El usuario puede crear o personalizar accesos directos para funcionalidades de su gusto en el menú de aplicaciones.</p> <p>El usuario puede crear grupos o carpetas de elementos.</p> <p>El usuario puede acceder a opciones avanzadas de configuración.</p>
DMT8	Eficiencia de Uso y rendimiento	<p>El Dispositivo permite ajustar el tiempo que se mantiene encendida la luz de retroiluminación de la pantalla.</p> <p>El desplazamiento entre pantallas es fluido y ocurre de forma inmediata o en un tiempo relativamente corto.</p> <p>El tiempo transcurrido entre la selección de una funcionalidad y su respectiva ejecución es relativamente corto.</p> <p>Las tareas básicas y/o recurrentes no tienen más de 3 pasos.</p>
DMT9	Diseño estético y minimalista	<p>La interfaz es simple; no está sobrecargada de elementos.</p> <p>No existen íconos, controles, menús, gráficos, textos u otros elementos de interfaz redundantes.</p>

Continúa en la siguiente página...

Tabla 6.15 – Continuación

Id	Heurística	Punto a evaluar
		Los elementos gráficos son desplegados en buena calidad.
DMT10	Ayuda al usuario para recuperarse de errores	<p>Se muestran mensajes de error claros a partir de la ocurrencia de éstos.</p> <p>Los mensajes de error se orientan hacia la solución de los problemas.</p> <p>Los mensajes de error presentan un lenguaje fácil de entender por el usuario.</p>
DMT11	Ayuda y documentación	<p>Existe documentación básica accesible desde el Dispositivo en cualquier momento.</p> <p>La ayuda es fácil de encontrar.</p> <p>La ayuda es clara y fácil de comprender.</p> <p>Existe ayuda contextual que guíe al usuario respecto al uso de los distintos elementos interactivos existentes.</p>
DMT12	Interacción física y ergonomía	<p>Las dimensiones del equipo permiten utilizar el mismo de una forma cómoda.</p> <p>El peso del equipo es adecuado para su uso en las manos del usuario.</p> <p>Existen botones o similares para las principales funcionalidades del equipo.</p> <p>La posición de los botones se ajusta al alcance y/o posición natural de la mano.</p> <p>La posición de los botones o similares es reconocible por el usuario.</p> <p>Los botones o similares no se confunden con otros elementos decorativos o no interactivos.</p>

La validación de la propuesta se presenta en el Capítulo 7 como parte de la *ETAPA 5* de la metodología en la presente iteración.

7. Validación de la Propuesta de Heurísticas de Evaluación de la Usabilidad

Previamente se realizó un experimento de validación preliminar como parte del proceso iterativo de desarrollo de la propuesta. Finalmente se obtuvo un conjunto de heurísticas de usabilidad para dispositivos móviles táctiles, el cual fue formalizado utilizando una plantilla estándar. El experimento de validación presentado en este capítulo corresponde al realizado sobre este último conjunto de heurísticas; el conjunto formalizado. El conjunto de heurísticas de usabilidad para dispositivos móviles táctiles fue evaluado contra el conjunto de heurísticas de usabilidad de Nielsen. Un dispositivo móvil de marca *Samsung* modelo *Galaxy Ace* fue evaluado por dos grupos independientes de tres evaluadores cada uno, con grados de experiencia variados pero balanceados en cada grupo, en condiciones iguales. Un grupo utilizó sólo el conjunto de heurísticas propuesto, mientras que el otro grupo sólo utilizó las heurísticas de Nielsen. Los problemas de usabilidad detectados por ambos grupos fueron comparados.

- La Tabla A.17 en Anexos muestra el listado completo de problemas encontrados por el grupo que utilizó el conjunto de heurísticas de usabilidad de Nielsen.
- La Tabla A.18 en Anexos presenta el listado completo de problemas detectados por el grupo que utilizó el conjunto de heurísticas de usabilidad para dispositivos móviles táctiles.

Los problemas se clasificaron en tres categorías:

- (P1) Problemas identificados por ambos grupos de evaluadores,
- (P2) Problemas identificados sólo por el grupo que utilizó el conjunto de heurísticas propuesto,
- (P3) Problemas identificados sólo por el grupo que utilizó el conjunto de heurísticas de Nielsen.

La Tabla 7.1 muestra el número de problemas de usabilidad encontrados por grupo de evaluadores, por heurística.

Aquí se comprueba una vez más que ambas herramientas (conjuntos de heurísticas) permiten identificar problemas de usabilidad de una manera similar. Sin embargo, el conjunto de heurísticas propuesto parece ser, una vez más, más apropiado y específico. Esto se justifica con el hecho que se pudo identificar un número mayor de problemas que por medio del uso del conjunto de heurísticas de Nielsen.

Un total de 37 problemas fueron identificados por los 6 evaluadores. Se detectaron un mayor número de problemas utilizando el conjunto de heurísticas para dispositivos móviles táctiles, en comparación a la cantidad de problemas detectados utilizando las heurísticas de control (Nielsen).

La Tabla 7.2 presenta las categorías de problemas, junto al número correspondiente de problemas de usabilidad detectados. La Tabla 7.3 muestra el número de problemas y la severidad

Tabla 7.1: Validación propuesta formal: Problemas de usabilidad encontrados por grupo de evaluadores, por heurística

Grupo 1: Usando heurísticas para dispositivos móviles táctiles			Grupo 2: Usando heurísticas de Nielsen		
Id	Número de problemas	Severidad promedio	Id	Número de problemas	Severidad promedio
DMT1	4	2,83	N1	2	2,83
DMT2	4	1,42	N2	0	0,00
DMT3	3	2,00	N3	2	2,50
DMT4	2	1,83	N4	4	1,67
DMT5	1	1,33	N5	2	2,50
DMT6	0	0,00	N6	0	0,00
DMT7	2	1,33	N7	1	0,67
DMT8	2	1,67			
DMT9	0	0,00	N8	0	0,00
DMT10	0	0,00	N9	1	2,67
DMT11	1	1,33	N10	2	1,33
DMT12	4	1,25			
Total	23		Total	14	
	Promedio	1,67		Promedio	2,02

promedio correspondiente a cada categoría de problemas identificado, para fines comparativos.

Tabla 7.2: Validación propuesta formal: Problemas por categoría

Id	Categoría	Total de Problemas	Porcentaje
<i>P1</i>	Problemas identificados por ambos grupos de evaluadores	4	11 %
<i>P2</i>	Problemas identificados sólo por el grupo que utilizó el conjunto de heurísticas propuesto	21	57 %
<i>P3</i>	Problemas identificados sólo por el grupo que utilizó el conjunto de heurísticas de Nielsen	12	32 %
Total		60	100 %

Una vez más se puede ver que, además de detectar un mayor número de problemas, el conjunto de heurísticas propuesto permitió identificar problemas más severos que el conjunto de control; las heurísticas de Nielsen. Además, debido a las nuevas adiciones, refinación en la especificación de las heurísticas y la incorporación de la una lista de comprobación (o *checklist*) ayudó a los evaluadores a identificar problemas de usabilidad de una forma más sencilla.

Como comentario adicional, en general, los evaluadores al preguntarles sobre qué pensaban sobre el dispositivo analizado opinaron que era un muy buen dispositivo, lo que hacía difícil

Tabla 7.3: Validación propuesta : Severidad promedio por categoría

Id	Categoría	Total de Problemas	Severidad Promedio
<i>P1</i>	Problemas identificados por ambos grupos de evaluadores	4	0,47
<i>P2</i>	Problemas identificados sólo por el grupo que utilizó el conjunto de heurísticas propuesto	21	2,67
<i>P3</i>	Problemas identificados sólo por el grupo que utilizó el conjunto de heurísticas de Nielsen	12	1,75

encontrar problemas de usabilidad.

8. Conclusiones

Dentro de la bibliografía consultada no se encontraron estudios que involucren específicamente dispositivos móviles táctiles. Los estudios encontrados apuntan a analizar la usabilidad de dispositivos móviles, sin necesidad de que sean táctiles, y no se proponen heurísticas para la evaluación de usabilidad. Estos estudios, en su mayoría, apuntan a la medición de usabilidad de interfaces web en dispositivos móviles, los cuales solo consideran ciertos paradigmas de diseño sin considerar los aspectos físicos de los dispositivos.

Dentro del material encontrado relacionado con la medición de usabilidad en los dispositivos móviles, se propone una metodología para medir la usabilidad en estos equipos desde una perspectiva jerárquica de factores de usabilidad de cuatro niveles, la cual permite considerar componentes de los dispositivos (diferentes a la interfaz gráfica), no triviales, que interactúan con el usuario en el cumplimiento de tareas, tales como los componentes que forman parte de la interfaz física de usuario (teclas, pantalla, entre otros). Estos componentes no son considerados por los métodos tradicionales de medición de usabilidad, sin embargo, es posible particularizarlos para el ámbito de los dispositivos móviles táctiles.

Además, desde el punto de vista de las pruebas de usabilidad, aplicar las técnicas ordinarias al estudio de usabilidad en dispositivos móviles táctiles es posible, sin embargo, hay otras variables que influyen en el uso de los equipos y que no son consideradas. El ejemplo más claro de esto es el contexto de uso móvil, el cual puede ser particular para cada usuario. No es lo mismo utilizar el equipo estando de pie o sentado, en una sala de clases silenciosa o un concierto de rock ruidoso, con una o dos manos, con diferentes niveles de iluminación. Otra variable no considerada por las técnicas comunes es la recolección de datos durante las pruebas. En un equipo de escritorio es mucho más simple obtener los datos de las pruebas mediante la grabación de la ejecución de las mismas, tema que no es tan efectivo en un dispositivo móvil, debido al limitado poder de procesamiento de datos. En la bibliografía encontrada se propone una metodología para el diseño e implementación de pruebas de usabilidad en dispositivos móviles, la cual considera los objetivos de la evaluación y analiza si éstos involucran el contexto real de uso. Dependiendo de esto, se considera realizar experimentos en laboratorio o estudios de campo (con dispositivos y ambientes reales).

La investigación realizada deja ver que la existencia de una propuesta de metodología para establecer heurísticas de usabilidad apoya el proceso de desarrollo de nuevas heurísticas. Si bien la presente versión es preliminar, demuestra que es factible establecer un conjunto de heurísticas de evaluación de la usabilidad para dispositivos móviles táctiles, haciendo uso de métodos de evaluación novedosos como la evaluación heurística adaptada, presentada anteriormente. Para lograr esto se consideran casos de uso heterogéneos, con tal de correlacionar las características particulares de los dispositivos con la usabilidad de los mismos. Los dispositivos escogidos respaldan los datos obtenidos dentro del presente estudio, en cuanto a incorporar características de los equipos más vendidos en el mundo.

Dentro de los logros de esta investigación, se encuentra el poner en el tapete un tema importante como lo es la usabilidad, aplicado a productos tan populares y contingentes como lo son los

dispositivos móviles táctiles. Dentro del análisis a las evaluaciones heurísticas realizadas y a los principios heurísticos de Nielsen, se lograron identificar aspectos específicos importantes, que se deben considerar a la hora de analizar la usabilidad en estos dispositivos. Como una primera versión, se lograron resultados promisorios.

Después de los dos primeros experimentos de validación, se pudo ver, de forma preliminar, que la propuesta de heurísticas de usabilidad para dispositivos móviles táctiles permite detectar un mayor número de problemas de usabilidad. Además, la propuesta, en su primera iteración, demostró permitir la detección de problemas más severos que el conjunto de control. Al analizar los problemas detectados se logró ver una falencia en la detección de problemas relacionados con la eficiencia de uso. Esto fue corregido en la formalización de la propuesta con la incorporación de una nueva heurística relacionada con Eficiencia de uso y rendimiento del equipo. Además, se refinaron las especificaciones de algunas heurísticas y se incorporó una lista de comprobación para apoyar la detección de problemas de usabilidad. Luego de un final experimento de validación se comprueba que el conjunto de heurísticas de usabilidad para dispositivos móviles táctiles permite la detección de más, y más severos, problemas.

Como trabajo futuro, se propone realizar más iteraciones con el fin de refinar aún más la propuesta. Para las nuevas iteraciones se pueden hacer nuevas evaluaciones heurísticas con casos de estudio diferentes. Un tipo de dispositivos que no fue analizado en este trabajo y que se recomienda sea considerado para futuros experimentos es la familia de productos *Apple*; sistema operativo *iOS*. Por otro lado, se propone la particularización de un método de prueba de usabilidad, con tal de considerar los efectos en la usabilidad del contexto de uso y los aspectos físicos y lógicos de los dispositivos. Ésto aportará de gran manera una nueva perspectiva en la medición de usabilidad, ya que se podrá considerar factores hasta ahora ignorados por los métodos de evaluación tradicionales y se logrará validar de mejor manera el conjunto de heurísticas por proponer. Además, se propone establecer patrones de diseño de dispositivos móviles táctiles, basados en la presente investigación y refinar la solución y ajustarla al contexto de los dispositivos móviles del futuro.

Referencias

- [1] Global Stats - Statcounter. Disponible en: <http://gs.statcounter.com>, revisado el 19/04/2011.
- [2] R. Hernández. *Metodología de Investigación*. Mc. Graw Hill, cuarta edition, 2006.
- [3] ISO/IEC. *ISO 9241-11: Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 9: Requirements for non-keyboard input devices*. 2000.
- [4] ISO/IEC. *ISO/IEC 9126. Software engineering – Product quality*. ISO/IEC, 2001.
- [5] Little Springs Design. A New Device Taxonomy. Disponible en: <http://www.littlespringsdesign.com/blog/2006/May/a-new-device-taxonomy/>, 2006.
- [6] Morgan Stanley. The Mobile Internet Report. Disponible en: <http://www.ms.com/techresearch>, 2009.
- [7] J. Nielsen. *Usability Engineering*. Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, California, October 1994.
- [8] J. Nielsen. Ten Usability Heuristics. Disponible en: http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html, 2005.
- [9] Jakob Nielsen and Robert L. Mack, editors. *Usability inspection methods*. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, USA, 1994.
- [10] D. Zhang y B. Adipat. Challenges, methodologies, and issues in the usability testing of mobile applications. *Int. J. Hum. Comput. Interaction*, 18(3):293–308, 2005.
- [11] R. Inostroza y C. Rusu y S. Roncagliolo y C. Jiménez y V. Rusu. Usability heuristics for touchscreen-based mobile devices. *Proc. ITNG 2012 to be published by IEEE Computer Society*, 2012.
- [12] J. Heo y D. Ham y S. Park y C. Song y W. C. Yoon. A framework for evaluating the usability of mobile phones based on multi-level, hierarchical model of usability factors. *Interact. Comput.*, 21:263–275, August 2009.
- [13] W. H. Delone y E. R. McLean. The delone and mclean model of information systems success: A ten-year update. *J. Manage. Inf. Syst.*, 19:9–30, April 2003.
- [14] A. K. Dey y G. D. Abowd y D. Salber. A conceptual framework and a toolkit for supporting the rapid prototyping of context-aware applications. *Hum.-Comput. Interact.*, 16:97–166, December 2001.
- [15] A. Baz y I. Ferreira y M. Álvarez y R. García. *Dispositivos Móviles*. Memoria de Título Profesional de Ingeniero de Telecomunicaciones, Universidad de Oviedo., 2009.
- [16] E. Beck y M. Christiansen y J. Kjeldskov y N. Kolbe y J. Stage. *Experimental Evaluation of Techniques for Usability Testing of Mobile Systems in a Laboratory Setting*. 2003.

- [17] G. Schiefer y M. Decker. Taxonomy for mobile terminals - a selective classification scheme. In J. Filipe y D. A. Marca y B. Shishkov y M. Van Sinderen, editor, *ICE-B*, pages 255–258. INSTICC Press, 2008.
- [18] P. Ketola y M. Røykkee. The three facets of usability in mobile handsets. In *In Proceeding of CHI 2001, Workshop, Mobile Communications: Understanding Users, Adoption & Design Sunday and Monday*. ACM, 2001.
- [19] A. Silberschatz y P. B. Galvin y G. Gagne. *Operating System Concepts*. Wiley Publishing, 8th edition, 2008.
- [20] C. Rusu y S. Roncagliolo y V. Rusu y C. Collazos. A methodology to establish usability heuristics. *Proc. ACHI 2011*, pages 59–62, 2011.
- [21] Y. S. Lee y S. W. Hong y T. L. Smith-Jackson y M. A. Nussbaum y K. Tomioka. Systematic evaluation methodology for cell phone user interfaces. *Interact. Comput.*, 18:304–325, March 2006.

Anexos

A. Tablas

Tabla A.1: Resultados de evaluación de problemas de usabilidad: Nokia X6

Id	Definición del problema	Comentarios/Explicaciones	Ppios. Inc.
Sym1	Método de desbloqueo no estándar	La mayoría de los equipos conocidos utilizan un método táctil para desbloquear el equipo. En este caso, el dispositivo posee un botón físico deslizable, no explícito para todos los usuarios	N4
Sym2	Posición de botón de desbloqueo incómoda	Al utilizar el equipo con la mano derecha, el botón de desbloqueo queda en una posición poco natural y poco accesible	
Sym3	Icono de botón menú no es representativo	Solo presenta una línea, que no deja claro que se trata del menú	N4
Sym4	Botón de menú tiene múltiples funcionalidades	Además de ser el botón de menu, tiene una luz que hace las veces de notificador de mensajes y llamadas perdidas. Por otro lado, al dejarlo presionado, se abre la lista de aplicaciones abiertas	
Sym5	Pantalla de inicio no respeta inclinación del equipo	Al inclinar el equipo, la orientación de la pantalla de inicio no cambia	N3, N4
Sym6	Pestañas poco accesibles	Se presentan una serie de pestañas, las cuales solo son accesibles al seleccionar cada una. No es posible saltar ni arrastrar las pestañas para acceder a los extremos	N7
Sym7	Métodos de búsqueda inconsistentes	Al buscar en la lista de contactos normal, se permite ingresar letra a letra sin perder de vista la lista de contactos. Sin embargo, al buscar en la lista de contactos de correo, la búsqueda se realiza en una pantalla separada, perdiendo de vista la lista original	N4
Sym8	No existen filtros u ordenamiento para contactos	Todos se muestran ordenados alfabéticamente, sin diferenciar si son contactos de correo electrónico, números de móviles o fijos. Esto dificulta la búsqueda de un contacto específico	N7

Continúa en la siguiente página...

Tabla A.1 – Continuación

Id	Definición del problema	Comentarios/Explicaciones	Ppios. Inc.
Sym9	Botón de llamada telefónica habilitado para contactos de correo	El botón disponible para realizar una llamada telefónica para algún contacto no se deshabilita para contactos de correo electrónico. Al presionarlo solo despliega un mensaje diciendo que no existe un número asociado. Puede conducir a errores	N5
Sym10	Accesos directos ocultos	Al tocar a la izquierda del indicador de batería, se abren accesos directos a conectividad "hora y fecha". Esto se encuentra oculto, sin ninguna señal de que se puede hacer. No hay botón, se descubre por prueba y error. Esto cambia al inclinar el equipo	
Sym11	Menú de accesos directos no permite personalización	Se presenta un menú con accesos directos, dentro de los cuales se permite acceder a Internet. Sin embargo, solo dirige al navegador por defecto del equipo, aunque el dispositivo permite la instalación de otro navegador. No permite que el usuario elija su navegador preferido como acceso directo.	N7
Sym12	No existen opciones al dejar presionado un ítem en el menú de aplicaciones	Para acceder a opciones particulares del ítem (como eliminar) se debe seleccionar el ítem y arrastrar el dedo sin soltar, luego se presiona el botón opciones. En el resto del sistema se puede acceder a ciertas opciones dejando presionado el ítem	N4
Sym13	No se puede hacer scroll de texto arrastrando con el dedo	Solo es posible hacer scroll utilizando una pequeña barra a un costado. No es consistente con el resto del sistema, por ejemplo menú de aplicaciones, donde se puede hacer scroll con el dedo encima del ítem	N4, N7
Sym14	Teclado oculta el campo de texto	Al utilizar el teclado por defecto, éste se sitúa sobre el campo de texto activo	
Sym15	No es posible buscar por nombre una aplicación	El equipo solo posee una lista de aplicaciones con scroll vertical. Si la lista es muy extensa, o si se quiere acceder a una aplicación en una carpeta interior, se torna poco eficiente	N7

Continúa en la siguiente página...

Tabla A.1 – Continuación

Id	Definición del problema	Comentarios/Explicaciones	Ppios. Inc.
Sym16	No es posible organizar las fotos de forma personalizada	Se muestra un listado gigante con todas las fotografías tomadas, ordenadas por nombre de archivo (alfabéticamente). No es posible crear categorías, filtros o búsqueda de ningún tipo	N7
Sym17	Menú sin posibilidad de cambiar fondo	El desktop puede cambiar el fondo, el menú debería también	N4
Sym18	Icono para activar el teclado de teléfono (marcación) no es representativo	El icono desplegado parece la representación del menú	N4
Sym19	Tiempo de ajuste de la interfaz gráfica del teléfono es demasiado al voltarlo	La pantalla se torna negra y no da señales de estar realizando alguna operación	N1
Sym20	Interacción con elementos confusa	Para acceder a las aplicaciones basta 1 toque sobre los íconos, mientras que en las opciones de las app hay que hacer dos toques en los íconos para acceder a estas	N4
Sym21	Al usar la cámara frontal no respeta orientación del teléfono		
Sym22	Dificultad al cambiar de modo de grabación de video a foto en la cámara	aparece sólo una opción de "modo imagenz" modo video. ^{en} la configuración	N7
Sym23	Icono del botón borrar no es representativo	Para borrar en el teclado del teléfono se usa una ç", debería ser una flecha hacia atrás	N4
Sym24	No se sabe si el equipo está realizando una acción	Al cargar aplicaciones, la pantalla se va a negro, hace pensar que el teléfono se bloqueó	N1
Sym25	Contactos no se pueden ordenar	Falta ordenar contactos por otros criterios además de alfabético, o visualización por avatar	N7
Sym26	Botón con dualidad de funcionalidades/etiquetas	Opción "atrás" pasa a ser "cultar". algunas veces, lo que genera confusión	

Tabla A.2: Resultados de evaluación de problemas de usabilidad: Samsung Galaxy S

Id	Definición del problema	Comentarios/Explicaciones	Ppios. Inc.
And1	Menú sin posibilidad de cambiar fondo	El desktop puede cambiar el fondo, el menú debería también.	N4
And2	Rotación automática funciona sólo en algunos menús	Puede estar viendo los sms con el teléfono volteado sin problemas, pero al salir al menú, la imagen del teléfono no respeta la inclinación	
And3	No existencia de configuración de aviso para cuando se cae una aplicación	El teléfono sólo vibra, y aunque esté en alto volumen, no emite sonido alguno al caerse un app en ejecución	N1, N9
And4	Imposibilidad de agrupar íconos en el menú de aplicaciones	En el escritorio si se puede agrupar en un máximo de 7 "escritorios"	N4, N7
And5	Falta indicador de porcentaje de carga restante en batería	Por defecto, sólo se muestra un dibujo con intervalos de carga restante de la batería. Hay que usar un wodget para ver el porcentaje	N4
And6	No visibilidad de cuadros de texto al voltear el teléfono con el teclado desplegado	En chats por ejemplo, es difícil ver lo que la otra persona ha enviado cuando está el teléfono volteado. El teclado y su cuadro de texto ocupan toda la pantalla, no así usando el teléfono en su posición normal	N7
And7	Demasiada distancia entre menús complementarios	Al usar un teléfono con una pantalla grande, resulta complejo usar el teléfono con una mano por un largo tiempo, ya que el desplazamiento que debe hacerse con el dedo pulgar es muy amplio	
And8	Botones distantes	La distancia entre los botones de apagado, y los de volver, y menú principal es demasiada para operar el teléfono con una sola mano por largo tiempo	
And9	Dificultad en manejo de volúmenes de audio	Sin reproducir algún medio, sólo se puede ajustar el volumen del timbre sin necesidad de entrar a ajustes. Causa problemas a tener el volumen de reproducción de medios alto cuando se comienza a reproducir algún medio	

Continúa en la siguiente página...

Tabla A.2 – Continuación

Id	Definición del problema	Comentarios/Explicaciones	Ppios. Inc.
And10	Mensajes molestos	Al usar el asistente SWYPE para el teclado, si la palabra tecleada no es la primera en la lista de sugerencias, lanza una molestia advertencia cada vez que pasa esto	N5, N8
And11	Falta formato de presentación de contactos	"No existe una estructura de presentación entre los contactos del telefono y SIM, versus los de cuentas de correos electrónicos. Ejemplos: - 89857711@movistar...-4flux@gmail.com	N4, N8
And12	Iconos de contactos son confusos	Los contactos aparecen catalogados mediante un icono, indicando si son del telefono, de la SIM, ó de Gmail,... pero en algunos casos aparece dos veces el mismo icono en un mismo contacto. Ej.:En un contacto aparece [g][g]	N8
And13	Imposible ingresar más de un número telefónico por contacto	No permite ingresar mas de un numero telefonico por contacto. Para hacer esto se debe crear un nuevo contacto, el cual no puede ser con el mismo nombre	N7
And14	Dificultad para tomar fotos con poca luz	Se hace notar la carencia de flash, o algun tipo de luz, en la camara	N7
And15	Falta un botón dedicado para la camara	Sólo se puede sacar una fotografía utilizando un botón táctil ubicado dentro de la pantalla	N4, N7
And16	Animación de menú inconsistente	El menú desplegable del lado izquierdo se indica con un triangulo (que hace las veces de flecha). Sin embargo, ese menú se guarda automaticamente retrayendose (deslizandose), lo cual genera la duda al abrirlo ya que no es deslizandolo sino que haciendo click en el	N2
And17	Opción con funcionalidad poco explicativa	Existe una opcion llamada "Swipe", la cual permite escribir deslizando el dedo por sobre las letras. Sin embargo: el icono no es lo suficientemente explicito, y además, no se sabe cuando este esta activado o desactivado	

Continúa en la siguiente página. . .

Tabla A.2 – Continuación

Id	Definición del problema	Comentarios/Explicaciones	Ppios. Inc.
And18	Botón no sigue el estándar	El boton de encendido/bloqueo está en el costado derecho.. un poco mas arriba de la mitad, y no en la ubicacion habitual (parte superior un poco hacia la izquierda)	N4
And19	Respuesta inesperada del sistema	En la vista de aplicaciones, al hacer un movimiento "X"(X: Algo que no se que fue), se cambia a una vista de cuatro ventanas por pantalla, y luego al hacer "Y"movimiento (Y: tampoco se que fue exactamente) volvió a la vista normal	N2
And20	En la sección .Ajustes. existen iconos no representativos	Entrada y salida de voz (aparecen unas barras horizontales). -Ubicacion y seguridad (parece una "G"hecha como para los juegos de niños de unir los puntos). -Pantalla (aparece un "solçon la mitad encendido y la mitad apagado... Pese a este es alo mas representativo, a primera vista pensaria en una linterna o en el brillo)	
And21	Tiempos de espera excesivos	En algunos casos, el tiempo de respuesta para cualquier acción en carpetas que contienen imagenes es excesivamente mayor que en otras áreas	

Tabla A.3: Principios incumplidos: Nokia X6

Id	Heurística o principio	Total de problemas
N4	Consistencia y Estándares	10
N7	Flexibilidad y eficacia de uso	8
N1	Visibilidad del sistema	2
N5	Prevención de errores	1
N8	Diseño estético y minimalista	0
N2	Coincidencia entre sistema y mundo real	0
N9	Ayuda al usuario para recuperarse de errores	0
N3	Control y libertad de usuario	0
N6	Minimizar carga de memoria	0
N10	Ayuda y documentación	0

Tabla A.4: Principios incumplidos: Samsung Galaxy S

Id	Heurística o principio	Total de problemas
N4	Consistencia y Estándares	6
N7	Flexibilidad y eficacia de uso	5
N8	Diseño estético y minimalista	3
N2	Coincidencia entre sistema y mundo real	2
N1	Visibilidad del sistema	1
N5	Prevención de errores	1
N9	Ayuda al usuario para recuperarse de errores	1
N3	Control y libertad de usuario	0
N6	Minimizar carga de memoria	0
N10	Ayuda y documentación	0

Tabla A.5: Aspectos positivos

Id	Definición del problema	Comentarios/Explicaciones	Ppios. Cump.
Pos1	Área de notificaciones desplegable	Área de notificaciones desplegable con funciones básicas del teléfono	N7
Pos2	Multitasking	Posibilidad de realizar más de una tarea simultáneamente	N7
Pos3	Múltiples datos para un contacto	Agrupar múltiples contactos en uno sólo, cuando es un mismo contacto	N4, N7, N2
Pos4	Agenda muestra imágenes del contacto	Permite revisar e identificar un contacto por medio de una imagen (fotografía)	N7
Pos5	Volver, y menú estándar para todas las aplicaciones	Presencia de botones físicos estándar y que cumplen la misma función para todas las aplicaciones	N4, N3
Pos6	Cantidad de aplicaciones disponibles y facilidad para desarrollar		
Pos7	Teclado swype	Modo de escritura fácil de usar para el usuario	N7
Pos8	Sonido estéreo		
Pos9	Tamaño cómodo	Ergonomía	
Pos10	Menú multimedia en la esquina superior derecha		N7
Pos11	Flash en la cámara		
Pos12	Botón dedicado para el obturador de la cámara		

Continúa en la siguiente página. . .

Tabla A.5 – Continuación

Id	Definición del problema	Comentarios/Explicaciones	Ppios. Cump.
Pos13	Iconos representativos	Mayoritariamente, los iconos son representativos respecto a su funcionalidad	N2
Pos14	Iconos consistentes entre diferentes generaciones	Pese a que los iconos cambian de un modelo a otro de diferente generación dichos cambios son mínimos y no entorpecen en el uso (como mucho uno verifica el icono la 1° o 2° vez)	N4
Pos15	Múltiples ventanas de escritorio	La opción de que el desktop posea 7 páginas/ventanas/vistas, permite poseer mayor variedad de accesos directos sin que éstos saturen la interfaz (al distribuirlos en las distintas pvv)	N7
Pos16	Orden por defecto de aplicaciones estándar	Las aplicaciones que vienen por defecto están generalmente (no estoy 100 % seguro) en el mismo orden (ajustes, all share, calculadora, calendario, cámara, correo electrónico, compañía internet, etc)	N4
Pos17	Múltiples ventanas/vistas de lista de aplicaciones	Al igual que el desktop, la vista de aplicaciones posee una múltiples pvv, las cuales se generan automáticamente dependiendo de la cantidad de aplicaciones instaladas (no sé cuantas será el límite)	N7
Pos18	Funcionalidades más importantes siempre visibles	Los iconos de Telefono, Contactos, Mensajes y Aplicaciones/Inicio siempre se encuentran disponibles (tanto en pvv como en la vista de aplicaciones), y siempre en la misma posición	N7
Pos19	Personalización de orden de accesos directos	La posición de los iconos, tanto en el desktop como en la vista de aplicaciones, es personalizable (respecto al orden de los mismos)	N7
Pos20	Notificaciones visuales para llamadas perdidas y mensajes	Cuanto llega un sms o se posee una llamada perdida, además de la notificación via audio, sobre el fondo de pantalla se dibuja una pieza de rompecabezas, la cual indica si es una llamada o un sms (útil cuando uno mira el teléfono rápido y no escucho el sonido de notificación)	N7, N1

Continúa en la siguiente página...

Tabla A.5 – Continuación

Id	Definición del problema	Comentarios/Explicaciones	Ppios. Cump.
Pos21	Nombres de funcionalidades precisos	Los nombres de las funcionalidades, pese a que puedan ser considerados genéricos, la mayoría de las veces, poseen una correspondencia clara respecto a la funcionalidad que implican. Ej.: Cuando se está en una galería de imágenes o en una carpeta de música la opción compartir ya no solo indica que se puede enviar via usb, bluetooth, u otros, sino que además comprende a redes sociales tales como facebook, o twitter	N2

Tabla A.6: Primer experimento: Listado de problemas - Nielsen

Id	Definición del problema	Comentarios/Explicaciones	Ppios. Inc.
P1	Números no visibles en agenda	La presentación de contactos no permite visualizar el nombre del contacto junto con su número	N7
P2	Forma de navegación es confusa	La navegación general del teléfono es dependiente de los botones físicos del equipo, principalmente para retroceder o avanzar en las ventanas. Esto es confuso al tratarse de un equipo táctil	N2
P3	Tecnología es difícil de utilizar para usuarios novatos	A usuarios novatos en el uso de la tecnología surepress se les dificulta la navegación por las opciones de la pantalla	N7
P4	Opciones básicas difíciles de encontrar	Al ingresar a la sección mensajes se obtiene directamente el listado general de mensajes y no es fácil encontrar las opciones para crear o trabajar con mensajes	N8
P5	Iconos no representativos	El submenú de la sección de mensajes se presenta como opciones gráficas pero los íconos no son intuitivos respecto la acción que realizan	N4

Continúa en la siguiente página...

Tabla A.6 – Continuación

Id	Definición del problema	Comentarios/Explicaciones	Ppios. Inc.
P6	Información adicional no disponible en el momento requerido	Las opciones gráficas de los submenús no tienen información contextual al posarse sobre ellos, la información aparece al momento de seleccionar la opción y no antes de ello	N5
P7	Información desplegada en formato inesperado	Al ingresar a la opción de calendario lo que aparece es el día actual dividido en horas y no lo habitual que es ver el mes actual con el día resaltado	N4
P8	Opción con acceso poco explícito	No existe opción agenda como tal, sino que está incluida en la opción calendario	N6
P9	Icono de menú no representativo	El gráfico que se usa como menú no es representativo para usuarios con experiencia en uso de DMT que no sean blackberry	N2
P10	Acción Enviar poco explícita	Cuando se escribe un mensaje no está disponible visiblemente la opción para enviarlo sino que se debe utilizar para ello la tecla enter del teclado que aparece en la pantalla	N7
P11	Opción Enviar mensaje conduce a error	No previene el error de seleccionar un contacto con teléfono fijo al cual no se puede enviar un mensaje de texto. El error solo es percibido al momento de intentar el envío	N5
P12	Teclado desplegado no se ajusta al contexto	Independiente de la aplicación, el teclado que se activa es el teclado alfabético aún cuando lo que se necesite es el teclado numérico, por ejemplo para marcar un número telefónico se debe cambiar el teclado de alfabético a numérico por cada dígito que se desea elegir	N7
P13	Términología confusa al agregar contacto	En la sección de agregar contacto se usa términos no muy conocidos por ejemplo el término tratamiento no es muy intuitivo	N2
P14	Proceso de agregar contacto es engorroso	Para almacenar un contacto existen muchos campos por llenar	N8
P15	Falta de control de usuario al agregar un contacto	Al almacenar un contacto no existe un botón u opción para guardar o deshacer el proceso de registro del contacto	N3

Continúa en la siguiente página. . .

Tabla A.6 – Continuación

Id	Definición del problema	Comentarios/Explicaciones	Ppios. Inc.
P16	No se informa la longitud de una lista	No existen barras de desplazamiento que puedan dar la idea de cuán grande es la lista de opciones	N1
P17	Dualidad de funciones de botón	El botón que generalmente se usa para regresar entre opciones a veces también se usa para desplegar submenús	N4
P18	Falta orden al agregar un contacto	Al agregar un contacto se solicita mucha información que no está categorizada por lo que el conjunto de opciones se vuelve extenso y lento de navegar	N8
P19	Dualidad de botones para misma funcionalidad	No existe un botón estándar para visualizar submenús sino que dependiendo de la aplicación se usa el boton menú BB o el botón volver	N4
P20	Opciones redundantes, no se explica diferencia	Existen opciones de menú redundante por ejemplo la opción mensajes y SMS se refieren a lo mismo al ingresar a ellas y no se establece una diferencia clara	N2
P21	No es posible acceder desde cámara a galería	Al utilizar la aplicación de cámara no existe la opción de revisar las imágenes captadas sino que se debe salir de la aplicación y navegar por el menú principal hasta llegar a la galería	N7
P22	No existe retroalimentación sobre recursos utilizados	No hay indicadores de cuáles aplicaciones están abiertas o ejecutándose	N1
P23	No se puede acceder directamente a la última llamada perdida	Cuando hay una llamada perdida se informa visualmente pero al acceder para encontrar información de ello, no se visualiza la información reciente sino que se apunta al último mensaje que fue revisado por el usuario incluso de fechas pasadas	N5

Tabla A.7: Primer experimento: Listado de problemas - Propuesta

Id	Definición del problema	Comentarios/Explicaciones	Ppios. Inc.
-----------	--------------------------------	----------------------------------	--------------------

Continúa en la siguiente página...

Tabla A.7 – Continuación

Id	Definición del problema	Comentarios/Explicaciones	Ppios. Inc.
PM1	No hay opción de eliminar todo	No existe opción para eliminar todos los mensajes sino solamente permite borrado unitario	DMT7
PM2	Nombre de funcionalidad no explicita su alcance	Al abrir la opción sms me da opciones para redactar no solo mensajes de texto sino también mensajes de redes sociales	DMT2
PM3	Diferencia entre funcionalidades no explícita	No se entiende la diferencia entre las opciones mensajes y sms y confunde al usuario	DMT2
PM4	Mensaje de error confuso	Al tener saldo insuficiente e intentar enviar un mensaje de texto aparece un mensaje que no es claro a lo que se refiere y hace pensar que se trata de un problema del servicio	DMT9
PM5	No se puede deshacer la acción	Al redactar un mensaje existe una tecla para mostrar el teclado pero no existe la opción para ocultar	DMT3
PM6	Opciones básicas no son señaladas claramente	Muchas opciones básicas del teléfono aparecen solamente con el uso es decir no apoya el uso para usuarios novatos	DMT7
PM7	Difícil acceso a modo de teclado	Para pasar del teclado alfanumérico al qwerty solamente basta con girar el teléfono a posición horizontal pero para usar el teclado de pulsaciones múltiples no existe un atajo sino que se debe navegar por las opciones del teclado	DMT7
PM8	Números no visibles en agenda	Se puede ordenar los contactos por 3 campos distintos pero no se puede visualizar los números telefónicos de los contactos junto con su nombre o información	DMT7
PM9	Orden de elementos inconsistente	El orden alfabético de los contactos generalmente es por nombre o apellido del contacto pero ese orden se ve alterado al usar el campo tratamiento del contacto	DMT2
PM10	Forma de desplazamiento de elementos es inesperada	El listado de contactos posee dos teclas de desplazamiento pero esas teclas sirven para desplazar los contactos pantalla a pantalla y no uno a uno como se pensaría que va a funcionar	DMT2

Continúa en la siguiente página...

Tabla A.7 – Continuación

Id	Definición del problema	Comentarios/Explicaciones	Ppios. Inc.
PM11	Forma de navegación es inconsistente con un dispositivo táctil	La ayuda presenta diversos temas pero al navegar por ellos la única forma de volver es usando el botón volver del teléfono pero la ayuda no cuenta con una opción regresar	DMT2
PM12	Ayuda insuficiente o inexistente	La ayuda no ayuda algunos temas carecen de información explícita que resuelvan problemas	DMT10
PM13	Opciones redundantes	Algunas acciones del teléfono se presentan en más de una opción por lo que hay redundancia de opciones	DMT8
PM14	Rotulación de botones inexistente	Los botones físicos del teléfono no tienen información respecto a la acción para la que fueron creados. No pueden ser reconocidos antes de ser utilizados	DMT11
PM15	Lenguaje confuso en funcionalidades	En las opciones de marcado y acciones por voz se usan palabras no muy congruentes con las opciones que realizan	DMT2
PM16	Funcionalidades relacionadas no agrupadas	Opciones similares del menú no están disponibles en el mismo lugar por ejemplo existe una opción para cámara pero la opción para video está incluida en otras opciones del menú	DMT7
PM17	Rotulación de funcionalidades poco explícitas	Algunos títulos de las opciones de los submenús no representan lo que en realidad contiene por ejemplo la opción "estado" proporciona información técnica e incluso privada del teléfono	DMT2
PM18	Configuración extra de funciones	La configuración automática del teléfono no funciona la primera vez. Es necesario configurar la hora inicial	DMT3
PM19	Método complicado para editar un mensaje	La edición de un mensaje de texto involucra la interacción con un pequeño elemento tipo ventana que se coloca en las palabras que se desean editar pero por el tamaño del elemento y las letras, el movimiento genera imprecisión para seleccionar la letra que se desea editar	DMT5

Continúa en la siguiente página. . .

Tabla A.7 – Continuación

Id	Definición del problema	Comentarios/Explicaciones	Ppios. Inc.
PM20	Carpetas por defecto difíciles de acceder	Las carpetas por defecto para los elementos o descargas está en ubicaciones no fáciles de encontrar puesto que están dentro de varias subcarpetas lo que provoca q el usuario se pierda al buscar sus archivos	DMT6
PM21	Inconsistencia de idioma	Aún cuando el teléfono está configurado en español las opciones o subcarpetas de los medios de almacenamiento poseen sus nombres en inglés	DMT2
PM22	Proceso de tratamiento de archivos "misterioso"	Al transferir algunos archivos de música al teléfono se produce un proceso de encriptación propio del teléfono de lo cual no es informado el usuario, por lo que al transferir del teléfono a otro dispositivo como un pc, estos elementos no pueden ser utilizados	DMT1
PM23	No existe retroalimentación sobre recursos utilizados	No informa acerca de que aplicaciones están abiertas simultáneamente	DMT1
PM24	Acción confusa y poco relacionada	Al tener bajo nivel de batería el teléfono se desconecta de la red de datos lo que hace pensar que hay un problema con el servicio de telefonía	DMT1
PM25	Idioma utilizado es confuso	Usa lenguaje o términos poco apropiados y difíciles de entender por ejemplo la palabra radio la usa para referirse a la red móvil	DMT2
PM26	Acción "Enviar" poco explícita	No posee un botón para enviar los mensajes sino que se debe usar la tecla enter del teclado virtual	DMT11
PM27	Uso inadecuado del espacio en pantalla	Al escribir un mensaje aparece un recuadro grande y uno más pequeño, pero lo que se escribe solo aparece en el pequeño lo cual produce un desperdicio de espacio con el recuadro más grande	DMT8
PM28	Submenús no consistentes entre aplicaciones	No todas las opciones o aplicaciones poseen submenús gráficos al momento de ser abiertas, algunas requieren la interacción para visualizar las subopciones	DMT4

Continúa en la siguiente página...

Tabla A.7 – Continuación

Id	Definición del problema	Comentarios/Explicaciones	Ppios. Inc.
PM29	Se muestran funciones no disponibles	No deshabilita opciones que no están disponibles para ser utilizadas	DMT5
PM30	Información desplegada en formato inesperado	El calendario se presenta como agenda y no en el formato que se espera	DMT4

Tabla A.8: Primer experimento: Principios incumplidos - Nielsen

Id	Heurística o principio	Problemas	Total
N7	Flexibilidad y eficacia de uso	P1, P3, P10, P12, P2	5
N2	Coincidencia entre sistema y mundo real	P2, P9, P13, P20	4
N4	Consistencia y Estándares	P5, P7, P17, P19	4
N5	Prevención de errores	P6, P11, P23	3
N8	Diseño estético y minimalista	P4, P14, P18	3
N1	Visibilidad del sistema	P16, P22	2
N3	Control y libertad de usuario	P15	1
N6	Minimizar carga de memoria	P8	1
N9	Ayuda al usuario para recuperarse de errores	-	0
N10	Ayuda y documentación	-	0

Tabla A.9: Primer experimento: Principios incumplidos - Propuesta

Id	Heurística o principio	Problemas	Total
DMT2	Coincidencia entre sistema y mundo real	PM2, PM3, PM9, PM10, PM11, PM15, PM17, PM21, PM25	9
DMT7	Personalización y atajos	PM1, PM6, PM7, PM8, PM16	5
DMT1	Visibilidad del sistema	PM22, PM23, PM24	3
DMT3	Control y libertad de usuario	PM5, PM18	2
DMT4	Consistencia y Estándares	PM28, PM30	2
DMT5	Prevención de errores	PM19, PM29	2
DMT8	Diseño estético y minimalista	PM13, PM27	2
DMT11	Interacción física y ergonomía	PM14, PM26	2
DMT6	Minimizar carga de memoria	PM20	1
DMT9	Ayuda al usuario para recuperarse de errores	PM4	1
DMT10	Ayuda y documentación	PM12	1

Tabla A.10: Primer experimento: Problemas detectados por ambos grupos

Nielsen		Propuesta	
Id	Descripción	Id	Descripción
P1	Números no visibles en agenda	PM8	Números no visibles en agenda
P2	Forma de navegación es confusa	PM11	Forma de navegación es inconsistente con un dispositivo táctil
P4	Opciones básicas difíciles de encontrar	PM6	Opciones básicas no son señaladas claramente
P6	Información adicional no disponible en el momento requerido	PM12	Ayuda insuficiente o inexistente
P7	Información desplegada en formato inesperado	PM30	Información desplegada en formato inesperado
P10	Acción enviar poco explícita	PM26	Acción enviar poco explícita
P13	Términología confusa al agregar contacto	PM25	Idioma utilizado es confuso
P20	Opciones redundantes, no se explica diferencia	PM3	Diferencia entre funcionalidades no explícita
P22	No existe retroalimentación sobre recursos utilizados	PM23	No existe retroalimentación sobre recursos utilizados

Tabla A.11: Segundo experimento: Listado de problemas - Nielsen

Id	Definición del problema	Comentarios/Explicaciones	Ppios. Inc.
P1	No se puede cancelar la acción, sólo se permite salir de la aplicación	No se puede cancelar la acción y obliga a salir de ésta	N3
P2	Poco tiempo de pantalla encendida para leer mensaje	Si se vuelve a presionar el botón nuevamente justo al apagarse la pantalla, no se mostrara el mensaje de nuevo	N7
P3	El botón de desbloqueo no está indicado apropiadamente	Su forma lo hace fácilmente confundible con el tipo para remover la batería	N2
P4	Posición del botón de bloqueo/desbloqueo inadecuada	Su ubicación dificulta su uso, considerando el tiempo que otorga el sistema para realizar la acción	N7
P5	Interfaz lenta y touch-screen deficiente	Posee animaciones lentas, como el scroll, que disminuyen la eficacia del equipo	N7

Continúa en la siguiente página...

Tabla A.11 – Continuación

Id	Definición del problema	Comentarios/Explicaciones	Ppios. Inc.
P6	No hay opción de cancelar cuando se ingresa texto	En pantallas como la del ingreso del cuerpo de un mensaje de texto, no hay una opción de cancelar, y al apretar el botón rojo del celular se va a la pantalla inicial, no al detalle del mensaje como se podría esperar	N3
P7	Abreviación	Se abrevian nombres de funciones dificultando encontrar lo que se busca	N8
P8	Ayuda en aplicación extensa y difícil de memorizar	La ayuda muestra muchos pasos a seguir, no se puede memorizar todo	N6
P9	Menú de opciones sin agrupación	El menú en sí es extenso haciendo difícil encontrar lo que se necesita	N8
P10	Iconos poco claros sin texto	Complican el uso del usuario no experimentado	N2
P11	Preguntas poco claras	Crear conexión estando en modo desconectado?	N2
P12	Falta teclado qwerty en pantalla, o es difícil de ubicar	Hoy en día, es un <i>must-have</i>	N4
P13	Botón para abrir teclado poco intuitivo	El botón con que se activa el teclado numérico no es necesariamente adecuado para tener una claridad respecto a su función	N7
P14	Sensibilidad de touchscreen	Se requiere una presión fuerte para manejar adecuadamente la pantalla, lo que lo hace dependiente de la posición del dedo. Por ejemplo, usando el dedo pulgar al marcar un número, presionando suavemente es posible que no se marquen los números de más a la izquierda (como el 7) pero para los de la derecha (como el 9) resulta más fácil	N7
P15	Funcionalidades superiores muy ocultas	Para acceder al menú de hora/alarmas o conectividad, hay que apretar en la parte superior de la pantalla sobre un sector vacío que no entrega ningún tipo de referencia respecto a eso	N1

Continúa en la siguiente página...

Tabla A.11 – Continuación

Id	Definición del problema	Comentarios/Explicaciones	Ppios. Inc.
P16	Preview de sonidos en configuración de perfil	Cuando se configura un perfil, en los items asociados a sonidos no se tiene una forma de escuchar el sonido seleccionado, por lo que hay que ingresar al sistema de archivos para recién saber que sonido se tenía activado	N6
P17	El boton de teclado se confunde con el boton de inicio		N4
P18	El boton que lleva a las aplicaciones no se encuentra en la posicion habitual	Dicho boton se encuentra a la izquierda de los botones de llamar y cancelar, mientras que habitualmente se encuentra entre éstos	N7
P19	No hay botón salir, ni devolverse	Hay que entrar a opciones para salir, y no se utiliza el espacio para el botón derecho en la pantalla	N3
P20	El boton para cambiar de modos en la agenda no posee una buena metáfora	Se señala un 1 para mostrar un día, un 7 para mostrar una vista de todos los días del mes (se podría asumir que debería mostrar solo una semana)	N2
P21	No hay consistencia en el orden de los botones de agenda	Al girar la pantalla, estando en agenda, los botones se ordenan en un orden diferente al que estaban anteriormente	N4
P22	Al crear una nueva actividad en la agenda, no aparece el botón de salir claramente	Dicho boton se encuentra dentro de un menu, por lo que si se desea cancelar la creación de la actividad"solo queda salir de la aplicación o salir a la pantalla principal del telefono	N3
P23	Si alguna creacion de evento quedo inconclusa en la agenda, al entrar nuevamente levará directamente a ella en vez de mostrar la vista de calendario		N7
P24	La imagen se mueve muy lentamente al moverla, tras visualizarla con zoom		N7

Continúa en la siguiente página...

Tabla A.11 – Continuación

Id	Definición del problema	Comentarios/Explicaciones	Ppios. Inc.
P25	Inconsistencia del estado de la galería de fotos	Al ingresar a la galería de fotos, en la sección capturadas, dice <i>No hay elementos</i> , cuando existen tre fotografías y muestra una vista previa de las mismas a la derecha	N4
P26	El menu de funciones en la visualización de fotos desaparece muy rápido		N7
P27	Al ingresar al Reloj, la función atrás es redundante tras intentar realizar alguna acción	Al empezar a realizar alguna acción dentro del menu Reloj, se encuentran presentes los botones salir y cancelar simultáneamente, cuya funcionalidad es la misma	N4
P28	Mala organización de elementos en el menú principal.	Algunos elementos como la cámara, el reloj o el registro de llamadas se encuentran dentro del apartado aplicaciones en vez de estar en el menu principal, considerando que son funcionalidades nativas del móvil	N7

Tabla A.12: Segundo experimento: Listado de problemas - Propuesta

Id	Definición del problema	Comentarios/Explicaciones	Ppios. Inc.
PM1	Pantalla resistiva dificulta la interacción	Pantalla no responde rápidamente a movimientos	DMT11
PM2	Íconos poco representativos	Muy difícil de utilizar, imágenes poco representativas	DMT2
PM3	Mensaje de desbloqueo poco claro	El mensaje no ayuda a determinar el proceso para desbloquear el equipo	DMT10
PM4	Difícil seleccionar destinatario de mensaje de la lista de contactos	No existe una opción visible para seleccionar los contactos	DMT3
PM5	Salidas dificultosas	La flecha se devuelve al menu principal y no de a poco, y no siempre aparece salir esta muy escondido	DMT3
PM6	Posicionar el cursor en el mensaje	Al cambiar el cursor con el dedo selecciona toda la palabra y no ubica el cursor en la palabra	DMT7
PM7	Dificultad para encontrar la carpeta de fotos	No está visiblemente ubicada	DMT4

Continúa en la siguiente página...

Tabla A.12 – Continuación

Id	Definición del problema	Comentarios/Explicaciones	Ppios. Inc.
PM8	Ayuda demasiado extensa	Mucha escritura	DMT8
PM9	Forma de la pantalla no es ergonómica	La pantalla es alargada y dificulta su utilización	DMT11
PM10	Ayuda para algunas opciones y para otras no	Cuando no existe grupos se informa al usuario y se intruye como crear uno pero no hay ayuda cuando no hay contactos para el grupo	DMT4
PM11	Separación innecesaria de opciones	Las funcionalidades de teclado y escritura están separadas	DMT8
PM12	Escasa validación de campos	No valida el ingreso de un correo electrónico correcto	DMT5
PM13	Campos de identificación de contactos inentendibles	El campo llamada de video al ingresar un contacto no se entiende	DMT2
PM14	Control de edición de contactos inexistente	Al editar la imagen de un contacto no existe un botón que permita guardar o dar por hecho el proceso	DMT7
PM15	Desaprovechamiento del espacio en pantalla	Al seleccionar un día del calendario aparece una pantalla vacía y no se entiende porqué o para qué	DMT8
PM16	Inconsistencia de opción de mensaje	Al seleccionar el campo e-mail de un contacto para el envío de un mensaje. El tipo de mensaje cambia automáticamente a mensaje multimedia. Lo lógico debería ser mensaje de correo electrónico	DMT4
PM17	Respuesta lenta del acelerómetro	Al girar el teléfono, el cambio de posición de los elementos demora; dejando estática la pantalla o a su vez presentando una pantalla negra	DMT1
PM18	El mensaje de error no ayuda a identificar el problema	Al ingresar a los contactos aparece un mensaje relacionado con el sim del teléfono y no se entiende lo que significa	DMT9
PM19	Imposible visualizar la cantidad de subopciones	En el submenú superior se presentan tres opciones y no existe manera de saber cuantas hay en total	DMT1
PM20	Términos no intuitivos	La palabra <i>contenido</i> para referirse a las opciones de la pantalla principal no es sugerente	DMT4
PM21	Funciones básicas restringidas al uso de sim	No se puede cambiar el perfil del teléfono si no está colocada la tarjeta sim	DMT3

Continúa en la siguiente página. . .

Tabla A.12 – Continuación

Id	Definición del problema	Comentarios/Explicaciones	Ppios. Inc.
PM22	Opciones que ejecutan una función distinta	Al presionar perfil del teléfono o reloj, aparece la opción de cambiar imagen de fondo que no tiene nada que ver	DMT4
PM23	Presentación inconsistente del menú de opciones	En ocasiones el menú de opciones aparece abajo otras veces arriba	DMT4
PM24	Falta metáfora para el menú	No posee un ícono para representar el menú	DMT4
PM25	Imposibilidad de cancelar proceso de carga de aplicaciones	La aplicación mapas demora en cargar y no se puede cancelar el proceso	DMT3
PM26	Presentación inconsistente de íconos	Algunos íconos incluyen texto descriptivo y otros no	DMT4
PM27	Inexistencia de opción lógica del menú	No existe una opción o botón lógico para acceder directamente al menú de opciones	DMT3
PM28	Cambio de cámara inconsistente	El cambio de cámara frontal a posterior se puede realizar deslizando la placa de la cámara posterior pero no permite el caso contrario	DMT4
PM29	Falta de información de uso de la cámara posterior	Si la cámara posterior está cubierta, al pasar desde cámara frontal a ella aparece una pantalla negra y no se informa al usuario	DMT1
PM30	Resaltar elementos importantes	Los días en la agenda son todos marcados con el mismo color, blanco. Así lo mismo con los eventos	DMT5
PM31	Falta de mensajes de estado	No se sabe si el teléfono se ha colgado o está trabajando aun	DMT1
PM32	Dificultad para identificar el home en cual se está	Si uno no conoce el teléfono y desliza el dedo por sobre la pantalla en home, quedará solo con la hora. La manera de volver es repitiendo la acción para ver todos los elementos	DMT2

Tabla A.13: Segundo experimento: Principios incumplidos - Nielsen

Id	Heurística o principio	Problemas	Total
N7	Flexibilidad y eficiencia de uso	P2, P4, P5, P13, P14, P18, P23, P24, P26, P28	10
N4	Consistencia y Estándares	P12, P17, P21, P25, P27	5
N2	Coincidencia entre sistema y mundo real	P3, P10, P11, P20	4
N3	Control y libertad de usuario	P1, P6, P19, P22	4
N6	Minimizar carga de memoria	P8, P16	2
N8	Diseño estético y minimalista	P7, P9	2
N1	Visibilidad del sistema	P15	1
N5	Prevención de errores	-	0
N9	Ayuda al usuario para recuperarse de errores	-	0
N10	Ayuda y documentación	-	0

Tabla A.14: Segundo experimento: Principios incumplidos - Propuesta

Id	Heurística o principio	Problemas	Total
DMT4	Consistencia y Estándares	PM7, PM10, PM16, PM20, PM22, PM23, PM24, PM26, PM28	9
DMT3	Control y libertad de usuario	PM4, PM5, PM21, PM25, PM27	5
DMT1	Visibilidad del sistema	PM17, PM19, PM29, PM31	4
DMT2	Coincidencia entre sistema y mundo real	PM2, PM13, PM32	3
DMT8	Diseño estético y minimalista	PM8, PM11, PM15	3
DMT5	Prevención de errores	PM12, PM30	2
DMT7	Personalización y atajos	PM6, PM14	2
DMT11	Interacción física y ergonomía	PM1, PM9	2
DMT9	Ayuda al usuario para recuperarse de errores	PM18	1
DMT10	Ayuda y documentación	PM3	1
DMT6	Minimizar carga de memoria	-	0

Tabla A.15: Segundo experimento: Problemas detectados por ambos grupos

Nielsen		Propuesta	
Id	Descripción	Id	Descripción
P8	Ayuda en aplicación extensa y difícil de memorizar	PM8	ayuda demasiado extensa
P10	Iconos poco claros sin texto	PM2	Íconos poco representativos
P14	Sensibilidad de touchscreen	PM1	Pantalla resistiva dificulta la interacción
P15	Funcionalidades superiores muy ocultas	PM7	dificultad para encontrar la carpeta de fotos
P19	No hay botón salir, ni devolverse	PM5	Salidas dificultosas

Tabla A.16: Segundo experimento: Problemas detectados sólo por las Heurísticas de Nielsen

Id	Descripción	Explicación	HNA	HPA
P1	No se puede cancelar la acción, sólo se permite salir de la aplicación	No se puede cancelar la acción y obliga a salir de ésta	N3	DMT3
P2	Poco tiempo de pantalla encendida para leer mensaje	Si se vuelve a presionar el botón nuevamente justo al apagarse la pantalla, no se mostrara el mensaje de nuevo	N7	-
P3	El botón de desbloqueo no está indicado apropiadamente	Su forma lo hace fácilmente confundible con el tipo para remover la batería.	N2	DMT11
P4	Posición del boton de bloqueo/desbloqueo inadecuada	Su ubicación dificulta su uso, considerando el tiempo que otorga el sistema para realizar la acción	N7	DMT11
P5	Interfaz lenta y touchscreen deficiente	Posee animaciones lentas, como el scroll, que disminuyen la eficacia del equipo	N7	-
P6	No hay opción de cancelar cuando se ingresa texto	En pantallas como la del ingreso del cuerpo de un mensaje de texto, no hay una opción de cancelar, y al apretar el botón rojo del celular se va a la pantalla inicial, no al detalle del mensaje como se podría esperar.	N3	DMT3

HNA: Heurística de Nielsen Asociada HPA: Heurística Propuesta Asociada - Continúa. . .

Tabla A.16 – Continuación

Id	Descripción	Explicación	HNA	HPA
P7	Abreviación	Se abrevian nombres de funciones dificultando encontrar lo que se busca	N8	DMT2
P9	Menú de opciones sin agrupación	El menú en sí es extenso haciendo difícil encontrar lo que se necesita	N8	-
P11	Preguntas poco claras	Crear conexión estando en modo desconectado?	N2	DMT2
P12	Falta teclado qwerty en pantalla, o es difícil de ubicar	Hoy en día, es un <i>must-have</i>	N4	DMT4
P13	Botón para abrir teclado poco intuitivo	El botón con que se activa el teclado numérico no es necesariamente adecuado para tener una claridad respecto a su función	N7	DMT2
P16	Preview de sonidos en configuración de perfil	Cuando se configura un perfil, en los items asociados a sonidos no se tiene una forma de escuchar el sonido seleccionado, por lo que hay que ingresar al sistema de archivos para recién saber que sonido se tenía activado	N6	DMT6
P17	El boton de teclado se confunde con el boton de inicio		N4	DMT2
P18	El boton que lleva a las aplicaciones no se encuentra en la posicion habitual	Dicho boton se encuentra a la izquierda de los botones de llamar y cancelar, mientras que habitualmente se encuentra entre éstos	N7	DMT11
P20	El boton para cambiar de modos en la agenda no posee una buena metáfora	Se señala un 1 para mostrar un día, un 7 para mostrar una vista de todos los días del mes (se podría asumir que debería mostrar solo una semana), etc.	N2	DMT2
P21	No hay consistencia en el orden de los botones de agenda	Al girar la pantalla, estando en agenda, los botones se ordenan en un orden diferente al que estaban anteriormente	N4	DMT2
P22	Al crear una nueva actividad en la agenda, no aparece el botón de salir claramente	Dicho boton se encuentra dentro de un menu, por lo que si se desea cancelar la creación de la actividad"solo queda salir de la aplicación o salir a la pantalla principal del telefono	N3	DMT3

HNA: Heurística de Nielsen Asociada HPA: Heurística Propuesta Asociada - Continúa...

Tabla A.16 – Continuación

Id	Descripción	Explicación	HNA	HPA
P23	La imagen se mueve muy lentamente al moverla, tras visualizarla con zoom	-	N7	-
P24	Inconsistencia del estado de la galería de fotos	Al ingresar a la galería de fotos, en la sección capturadas, dice "No hay elementos", cuando existen tres fotografías y muestra una vista previa de las mismas a la derecha	N4	DMT4
P25	El menú de funciones en la visualización de fotos desaparece muy rápido		N7	-
P26	Al ingresar al Reloj, la función atrás es redundante tras intentar realizar alguna acción	Al empezar a realizar alguna acción dentro del menú Reloj, se encuentran presentes los botones salir y cancelar simultáneamente, cuya funcionalidad es la misma	N8	DMT4
P27	Mala organización de elementos en el menú principal	Algunos elementos como la cámara, el reloj o el registro de llamadas se encuentran dentro del apartado aplicaciones en vez de estar en el menú principal, considerando que son funcionalidades nativas del móvil	N7	DMT11

Tabla A.17: Validación propuesta formal: Listado de problemas - Nielsen

Id	Definición del problema	Comentarios/Explicaciones	Ppios. Inc.
P1	Opción de teclado numérico muy oculta.	La opción para el teclado numérico del teléfono debería ser accesible más rápidamente.	N4
P2	Botones de acción no se prenden oportunamente.	En muchas ocasiones hay que cancelar una acción, pero como el botón de cancelar no está prendido, se pierde la noción de que existe.	N5
P3	Cámara bloqueada	La cámara se bloqueó cuando se trató de sacar una foto, algo difícil reproducir el error, pero se arregló presionando el zoom.	N5

Continúa en la siguiente página...

Tabla A.17 – Continuación

Id	Definición del problema	Comentarios/Explicaciones	Ppios. Inc.
P4	Mensaje descartado automáticamente	Si se trata de enviar un mensaje sin colocar el remitente, se cancela la acción y el mensaje es borrado completamente.	N3
P5	Bloqueo incómodo	El botón para bloquear el celular es algo incómodo de usar, o en una posición no adecuada.	N7
P6	Múltiples escritorios	No hay ayuda ni mención de que existen, ni cual es la orientación para acceder a ellos.	N10
P7	Aplicaciones back-ground	No se percibe cuales y que aplicaciones están en funcionamiento.	N1
P8	Barra superior	No hay indicios de que exista una barra de información.	N10
P9	Total de elementos al final de lista	El total de los elementos debería indicarse sin la necesidad de explorar por completo la lista, sino que al inicio de esta.	N4
P10	Falta de explicación de error	Aparece error en un archivo descargado, pero no se indica cuál	N9
P11	Falta opción editar iconos del escritorio	Escritorio	N4
P12	No hay límite para las imágenes o música	El teléfono explora completamente todo el almacenamiento para encontrar archivos multimedia, sin dejar escoger sólo una carpeta.	N3
P13	Opción configuración no limitada	Si estoy en home, sólo me debería mostrar configuración del home, y no de todo el teléfono.	N4
P14	No existencia de mensaje de error	En el navegador, algunas veces cuando se excede el tiempo de carga no indica error alguno, sólo queda en blanco.	N1

Tabla A.18: Validación propuesta formal: Listado de problemas - Propuesta

Id	Definición del problema	Comentarios/Explicaciones	Ppios. Inc.
PM1	Pantalla queda negra al momento de ejecutar algunas aplicaciones	Cuando se abren aplicaciones muy pesadas el dispositivo no informa la acción que está realizando quedando la pantalla negra mientras carga	DMT1

Continúa en la siguiente página...

Tabla A.18 – Continuación

Id	Definición del problema	Comentarios/Explicaciones	Ppios. Inc.
PM2	No deja claro que red usa cuando se conecta a internet, a pesar de tener activada wifi aparecen los dos logos.	No deja claro que red usa cuando se conecta a internet, a pesar de tener activada wifi aparecen los dos logos.	DMT1
PM3	El selector de atajos no indica que significa cada opción	A pesar de existir simbología estandar hay algunos iconos que no se entienden.	DMT2
PM4	Cuando se conecta a una wifi sin conectividad a internet no indica que esa red no tiene conectividad.	Cuando se conecta a una wifi sin conectividad a internet no indica que esa red no tiene conectividad.	DMT1
PM5	No muestra todas las aplicaciones recientemente abiertas	Se necesita saber sobre una aplicación abierta con anterioridad pero el S.O limita el número de aplicaciones que muestra como recientes	DMT7
PM6	Las aplicaciones nativas no explicitan que sólo muestran contenido móvil	La aplicación si tiene en paralelo el servicio para computadores normales debería indicar que el servicio es móvil.	DMT5
PM7	El sistema no avisa sobre algún cambio en su configuración	Esto hace que se deba conocer a fondo la nomenclatura del S.O para comprender el cambio.	DMT1
PM8	El sistema operativo no indica como se realiza la creación de carpetas o si se pueden crear carpetas	El sistema operativo no indica como se realiza la creación de carpetas o si se pueden crear carpetas.	DMT7
PM9	Al volver atrás se confunde entre la aplicación y el S.O	En momentos la tecla para volver a atrás funciona sobre la aplicación pero en momentos cuando no puede volver más la aplicación cierra la aplicación.	DMT3
PM10	No siempre las metáforas son interpretables	Al presionar sobre la información de red uno piensa que por metáfora debería mostrar la información de la red móvil pero muestra datos de la célula.	DMT2
PM11	No permite des-hacer todas las acciones	Al realizar acciones no se permite volver atrás si no que para des-hacer hay que "hacer una nueva acción.	DMT3

Continúa en la siguiente página...

Tabla A.18 – Continuación

Id	Definición del problema	Comentarios/Explicaciones	Ppios. Inc.
PM12	El sistema operativo se hace complicado de utilizar en una pantalla del tamaño del equipo	El sistema operativo se maneja mejor en una pantalla más grande.	DMT12
PM13	Sección de Ayuda difícil de encontrar	No se pudo encontrar una sección de ayuda de cómo utilizar el equipo.	DMT11
PM14	Botón principal cierra o minimiza aplicaciones?	En algunas aplicaciones el botón principal del equipo cierra y en otras minimiza aplicaciones.	DMT4
PM15	Idioma de aplicaciones	Algunas aplicaciones mantienen el idioma de origen y no se adaptan al del dispositivo.	DMT2
PM16	Inconsistencia visualización de vistas de menús	Al avanzar por las pantallas del escritorio (desde la 1 a la 5), al llegar a la 5 no avanza más; mientras que al hacer lo mismo en Aplicaciones, se genera un loop, pasando de la 5 a la 1. Ejemplo: (Avanzando solo hacia la derecha, →, en ambos casos) Escritorio: 1,2,3,4,5 ; Aplicaciones: 1,2,3,4,5,1,2,3,4,5,1,...etc.)	DMT4
PM17	No existe botón físico para la cámara		DMT12
PM18	El botón de bloqueo no es cómodo	La posición produce que sea presionable fácilmente.	DMT12
PM19	Ícono de contactos poco representativo	No existen packs de íconos por default.	DMT2
PM20	No existe, por default, la opción de cambiar los íconos		DMT3
PM21	El calendario no permite avanzar a través de los meses.	Solo permite visualizar el mes actual ya sea en su totalidad, por semanas, o por día.	DMT8
PM22	La tapa de la conexión MicroUSB es difícil de abrir simplemente con los dedos.	Dicha tapa posee una parte más sobresaliente, pero ésta no sobrepasa la carcasa del teléfono.	DMT12
PM23	No existe un atajo para el Perfil Silencioso.	Existe el atajo para pasar de normal a vibrador (y está redundante), sin embargo, no existe el de perfil silencioso.	DMT8